



SILVIO EDUARDO AROUCA

**AVALIAÇÃO ATRAVÉS DO
TESTE DE MICRATRAÇÃO DA
RESISTÊNCIA ADESIVA EM
DENTINA CONTAMINADA
COM SALIVA HUMANA E
SANGUE FRESCO.**

FOAr - UNESP, 2004

SILVIO EDUARDO AROUCA

**AVALIAÇÃO ATRAVÉS DO TESTE DE
MICRATRACAO DA RESISTENCIA
ADESIVA EM DENTINA CONTAMINADA
COM SALIVA HUMANA E SANGUE
FRESCO**

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

ORIENTADOR:

PROF. DR. MARCELO FERRAREZI DE ANDRADE

**ARARAQUARA, SP
2004**

SILVIO EDUARDO AROUCA

**AVALIAÇÃO ATRAVÉS DO TESTE DE
MICRATRACAO DA RESISTENCIA ADESIVA EM
DENTINA CONTAMINADA COM SALIVA HUMANA
E SANGUE FRESCO.**

BANCA EXAMINADORA

PROF. DR. **MARCELO FERRAREZI DE ANDRADE** – **Presidente**

PROF. DR. JOSÉ ROBERTO CURY SAAD

PROF. DR. MÂNIO TIBÚRCIO

DADOS CURRICULARES

SILVIO EDUARDO AROUCA

DATA DE NASCIMENTO: 08 DE FEVEREIRO DE 1973, EM SANTA
FÉ DO SUL – SP.

FILIAÇÃO: SILVIO AROUCA FILHO E
MARIA EUNICE DE SOUZA AROUCA

GRADUAÇÃO: 1994/1997, NA ESCOLA DE FARMÁCIA E
ODONTOLOGIA DE ALFENAS – MG.

ESPECIALIZAÇÃO: DENTÍSTICA RESTAURADORA, NA
FACULDADE DE ODONTOLOGIA DE ARAÇATUBA, UNESP,
2001/2002.

MESTRADO: DENTÍSTICA RESTAURADORA, NA FACULDADE DE
ODONTOLOGIA DE ARARAQUARA, UNESP, 2002/2004.

DEDICATÓRIA

Dedico este trabalho aos meus pais, Silvio e Nice, e aos meus irmãos, Adriana e Cacá, por tudo que representam em minha vida.

Engajados na luta do cotidiano, nem sempre estivemos juntos compartilhando nossas vidas, porém, hoje, tenho a felicidade e a oportunidade de deixar registrado, neste trabalho, o meu amor por vocês.

Agradecimentos Especiais

A DEUS, pela sua generosidade infinita.

Aos meus pais, Silvio e Nice, pelo amor e incentivo a minha vida profissional.

Aos meus irmãos, Adriana e Cacá, ao meu cunhado, Paulo, e aos meus tios Belo e Edite, que, tenho certeza, torceram muito, mesmo a distância, para que este sonho se tornasse realidade.

Ao Prof. Dr. Marcelo Ferrarezi de Andrade, pela amizade, orientação e ensinamentos transmitidos durante a realização do programa de pós-graduação.

Ao Prof. Dr. Jorge Komatsu, da Faculdade de Odontologia de Araçatuba (UNESP), por ser, para mim, além de professor e principalmente amigo, um exemplo de seriedade e profissionalismo.

Ao Prof. Dr. Mânio Tibúrcio, da Escola de Farmácia e Odontologia de Alfenas, MG, que, como meu primeiro professor de Dentística, me incentivou a ingressar nessa especialidade.

Ao Prof. Dr. José Roberto Cury Saad, da Universidade Estadual Paulista (UNESP) de Araraquara, pelos ensinamentos, dedicação, amizade e por estar em minha banca de mestrado.

AGRADECIMENTOS

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

Ao Prof. Dr. Ricardo S. G. Abi Rached, Diretor da Faculdade de Odontologia, ao Prof. Dr. José Roberto Cury Saad e ao Prof. Dr. Marcelo Ferrarezi de Andrade, Coordenadores do Curso de Pós-Graduação em Dentística Restauradora, durante o período em que estudei nessa instituição.

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

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

Aos Professores do Departamento de Dentística Restauradora da Faculdade de Odontologia de Araçatuba (UNESP), em especial o Prof. Dr. Renato Herman Sundfeld e a Profª Mara Monteiro, pelos conhecimentos transmitidos e oportunidades de crescimento.

Ao Amigo e Prof. Ronaldo Hirata, pela amizade e oportunidades que tem me proporcionado.

Aos Colegas de Mestrado, Ana Maria Sarabia Quiroz, Ana Maria de Góis, Cláudia Regina Buainain de Freitas, Cristina Takeuchi, Desirée Rossato, Jean Carlo Duarte Augusto, Jéferson da Silva Machado, João Fernando Kina, Pablino Caceres Benitez, Rinaldo Parente Teles e Sérgio Hideki Yasuda.

Também aos Amigos: Fabrício, Patrícia Jardim, Elaine, Cristina, Saturnino, Laura, Victor, Luana, Emmanuel, Darlon, Martinho, Rodrigo, José Marcos, Renata Esberard, Roberta Esberard, Leonardo de Pinho e Cláudio de Pinho.

Em especial, ao meu amigo-irmão Jéferson da Silva Machado, pelo coleguismo, companhia agradável e fidelidade nos trabalhos executados.

À Bibliotecária Maria José Perón, pelo inestimável auxílio na organização das referências bibliográficas, e aos Funcionários da Biblioteca da Faculdade de Odontologia de Araraquara, em especial as Bibliotecárias Maria Helena Matsumoto Komasti Leves e Odete Aparecida Camilo, pela atenção dispensada.

Aos meus Amigos, servidores da FOAr-UNESP, Cláudio Tita, Marinho e Vandeley, por estarem sempre tão dispostos a auxiliar naquilo que fosse

preciso, e, ainda, à Lenyra, Célia Regina, Maria Aparecida dos Santos, Adriana e Aparecida de Lima Ignácio, pelo espírito de solidariedade.

Ao Sr. Roberto Siqueira e à Dr^a Elisa Cavalcante, da *New Image*, representantes da empresa Bisco no Brasil, pela amizade e por cederem gentilmente material para que este trabalho pudesse ser realizado.

Aos Funcionários da Faculdade de Odontologia de Araraquara que, em algum momento, me auxiliaram a concretizar este projeto.

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

Sumário

1. INTRODUÇÃO	10
2 REVISÃO DA LITERATURA.....	16
3. PROPOSIÇÃO.....	93
4. MATERIAIS E MÉTODOS	95
4.1. SELEÇÃO DOS DENTES	96
4.2. PREPARO E CORTE DOS DENTES	97
4.2.1. SORTEIO ALEATÓRIO PARA DESENVOLVIMENTO DA PESQUISA	98
4.2.2. CORTE DOS DENTES.....	98
4.2.3. AVALIAÇÃO DA SECÇÃO TRANSVERSAL DOS DENTES	100
4.2.4. PREPARO DA SMEAR LAYER.....	101
4.3. MATERIAIS UTILIZADOS NA PESQUISA	102
4.4. GRUPOS DE TRATAMENTO DA PESQUISA.....	104
4.5. RESTAURAÇÃO DOS DENTES COM RESINA COMPOSTA	109
4.5.1. CICLAGEM TÉRMICA	111
4.6. OBTENÇÃO DOS ESPÉCIMES PARA O TESTE DE MICROTRAÇÃO.....	112
4.6.1. ANÁLISE DOS PALITOS PARA O TESTE DE MICROTRAÇÃO.....	115
4.6.2. DISPOSITIVO DE MICROTRAÇÃO.....	115
4.6.3. TESTE DE MICROTRAÇÃO.....	116
4.6.4. ANÁLISE DO TIPO DE FRATURA	118
4.6.5. PREPARO DO ESPÉCIME PARA OBSERVAÇÃO EM MICROSCÓPIO ELETRÔNICO DE VARREDURA	118
4.6.6. PLANEJAMENTO ESTATÍSTICO.....	120
5. RESULTADOS	121
5.1. CONSIDERAÇÕES PRELIMINARES	122
5.2. DADOS QUANTITATIVOS.....	123
5.4. FALHAS OCORRIDAS	131
6. DISCUSSÃO	135
7. CONCLUSÃO.....	156
8. APÊNDICES.....	159
9. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....	168

1.INTRODUÇÃO

O grande interesse dos pacientes em possuir restaurações estéticas na cavidade bucal tem estimulado o desenvolvimento de novas técnicas e materiais adequados para suprir as necessidades de função e de estética das partes perdidas dos dentes.

A evolução da odontologia como ciência sempre esteve vinculada à necessidade de o profissional oferecer aos pacientes opções terapêuticas que reunissem alguns requisitos básicos, requisitos estes que sofrem alterações à medida que novos conceitos, materiais e técnicas são desenvolvidos.

Os materiais atuais, com capacidade de se fixarem ao remanescente dental sem auxílio de retenções mecânicas, revolucionaram a odontologia restauradora estética, contribuindo para a preservação do órgão dental sadio.

A indústria odontológica tem buscado melhorias, incessantemente. Os compósitos resinosos estão sendo usados com uma frequência crescente, tanto para as restaurações diretas como para as indiretas, em dentes anteriores e posteriores, com razoável previsibilidade de sucesso, quando os sistemas restauradores e adesivos apropriados são selecionados e corretamente utilizados.

O marco inicial para a odontologia adesiva teve como referência o trabalho de Buonocore⁶, que introduziu, em 1956, a técnica de

condicionamento ácido do esmalte. Nesse caminho evolutivo dos sistemas adesivos, o desafio seguinte foi conseguir a união dentinária. Ao contrário do esmalte, que apresenta uma estrutura prismática e conteúdo mineral de 96% do seu volume, a dentina é um tecido histologicamente complexo, predominantemente tubular, com conteúdo mineral de 45% do seu volume, presença de umidade e prolongamentos odontoblásticos, o que dificulta o processo de adesão à sua superfície. A presença desses prolongamentos de células do tecido pulpar na dentina faz com que esses tecidos mantenham íntima relação entre si, não podendo ser considerados isoladamente, mas sim como um complexo dentino-pulpar^{65,66}.

Um outro fator a ser considerado no mecanismo de adesão à dentina refere-se a uma camada de restos orgânicos e inorgânicos que foi denominada “barro”, “lama dentinária” ou *smear layer*^{5,24}, que recobre toda a superfície dentinária. Essa barreira passou a ser considerada como uma proteção para a dentina, uma vez que diminui a permeabilidade dentinária. No entanto, a presença de bactérias em seu meio, assim como a frágil adesividade que a mesma representava com o substrato dentinário, passaram a apresentar um obstáculo para a adesão efetiva à dentina, tornando a sua fraca resistência coesiva com a dentina um ponto falho dos sistemas adesivos. Portanto, essa camada deveria receber algum tipo de tratamento em função da forma de atuação dos adesivos da época^{3,5}.

A partir disso, Bowen et al.³, em 1984, observando que era preciso criar um agente que fosse apropriado para as características da dentina, desenvolveram um adesivo dentinário - *Cosmic SSWhite* -, que proporcionava um condicionamento ácido da dentina, promovendo a total remoção da *smear layer* e a abertura dos túbulos dentinários, como ainda propiciava a penetração, em profundidade, do agente adesivo para determinar uma fraca união entre a resina composta e a dentina^{46,67,73,76}. Esse resultado se justificou pela utilização de um sistema adesivo hidrofóbico à base de BIS-GMA sobre a superfície umedecida pelo aumento da permeabilidade obtida mediante o condicionamento ácido.

Atualmente, o condicionamento da superfície dentinária para a colocação do sistema adesivo é feito com a aplicação de ácido sobre a dentina, removendo-se a *smear layer* e a *smear plug* e desmineralizando-se superficialmente a dentina, o que resulta em uma malha de colágeno com pouco conteúdo mineral^{11,24,47,57,58,73,76}.

Com a aplicação do *primer* hidrofílico do sistema adesivo, penetrando no interior dos túbulos dentinários, como também na dentina peritubular da parede dos túbulos dentinários, determina-se a formação de uma camada de dentina impregnada com material resinoso, que é denominada “camada híbrida de adesão” ou “zona de interdifusão dentinária”.

A partir daí, uma seqüência de investigações científicas realizadas por pesquisadores em todo o mundo e o aprimoramento das formulações

dos sistemas adesivos fizeram com que os fabricantes de produtos odontológicos lançassem no mercado diversos materiais com diferentes marcas, que evoluíram de adesivos multipassos ou universais, frasco único, até os mais atuais *self-etching*. Porém, o uso desses sistemas adesivos exige dos cirurgiões-dentistas que sigam rigorosamente um protocolo de manipulação, a fim de que se mantenham as qualidades indicadas¹². Quando isso não ocorre, há prejuízo da qualidade da adesão e, conseqüentemente, risco quanto à longevidade do trabalho.

Considerando ainda que vários estudos têm mostrado falhas coesivas e adesivas, quando esses procedimentos são realizados fora do protocolo recomendado pelo fabricante^{48,80}, e que não há consenso a respeito de quais seriam os métodos mais adequados para os testes de resistência adesiva, uma vez que o teste de cisalhamento predomina em 80% dos casos, não sendo, pois, tão preciso⁶³, buscamos a realização de um trabalho que avaliasse a resistência adesiva de um conjunto dente/restauração, por meio de uma técnica baseada na hipótese de que não há nenhuma relação direta entre a área da superfície de adesão e a resistência de união à tração de materiais mecânicos⁵⁵, denominada microtração⁶⁰. Essa técnica apresenta diversas vantagens e uma versatilidade que não pode ser alcançada pelos métodos convencionais⁴⁴, em grupos com dentina contaminada por saliva humana, bem como em grupos com dentina contaminada com sangue, pois permite que se saiba, seguramente, até que ponto essas duas substâncias, quando em contato

com a região adesiva, tendo como variável as formas de limpeza, prejudicam o processo adesivo.

2. REVISÃO DA LITERATURA

Em 1980, Hormati et al.³¹, avaliaram a resistência ao cisalhamento de restaurações de resina composta aplicada sobre esmalte, as quais foram contaminadas com saliva. Para o experimento foram usados 84 incisivos e caninos recentemente extraídos com a face vestibular íntegra, os dentes foram preparados fatiando a face de esmalte com um disco diamantado e essa fatia foi então montada em uma base de resina acrílica. As superfícies de esmalte dos espécimes foram limpas com água e pedra pomes, condicionada com ácido fosfórico 37% e divididas em sete grupos de doze amostras cada grupo. Sendo o grupo controle livre de contaminação e do grupo 2 ao 7 as amostras foram condicionadas como no controle porém após isso elas foram contaminadas com saliva por um período de 60 seg, onde foi usada como variável para cada grupo a forma de limpeza da contaminação que foram: Grupo 2 contaminação por 60 seg. e secagem por 15 seg., grupo 3 contaminação por 120 e secagem por 15seg., Grupo 4 contaminação por 60 seg., lavagem por 15 e secagem por 15seg., Grupo 5 igual ao grupo 4 porém com recondicionamento ácido por 10seg., Grupo 6 recondicionamento por 60 seg. e Grupo 7 condicionamento esfregando uma bolinha de algodão com ácido por 60 seg. que depois foram lavados e secos por 15 segundos. . As amostras foram restauradas com o auxílio de uma matriz de borracha que determinou a área adesiva a ser testada e os espécimes foram

levados para o teste de cisalhamento em uma máquina de testes Instron com a velocidade de ajustada para 0,1mm/min. Foi também feita uma avaliação em MEV das estruturas dos dentes após os diferentes de tempo de contaminação. Os resultados obtidos mostraram que a força de adesão nas superfícies contaminadas com saliva foi menor do que as obtidas com o grupo controle que estava livre de contaminação. Concluíram que o operador deve durante seus procedimentos clínicos usar o dique de borracha para evitar contaminação por saliva da área condicionada, e que, caso isso ocorra esta região deve ser novamente lavada e recondicionada pelo período de apenas 10 segundos, novamente lavada e seca para somente então receber o material restaurador.

Em 1982 Pashley et al.⁵¹, descreveram em estudo a possível influência do plasma e dos constituintes salivares sobre a permeabilidade da dentina in vitro. Para a realização do estudo foram utilizados terceiros molares não erupcionados de pacientes com idade entre 16 e 29 anos, os dentes foram cortados em discos, condicionados em ácido cítrico 50% por um período de dois min. para eliminação total da smear layer, então os mesmos foram conectados a um sistema de câmara pulpar in vitro que possuía uma pressão de 200cm H₂O. As taxas de filtração foram determinadas antes e depois do tratamento das superfícies dos discos com as substâncias contaminantes os resultados apresentados indicaram

que o plasma serum e a saliva como um todo é capaz de determinar diminuição imediata da permeabilidade dentinária. Frações individuais do plasma protéico e diferentes tipos de bactéria são capazes de efetivamente diminuir a capacidade dos fluidos difundirem-se através da dentina. Estas observações podem prover um mecanismo de redução espontânea da sensibilidade dentinária vista pelos clínicos seguindo às terapias periodontais.

Nakabaiashi et al.³⁸, em 1982, realizaram um estudo verificando a efetividade da solução 4-META na adesão de um cilindro de resina acrílica ao esmalte, à dentina humana e dentina humana condicionadas com uma solução formada pela mistura de ácido cítrico a 10% e cloreto férrico a 3%. Observaram que monômeros resinosos com grupamentos hidrofóbicos e hidrofílicos, como o 4-META, infiltravam-se por entre as fibras colágenas expostas pelo tratamento ácido e, após sua polimerização, constituía-se uma zona mista, ácido resistente, de dentina desmineralizada permeada por resina, denominada de “camada híbrida”. Tal camada promovia aumento na resistência de união da resina composta à dentina. Este trabalho foi considerado um marco no estudo dos adesivos dentinários por ter demonstrado que a obtenção de uma ótima adesão não se dava exclusivamente pela formação de “tags” no interior dos túbulos dentinários, como se acreditava até então, mas

principalmente pela retenção micro-mecânica dos agentes resinosos com as fibras colágenas da dentina intertubular.

No ano de 1984 Gwinnett²⁴, faz considerações morfológicas sobre a smear layer descrevendo sua composição, a qual contém componentes orgânicos e inorgânicos que se formam durante a abrasão ou corte dos tecidos dentais. Esta camada existiria independente do tipo e da forma de instrumentação utilizada, e a qualidade e quantidade é influenciada pela forma como as pontas diamantadas são utilizadas. Outra consideração relatada pelo autor deve-se ao fato de que a smear layer não esta aderida ou em continuidade com o substrato dentinário, concluindo que para a obtenção de melhores níveis de retenção e resistência a união com materiais restauradores essa camada deve ser modificada com agentes biocompatíveis.

Ainda em 1984 Pashley⁴⁶, relata que a smear layer ocupa uma posição estratégica no conjunto dente restauração uma vez que ela se encontra na interface da maioria dos materiais restauradores e o substrato dentinário. Esta camada, citou o autor, é muito fina e solúvel em ácido, não aparecendo em microscopia ótica comum, fator pelo qual muitas vezes foi negligenciada pela Dentística Restauradora. Afirmar que dois pontos de vista são corretos: um benéfico, onde produziria um forramento dentinário reduzindo a permeabilidade dentinária sendo mais

eficiente que os vernizes cavitários. Por outro lado, a smear layer interferiria com adesão da material restaurador à dentina, além de servir como depósito de microorganismos e seus produtos, podendo causar injúria pulpar.

Finger²⁰, em 1988, fez uma revisão bibliográfica sobre a relevância clínica das investigações *in vitro* dos adesivos dentinários, particularmente no que diz respeito aos testes de resistência adesiva. Alguns aspectos são abordados, como a idade dos dentes extraídos utilizados nos estudos, as condições de armazenamento dos mesmos, o uso de dentes bovinos ou humanos, o local usado para a adesão na dentina, a rugosidade da superfície dentinária, o tempo de aplicação da carga no espécime testado, a utilização de termocilagem previamente aos ensaios de resistência adesiva e o grau de polimerização do sistema adesivo. O autor conclui: 1- valores de força de união obtidos de diferentes fontes não são prontamente comparáveis; 2 – valores de força de união são parâmetros grosseiros de discriminação para avaliação da eficácia dos adesivos; 3 – valores de força de união são pobremente relacionados com os testes feitos em cavidades *in vitro*.; 4 – valores de força de união deveriam ser relatados juntamente com o modo de falha do espécime; 5- os testes de resistência adesiva deveriam ser padronizados.

A falta de valores consistentes de força de união à dentina sob cisalhamento ou tração para experimentos teoricamente idênticos tem levado a ambigüidades na interpretação de dados. Estas variações têm sido usualmente atribuídas às diferenças entre os procedimentos adesivos, porém, pouca atenção tem sido dada aos detalhes dos testes utilizados. Van Noort et al.⁷⁸, em 1989, realizaram um estudo com o objetivo de examinar a sensibilidade dos valores de força de união às condições de teste, usando uma análise de tensões por elemento finito. A geometria de teste sob análise é constituída de um bloco de resina composta com 6mm de altura e 6mm de largura, aderido a uma superfície plana de dentina; esta que é a mais utilizada nos testes de resistência adesiva. Foi utilizado um programa de análise por elemento finito desenvolvido no Departamento de Engenharia Mecânica da Universidade de Sheffield, TOMECH. Os parâmetros utilizados foram: tensão de tração nominal de 10MPa por aplicação de uma carga de 60N; módulo de elasticidade da dentina de 15GPa. Os materiais usados foram considerados isotrópicos e linearmente elásticos. O efeito das mudanças em um número de parâmetros foi estudado e três diferentes condições foram consideradas: propriedade dos materiais, mudanças na geometria e condições de carregamento e o efeito do carregamento sob cisalhamento. Para estudar o efeito das propriedades dos materiais, o módulo de elasticidade da resina foi aumentado de 5GPa para 15GPa e 25GPa e a configuração das tensões calculada para os diferentes módulos. O efeito

das mudanças na geometria foi avaliado diminuindo-se a altura dos cilindros de 6mm para 5, 4, 3, 2, 1 e 0,5mm e nas condições de carregamento alterando os comprimentos de 1 a 6mm, calculando a variação na configuração das tensões para cada mudança de parâmetro. O efeito do carregamento sob cisalhamento foi estudado aplicando a carga nas distâncias de 0,1, 1, 2, 3, 4 e 5mm acima da dentina e observando a distribuição das tensões em cada distância. Os resultados mostraram que a força de união nominal pode mudar de acordo com a geometria do espécime, a configuração das cargas e a dureza do material, devido às diferenças encontradas na distribuição das tensões. Portanto, diferenças na força de união nominal podem ocorrer não necessariamente devido às variações na adesão, mas devido às condições experimentais adotadas. Os autores concluíram que quando uma resina composta aderida a uma superfície plana de dentina é testada, seja sob tração ou cisalhamento, a distribuição das tensões na interface é altamente heterogênea. As tensões são sensíveis aos detalhes do teste empregado; sensibilidade à aplicação da carga é particularmente aguda nos testes de cisalhamento. O conceito de média das tensões para medida da força de união não representa uma avaliação realística. Esta medida não indica uma propriedade do material, pois os valores são dependentes das condições locais, tendo o atual “*stress*” pouca relação com a média das tensões. Isto demonstra que há uma necessidade de

padronização dos testes de medida da força de união, para que uma comparação válida entre diferentes sistemas adesivos possa ser feita.

Van Noort et al⁷⁹., em 1991, estudaram o efeito da geometria interfacial local na medida da resistência à tração à dentina. As coroas de 24 molares humanos extraídos livres de cárie foram cortadas para exposição da dentina. Os dentes foram embebidos em resina de poliéster clara e as superfícies lixadas com lixas 150, 320 e 600. As dentinas foram lavadas, secadas, e sobre estas foi aplicado o *primer* do sistema Scotchbond 2 por 60s, sendo posteriormente secado com jatos de ar por 60s. Dois grupos de estudo foram criados, cada um contendo 12 dentes, sendo eles: Grupo A - aplicou-se sobre a superfície uma camada de adesivo que em seguida foi fotopolimerizada. Sobre o adesivo foi construído com o auxílio de um molde um cilindro de resina composta, tendo 4mm de diâmetro e 6mm de altura e que, logo após, recebeu um pino de metal aderido a este, com um cimento; Grupo B - este grupo foi tratado de maneira semelhante ao grupo A, com exceção da aplicação do adesivo que foi feita depois da colocação do molde para construção do cilindro de resina composta. Uma fotopolimerização adicional por 60s foi realizada em todas as amostras após a remoção dos moldes, que foram então armazenadas em água destilada a 37°C por 24h. Os testes de tração aconteceram em uma máquina de tração a uma velocidade de 2mm/min e os resultados obtidos foram submetidos à análise de

variâncias com uma variável. Superfícies fraturadas selecionadas foram moldadas com silicona de adição, replicadas em resina, cobertas com ouro e examinadas ao microscópio eletrônico de varredura. Para medida da distribuição interfacial das tensões foram preparados modelos bi-dimensionais eixo-simétricos com elementos isoparamétricos de oito oscilações para duas geometrias representativas dos grupos A e B. A espessura da película de adesivo foi de 50 μ m. Os resultados foram produzidos com uso de um programa de elemento finito da Universidade de Sheffield, TOMECH. O módulo de elasticidade da dentina, do adesivo e da resina composta foram 15 GPa, 4GPa e 20GPa respectivamente. Uma carga distribuída foi aplicada na porção superior do cilindro de resina, produzindo um “stress” nominal de tensão de 10MPa. Os resultados do presente estudo mostraram que a resistência à tração da resina à dentina foi afetada significativamente pelo método de aplicação do adesivo. Quando o adesivo foi aplicado apenas na interface o valor de força de união foi 3Mpa, que aumentou para 6,90MPa quando o adesivo foi espalhado sobre toda a dentina exposta. Apesar das tensões estarem concentradas na circunferência do cilindro de resina para os dois grupos, sua distribuição foi diferente pois estas se localizaram mais próximas da interface entre adesivo e resina no grupo A e da interface entre adesivo e dentina no grupo B. A inexistência de adesivo residual sobre a dentina para os espécimes do grupo B confirmou que as falhas ocorreram entre o adesivo e a dentina. Segundo Van Noort et al, para uma medida realística

da força de união o adesivo deveria ficar restrito apenas à interface, já que a extensão do adesivo além da interface vai resultar em um valor alto mas irreal de resistência adesiva . A adoção de um método padronizado para medida da força de união se faz necessária, levando porém estes e outros fatores conhecidos em consideração, caso os resultados de diferentes centros de pesquisa sejam diretamente comparados.

Em 1992, Christensen¹², criticou severamente as investigações científicas que não se preocupam em representar ou simular situações clínicas. Como resultado disso atestou que os clínicos ficam confusos e desconfiados tanto em relação da adesão à estrutura dental como em relação ao seu próprio trabalho. O autor então citou os principais fatores que influem na adesão, citando que alguns fatores estão sobre o controle do profissional e outros não. Entre os fatores, comumente encontrados estão: a contaminação por sangue ou saliva, contaminação úmida das peças de mão ou seringa tríplice, contaminação por óleo das peças de mão ou seringa tríplice, rugosidade da superfície dental, retenções mecânicas feitas no preparo cavitário, superfície dental contendo flúor, uso do flúor após as restaurações serem realizadas, características da dentina presença de placa, cálculo, pigmentação extrínseca, presença de base cavitária, reidratação do dente e constituintes do cimento temporário.

Heymann & Bayne²⁸, em 1993, revisaram na literatura os conceitos existentes em adesão, enfatizando os fatores relacionados à adesão em

dentina. Os autores fazem um apanhado sobre os diversos fatores que interferem na adesão como os fatores dentinários, fatores do paciente, fatores dentários e fatores dos materiais. Alguns aspectos são levantados com as diferenças estruturais da dentina e do esmalte em relação a um mesmo dente, a presença da “*smear layer*”, a presença de esclerose dentinária, a localização do dente, a flexão dental, o tamanho e a forma das lesões, a idade do paciente e seu grau de stress oclusal, e, finalmente, aspectos ligados ao adesivo utilizado bem como ao material restaurador colocado sobre ele. Heymann & Bayne concluíram que a pesquisa tradicional sobre adesão dentinária tem focado sua atenção nos fatores do material, em detrimento de outras variáveis clínicas importantes. Fica claro que muitos outros fatores são tão importantes quanto o sistema adesivo em si. Fatores dentinários, fatores dentários, fatores do paciente, bem como fatores do material, devem ser indistintamente compreendidos e introduzidos na “equação geral da adesão”.

Øilo & Austrheim⁴³, em 1993, avaliaram a qualidade dos testes *in vitro* para os adesivos dentinários, comparando dois ensaios mecânicos, cisalhamento e tração, além de estudar o efeito das condições de armazenamento dos espécimes na força de união de quatro sistemas adesivos. Terceiros molares humanos livres de cáries tiveram suas superfícies vestibulares desgastadas com lixa 1000 para expor uma área

de dentina com no mínimo 4mm de diâmetro. Após expostas, as superfícies dentinárias receberam, separadamente, tratamento com os adesivos Gluma, Scotchbond 2, Syntac e Scotchbond Multi-Purpose, de acordo com as especificações de cada fabricante e foram restauradas com a resina composta correspondente. Dois grupos de espécimes, um para tração e outro para cisalhamento, foram armazenados por 24h em água, a 37°C. Um terceiro grupo foi armazenado por 24h em água, a 37°C, termociclado em banhos de 5°C e 55°C, com tempo de permanência de 20s em cada banho, num total de 500 ciclos, e submetido ao ensaio de cisalhamento. Após a realização dos ensaios mecânicos, as porções correspondentes à dentina de alguns espécimes, especialmente aqueles que ofereceram os maiores valores de força de união em cada grupo, foram preparadas e observadas ao microscópio eletrônico de varredura. Os resultados deste estudo mostraram que o sistema Gluma se comportou de maneira semelhante nas três condições de teste, entretanto, o sistema Scotchbond 2 mostrou valores de força de união significativamente menores quando da realização do teste de cisalhamento nos espécimes que sofreram termociclagem. Os sistemas Scotchbond Multi-Purpose e Syntac não se apresentaram diferentes em relação aos testes de cisalhamento e tração, contudo, ambos mostraram valores de força de união significativamente maiores quando o espécimes foram submetidos à termociclagem. A observação ao microscópio eletrônico de varredura indicou que, tanto no teste de tração quanto no de

cisalhamento, os altos valores de força de união estavam relacionados com um número elevado de falhas coesivas, tanto no compósito quanto na camada adesiva. Em alguns espécimes a observação indicou tanto uma ruptura na camada superficial de dentina sob o stress de cisalhamento quanto a presença de fraturas em forma de pedaços de dentina que pareceram ter saltado sob o stress de tração. Os autores concluíram com este estudo que os testes de cisalhamento e tração parecem oferecer valores de magnitude comparável entre si, além de ser igualmente representativo como testes *in vitro* da qualidade dos adesivos dentinários. Ainda, os resultados encontrados no presente trabalho indicam que os adesivos dentinários modernos tem valores de força de união aumentados com relação aos seus predecessores e que a união é, em certas áreas da superfície de dentina, mais forte que a própria dentina em si.

No ano de 1993 Pashley et al.⁴⁸, apresentaram em um simpósio sobre adesivos um trabalho com o objetivo de investigar e comparar a estrutura da dentina fraturada coberta por “*smear layer*” antes e depois do condicionamento ácido, observando e identificando em MEV as porosidades da superfície dentinária e a infiltração de resina pelos tubos dentinários durante o processo adesivo. Para o trabalho foram utilizados terceiros molares que tiveram a porção média da coroa fraturada, e sob metade da superfície dentinária fraturada foi criada uma camada de

“*smear layer*” e os dentes divididos em grupos da seguinte maneira: grupo1 dentina fraturada metade da superfície condicionada e mantida molhada, grupo 2 dentina fraturada metade da dentina condicionada e seca com ar, grupo3 coberto com “*smear layer*” e metade condicionada mantida molhada e grupo 4 dentina coberta com “*smear layer*”e metade condicionada e seca com ar. Após a análise em MEV os autores afirmaram que a permeabilidade dentinária é de vital importância para a obtenção de uma boa adesão a dentina e que os sistemas adesivos que removem a “*smear layer*” podem se infiltrar tanto na dentina tubular como na intertubular. A penetração da resina nos túbulos pode selar efetivamente os mesmos e pode contribuir na resistência de união se a mesma ocorrer nas paredes dos tubos dentinários, a união a dentina se apresenta quando a fase mineral foi removida pela ação dos ácidos ou quelantes e isso foi mais facilmente obtido na dentina fraturada do que sobre a “*smear layer*” que cobre a dentina por causa dos restos residuais que permanecem na superfície após o condicionamento ácido. Os canais para a infiltração da resina fluida são espaços perifibrilares criados ao redor das fibras de colágeno após a remoção da hidroxiapatita. Apesar de todas as descobertas os autores relatam a necessidade de outros estudos.

Carvalho et al.⁸, em 1994, determinaram a resistência adesiva à dentina do adesivo dentinário Scotchbond MP e do ionômero de vidro

Variglass através de um dispositivo de microtração. Foram utilizados neste estudo vinte terceiros molares humanos que tiveram seu esmalte oclusal, mesial e distal removidos em uma máquina de cortes seriados e em seguida, tiveram sua dentina oclusal polida com lixa 600 e tratada com os agentes adesivos. Foram construídas coroas pela técnica incremental, a uma altura aproximada de 3-5mm utilizando-se resina composta e ionômero de vidro, respectivamente. Após 24h de armazenamento, as raízes foram removidas e fatias variando de 0,5mm a 3mm de espessura foram obtidas por cortes paralelos no sentido do longo eixo do dente, através do material e da dentina. Essas fatias foram então desgastadas e refinadas com pontas diamantadas de granulação superfina, de maneira a formar uma curva suave, com a menor largura na região da interface adesiva. Foram calculadas as áreas das superfícies adesivas antes do teste, bem como a quantidade de dentina remanescente, para em seguida os espécimes serem fixados a um dispositivo de testes Bencor-Multi-T, com o auxílio de um adesivo a base de cianocrilato, e submetidos ao ensaio de tração em uma máquina Instron, a uma velocidade de 1mm/min. Após o teste, a natureza da fratura de cada espécime foi observada sob microscópio de dissecação e anotada. Como resultados, observou-se uma relação inversa entre a resistência à tração e a área de superfície adesiva para ambos os materiais testados, além do que nenhuma fratura coesiva de dentina foi observada; todas as falhas foram consideradas de natureza adesiva. Os resultados de resistência a tração

obtidos com o cimento de ionômero de vidro foram menores do que aqueles obtidos com a resina adesiva. Os autores ressaltam como principal vantagem do teste de microtração a possibilidade de se testar a resistência adesiva em pequenas e delimitadas áreas tais como dentina cariada e esclerótica em um modelo cavitário tridimensional. Outras vantagens também citadas são: a obtenção de várias fatias por dente, o que permite cálculos de média por dente; diferentes fatias por dente podem ser utilizadas alternadamente para estudos de Microscopia Eletrônica de Varredura e micro-infiltração, em conjunto com os testes de resistência adesiva, por fim, o uso de pequenas áreas adesivas propicia o aparecimento de uma maior quantidade de falhas adesivas, o que determina uma menor variação nos resultados e facilita a manipulação dos espécimes.

Sano et al.⁶¹, em 1994, estudaram a relação existente entre a área de superfície para a adesão e a resistência à tração. Vinte molares humanos extraídos tiveram o esmalte da superfície oclusal cortado em uma máquina de cortes seriados e a dentina oclusal polida com lixa de granulação 600. As superfícies de dentina foram tratadas separadamente com os agentes adesivos Scotchbond Multi-Purpose, Clearfil Liner Bond 2 e Vitremer Primer, de acordo com as instruções dos fabricantes. Uma coroa de resina composta, para os grupos tratados como os adesivos, ou de cimento de ionômero de vidro, para o grupo tratado com o Primer do

Ionômero de Vidro Vitremer, foi construída a uma altura de 3mm a 5mm. Os espécimes foram armazenados em água destilada, a 37°C, por 24h, e após este período as coroas foram removidas das respectivas raízes. Fatias de aproximadamente 0,5mm a 3mm de espessura foram cortadas em direção ao longo eixo do dente, no sentido do compósito para a dentina, para em seguida serem desgastadas, com auxílio de pontas diamantadas de granulação ultrafina, para formar uma curva suave na interface adesiva. A área de adesão foi calculada antes e depois do teste, medindo-se a largura e a espessura de cada espécime, que variou de aproximadamente 0,5x0,5mm a 3x3mm. A quantidade de dentina remanescente entre a interface adesiva e o corno pulpar mais próximo de cada espécime foi medida usando um micrômetro digital. Os espécimes foram então fixados a um aparato de teste (Bencor Multi-T) com cola a base de cianocrilato e submetidos a uma força de tração, com velocidade de 1mm/min. Após os testes, o tipo de fratura de cada espécime foi determinado por exame ao microscópio de dissecação, com aumento de 10X. Os resultados deste estudo demonstraram uma relação inversa entre resistência à tração e a área de superfície aderida para os três sistemas adesivos. A maior resistência à tração obtida foi com o adesivo Clearfil Liner Bond 2, seguido pelo Scotchbond Multi-Purpose, com o Vitremer fornecendo os resultados mais baixos. Para o Clearfil Liner Bond 2, as áreas de superfícies aderidas variaram de 0,25mm² a 11,65mm². Usando o Clearfil Liner Bond 2, houve apenas 20% de variação na resistência à

tração para áreas de superfície aderida entre 1 e 3,5mm², de forma que essa variação aumentou quando essas áreas foram reduzidas para 0,25-0,75mm². Foram encontradas fraturas coesivas em todos os espécimes do adesivo Clearfil Liner Bond 2 com área de superfície aderida maior que 7,17mm². Espécimes com área de adesão entre 2,31 e 7,17 mm² exibiram tanto falhas coesivas em dentina quanto falhas adesivas, porém todos os espécimes com área menor que 2,31mm² mostraram falhas adesivas. Usando o Scotchbond Multi-Purpose, a mesma relação inversa foi vista entre resistência à tração e área de superfície aderida. A área de superfície variou entre 0,45-4,95mm². Não houve a presença de falhas do tipo coesivas de dentina e todas as falhas foram classificadas como sendo de natureza adesiva. Quando a dentina foi aderida com o cimento de ionômero de vidro Vitremer, os valores de força de união foram muito mais baixos do que em qualquer área de superfície aderida para as duas resinas adesivas. Não houve fraturas coesivas em dentina mas muitas fraturas coesivas do ionômero de vidro. Não houve relação estatisticamente significativa entre a resistência de união à tração e a espessura de dentina remanescente para o Clearfil Liner Bond 2 e o Schotchobond Multi-Purpose, com obtenção de resultados similares para o Vitremer. Segundo os autores, os resultados deste estudo demonstraram a utilidade do novo teste de tração, que usa áreas de superfície pequenas, evidenciando uma grande porcentagem de falhas adesivas na interface. Devido à grande variação dos resultados de tração

em relação à área de superfície, seria melhor usar áreas entre 1,6 e 1,8mm² para os testes de tração que utilizam esta técnica.

Sano et al.⁶², em 1994, estudaram a resistência à tração e o módulo de elasticidade das dentinas humana e bovina, testando a hipótese de que a matriz dentinária desmineralizada (fibras colágenas) contribui pouco nas propriedades mecânicas deste tecido. Terceiros molares humanos irrompidos extraídos foram seccionados perpendicularmente ao seu longo eixo para a obtenção de discos de dentina coronal média com aproximadamente 0,5mm de espessura. Dois tipos de espécimes foram preparados a partir destes discos: 1 – a região central da dentina foi contornada em uma curva suave usando uma ponta diamantada fina; 2 – as paredes de dentina opostas sofreram desgaste manual com lixas 600, 800 e 1000 após terem sido contornadas com ponta diamantada ultrafina, ficando paralelas entre si. Os primeiros espécimes foram usados no teste de tração e os segundos na medida do módulo de elasticidade. Incisivos bovinos extraídos tiveram seus ápices radiculares selados e foram seccionados paralelamente ao seu longo eixo em porções de 0,5mm de espessura cada. As secções foram obtidas do meio da dentina em termos de profundidade, mas incluíram tanto dentina coronal quanto radicular; estas que foram ainda divididas em duas metades cada (coronal e radicular). Seguiu-se o preparo dos espécimes para o estudo da tração e do módulo de elasticidade, da mesma maneira que aqueles preparados

em dentina humana. O aparato de teste usado foi um dispositivo Bencor-Multi-T modificado pela confecção de garras compostas por uma fenda (0,6mm) e um dispositivo de retenção em cume (0,6mm de profundidade). As garras foram usadas para segurar as extremidades dos espécimes, que em seguida foram estabilizados com cola à base de cianocrilato. Todas as tensões durante o ensaio foram criadas pelas garras e não pela cola que apenas ofereceu estabilidade às amostras. Um LVDT miniatura foi usado para medir as mudanças na distância entre as duas garras durante a aplicação da carga. Para medir o padrão de tensão e deformação, a saída do LVDT foi ligada a um voltímetro digital e os dados registrados ao longo do tempo e da força. A máquina de testes utilizada foi a Instron sob velocidades de 0,05, 1,0 e 2,54mm/min. Espécimes com as mesmas dimensões das amostras dentinárias foram construídos em alumínio para que fosse possível comparar os dados obtidos neste estudo com os previamente relatados na literatura para este material. Quando a deformação e as tensões foram medidas, a porção mediana de cada espécime apresentou sempre 0,5mm de espessura e paredes paralelas. Espécimes desmineralizados foram criados colocando as amostras de dentina em banho de EDTA 0,5M (pH 7,4) magneticamente agitado, por quatro a cinco dias, porém, antes do banho os espécimes tinham suas extremidades cobertas com esmalte de unha para evitar a desmineralização desta área. O teste mecânico das amostras desmineralizadas foi desenvolvido da mesma maneira que os

demaís. A resistência à tração foi calculada como sendo a máxima força quando ocorreu a falha dividida pela secção transversal do espécime. O módulo de elasticidade foi medido como sendo a porção linear da curva de tensão e deformação sob deformações abaixo de 0,2% para dentina mineralizada ou entre 15 e 20% para dentina desmineralizada. Os dados obtidos foram avaliados quanto à homogeneidade usando o teste de Bartlett e submetidos à análise de variâncias e ao teste de Duncan. Os resultados encontrados mostraram que a dentina coronária humana mineralizada deu valores de resistência à tração de 104 MPa e a dentina bovina de 91 MPa para a porção coronária e 129 MPa para a radicular. O módulo de elasticidade das dentinas humana e bovina mineralizadas variaram de 13 a 15 GPa. Quando os espécimes dentinários foram desmineralizados, a resistência à tração caiu para 26 MPa (dentina bovina) e 32 MPa (dentina humana) e o módulo de elasticidade para aproximadamente 0,25 GPa em ambas, dependendo dos espécimes. Os resultados indicaram que o colágeno contribui com cerca de 30% da resistência à tração da dentina mineralizada, portanto, bem mais que o esperado.

Ainda em 1994 Johnson et al.³⁴, avaliaram a resistência ao cisalhamento de dois sistemas adesivos dentinários que foram submetidos a contaminação com saliva fresca em várias fases do procedimento adesivo. Foram utilizados oitenta terceiros molares

humanos, extraídos que tiveram a porção oclusal da coroa aplainadas com disco de carburundun em seguida lixadas em uma politriz com lixas de granulação 600. Os dentes foram separados em quatro grupos de dez dentes cada e os sistemas adesivos utilizados foram All Bond 2 com resina composta Bis-Fill e Scotchbond Multi-Purpose (SBMP) com resina composta Z 100, para a padronização da área adesiva foram utilizadas fitas adesivas de teflon com orifícios padronizados e construído um cilindro de resina composta, os procedimentos adesivos foram realizados de acordo com cada grupo: grupo A – os dentes foram secos , condicionados com ácido fosfórico 10% por 15 segundos, lavados em água corrente e sobre a dentina úmida foi aplicado em metade dos dentes o sistema adesivo All Bond e resina Bis-Fill e na outra metade SBMP com resina Z100, grupo B – todos os dentes foram preparados como no grupo A porém após a aplicação dos *primers* a superfície foi contaminada com 6ml de saliva fresca por quinze segundos e o excesso foi removido com ar, os adesivos foram aplicados cada um em metade dos dentes do grupo e a restauração concluída, grupo C – a seqüência dos procedimentos foi a mesma dos grupos anteriores porém a contaminação ocorreu após a aplicação dos dois adesivos, cada um em metade dos dentes, os excessos da contaminação foram removidos com ar e o dente restaurado e grupo D – a contaminação dos dentes desse grupo ocorreu logo após o condicionamento ácido e antes da aplicação dos dois *primers* e dois sistemas adesivos cada um em metade dos dentes. Todas as amostras

foram termocicladas com 2256 ciclos com banho de 0° e 60° e após armazenamento em água por uma semana as amostras foram levadas para o teste de cisalhamento em uma máquina Instron (modelo 1125) com velocidade de 5mm/min e os dados obtidos analisados pelo teste de ANOVA com nível de significância de 0,05. Os resultados dos quatro grupos para os dois sistemas adesivos mostraram que não houve diferenças significantes cada um dos grupos. Concluindo que a contaminação com saliva não afetou significativamente em nenhum estágio a resistência adesiva desses dois sistemas adesivos e 55% das amostras de All-Bond e 85% das amostras de SBMP sofreram fraturas mistas ou coesivas da dentina, indicando ainda que os sistemas adesivos em questão promovem alguma adesão mesmo quando contaminados com saliva.

Nakajima et al.⁴⁰, em 1995, avaliaram a resistência à tração de três marcas comerciais de adesivos dentinários à dentina normal ou afetada por cárie. Quarenta e sete molares humanos extraídos e com lesões de cárie coronal tiveram sua superfície oclusal desgastada com lixa 320, perpendicularmente ao longo eixo do dente, até a exposição de uma superfície plana de dentina. A seguir, todo tecido cariado foi removido utilizando-se dos critérios tátil, visual e com auxílio de solução evidenciadora; deixando a superfície de dentina afetada por cárie no lado experimental e a não afetada por cárie no lado contrário do mesmo dente.

A superfície dentinária foi então polida com lixa 600 e cada dente foi aleatoriamente distribuído em um dos grupos de tratamento para cada um dos três sistemas adesivos: All Bond 2, Scotchbond Multi-Purpose e Clearfil Liner Bond II. Cada um dos sistemas adesivos foi fotopolimerizado de acordo com as instruções do fabricante. Uma coroa de resina composta foi construída pela técnica incremental, em quatro camadas, com uma altura de 3 a 5mm. Depois de um período de armazenagem em água a 37°C por 24h, dente e resina foram cortados em um número de 4 a 6 fatias, aproximadamente 1mm de espessura cada, que foram a seguir desgastadas e contornadas, com uso de uma ponta diamantada de granulação extrafina, em uma curva suave ao longo da interface adesiva dos dois lados, com secção transversal de 1mm². Os espécimes foram então selecionados, através de observação visual e pelo microscópio ótico, como apresentando dentina afetada por cárie ou não, fato este confirmado por microscopia eletrônica de varredura após o teste de tração. A espessura de dentina foi medida entre a interface adesiva e o corno pulpar mais próximo pelo uso de um micrômetro digital. Os espécimes foram então fixados ao dispositivo Bencor Multi-T com cola a base de cianocrilato, sendo o conjunto colocado em uma máquina universal para teste de tração, a uma velocidade de 1mm/min. Após o teste, o tipo de fratura de cada espécime foi determinado por observação ao microscópio ótico. Em seguida, os espécimes foram fixados em formalina a 10%, embebidos em resina epóxica, polidos com pasta

diamantada e avaliados quanto à microdureza da dentina, 50µm abaixo da união, com auxílio de um aparelho de teste para micro-dureza. Os espécimes foram então preparados e observados ao microscópio eletrônico de varredura para determinação da morfologia da dentina normal e da afetada por cárie, e para caracterizar tanto o substrato quanto a interface. Os resultados mostraram que a microdureza da dentina normal é duas vezes maior que da dentina afetada, e que houve diferença com relação à resistência a tração, tanto para o tipo de substrato quanto para o material utilizado. Para os adesivos All Bond 2 e Clearfil Liner Bond II o valor da resistência à tração para a dentina normal foi duas vezes maior que o valor encontrado para a dentina afetada por cárie (All Bond 2 – 26,90 vs 13,97 Mpa; Clearfil Liner Bond II – 29,52 vs 13,97 MPa). O adesivo Scotchbond Multi-Purpose teve valores de resistência adesiva que não foram muito diferentes para as dentinas normal e afetada por cárie (20,32 vs 18,49 MPa). O estudo das falhas adesivas determinou que o teste de micro-tração não foi eficiente em mostrar falhas adesivas exclusivas em muitos casos. Os autores concluíram que as variações morfológicas e químicas sofridas pela dentina durante um processo de cárie podem determinar uma redução da qualidade adesiva e que esse efeito é dependente do sistema adesivo empregado.

Pashley et al.⁴⁵, em 1995, fizeram revisão bibliográfica sobre as diversas maneiras de se testar a adesão dos adesivos dentinários à

estrutura dental, observando aspectos como: o substrato, a dentina, as variáveis envolvidas no condicionamento ácido e no uso do *primer* e do adesivo, além das variáveis relacionadas ao armazenamento e teste dos espécimes. Os autores relatam que grandes avanços foram alcançados com relação aos adesivos atuais, de forma que altos valores de força de união têm sido conseguidos. Contudo, o estudo das fraturas ocorridas durante os testes tem mostrado um grande número de falhas coesivas, o que tem levado os pesquisadores a buscar outras maneiras de se avaliar a interface de adesão. Para tanto, novos testes tem sido desenvolvido, como é o caso do ensaio de microtração, que tem como vantagens: proporcionar o aparecimento de maior número de falhas adesivas, poder medir altos valores de força de união, ser capaz de avaliar a força de união em regiões restritas, permitir cálculo de valores em um único dente, permitir testes de união em superfícies irregulares, possibilitar a avaliação da união em pequenas áreas, facilitar avaliação ao microscópio eletrônico de varredura. As desvantagens deste teste seriam: técnica laboratorial trabalhosa e sensível, dificuldade de se medir forças de união menores que 5Mpa, necessidade de equipamento especial e desidratação rápida dos espécimes devido ao seu tamanho reduzido.

Em 1995, Perdigão et al.⁵¹, compararam quatro técnicas de secagem pós-fixação usadas no preparo de corpos de prova a serem observados ao microscópio eletrônico de varredura. Vinte e quatro discos de dentina

foram obtidos a partir de molares humanos extraídos e livres de cárie, através de cortes micrométricos paralelos à superfície oclusal. A parte inferior de cada disco foi coberta com duas camadas de esmalte de unha, recebendo a seguir um entalhe transversal para facilitar sua quebra após a preparação do espécime. Uma “smear layer” foi criada na parte superior do disco, desgastando esta com lixa 600 por 60s. As superfícies de dentina foram condicionadas por 15s com ácido fosfórico semigel a 10% (livre de sílica, espessado com polímero), lavadas com “spray” de água por 10s e secadas com ar por 1 a 2s. Em seguida, os espécimes foram imersos em uma solução de glutaraldeído a 2,5% em Sodium Cacodylate Buffer 0,1M, em um pH 7,4 , a 4°C, por 12h. Após a fixação, os discos foram lavados com 20ml de solução de Sodium Cacodylate Buffer 0,2M, em pH 7,4 , por 1h, com três trocas da substância, seguido de lavagem com água destilada por 1min. Eles foram então desidratados em graus ascendentes de etanol (25% por 20min, 50% por 20min, 75% por 20min, 95% por 30min e 100% por 60min) e secados por uma das quatro técnicas em teste, a saber: Ponto Crítico (CPD), Hexametildisilano (HMDS), Peldri II e secagem com ar. Os espécimes foram metalizados e observados em dois planos perpendiculares, mostrando túbulos dentinários por visões longitudinal e transversal, através de um microscópio eletrônico de varredura de emissão de campo, sob aceleração de voltagem de 5 a 10kV e distância de trabalho de 15mm. Os resultados deste estudo mostraram que a zona de dentina intertubular

desmineralizada foi composta de três camadas diferentes sucessivas que não se diferenciaram nas técnicas do ponto crítico e Peldri II, mas que foram mais evidentes nos espécimes secados com o HMDS. A primeira camada era composta por colágeno desnaturado e partículas de “smear layer”, com fibrilas colágenas seccionadas e poucos poros intertubulares abertos; a segunda camada, intermediária, compunha-se de fibras colágenas transversais intimamente compactadas; e a terceira camada, mais profunda, apresentava espaços vazios, cristais de hidroxiapatita espalhados e poucas fibras colágenas. Os autores concluíram que a técnica do HMDS pareceu preservar melhor a rede de colágeno e a microporosidade da dentina desmineralizada, além de ser de fácil aplicação. A técnica de secagem com ar provocou alguns artefatos tais como colapso e espessamento da camada de colágeno desnaturado.

Silva e Souza Jr⁶⁷, em 1995, fizeram uma revisão bibliográfica sobre os adesivos dentinários, abordando aspectos relacionados à sua evolução, estágio atual e considerações clínicas para sua utilização. Inicialmente, o autor classifica os adesivos em quatro gerações, de acordo com sua evolução histórica, destacando aqueles sistemas de 4ª geração, os quais preconizam o condicionamento ácido da dentina e impregnação da mesma com monômeros resinosos, para formação da camada híbrida. Posteriormente, são discutidos aspectos sobre as recentes metodologias de pesquisa existentes para se avaliar os adesivos, os efeitos destes

sistemas no complexo dentina-polpa e por fim, são mostrados casos clínicos representativos da utilização dos mesmos. O autor finaliza acrescentado que na odontologia clínica não existem milagres e nem materiais milagrosos, e que a durabilidade das restaurações está muito mais na dependência de um correto planejamento, execução, orientação e preservação do trabalho em si, do que propriamente do material. Hoje o profissional se depara constantemente com o surgimento de novos materiais. Assim, é importante que ele se atualize, procurando conhecer mais profundamente cada um deles.

Tay et al.⁷², em 1996, observaram ao microscópio eletrônico de transmissão a interface adesiva formada entre um adesivo de dois frascos, baseado em água e acetona, e a dentina condicionada, na presença de excesso de água. Vinte e quatro discos de dentina, cada um com espessura aproximada de 1mm, foram preparados a partir de terceiros molares humanos extraídos. Os discos foram produzidos cortando-se os dentes em duas secções paralelas, a primeira sobre a junção esmalte-cimento e a segunda na superfície oclusal. Uma superfície plana de dentina, livre de remanescentes de esmalte, foi conseguida polindo-se cada disco com lixa 600. A dentina foi então condicionada com ácido fosfórico a 10% por 20s, lavada com água destilada por 20s e tratada com o adesivo All-Bond 2. Foram estabelecidos três grupos de tratamento, cada um contendo oito discos

distribuídos aleatoriamente, sendo eles: Grupo 1 – superfície condicionada foi ligeiramente secada com jatos de ar por 3s, paralelo à superfície, a uma distância de 20cm; Grupo 2 – superfície condicionada teve o excesso de água removido com papel absorvente; Grupo 3 – a superfície condicionada foi saturada com uma quantidade adicional de 40ml de água destilada. Após a aplicação do sistema adesivo, os espécimes foram preparados e observados ao microscópio eletrônico de transmissão. Os resultados deste estudo mostraram que não houve correlação entre o fenômeno da dentina intertubular impregnada (hibridização) e integridade facial total. O deslocamento da água pelos solventes voláteis do *primer* resultou na formação de uma camada de dentina impregnada por resina nos três grupos. Contudo, a interação do *primer* com a água “deslocada” residual, seguida pela evaporação dos solventes voláteis, resultou em uma separação de fases dos componentes do *primer*. Os caracteres ultraestruturais observados como espaços em forma de bolhas na dentina, previamente preenchidos por água, nos grupos com presença de umidade e com excesso de umidade, recapitularam o que foi observado nos túbulos dentinários parcialmente preenchidos por água no grupo secado com jato de ar por 3s. O fenômeno do sobre-umedecimento aparentou resultar de uma emulsão de polimerização, envolvendo interações irreversíveis dos componentes bifuncionais solúveis em água do *primer* com aqueles que são insolúveis

em água, através da formação de micelas, resultando na ausência total de integridade interfacial.

Chappell et al¹¹, em 1997, realizaram um estudo para determinar o tamanho da amostragem e estabelecer uma metodologia padrão para o teste de microtração. Seis terceiros molares recentemente extraídos tiveram seu terço oclusal da coroa removido, abrasionado com lixa 320, condicionado com ácido fosfórico, tratado com o adesivo Scotchbond Multi-Use e restaurado com a resina composta Z-100. Em seguida os dentes foram cortados em no mínimo 5 seções, com espessura de 1,0mm $\pm$ 0,1mm, tendo sua porção central desgastada para se obter uma área de teste com 1,7mm $\pm$ 0,1mm². Cada espécime foi afixado a um dispositivo de testes Bencor Multi-T, acoplado a uma máquina Instron modelo 1125 e testado em uma velocidade de tração de 0,5mm/min. As médias de resistências para dentinas externa, intermediária e interna foram, 30,4 $\pm$ 7,2 MPa, 32,3 $\pm$ 6,4 MPa e 25,5 $\pm$ 6,0 MPa, respectivamente, e para todos os grupos foi de 30,1 $\pm$ 6,9 MPa. Nesse estudo ocorreram seis fraturas coesivas em dentina, sendo trinta o total de espécimes testados. Os autores concluíram que o número da amostra mais adequado para futuros testes de resistência à união entre dentina/adesivo por micro-tração deveria ser de 27 espécimes ou seis dentes.

Pashley & Carvalho⁴⁷, em 1997, revisaram a literatura sobre a estrutura da dentina, relacionando a mesma com a adesão. Os autores descrevem a importância da permeação da resina adesiva nos espaços criados entre as fibras colágenas pelo condicionamento ácido durante os procedimentos adesivos. Caso a resina não venha a se infiltrar adequadamente, pode ocorrer queda dos valores de força de união, além de haver uma exposição das fibras colágenas desprotegidas à degradação hidrolítica. Ainda, se as resinas não penetrarem dentro dos túbulos dentinários, selando-os, há um aumento do risco de sensibilidade dentinária e irritação pulpar devido à infiltração de produtos bacterianos ao redor dos *tags* de resina. Com base nesta premissa, Pashley & Carvalho discutem os vários fatores que podem influenciar a adesão, tais como a permeabilidade dentinária, a umidade da dentina e a presença de dentina anormal. São discutidos também aspectos ligados às metodologias de avaliação da adesão, como os testes de resistência adesiva e os de microinfiltração. Os autores concluem que é importante entender as características da permeabilidade dentinária para que se possa compreender melhor a adesão. Recentes estudos indicam que a estrutura da matriz de dentina desmineralizada é muito diferente nos estados seco e úmido. Existe uma evidência acumulada de que estas mudanças estruturais produzem profundas alterações na permeabilidade da matriz dentinária aos monômeros resinosos. Assim, isto modifica a qualidade da adesão entre a dentina e as resinas. Apesar dos maiores

avanços em relação aos adesivos dentinários terem ocorrido na última década, avanços futuros devem ocorrer, de modo que os fabricantes passem a aplicar os conhecimentos adquiridos, considerando a dentina como um substrato adesivo sujeito a uma larga variedade de condições.

Pereira et al⁵⁴, em 1997, avaliaram o efeito da água e das diferenças regionais na força de união da resina à dentina. Molares humanos frescos foram desgastados na oclusal para formar uma superfície plana, sendo divididos em 3 grupos: 1- pressão pulpar valor 0 (P=0); 2 – pressão pulpar de 15cmH₂O (P=15); 3 – dentina dessecada durante a noite (super ressecado). Os adesivos Clearfil Liner Bond II (LBII) e One Step (OS) foram aplicados de acordo com as instruções dos fabricantes e os dentes restaurados com a resina composta Clearfil Photo Posterior. Após armazenamento em água por 24h, os dentes foram seccionados em 8 partes, cada uma com 0,7mm de espessura, e desgastados na interface para determinar uma área adesiva resultante de 1mm². Em seguida, os dentes foram divididos em 3 grupos: regiões comunicando com o corno pulpar através dos túbulos dentinários (CP), região central (Centro) e região periférica (entre o corno pulpar e a junção esmalte-dentina; Peri). Os espécimes foram submetidos ao ensaio de micro-tração e os resultados obtidos foram: Grupo 1 (P=0)- 38,3 ± 13,6 MPa (CP, LBII), 42,0 ± 14,0 MPa (Centro, LBII), 34,2 ± 10,4 MPa (Peri, LBII), 24,0 ± 5,5 MPa (CP, OS), 48,1 ± 10,7 MPa (Centro, OS), 42,9 ± 16,8 MPa (Peri,

OS) ; Grupo 2 (P=15) – $38,0 \pm 11,0$ MPa (CP, LBII), $39,2 \pm 14,0$ MPa (Centro, LBII), $39,0 \pm 10,8$ MPa (Peri, LBII), $24,5 \pm 11,9$ MPa (CP, OS), $38,9 \pm 11,1$ MPa (Centro, OS), $38,3 \pm 12,0$ MPa (Peri, OS); Grupo 3 (super ressecado) – $33,0 \pm 8,2$ MPa (CP, LBII), $29,1 \pm 6,8$ MPa (Centro, LBII), $27,1 \pm 5,6$ MPa (Peri, LBII), $27,3 \pm 8,0$ MPa (CP, OS), $31,3 \pm 10,7$ MPa (Centro, OS), $26,6 \pm 8,4$ MPa (Peri, OS). No grupo do adesivo One Step, a resistência adesiva na região do corno pulpar foi significativamente menor do que nas regiões central e periférica. Para os grupos do adesivo Clearfil Liner Bond II não foram detectadas diferenças de força adesiva de acordo com a região pesquisada. Quando os espécimes foram dessecados não foram detectadas diferenças regionais ou mesmo relacionadas ao material utilizado.

Schreiner et al⁶⁴., em 1997, testaram a resistência adesiva de cinco marcas comerciais de sistemas adesivos, comparando os ensaios de microtração e cisalhamento, além de avaliar os padrões de fratura gerados por ambos os testes. Trinta terceiros molares foram divididos em cinco grupos e a resistência à tração foi determinada para os adesivos: Scotchbond Multi-Purpose com ácido maleico (SM), Scotchbond Multi-Purpose com ácido fosfórico (SF), Scotchbond Multi-Purpose Plus (SBP), Clearfil Liner Bond (CL) e Prime & Bond (PB). O terço oclusal da coroa foi removido, a superfície de dentina remanescente foi desgastada com lixa 320, lavada e tratada com um dos sistemas adesivos, para em seguida

receber a resina composta Z-100. Os dentes foram seccionados longitudinalmente em fatias que, em seguida, tiveram sua interface desgastada, resultando em espécimes com uma área adesiva final de $1,7\text{mm}^2 \pm 0,1\text{mm}^2$. Após 24h de incubação a 37°C , o teste foi feito usando uma máquina Instron modelo 1125, a uma velocidade de 0,5mm/min. Os espécimes fraturados foram observados através de microscopia eletrônica de varredura. Os valores de resistência à tração foram: SM = $24,6 \pm 3,4$ MPa, SF = $28,8 \pm 8,9$ MPa, SBP = $22,7 \pm 1,8$ MPa, PB = $25,5 \pm 7,4$ MPa e CL = $36,6 \pm 4,8$ MPa. A análise estatística demonstrou diferença entre os adesivos CL e PB, SM e SBP. Os resultados para o ensaio de cisalhamento (35 dentes, 7 por grupo) foram: SM = $19,4 \pm 4,4$ MPa, SF = $24,5 \pm 8,4$ MPa, SBP = $15,3 \pm 4,9$ MPa, PB = $23,2 \pm 7,1$ MPa, e CL = $24,8 \pm 3,5$ MPa. Não houve diferenças significantes entre os materiais em relação ao ensaio de cisalhamento. A análise das fraturas demonstrou que o adesivo CL ofereceu um número significativamente maior de fraturas coesivas na dentina e na resina composta (10/30) no teste de microtração. O teste de cisalhamento forneceu um número significativamente maior de falhas na dentina e no compósito (17/35) do que o teste de microtração (16/150). O método da microtração causou maior número de falhas adesivas do que o método do cisalhamento. O adesivo Clearfil Liner Bond é significativamente mais resistente que os adesivos Prime & Bond, Scotchbond Multi-Purpose associado ao ácido maleico e Scotchbond Multi-Purpose Plus. Entretanto, o adesivo

Scotchbond Multi-Purpose com ácido fosfórico revelou-se mais forte que o adesivo Clearfil Liner Bond.

Ainda em 1997 Turbino et al⁷⁵., analisou por meio do teste de tração in vitro a resiatência de união à dentina de dois sistemas adesivos SBMP-Plus (3M) e Prime & Bond 2.0 (Dentispaly) que foram utilizados sob três formas diferentes após o condicionamento dentinário: secagem com ar, re-umidecimento com água destilada e contaminação com saliva após a secagem com ar. Foram utilizados sessenta molares que foram divididos em seis grupos com dez dentes cada, os dentes tiveram a porção oclusal do esmalte removida e a dentina preparada com lixa de granulação 600, sobre essa dentina preparada de acordo com as especificações de cada grupo foi aderido com os dois tipos do adesivo um cone de resina composta Z100(3M). Os corpos de prova foram submetidos ao teste de tração em uma máquina de ensaios universal Wolpert a uma velocidade de 0,5mm/min. Os resultados obtidos foram transformados em MPa de acordo com área de adesão e submetidos a análise estatística pela ANOVA e teste de Tukey. Os resultados mostraram que os dois adesivos não apresentaram diferenças estatisticamente significantes entre si ($p < 0,05$); os dentes que foram secos apresentaram a menor resistência à tração e os que foram umidecidos com água destilada apresentaram a maior resistência sendo a diferença entre eles significantes no nível de 1%. Os dentes que foram contaminados com saliva fresca apresentaram

um valor intermediário entre os outros dois anteriores, não sendo estatisticamente diferente de nenhum dos outros dois tratamentos realizados.

No ano de 1997 Ell-Kalla e Garcia-Godoy¹⁷ determinaram e compararam através de um experimento científico a resistência adesiva de quatro sistemas adesivos de frasco único em esmalte e dentina contaminados com saliva humana. Os quatros sistemas adesivos utilizados foram Prime&Bond NT 2.1, One Step, Tenure Quik and Syntac Single Component. Noventa e seis terceiros molares íntegros e sadios foram divididos em três subgrupos para cada um dos quatro adesivos. Em cada dente, nas superfícies vestibular e lingual pequenos planos de esmalte foram preparados e nas superfícies mesial e distal pequenas áreas da dentina média foram aplainadas para os testes de adesão e cada adesivo foi aplicado de acordo com cada grupo: Grupo1 superfícies livres de contaminação, Grupo 2 contaminação de toda a superfície adesiva com saliva fresca por 20seg. e remoção dos excessos com bolinhas de algodão, Grupo3 contaminação de toda a superfície adesiva com saliva fresca por 20seg. e lavagem da saliva por 20seg. antes da aplicação do sistema adesivo. Após a aplicação do adesivo nas respectivas áreas de esmalte e dentina obedecendo às contaminações de cada grupo foi obturado com resina composta fotopolimerizada. Os dentes foram termociclados (1000 ciclos) cortados e levados para uma maquina

de testes Instron. Os resultados foram analisados estatisticamente empregando a Three-way ANOVA. Chegando então aos resultados que a contaminação com saliva não afeta a resistência adesiva dos sistemas adesivos testados exceto para Syntac SC em esmalte seco. O sistema One-Step mostrou resistência adesiva similar para ambos esmalte e dentina, Tenure Q e Syntac SC mostrou maior resistência adesiva em do que em dentina, P&B 2.1 mostrou maior resistência adesiva em esmalte do que os outros adesivos e concluindo não houve diferença significativa da resistência adesiva dos grupos contaminados para o grupo livre de contaminação.

Armstrong et al². em 1998, avaliaram a resistência à tração de dois sistemas adesivos, utilizando para tal o teste de micro-tração, e verificaram, através de microscopia eletrônica de varredura, o tipo de falha ocorrida para cada espécime testado. Seis molares humanos extraídos foram cortados na sua superfície oclusal para exposição da dentina, e lixados em seguida para remoção de remanescentes de esmalte e obtenção de uma superfície polida. Os dentes foram então condicionados com ácido fosfórico a 32%, lavados por 15s e secados com papel absorvente, deixando uma superfície de dentina úmida. O sistemas adesivos All-Bond 2 e Optibond FL foram aplicados, cada um em três dentes selecionados aleatoriamente, de acordo com as instruções dos fabricantes. A resina composta Prodigy B1 foi acomodada sobre a dentina

em incrementos de 1 a 2mm de espessura, os quais eram fotopolimerizados, para formar um bloco com 6mm de altura. Os dentes foram armazenados em uma solução de 0,5% de cloramina T a 37°C por 24h, em seguida colocados em um bloco de gesso, fixados a uma máquina de cortes seriados Isomet 1000 para se obter em torno de 7 secções, com 0,8-0,9mm de espessura cada, perpendiculares à interface. A seguir, os cortes retangulares foram separados do bloco de gesso e sua largura, bem como a espessura de dentina remanescente existente entre a interface adesiva o corno pulpar mais próximo, foram medidos usando-se um micrômetro digital. A porção dentinária de cada secção foi chanfrada cuidadosamente e fixada à uma barra de Plexiglas, utilizando para tal resina composta, e desgastada na interface, em forma de uma curva, com diamantes de 8 μ m e 15 μ m, até a obtenção de uma área de superfície na união de 0,5mm². Os espécimes foram novamente colocados na solução de armazenagem a 37°C, por 7 dias, até a realização do teste. Após este período, os espécimes foram acoplados a um acessório de uma máquina de testes Zwick e testados sob tração, a uma velocidade de 1mm/min⁻¹, até a falha. Em seguida, a porção de dentina de cada espécime foi preparada e observada ao microscópio eletrônico de varredura para verificação do tipo de fratura ocorrida. Os resultados mostraram os valores: Dentina/All-Bond 2/Prodigy, média de 40,7 $\pm$ 9,0 MPa e Dentina/Optibond FL/Prodigy, 34,0 $\pm$ 7,7 Mpa. Com relação às fraturas, estas foram divididas em metade como sendo na

união ou mistas (19/20) e a outra metade no substrato (21/40), de forma que, com relação aos sistemas adesivos testados, o sistema All-Bond 2 produziu 7 fraturas na interface, enquanto o sistema Optibond FL produziu a maioria das fraturas no compósito (12/20). Os autores concluem que, considerando as condições deste estudo, não foram encontradas diferenças significantes entre os adesivos All-Bond 2 e Optibond FL com relação a resistência à tração ou modo das falhas, e a espessura da dentina remanescente não afetou a resistência à tração medida. Os modos de falha produzidos neste estudo foram igualmente divididos em falhas coesivas do substrato com envolvimento da interface e falhas da união com envolvimento do substrato, não apresentando portanto nenhuma falha verdadeira da interface.

Cardoso et al⁷., em 1998, mediram a força de união entre a dentina e três sistemas adesivos através dos testes de cisalhamento, tração e microtração. Trinta molares humanos foram embebidos em resina acrílica e depois tiveram sua dentina exposta em três das suas 4 superfícies lisas. Em cada superfície, um espécime foi preparado para ser submetido ao teste de cisalhamento, de tração ou de microtração. Para os testes de cisalhamento e tração, após a aplicação do sistema adesivo, cones com 3mm de altura e 3mm de diâmetro na sua menor área foram confeccionados com resina composta e armazenados à 37°C em água destilada, por 24h. O ensaio de cisalhamento foi desenvolvido usando um

cinzel e o ensaio de tração usando um grampo metálico para puxar o cone de resina, ambos sob velocidade de deslocamento de 0,5mm/min. Para o teste de microtração, foram construídos blocos de resina com aproximadamente 5mm de altura, cobrindo toda superfície dentinária exposta, sendo posteriormente armazenados em água destilada a 37°C, por 24h. Findo o período de armazenamento, os blocos foram seccionados perpendicularmente à interface adesiva, resultando em “palitos” com 0,25mm² de secção transversal retangular; sendo então submetidos à força de tração, sob velocidade de 0,5mm/min. O teste estatístico usado para comparação das médias foi o da análise de variâncias. Os resultados desta investigação mostraram que todos os testes classificaram os adesivos na mesma ordem. Os valores de força de união obtidos pelo teste de microtração não foram estatisticamente diferentes. Para os ensaios de tração e cisalhamento, o adesivo Single Bond forneceu valores de força de união maiores do que o adesivo Etch&Prime 3.0. O sistema Scotchbond Multi-Purpose Plus revelou valores estatisticamente similares aos do Single Bond e do Etch&Prime 3.0. Comparando os três testes, observou-se valores de resistência adesivas mais altos e um menor coeficiente de variação para o teste de microtração. Os autores concluíram que o sistema de um frasco obteve valores de força de união maiores do que os fornecidos pelo adesivo *self-etching* quando os testes de tração e cisalhamento foram aplicados.

Dependendo do tipo de ensaio mecânico, diferenças entre materiais não podem ser reveladas.

Phrukkanon et al⁵⁵., em 1998, avaliaram o efeito da área de adesão na resistência à microtração e ao microcisalhamento de quatro sistemas adesivos. Sessenta molares humanos extraídos foram aleatoriamente divididos em quatro grupos, um para cada sistema adesivo testado, que foram: Scotchbond MP Plus, OptiBond FL, OptiBond Solo e One-Step. Cada grupo foi dividido em três subgrupos com o objetivo de se preparar espécimes com 1,2, 1,4 e 2,0 mm de diâmetro. Os dentes de cada subgrupo foram cortados verticalmente, sendo que uma metade foi usada para o teste de tração e a outra para o teste de cisalhamento. A superfície oclusal foi desgastada com lixas para exposição de uma área plana de dentina e criação de uma “*smear layer*”. Inicialmente os sistemas adesivos foram aplicados, de acordo com as instruções dos fabricantes, e em seguida blocos de resina composta, com aproximadamente 9mm de comprimento, 3mm de largura e 5mm de altura, foram confeccionados. Os conjuntos foram armazenados por 48h em água a 37°C, tiveram as raízes removidas e foram seccionados para obtenção de espécimes em forma de barra, que depois sofreram desgaste na região da união, adquirindo forma cilíndrica. Para o teste de cisalhamento, os espécimes foram desgastados criando-se cilindros de resina e dente que apresentassem um dos três diâmetros (1,2mm, 1,4 e 2,0mm) e,

posteriormente, submetidos ao ensaio de cisalhamento sob velocidade de 1mm min^{-1} . Para o teste de tração, os espécimes foram desgastados na interface adesiva no formato de uma curva, em cada um dos três diâmetros estudados, sendo então fixados a um dispositivo para micro-tração (Bencor Multi-T) com auxílio de garras metálicas e testados sob velocidade de 1mm min^{-1} . Vinte espécimes foram feitos para cada material, método de teste e diâmetro, totalizando 228 espécimes. As médias de força de união foram comparadas com auxílio do teste de análise de variâncias, com uma e duas variáveis, e o Teste-T de Student. Para determinar o modo de falha todos os espécimes foram secados com ar, cobertos com ouro e observados ao microscópio eletrônico de varredura. As frequências dos modos de fratura foram comparadas usando os testes de Kruskal-Wallis e Mann-Whitney U. Os resultados deste estudo mostraram que, para todos os materiais, o grupo de espécimes com diâmetro de 2,0mm mostrou valores de força de união significativamente menores do que o grupo de espécimes com diâmetro de 1,2mm, tanto para o teste de tração quanto para o teste de cisalhamento. Com relação aos modos de fratura observou-se que a maioria dos espécimes com 1,2 e 1,4mm de diâmetro exibiram falhas adesivas na interface entre dentina e resina adesiva. Os autores concluíram que espécimes de teste que apresentam secções transversais de união menores revelam altos valores de força de união.

Comportamento semelhante foi observado quanto aos valores obtidos para os ensaios de tração e cisalhamento.

Phrukkanon et al⁵⁶., em 1998, avaliaram a influência da forma e da área de secção transversal de união na resistência à microtração e na distribuição do stress de quatro sistemas adesivos. Cinquenta molares humanos extraídos foram divididos em quatro grupos, um para cada sistema adesivo testado, sendo que os grupos foram divididos em subgrupos com o objetivo de se preparar espécimes com secção transversal de união apresentando áreas de 1,1, 1,5 e 3,1mm². Os dentes de cada subgrupo foram cortados verticalmente através da fissura central para formar duas metades. Os adesivos testados foram: Scotchbond MP Plus (SBMP), OptiBond FL (OBFL), OptiBond Solo (OBS) e One-Step (OS). As superfícies oclusais foram cortadas, lixadas com lixa 600, resultando em superfícies planas de dentina com “*smear layer*” padronizada, que receberam em seguida os tratamentos adesivos, de acordo com as instruções de cada fabricante. Blocos de resina composta com dimensões aproximadas de 9mm de comprimento, 3mm de largura e 5mm de altura foram construídos e os conjuntos foram então armazenados em água a 37°C por 48 horas. As raízes foram removidas das coroas e os blocos de dentina e compósito foram preparados nas formas cilíndrica e retangular, respectivamente. Metade dos blocos foi seccionada em fatias, que logo após tiveram suas regiões de interface

desgastadas com ponta diamantada para formar secções transversais cilíndricas e com uma curva tênue, apresentando uma das três áreas testadas (1,1, 1,5 ou 3,1mm²). Posteriormente, os espécimes foram submetidos ao ensaio de tração sob velocidade de 1mm/min. O restante dos blocos de resina e dentina foi seccionado, lixado, obtendo-se espécimes retangulares que tiveram suas regiões de interface desgastadas para formar uma curva tênue nas três dimensões testadas, sendo em seguida submetidos ao ensaio de tração sob velocidade de 1mm min⁻¹. Para determinar o modo de fratura, os espécimes fraturados foram secados com ar, cobertos com ouro, observados ao microscópio eletrônico de varredura, classificados e as frequências de fraturas comparadas usando os testes de Kruskal-Wallis e U de Mann-Whitney. As médias de força de união foram comparadas utilizando os testes de análise de variância em uma e duas vias e os testes LSD e T Student. Um modelo de análise de elemento finito foi criado usando dois programas de computador e simulando as áreas de secção transversal de adesão para determinar a distribuição do stress. Os resultados deste estudo mostraram que os grupos com áreas de 3,1mm² apresentaram valores de força de união significativamente menores do que os grupos com área de 1,1mm², exceto para os espécimes retangulares, onde foram usados os adesivos SBMP e OS. A maioria dos espécimes cilíndricos com área de adesão de 1,1 e 1,5mm² exibiu falhas adesivas na interface entre a dentina e a resina adesiva. Não foram encontradas diferenças entre os espécimes

retangulares e cilíndricos com relação à força de união. Entretanto, a análise de elemento finito mostrou que a distribuição do stress foi mais heterogênea nos espécimes retangulares do que nos espécimes cilíndricos; isto foi confirmado pela presença de um número maior de falhas adesivas nos grupos com espécimes cilíndricos. Os resultados deste estudo indicaram que os métodos de teste que utilizam pequenas áreas de superfície produzem valores mais altos de força de união do que aqueles que usam áreas de superfície mais largas, provavelmente devido a uma menor quantidade de defeitos encontrados em espécimes com pequena área, sendo que a forma da secção transversal tem pouco efeito na força de união.

Schreiner et al⁶³, em 1998, avaliaram a força de união de 5 marcas comerciais de adesivos dentinários através dos testes de microtração e cisalhamento, além de comparar os dois tipos de teste. Setenta e cinco terceiros molares extraídos foram utilizados, sendo trinta para o ensaio de microtração e 35 para o de cisalhamento, divididos em cinco grupos de estudo, um grupo para cada adesivo dentinário. Os adesivos avaliados foram: Scotchbond Multi-Use com ácido maleico, Scotchbond Multi-Use com ácido fosfórico, Scotchbond Multi-Use Plus, Clearfil Liner Bond e Prime & Bond. Os sítios de fratura foram observados após os testes através de microscopia ótica e microscopia eletrônica de varredura, para verificação do tipo de fratura envolvida. O ensaio de microtração mostrou

que o adesivo Clearfil Liner Bond apresentou valores de força de união significativamente maiores do que os demais adesivos. Contudo, os cinco sistemas testados não se apresentaram estatisticamente diferentes com relação à força de união quando o ensaio de cisalhamento foi usado. O teste de cisalhamento produziu um número significativamente maior de fraturas na dentina e na resina do que o teste de micro-tração. Os autores concluíram que o adesivo Clearfil Liner Bond apresentou valores de força de união significativamente maiores para o teste de microtração e que este teste produziu uma avaliação mais definitiva da força de união quando comparado ao teste de cisalhamento.

Tay et al⁷¹., em 1998 avaliaram micromorfológicamente a interface adesiva criada na dentina pelo sistema adesivo de frasco único Scotchbond Mult-purpose (SBMP) que contém água como solvente sobre diferentes condições de umidade dentinária. Para o trabalho foram utilizados 28 discos de dentina com espessura de 1mm, os discos foram polidos em uma politriz com lixa de granulação 600 para eliminação de ilhas de esmalte que foram divididos em 4 grupos de 6 espécimes cada sendo utilizado o *primer* do sistema adesivo Scotchbond Mult-purpose (SBMP) que possui em sua formulação 47% de HEMA, 40% de água e 13% ácido polialcenóico um quinto grupo com 4 espécimes onde foi empregado um *primer* experimental a base de água com 35% do volume de HEMA e sem ácido. Os grupos foram divididos de acordo com a

quantidade de água remanescente: grupo 1 secagem com jato de ar por 30 segundos, grupo 2 secagem com jato de ar por 3 segundos, grupo 3 remoção dos excessos de água com papel absorvente e grupo 4 adição de 20 ml de água destilada sobre a dentina, após isso foi aplicado nos discos o sistema adesivo SBMP obedecendo as recomendações dos fabricantes. Os discos de cada grupo foram unidos uns aos outros em pares com o uso de uma fina camada de resina fotopolimerizável e duas tiras de cada um com aproximadamente 2mm de largura, foram seccionadas de cada par de discos, perpendicularmente à superfície plana de dentina. As seis tiras de cada sub-grupo foram completamente desmineralizadas em EDTA e embebidas em resina epóxica para observação ao microscópio eletrônico de transmissão. Os resultados mostraram que o espectro micromorfológico dos dois sistemas adesivos foi essencialmente similar. Ambos foram afetados até mesmo por uma ligeira secagem da dentina (3s), resultando em incompleta infiltração de resina na região intertubular. Uma ótima infiltração de resina nesta região foi conseguida quando a rede de fibras colágenas foi mantida úmida, não aparentando ser afetada pelo excesso de umidade. Por outro lado, a infiltração de resina na região intratubular foi severamente comprometida pela presença de excesso de água através dos túbulos dentinários e por sua abertura na superfície de dentina. A continuidade da camada de resina se deteriorou e foram encontrados espaços em forma de bolhas, além de glóbulos de resina ao redor dos orifícios tubulares e na superfície

da camada híbrida. Em adição, um padrão de separação de fases complexo foi observado no adesivo este, caracterizado pela inversão de fases na presença de umidade superficial. Os autores concluíram com este estudo que a “janela de oportunidade” para uma ótima integridade interfacial para ambos os sistemas adesivos testados parece depender da manutenção da rede de fibras colágenas com umidade, completada pela completa evaporação do excesso de água e da água deslocada dos tecidos, antes da fotopolimerização dos sistemas adesivos.

Em 1998, Abdallah e Davdson¹, avaliaram o efeito da contaminação de água, saliva e sangue na adesão dentinária dos seguintes sistemas adesivos: scotchbond 1, one step, prime & bond 2.1 e syntac sc. o sistema adesivo de três passos scotchbond mp foi utilizado neste experimento como grupo controle. cada molar utilizado no experimento teve a porção oclusal de esmalte seccionada com um disco diamantado e sob a superfície de dentina foi criada uma camada de *smear layer* com lixa de granulação 600 sob irrigação constante. as superfícies de dentina foram condicionadas com ácido fosfórico 35%, e antes dos sistemas adesivos serem aplicados foram contaminadas com algodão úmido com água, saliva ou sangue. os sistemas adesivos foram aplicados, polimerizados e sob estes foi construída uma coroa de resina composta Z100 com o auxílio de uma espátula de teflon. após a armazenagem em água por 24 horas os espécimes foram lavados ao teste de resistência ao

cisalhamento em uma máquina de ensaios universal instron com velocidade de 0,5mm/min, e os resultados foram avaliados estatisticamente através dos testes de ANOVA e múltipla comparação de Student-Newman-Keuls. a morfologia da zona de interdifusão resina /dentinados espécimes fraturados foram examinadas em meV. ao final do experimento os autores concluíram que o molhamento do substrato aumentou significativamente a força de adesão produzida pelo One Step, enquanto que a do syntac sc foi diminuída e a dos outros sistemas testados não mostraram diferenças significativas. a contaminação por saliva diminui a força adesiva significativamente somente do Syntac SC, enquanto que a contaminação com sangue diminui a força adesiva de todos os materiais. A avaliação por MEV da interface dentina /resina mostrou uma correlação entre a formação dos *tags* e a força de adesão. concluíram também, que os adesivos de frasco único a base de acetona se comportaram melhor do que os a base de água sob substratos contaminados por água e saliva e que a contaminação com sangue reduziu significativamente a força de adesão para os dois tipos de sistemas. afirmaram ainda que a adesividade dos sistemas de frasco único foram inferiores ao sistema controle de três frascos Scotchond MP.

No ano de 1999, El Kalla¹⁸, examinou e comparou o efeito da contaminação por saliva na adaptação micromorfológica da resina considerando a utilização de quatro sistemas adesivos de frasco único.

Os adesivos utilizados foram: Prime & Bond 2.1, One Step, Tenure Quick com flúor e Syntac Single Component. Sessenta molares humanos sadios foram divididos em três subgrupos para cada um dos tipos de adesivo com cinco dentes cada. Cada adesivo foi testado em cavidade de classe V da seguinte forma: Grupo 1 restauração da cavidade livre de contaminação seguindo as recomendações dos fabricantes, Grupo 2 contaminação das cavidades após o condicionamento com saliva por 20 segundos e remoção dos excessos com algodão, Grupo 3 contaminação com saliva por 20 segundos e lavagem com água também por 20 segundos antes da aplicação do sistema adesivo. Após a polimerização do adesivo, as cavidades foram restauradas por resina Z100, fixadas em glutaraldeído a 2% e cacodilato de sódio 0,1M então e seccionados em duas partes. Cada parte foi fixada novamente por 12 horas em solução glutaraldeído e lavados duas vezes por três horas com solução cacodilato de sódio 0,2M e pH 7,4. Posteriormente os espécimes foram imersos em solução descalcificante por 30 segundos em solução Surgipath e desproteinizados em solução de NaClO_4 por 5 minutos. Os espécimes foram montados em um suporte de alumínio, metalizados e examinados em microscopia eletrônica de varredura. O autor concluiu que os quatro adesivos formaram a camada híbrida com penetração dos *tags* de resina na dentina, sendo que o Prime & Bond 2.1 mostrou usualmente *tags* de resina em forma de funil ; One Step, forma cilíndrica; Tenure Quick e Syntac SC, formas variadas. Concluiu ainda que a contaminação por

saliva não impediu a formação da camada híbrida ou a penetração da resina composta nos túbulos dentinários e que somente o Syntac SC apresentou, no grupo contaminado por saliva e não lavado, uma camada híbrida relativamente fina.

Pashley et al⁴⁵., em 1999, realizaram uma revisão da literatura com o objetivo de descrever as várias modificações do teste de micro-tração em um artigo. Os autores relatam que, essencialmente, a metodologia usada no teste de micro-tração emprega a secção de um dente restaurado com resina composta em várias partes que variam em espessuras de 0,5 a 1,0mm, as quais são desgastadas na interface de modo a permitir que a força de tração fique concentrada nessa região. Dentre as várias vantagens da técnica, tem-se principalmente que um dente é capaz de produzir vários espécimes e que não há necessidade do uso de uma matriz para delimitar a área. Um aspecto interessante do teste está relacionado às suas várias modificações, usadas para medir diferenças regionais de adesão tais como: áreas distintas na dentina oclusal; na superfície externa do dente, da coroa à raiz; superfície interna dos canais radiculares, nos terços cervical e apical; comparação entre dentinas afetada por cárie e esclerótica com dentina normal. Uma modificação importante deste ensaio diz respeito à técnica que não realiza o desgaste da interface adesiva, sendo que esta aparentemente gera uma quantidade menor de stress na união. Pashley et al.³³ relatam ainda que a

técnica é ideal para avaliação em longo prazo da durabilidade da união adesiva como os tecidos duros. Os autores concluem que o ensaio de micro-tração oferece versatilidade que não pode ser alcançada pelos métodos convencionais. Apesar de ser mais trabalhoso, o teste apresenta grande potencial para prover informações sobre a força de adesão de materiais restauradores em função do tempo.

Em 1999 Hitmi L. et al²⁹ realizaram um estudo com o objetivo de avaliar a influência da duração de contaminação salivar em diferentes estágios durante o procedimento adesivo sobre a resistência adesiva (SBS) de 3 sistemas adesivos dentinários. Para a realização do experimento foram utilizadas superfícies planas de dentinas humanas produzidas através do desgaste com lixa de carvão de silício granulação 800 sob irrigação constante. Os adesivos usados foram Syntac Sprint (SS) (Vivadent), One Step (OS) (Bisco), Clearfil Liner Bond 2 (LB2) (Kuraray). Como variáveis deste experimento foram empregadas três durações de contaminação (3s, 10s e 20s) em 3 estágios diferentes dos procedimentos adesivos (antes da aplicação dos sistemas adesivos, depois da aplicação dos sistemas adesivos e após a polimerização dos sistemas adesivos). Em todos os casos a saliva não foi enxaguada. 27 grupos de 10 amostras cada grupo foram estudados de acordo com 3 sistemas adesivos, 3 estágios de aplicação dos sistemas adesivos e 3 durações de contaminação. Para cada adesivo estudado foi determinado

1 grupo controle, 3 grupos com contaminação antes da aplicação do sistema adesivo, 3 grupos com contaminação salivar sobre o sistema adesivo não polimerizado e 3 grupos com contaminação após a polimerização do sistema adesivo (exceto para SS). Restaurações com compósitos resinosos (Z100, 3M; 3mm 0,5 mm altura) em forma de cilindros foram confeccionados e polimerizados sobre a superfície dentinária tratada e armazenados em água destilada a 37° C por 48 horas anteriores ao teste de resistência adesiva, em uma máquina de ensaios universais com velocidade do atuador de 5mm/min. Testes ANOVA e Scheffe mostraram que o sistema *one-bottle* testado com contaminação salivar anterior à aplicação de adesivo não tem efeitos adversos sobre a eficácia adesiva, SBS diminuído significativamente quando a contaminação salivar ocorreu depois da aplicação do adesivo. O sistema *self-etching* testado foi mais tolerante à contaminação salivar, exceto quando a contaminação ocorreu antes da polimerização do adesivo. Levando os pesquisadores a concluir então que a contaminação salivar não tem a mesma influência em diferentes estágios do processo adesivo com adesivos modernos. Dependendo do melhor conhecimento dos mecanismos envolvidos na influência da contaminação salivar sobre regiões adesivas, parece necessário continuar a recomendar o uso do isolamento com diques de borracha em adesivos odontológicos.

Ainda em 1999, Shono et al⁶⁵., avaliaram a consistência dos valores de resistência adesiva à microtração em diferentes áreas da dentina coronária. Superfícies planas de dentina superficial (0,5mm além da junção amelo-dentinária) e profunda (0,5mm do corno pulpar mais alto) foram obtidos de dentes terceiros molares humanos, sobre as quais foram aplicados, os sistemas adesivos One-Step(Bisco, Itasca, IL, USA) ou Tokuso Mac Bond(Tokuyama Co., Tóquio, Japan) de acordo com as recomendações dos fabricantes. O sistema One Step foi aplicado por dois diferentes clínicos (A e B) e sobre o mesmo foram construídas coroas com resina composta Z100 e para o sistema Mac Bond foram construídas coroas com Palfique Estelite, todas elas em dois incrementos. Os blocos foram armazenados em água por 24 horas a 37°C e posteriormente seccionados para a obtenção de espécimes com dimensões de 1x1x8mm. Cada espécime foi fixado a um dispositivo Bencor Multi T, acoplado a uma máquina de ensaios universais e submetidos ao teste de microtração com velocidade de 1mm/min. Após o teste as superfícies foram avaliadas quanto ao tipo de fratura e classificadas em adesiva, coesiva do adesivo, coesiva de dentina, coesiva da resina ou mistas. Os resultados mostraram que o clínico A obteve um grande número de adesões com valor zero (adesão que não pode ser medida devido fratura do espécime durante a manipulação) na dentina superficial e um pequeno numero na dentina profunda. Isto resultou em grande desvio padrão na resistência adesiva (média de 22±29MPa em dentina superficial e 27±14 MPa em dentina

profunda). O clínico B obteve valores de tração maiores e mais uniformes ($56\pm 13\text{MPa}$ em dentina superficial e $57\pm 12\text{MPa}$ em dentina profunda). Com o sistema Mac Bond não houve valores zero de resistência adesiva e conseqüentemente a variação foi menor, com a média de $41\pm 13\text{MPa}$ para dentina superficial e $27\pm 12\text{MPa}$ para dentina profunda. Os autores concluíram que o método usado foi capaz de detectar diferenças regionais com relação à resistência a tração. A resistência adesiva variou em diferentes áreas da dentina e a magnitude desta variação foi mais influenciada pela técnica adesiva do que pelo material.

Em 1999 Safar et al⁶⁰., realizou um trabalho para comparar a resistência adesiva de um material restaurados a base de ionômero de vidro modificado com resina (Fuji II LC) quando este era aderido a dentina contaminada com saliva fresca e dentina livre de contaminação. Setenta e cinco molares humanos foram divididos aleatoriamente em cinco grupos de quinze dentes cada grupo. Os dentes tiveram a porção oclusal removida e condicionada com ácido poliacrílico por 20 seg. enxaguados e secos. As superfícies de dentina dos grupos 1,2,3 e 4 foram contaminadas com saliva fresca, sendo que no grupo 1 a saliva foi seca com um leve jato de ar, no grupo 2 foi seca completamente com jato de ar comprimido, no grupo 3 foi lavada e completamente seca e no grupo 4 lavada , seca e a recondicionada com ácido poliacrílico, o grupo 5 foi o grupo livre de contaminação. O cimento foi manipulado e aplicado nos

dentes de acordo com as recomendações do fabricante, após isso os espécimes foram armazenados em água destilada por um período de 7 dias e termociclados por 300 ciclos, para então serem submetidos a um teste de força adesiva em uma máquina de ensaios universais Instron onde a força foi aplicada sobre o material adesivo. Os resultados foram avaliados estatisticamente e os espécimes livres de contaminação foram significativamente mais resistentes a tração do que os que sofreram contaminação. Não houve diferenças significantes na resistência adesiva entre os grupos contaminados e quando a contaminação ocorreu após o condicionamento ácido da superfície dentinária a redução da resistência adesiva foi maior. O autor conclui que nenhuma lavagem nem o recondicionamento da superfície vai proporcionar uma resistência maior do que uma superfície que não sofreu contaminação.

Em 2000 Tay et al⁷³., realizaram um trabalho onde foi avaliado o efeito da ausência e da presença da *smear layer* sobre a adesão dentinária, fazendo o uso do sistema adesivo autocondicionante Clearfil SE Bond. Foram utilizados 12 terceiros molares humanos extraídos, os quais tiveram o terço oclusal removidos e sobre a dentina exposta dessas superfícies foi criada, em uma máquina politriz, a camada de *smear layer* a qual determinou os quatro grupos de trabalho. O grupo controle foi determinado através da fratura da superfície de dentina, portanto livre de *smear layer* e os outros três grupos experimentais tiveram a *smear layer*

formadas com lixas de granulação nº 60, 180 e 600 respectivamente para cada grupo (2,3,4). Após isso as superfícies foram tratadas com o sistema adesivo Clearfil SE Bond de acordo com as recomendações dos fabricantes, uma coroa de resina composta foi confeccionada sobre essa superfície e os espécimes armazenados em água destilada a 37° por 24 horas. Os dentes foram seccionados em formas de palitos com áreas adesivas de 0,9mm². Nos grupos 2, 3 e 4 a quantidade de palitos obtidos foram de 17 a 31 e no grupo 1 onde os dentes foram fraturados de 11 a 16 palitos. Os espécimes foram levados para o teste de tração afixados em um dispositivo tipo Bencor Multi-T com adesivo a base de cianocrilato em uma máquina de ensaios universal Instron (Modelo 4440) com velocidade de 0,5mm/min e os dados obtidos foram anotados assim como as áreas da fratura. Os tipos de fratura foram avaliados em lupa estereoscópica com aumento de 30 vezes e classificados de acordo com o tipo de fratura em coesivas ou adesivas.

Os dados obtidos para os quatro grupos foram estatisticamente avaliados pelo teste de ANOVA, com nível de significância de 5%. Para completar o experimento os espécimes dos quatro grupos foram fraturados e avaliados também em MEV. A resistência adesiva do Clearfil SE Bond a microtração variou nos quatro grupos de 50 a 58 MPa o que resultou diferença significativa entre todos eles, sendo que o grupo onde a *smear layer* foi preparado com lixa de granulação 60 apresentou a menor média (50,3 MPa) com nível de significância ($p < 0,001$) entre todos os outros

grupos exceto o grupo controle. E embora a adesividade da dentina não ser uniforme, não houve variação consistente da resistência adesiva em função da localização. O exame de microscopia de transmissão eletrônica demonstrou uma fina camada híbrida sobre a dentina fraturada e uma mais fina ainda sobre a *smear layer* que cobria a dentina. Isso incluiu uma camada híbrida grossa seria a hibridização da *smear layer*, e uma fina que seria a verdadeira camada híbrida intacta sobre a dentina. A separação das duas camadas híbridas não foi evidenciada no exame das fraturas. Concluindo que os sistemas de *primers* autocondicionante criam uma fina camada híbrida incorporada com a *smear layer*. Este estudo mostrou que a formação da verdadeira camada híbrida ocorre indiferentemente da grossura da camada da *smear layer* e permite manter a função de unidade sem se separar-se durante a aplicação de forças.

Em 2000, Kaneshima et al³⁵, desenvolveram um estudo onde se propuseram determinar em qual dos passos do tratamento da superfície adesiva a contaminação por sangue afeta a resistência adesiva entre um sistema adesivo e a dentina. Para isso foram utilizadas partes da coroa de incisivos bovinos, os quais foram polidos com lixa de papel de granulações 200, 400 e 600 de maneira a expor uma área de dentina superficial. Os espécimes foram aleatoriamente divididos em 3 grupos e tratamentos específicos de superfície foram aplicados para cada grupo: (1) apenas aplicação de *primer self etching*, determinado grupo controle

(grupo SP); (2) condicionamento com ácido fosfórico 38% seguido pelo *primer self etching* (grupo non-HC); (3) condicionamento ácido seguido por aplicação da solução de hipoclorito de sódio a 10% e *primer* (grupo HC). A superfície da dentina foi contaminada por sangue humano antes e depois de cada passo do tratamento adesivo, e em seguida foram lavadas com água após 30 segundos de exposição à contaminação e secas com ar e os espécimes foram divididos em 15 sub-grupos de 10 espécimes cada. Uma haste de aço inoxidável foi aderida sobre a superfície da dentina com Panavia 21 após o completo tratamento da superfície, em seguida os espécimes foram armazenados em água destilada a 37°C por 24 horas e após esse período, levados para o teste de resistência adesiva em uma máquina de ensaios universal (Autograph AGS-500D; Shimazu-Japan), todos os quinze subgrupos, incluindo grupos de controle, foram testados a uma velocidade de 2mm/min. e os resultados foram submetidos à análise de variância de ANOVA. Os resultados mostraram que a contaminação com sangue teve efeito significativo em todos os três grupos ($p < 0.0001$). Quando a contaminação com sangue ocorreu antes das fibras de colágeno serem expostas com o condicionamento com ácido fosfórico ou aplicação de *primer* auto condicionante (*primer self-etching*), a contaminação apresentada quase não influenciou a resistência adesiva. Quando a contaminação de sangue da superfície da dentina ocorreu após as fibras de colágeno terem sido expostas a resistência adesiva diminuiu. Entretanto, quando a contaminação ocorreu nas fibras colágenas

dissolvida ou quando a contaminação ocorreu antes que as fibras colágenas fossem dissolvidas a resistência adesiva foi mantida. A resistência adesiva foi notavelmente diminuída quando a contaminação ocorreu depois da aplicação de *primer* (Comparação Scheffer, grupo SP: $p = 0.0003$; non-group: $p < 0.0001$), mas foi restabelecida através da aplicação de *primer self-etching*. Este estudo revelou que os efeitos da contaminação de sangue sobre a resistência adesiva varia muito dependendo das condições da superfície aderente.

Em 2001, partindo do princípio que mudanças de resistência adesiva podem, em parte, ser causadas pela absorção de água pelo adesivo para dentro da camada híbrida, causando aumento da degradação hidrolítica da resina e/ou da própria camada híbrida Hogan³⁰, desenvolveu um trabalho para determinar o efeito da água na resistência a tração de três sistemas adesivos Scotchbond Multi-Purpose Adhesive, Clearfil LB Bond e All Bond 2 e uma resina de baixa viscosidade Protect-Liner F. Para isso foram construídos cilindros de resina adesiva com o diâmetro de 2,4mm e de 9.5mm de comprimento assegurando que não houve a incorporação de bolhas de ar nos espécimes, cinco espécimes de cada material foram feitos para cada grupo. Os cilindros foram polimerizado inicialmente por

30 segundos e em seguida completado por um período de 4 ½ minutos, após a polimerização os espécimes foram mantidos a seco em temperatura de 37°C por 24h para que fossem aferidas, através de paquímetro digital as mediadas das áreas dos mesmos. Após isso os espécimes foram armazenados em ar e outros em água para serem submetidos ao teste de microtração em intervalos de tempo de 1, 7, 28, 84 e 168 dias em uma máquina de ensaios universal com velocidade de 1mm /min e os valores expressos em MPa com análise estatística de One-way e variância com o menor valor de desvio padrão para determinar diferenças significantes nas amostras que foram armazenadas a seco a 37°C e em água a 37°C pelos períodos de tempo pré-determinados. Os resultados mostraram que nas amostras armazenadas em ar a 37°C a resistência a tração apenas variou de acordo com a diferença de intervalo de tempo e a maior significância ocorreu entre 1 e 7 dias. Para os espécimes armazenados em água a resistência à tração mostrou maior variação, principalmente quando comparados às amostras armazenadas a seco, uma vez que essas apresentaram resistência a tração significativamente maior que as armazenadas em água. Concluindo a resistência tração foi significativamente menor quando as amostras ficavam por mais tempo armazenadas em água, o que significa que a água pode influenciar na longevidade da adesividade das restaurações em áreas da cavidade bucal.

Carvalho et al.⁹, (2001) investigaram a resistência máxima a tração da dentina humana em função da orientação e densidade dos túbulos dentinários. Trinta e cinco molares humanos apresentando no mínimo dois terços da raiz formada foram utilizados. Para avaliar a influência da orientação dos túbulos, 20 dentes foram seccionados paralelamente ao seu longo eixo, obtendo-se as fatias de 0,7mm de espessura. Cada fatia teve sua região central reduzida com brocas diamantadas ultrafinas, definindo uma área de 0,5mm², sendo que para um grupo de dentes este desgaste foi realizado no sentido mesio-distal, enquanto que para os demais dentes, o desgaste foi realizado no sentido ocluso-cervical, de tal forma que a força de tração foi aplicada paralelamente ou perpendicularmente ao sentido dos túbulos. Os demais 15 dentes foram avaliados quanto ao efeito da densidade tubular. As coroas foram seccionadas transversalmente e discos de dentina de 0,5mm de espessura foram obtidos a distância progressiva de aproximação da polpa, sendo então cada disco desgastado a semelhança de uma ampolheta, para a obtenção de uma área adesiva de 0,5mm². os espécimes foram colados no dispositivo Bencor Multi-T e testados em máquina de ensaios mecânicos à velocidade de 0,5mm/min. Para a avaliação da densidade tubular, os espécimes após o ensaio de microtração foram lavados em água, imersos em ácido fosfórico a 10% por 20 segundos e processados para avaliação em MEV onde foi realizada a quantificação do número de túbulos dentinários em uma área padronizada de 500µm², expressa em

numero de túbulos por mm^2 . O resultado para a resistência máxima à tração foi de $57,6 \pm 11 \text{MPa}$ quando a força de tração foi aplicada paralelamente aos túbulos, enquanto que $80,0 \pm 13,6 \text{MPa}$ quando da aplicação da força perpendicularmente. Foi observada uma relação inversa entre a resistência adesiva e o numero de túbulos por mm^2 , embora não tenha estatisticamente significativa. Os autores concluíram que a resistência máxima à tração da dentina mineralizada depende da direção da aplicação das forças de tração, mas independe da densidade dos túbulos dentinários.

Em 2001 Inoue et al.³², propuseram um trabalho para avaliar a resistência a adesiva através do teste de microtração de onze sistemas adesivos dentinários modernos, incluindo neste universo três sistemas de frasco único self-etching, quatro sistemas dois passos self-etching, três sistemas dois passos de condicionamento total e um sistemas de três passos com condicionamento total. Para a realização do trabalho foram utilizados 33 terceiros molares humanos extraídos e íntegros, que tiveram o esmalte oclusal da coroa removida através de corte por um disco diamantado e a smear layer padronizada por meio de lixa de papel granulação 600 por 60 seg. e sob irrigação constante. Os espécimes foram assim padronizados e divididos em onze grupos de três dentes cada, os quais sofreram o tratamento adesivo de acordo com o fabricante de cada sistema adesivo e uma coroa com 5mm altura de resina

composta Z 100 (3M) foi construída sob a dentina previamente tratada. Os dentes restaurados foram estocados em água destilada por 24h e os espécimes foram cortados em fatias de 1mm por 2,5mm de largura, os quais foram aparados na sua área adesiva em forma de ampulheta resultando numa área adesiva de 1mm² e subsequentemente submetidos ao teste em uma máquina de ensaio universal Instron com velocidade de 1mm/min. Concluindo que os adesivos com procedimentos de passos simplificados, abordando tanto os com condicionamento total como os self-etching possuem resistência adesiva semelhante e produzem menor resistência adesiva a dentina que os convencionais de três passos com condicionamento total. E que existem preocupações relativas a efetividade clínica da consistência adesiva em dentina de alguns adesivos self-etching.

Perdigão et al.⁵³, em 2001, realizaram um estudo para avaliar o desempenho clínico de dois sistemas adesivos de frasco único a base de etanol e água e a base de acetona depois de seis meses da aplicação em dentina seca e dentina úmida. Os sistemas adesivos testados foram Prime & Bond N.T(Dentsply Caulk) e Single Bond (3M ESPE) e a principal hipótese a ser testada é que a dentina seca com ar após o condicionamento com ácido não resultou em menor de retenção quando a cavidade estava visivelmente úmida. Para o estudo foram realizadas 128 restaurações divididas em quatro grupos com as seguintes forma de

tratamento do substrato: grupo 1 NT aplicado em dentina úmida, grupo 2 NT aplicado em dentina seca, grupo 3 SB aplicado em dentina úmida e grupo 4 SB aplicado em dentina seca. Todas as restaurações de classe V foram executadas com resina composta Filtek A110 (3M ESPE) com incrementos de 1mm que foram polimerizados por 40 seg. e o acabamento feito com discos de polimento Solf-Lex XT. As restaurações foram avaliadas clinicamente após terem sido concluídas e seis meses depois, e suas características foram registradas usando um critério de avaliação de modificações diretas – USPHS. Os resultados foram baseados em 119 restaurações, que foi o número de pacientes que retornaram para a avaliação após 6 meses, sendo a taxa de retenção de 97% para o grupo 3 e de 100% para os demais grupos, entretanto essa diferença, assim como a sensibilidade pós-operatória, não tiveram diferenças significantes. Concluindo que o substrato dentinário não cariado pode ser menos sensível a umidade dentinária do que o substrato dentinário considerado ideal usado sob condições laboratoriais.

Belli et al.⁴, (2001) realizaram um estudo com a finalidade de medir e comparar a resistência adesiva “*in vitro*” de seis sistemas adesivos dentinários, em dentina profunda onde foi simulada pressão pulpar. De acordo com os fabricantes os sistemas adesivos foram aplicados sobre superfícies de dentina preparadas nas faces vestibular e oclusal de 60 molares humanos. Em seguida à aplicação dos sistemas adesivos, foi

construído um cilindro de resina composta de 3mm de altura e 3mm de diâmetro. Todos os procedimentos adesivos foram realizados sob pressão pulpar simulada com soro bovino. Após armazenagem por 24 h em água a 37°C, os espécimes foram testados quanto a resistência adesiva ao cisalhamento em máquina de ensaios universais Instron a velocidade de 1,5mm/min. Considerando-se a superfície vestibular, não foi encontrado diferença estatística entre os valores de resistência adesiva para os diferentes sistemas, Clearfil Liner Bond 2, Clearfil Liner Bond 2V e Solid Bond produziram valores de resistência adesiva estatisticamente superiores. A resistência de união à dentina depende do tipo de sistema adesivo e da localização de dentina. A utilização de soluções que simulam as condições in vivo pode aumentar a confiabilidade dos resultados de testes que avaliam a adesividade à dentina.

Em 2002 Taskonak⁷⁰ realizou um estudo para investigar o efeito da contaminação salivar na resistência adesiva de três sistemas adesivos de frasco único. Para isso utilizou a dentina de 90 dentes molares humanos recém extraídos e livres de caries que foi exposta e padronizada com lixa de granulação 500 sob irrigação constante para estabelecer a superfície aderente. Os espécimes foram casualmente designados para 9 grupos de 10 dentes cada. Três condições de teste foram determinadas como variáveis do trabalho: (i) contaminação com saliva fresca (pH 5.5) depois do condicionamento ácido, (ii) contaminação com saliva fresca depois da

aplicação do adesivo e, (iii) sem contaminação. Três sistemas adesivos foram utilizados no experimento que são: Syntac Single, Prime&Bond Nt e Gluma One Bond. Cilindros de resinas composta foram confeccionados sobre as superfícies adesivas através de uma matriz cilíndrica e fotopolimerizada. Todos os espécimes foram termociclados (5000 ciclos) entre banhos de 5 e 55 graus. Os espécimes foram preparados e a resistência adesiva medida usando uma máquina de teste Universal Instron em uma velocidade do atuador de 1mm/1min. O teste estatístico Two-Way ANOVA foi usado para analisar os dados. Os resultados deste estudo indicaram que a saliva contaminada da dentina não tem efeito adverso sobre a eficiência colante do sistema de adesivo frasco único ($p>0.05$). Não houve diferença significativa estatística entre os três sistemas adesivos utilizados.

No ano de 2002 Dietrich et.¹⁶, fizeram uma investigação da influência de sangue heparinizado versus sangue nativo sobre a adaptação marginal das restaurações adesivas de resina composta em dentina. Para a realização do experimento foram confeccionadas cavidades de formas cilíndricas, preparadas em dentina de 40 incisivos humanos extraídos e os dentes foram divididos em quatro grupos de dez dentes cada grupo. Cada espécime foi condicionado com ácido fluorídrico a 35% e após isso os dentes foram contaminados nas seguintes condições: sangue capilar fresco (FCB), sangue venoso heparinizado (HPB), solução salina (SAL)

ou solução salina heparinizada (HPS), sendo em seguida aplicado o adesivo Scotchbond 1 e restaurados com resina composta Z 100. Depois de armazenados em água por 21 dias e termociclados (2000 x, 5°-55° C), os espécimes foram levadas para avaliação da adaptação marginal através de análises marginais quantitativas MEV. As análises estatísticas foram representadas com o teste Kruskal-Wallis e a correção Bonferroni para múltiplas comparações em $p < 0.05$. Resultando que não existem diferenças significantes entre grupos SAL, HPS e HPB. O grupo FCB resultou em 77% dos casos aberturas de bordas marginais e 3,6% margens excelentes, resultados esses significativamente altos de aberturas marginais comparadas com todos os outros grupos. O sangue recentemente extraído deve ser o usado em experimentos de contaminação com sangue em estudos laboratoriais.

Em 2002 Xie et al.⁸⁰, propuseram um trabalho para avaliar o efeito da ciclagem térmica na resistência adesiva dentinária utilizando teste de microtração. Foram 23 molares íntegros, extraídos que tiveram suas raízes e a porção oclusal da coroa removidas ficando exposta a superfície dentinária para ser submetida aos tratamentos adesivos. Em cada superfície dentinária foi confeccionada uma fenda de 5mm de profundidade dividindo a mesma em duas metades iguais as quais foram divididas por um filme de poliéster e em cada metade do mesmo dente foi aplicado um tipo de sistema adesivo diferente, Prime & Bond N.T e Prime

One Mirage, de acordo com as recomendações dos fabricantes, uma coroa de resina composta foi construída sobre a dentina. Em seguida os espécimes foram cortados na linha de adesão formando uma canaleta nessa região, de maneira que essa canaleta envolvesse toda a extensão adesiva dos dois sistemas utilizados, em dois grupos: Grupo 1- onze dentes, de cada dente foram feitos 6 a 12 ampulhetas de 0,6mm de largura sem nenhum tipo de tratamento das mesmas, grupo 2- doze dentes que foram submetidas a ciclagem térmica de 2400 ciclos com banhos de 5° a 55° com duração de 30 seg. cada banho com intervalo de 11 seg. e os dentes foram cortados em ampulhetas como no grupo 1. Em seguida os espécimes foram submetidos a ao teste de microtração em uma máquina de ensaios universal com velocidade de 1mm/min e à análise em MEV. O resultando mostrou que as forças de adesão para o adesivo PBNT foram (36 ± 24 MPa e 31 ± 16 MPa) e para o P.ONE (51 ± 24 e 40 ± 18 MPa) sem e com termociclagem respectivamente, sendo que 97% das falhas foram adesivas. As diferenças entre sistemas adesivos e o tratamento térmico foram estatisticamente relevantes ($p < 0,05$). Uma análise de regressão mostrou que existe correlação entre a região do dente e os valores do teste de microtração para cada agente adesivo. A microscopia eletrônica revelou que ambos os agentes adesivos foram efetivos em dentina molhada produzindo uma camada híbrida típica com tags de múltiplas ramificações laterais. Os autores concluíram que a termociclagem diminui significativamente a resistência a tração para os

agentes examinados e que os sistemas adesivos necessitam mais resistência para estarem aptos a resistir ao stress térmico que ocorre em situações clínicas.

Hashimoto et al.²⁷, em 2002, avaliaram em MEV as áreas de fratura de espécimes submetidos ao ensaio mecânico de microtração, que receberam aplicação dos sistemas adesivos Single Bond (3M Dental Products, St. Paul, MN, USA) ou All Bond 2 (Bisco Inc., Schaumburg, IL, USA) sobre dentina úmida ou seca. Doze pré-molares extraídos tiveram sua porção coronária removida até a exposição de uma superfície plana de dentina, que foi polida com lixa de granulação 600 antes de ser tratada com sistema adesivo. Para a obtenção da superfície de dentina úmida, após a lavagem do ácido fosfórico por 15 seg. o excesso de água foi removido com bolinhas de algodão, enquanto que a aplicação com jato de ar por 5 seg. a uma distância de 10 cm foi realizada para a obtenção de dentina seca. Após a aplicação dos sistemas adesivos de acordo com as recomendações do fabricante, seis incrementos de resina composta Z100 (3M Dental Products, St. Paul, MN, USA) ou Aelite Fil (Bisco Inc. Schaumburg, IL, USA) foram utilizados para a construção das coroas. Os espécimes foram armazenados em água a 37°C por 24h e então preparados para o ensaio de microtração. Palitos com área adesiva de 0,9mm² foram obtidos por meio de cortes perpendiculares à interface aderida e submetidos a força de tração à velocidade de 1mm/min. Foram

tracionados 20 espécimes para cada grupo. Ambos os lados de cada palito foram avaliados em MEV para a classificação do padrão de fratura em (I) falha na resina composta, (II) falha na resina adesiva, (III) falha no topo da camada híbrida, (IV) falha no meio da camada híbrida e (V) falha na zona de dentina desmineralizada. Os resultados para a resistência adesiva para o grupo de adesão em dentina úmida mostraram não haver diferença significativa entre os dois sistemas adesivos Single Bond ($60,1 \pm 16,4$) e All Bond 2 ($69,8 \pm 16,4$). Entretanto, a resistência adesiva do sistema Single Bond foi significativamente maior do que a do sistema All Bond 2 sobre dentina seca, $26,2 \pm 12,5$ MPa e $6,8 \pm 3,3$ MPa, respectivamente. Falhas coesivas da resina composta ou da resina adesiva foram observadas em 61,9% das superfícies fraturadas sob condições úmidas para o sistema Single Bond, enquanto as falhas da camada híbrida foram mais vistas nas superfícies fraturadas do sistema All Bond 2 (52%). O mais freqüente tipo de falha encontrado após adesão sob condições secas, ocorreu no topo da camada híbrida. Falhas coesivas da dentina não foram observadas em nenhum dos espécimes avaliados, independentemente do tipo de sistema e umidade da dentina.

Nikaido et al.⁴², (2002) avaliaram a influência das ciclagens térmica e mecânica na resistência adesiva à microtração do adesivo Clearfil Liner Bond 2V (Kuraray Co. Ltd., Osaka, Japan) e no tipo de falhas ocorrida nas interfaces adesivas. Em um grupo de dentes, Grupo A, superfícies planas

de dentina foram obtidas após a remoção do terço oclusal coronário, enquanto em outro grupo, grupo B, cavidades classe I com aproximadamente 2mm de profundidade foram preparadas. Em ambos os grupos as superfícies dentinárias receberam a aplicação do sistema adesivo Clearfil Liner Bond 2V, seguido da resina composta AP-X (Kuraray Co. Ltd., Osaka, Japan). O conjunto dente resina foi armazenado em água a 37°C por 24h. Para o Grupo A, as seguintes condições de ciclagem térmica e/ou mecânica foram aplicadas: (A1) sem ciclagem térmica e mecânica (controle); (A2) 2000 ciclos térmicos, alternados entre 5° e 55°C, e sem ciclagem mecânica; (A3) 50.000 ciclos de fadiga sem ciclagem térmica, e por fim, (A4) 50.000 ciclos de fadiga e 2000 ciclos térmicos. No grupo B, as condições foram: (B1) controle sem ciclagem térmica e mecânica, (B2) 10.000 ciclos mecânicos/ 125 ciclos térmicos, (B3) 625 ciclos térmicos e 50.000 ciclos mecânicos, e (B4) 1250 ciclos térmicos e 100.000 ciclos mecânicos. Após todos os ciclos térmicos e/ou mecânicos, os dentes foram armazenados por uma semana em água, antes do ensaio mecânica de microtração. Os espécimes foram recortados em fatias de 1mm de espessura que tiveram a área reduzida em 1mm². Os espécimes foram submetidos à força de tração à velocidade de 1mm/min, e as superfícies fraturadas foram observadas em MEV. Para todos os espécimes do Grupo A, a média de resistência adesiva foi de 40 MPa, sem diferenças estatística entre os subgrupos. No Grupo B, a resistência adesiva do grupo B1 e B2 foi de 21,1MPa e 24,1 MPa

respectivamente. Houve um decréscimo significativo nos grupos B3 e B4, onde a resistência adesiva foi de 16,2 MPa e 16,6 MPa. Falhas coesivas dentro do agente adesivo foram vistas em todos os espécimes do grupo A. Os espécimes do grupo controle e B2 apresentaram falhas coesivas da resina composta e resina adesiva, enquanto os do grupo B3 e B4 apresentaram falhas mistas adesivas. Os autores concluíram que a aplicação de forças que simulam a fadiga mecânica em combinação com os testes de microtração, possibilitam uma significativa avaliação *in vitro* da durabilidade da união adesiva à dentina.

Ainda em 2002 Ferrari¹⁹ e colaboradores desenvolveram um trabalho para discutir os motivos que levavam os espécimes a sofrerem fraturas antes de serem submetidos ao teste de microtração, uma vez que este é um acontecimento comum porém indesejável. O estudo teve como objetivo observar sobre microscopia eletrônica de varredura o esmalte e a dentina dos espécimes preparados para o teste, a ordem era encontrar defeitos na estrutura que pudessem ser responsáveis pelas falhas prematura dos mesmos. Em oitenta palitos de amostras observados nenhum esteve livre de defeitos. Estes poderiam consistir de microtrincas do esmalte, a maior parte freqüentemente na periferia do palito, ou em dentina ao nível da camada híbrida. Foram vistas muitas fendas na interface com o substrato, algumas ocasionalmente, dentro da resina composta dos palitos. Os espécimes de esmalte tenderam a exibir mais

defeitos do que os espécimes de dentina, isto porque a dentina é um tecido mais uniforme do que o esmalte que também apresenta mais fragilidade sendo então, os corpos de prova mais propensos à falhas. Esta conduta é uma questão de confiança para os testes de microtração em esmalte. Se o desenvolvimento do método parece sensível, a baixa quantidade de espécimes integra determinadas antes da aplicação da força torna-se uma possibilidade de prever que a performance é abaixo da força.

Em 2003, Nascimento et al.⁴¹, realizaram um estudo para avaliar a resistência ao cisalhamento do sistema adesivo Single Bond (3M/ESPE) em dentina humana contaminada com saliva. Foram utilizados neste estudo 24 terceiros molares humanos hígidos extraídos e que estavam armazenados em soro fisiológico. A área de adesão foi delimitada com papel adesivo contendo uma perfuração central de 2,34mm de diâmetro. A resina Filtek A 250 cor B2 foi aplicada com o auxílio de uma espátula de teflon, sendo os dentes divididos em grupos da seguinte forma : G1 controle: G2 contaminação com 0.2ml de saliva por 20 seg., sendo secos por 20 seg., com jato de ar : G3 contaminação com 0.2ml de saliva por 20 seg., sendo lavados por 15 seg. e secos por 5 seg., com jato de ar: G4 contaminação com 0.2ml de saliva por 20 seg., sendo lavados por 15 seg, secos por 5 seg., com jato de ar e recondicionados por 10 seg. Os corpos de prova foram armazenados por em água destilada por 24h a

37°C e submetidos ao teste de cisalhamento em uma máquina de ensaios mecânicos Kratos 2000 a uma velocidade de 0,5mm/min. Os resultados mostraram os seguintes valores em MPa (média $\pm$ D.P): G1(16,16 $\pm$ 3,38); G2(8,52 $\pm$ 2,34); G3(13,54 $\pm$ 3,42); G4(13,52 $\pm$ 3,09). Os dados foram analisados através dos testes ANOVA e Tukey ($<0,05$). A análise estatística mostrou que os valores do grupo 2 foram significativamente inferiores aos outros grupos avaliados. Conclui-se que a adesão não foi influenciada negativamente quando foi empregado o Single Bond na dentina contaminada por saliva após o condicionamento ácido, exceto no Grupo 2, no qual a saliva foi somente seca com jato de ar.

3.PROPOSIÇÃO

O objetivo deste trabalho é avaliar a influência da contaminação da superfície dentinária sobre a resistência de adesão, por meio do teste de microtração, em função dos seguintes fatores:

Grupo I – Grupo-controle livre de contaminação;

Grupo II – Contaminação com saliva, limpeza com jato de ar;

Grupo III – Contaminação com saliva, limpeza com jato de ar e água;

Grupo IV – Contaminação com saliva, limpeza com condicionamento dentinário com ácido fosfórico;

Grupo V – Contaminação com sangue, limpeza com jato de ar;

Grupo VI – Contaminação com sangue, limpeza com jato de ar e água;

Grupo VII – Contaminação com sangue, limpeza com condicionamento dentinário com ácido fosfórico.

4. Materiais e Métodos

4.1 Seleção dos dentes.

Para a realização deste trabalho, seguimos as orientações contidas na norma ISO/TR 11405/94³³. Foram utilizados vinte e um dentes terceiros molares humanos, pré-selecionados em um universo de trinta e sete dentes, extraídos de pacientes jovens por indicação terapêutica. Após a extração, os mesmos foram limpos superficialmente com o auxílio de curetas periodontais, para remoção de fragmentos de osso, sangue e tecido gengival, armazenados em frasco de vidro vedado, contendo água, e mantidos em temperatura de 5°C. Para a realização do estudo, os dentes passaram por uma limpeza minuciosa utilizando curetas periodontais tipo *McCall* e pedra pomes com escova de *nylon* aplicado com contra ângulo sob baixa rotação. Após a limpeza, quando necessário, foi aplicada lixa sof-lex (3M ESPE) de maior granulação, com micro-motor e contra-ângulo, em locais onde ainda remanesciam restos de tecidos moles ou fragmentos ósseos.

A seleção dos dentes para o estudo foi realizada levando-se em consideração a qualidade e o tamanho da coroa dental, sendo descartados os dentes não hígidos ou com formato anatômico fora dos padrões aceitos como normais, ou ainda, apresentassem tamanho menor

do que 10,0 mm no sentido mésio-distal e 8,0 mm no sentido vestibulo-lingual, por não oferecerem área mínima para o desenvolvimento do estudo proposto, como verificada previamente a execução do trabalho (fig.1 e 2).



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



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

Em seguida os dentes foram examinados em lupa estereoscópica (*Zeiss:West Germany – mod. 475200/9901*), com lente de 10 vezes de aumento, afim de detectar possíveis trincas ou alterações estruturais que pudessem comprometer o desenvolvimento do experimento, e armazenados em solução fisiológica a 4°C, contendo timol a 0,2% para prevenir a desidratação, por um período não superior a 3 meses.

4.2 Preparo e corte dos dentes

4.2.1 Sorteio aleatório para desenvolvimento da pesquisa.

Antes do tratamento das superfícies dentinárias e da confecção dos corpos de prova, os 21 dentes selecionados foram colocados em um recipiente plástico com capacidade de volume suficiente para que pudessem ser misturados sendo retirados, um a um, e distribuídos seqüencialmente, em rodadas completas, nos sete recipientes, um para cada grupo de trabalho da pesquisa. Ao término da primeira rodada, cada recipiente continha um dente, enquanto que, ao término da segunda rodada cada recipiente continha dois dentes e assim ao término da terceira rodada cada recipiente continha os três dentes de seu grupo. Este procedimento foi adotado para minimizar e diluir as possíveis variações de comportamento, em função da forma anatômica e da diferente origem dos dentes, tendo resultado, ao final do sorteio, 7 grupos de 3 dentes cada.

4.2.2. Corte dos dentes

Cada um dos dentes foi fixado com godiva de baixa fusão em uma base de madeira, com medidas de 4,5 X 4,5 x 1,0 cm – (fig 3) - para possibilitar a apreensão na máquina de corte Isomet 1000 (*Buehler - Lake Bulff, IL*) – (fig 4 e 5) equipada com disco diamantado de 0,3 mm de espessura e realizado um corte para a completa secção transversal da coroa (fig 6), na altura do 1/3 médio, em velocidade de 400 rotações por minuto.



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

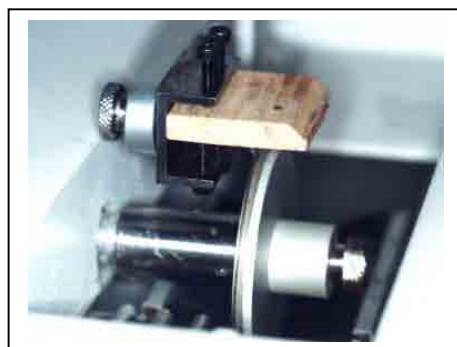


Figura 5 - Detalhe do disco diamantado, atuando no corte do dente.



Figura 3 - Dente fixado na miniplataforma de madeira



Figura 6 - Dente seccionado ainda fixado na miniplataforma

4.2.3 Avaliação da secção transversal dos dentes

As duas partes obtidas pelo corte da secção transversal da coroa (fig 6) foram removidas da base de madeira e completamente limpas, antes da observação de ambas em lupa estereoscópica JENA (*Carl Zeiss - West Germany*) (fig 7 e 8) com aumento de 10 vezes, a fim de confirmar que não houve exposição da câmara pulpar e a inexistência de "ilhas" de esmalte na região seccionada.



Figura 7 - Lupa estereoscópica JENA - Carl-Zeiss.



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

Em seguida, as superfícies dentinárias foram polidas para regularização com lixa de carbureto de silício granulação 100 (3M Produtos Odontológicos), montada numa politriz modelo DP-10

(Panambra Industrial e Técnica S.A- São Paulo - São Paulo – Brasil), sob adequada refrigeração à água, até a completa eliminação de eventuais ilhas de esmalte. Sendo confirmada pela observação em lupa estereoscópica (D.F Vasconcelos – S.A . São Paulo), em aumento de 30 vezes.

4.2.4 Preparo da smear-layer

Em seguida as superfícies oclusais foram submetidas a um novo desgaste em uma Politriz Circular Mecânica *Struers* Modelo DP-10 (Panambra Industrial e Técnica S/A - São Paulo) (fig 9), para realizar a regularização da superfície oclusal do remanescente dental. A seqüência de lixas d'água, utilizadas em 600 rotações por minuto, foram de granulações 320, 500 e 600, *Acqua-Flex* (Norton), todas na presença de água corrente. As lixas de granulações 320 e 500 foram utilizadas durante 10 segundos, enquanto que a lixa de granulação 600 foi utilizada durante 20 segundos para regularização final e formação de *smear layer*⁶⁴. Os dentes foram novamente observados na lupa estereoscópica, em aumento de 10 vezes, para verificação de uma possível exposição da câmara pulpar, o que, quando ocorrido, obrigava a eliminação do conjunto.

Os dentes selecionados foram colocados em um frasco com tampa contendo água destilada e armazenados em estufa (Fanen) a temperatura de 37 ° C por um período não superior a 10 dias.



Figura 09 - Politriz Circular Mecânica Struers -para regularização e uniformização da *smear layer*.

4.3 Materiais utilizados na pesquisa.

O sistema adesivo utilizado neste estudo foi um sistema adesivo simplificado, com *primer* e adesivo no mesmo frasco, tendo a acetona com diluente e denominado *One-Step* (Bisco, Inc Schaumburg, USA) (apêndice 1) o material restaurador utilizado foi à resina composta microhíbrida *Renew* (Bisco, Inc Schaumburg, USA) e o agente ácido foi o ácido fosfórico a 32% *Uni-Etch* (Bisco, Inc Schaumburg, USA), (fig 10 a 12) os quais foram mantidos constantes em todos os grupos de trabalho da pesquisa para a padronização dos resultados e seus componentes estão descritos no quadro a seguir.

Quadro

MATERIAL	COMPOSIÇÃO	NOME COMERCIAL	FABRICANTE
Ac. Condicionante	Ácido Fosfórico a 32%	Uni-Etch	Bisco
Sistema adesivo	BPMD (bisfenil dimetacrilato) BIS-GMA HEMA Acetona	One-Step	Bisco
Resina Composta	Matriz Bis-EMA, partículas de carga silanizadas	Renew	Bisco



Figura 10 – Sistema adesivo
One-Step



Figura 11- Resina composta
Renew



Figura 12- Ácido fosfórico a
32%

4.4 Grupos de tratamento.

Após o sorteio aleatório dos dentes, o corte das coroas e a padronização da *smear layer*, cada frasco com três dentes representava um grupo de tratamento da pesquisa, totalizando sete grupos de trabalho os quais foram denominados de : GI, GII, GIII, GIV , GV, GVI e GVII, e receberam os seguintes tratamentos de superfície:

➤ **Grupo-1 (GI)**

Este grupo foi denominado grupo controle, sendo que durante o processo para a confecção da coroa de resina composta a superfície dentinária não sofreu nenhum tipo de contaminação em nenhuma etapa. Foi realizado o condicionamento ácido da dentina por 15 segundos com ácido fosfórico a 32% de concentração seguida de lavagem abundante com água pelo mesmo período de tempo e secagem com papel absorvente, tendo sempre a preocupação de manter a dentina úmida e com aspecto brilhante. Em seguida foi aplicado o sistema adesivo *One-Step*, seguindo as recomendações do protocolo para trabalhos "*in vitro*" fornecido pelo fabricante e fotopolimerizando pelo período de tempo de 40 segundos com o auxílio de um aparelho fotopolimerizador modelo (Optilux 360-Demetron-Kerr Corporation), previamente calibrado em radiômetro de modo que a intensidade de luz gerada foi sempre superior a 400w/cm e

com ponta ativa o mais próximo possível da superfície. Esse mesmo aparelho obedecendo sempre essas especificações descritas foi usado em todos os grupos de tratamento.

➤ **Grupo 2 (GII)**

Os dentes pertencentes a esse grupo após sofrerem o condicionamento ácido da dentina por 15 segundos com ácido fosfórico a 32% de concentração seguida de lavagem abundante com água pelo mesmo período de tempo e secagem com papel absorvente, tendo sempre a preocupação de manter a dentina úmida e com aspecto brilhante, foram contaminados com saliva humana fresca, sendo a saliva colocada sobre a dentina condicionada pelo período de tempo de 10 segundos e mantida sem lavar, sendo somente limpa com jato de ar por 10 segundos. A seguir foi aplicado o sistema adesivo *One-Step*, seguindo as recomendações do protocolo para trabalhos “*in vitro*” fornecido pelo fabricante e fotopolimerizando-o pelo período de tempo de 40 segundos com o auxílio de um aparelho fotopolimerizador modelo (Optilux 360-Demetron-Kerr Corporation), previamente calibrado em radiômetro de modo que a intensidade de luz gerada foi sempre superior a 400w/cm e com ponta ativa o mais próximo possível da superfície.

➤ **Grupo 3 (GIII)**

Nesse grupo os dentes foram submetidos ao condicionamento dentinário por 15 segundos com ácido fosfórico a 32% de concentração

(*Uni-Etch* Bisco) seguida de lavagem abundante com água pelo mesmo período de tempo e secagem com papel absorvente, tendo sempre a preocupação de manter a dentina úmida e com aspecto brilhante, após esse condicionamento os dentes foram contaminados com saliva humana que foi colocada na dentina pelo período de tempo de 10 segundos sendo logo em seguida lavado com jato de ar e água por 10 segundos e secados com papel absorvente tendo a preocupação de manter a dentina úmida e com aspecto brilhante para a aplicação do sistema adesivo *One-Step*, seguindo as recomendações do protocolo para trabalhos “*in vitro*” fornecido pelo fabricante e fotopolimerizando pelo período de tempo de 40 segundos com o auxílio de um aparelho fotopolimerizador modelo (Optilux 360-Demetron-Kerr Corporation), previamente calibrado em radiômetro de modo que a intensidade de luz gerada foi sempre superior a 400w/cm e com ponta ativa o mais próximo possível da superfície.

➤ **Grupo 4 (GIV)**

Os dentes desse grupo foram submetidos ao condicionamento com ácido fosfórico 32% (*Uni-Etch* Bisco) por 15 segundos e lavados pelo mesmo período de tempo sendo em seguida secos com papel absorvente mantendo o aspecto úmido e brilhante da dentina, em seguida foram contaminados com saliva humana que foi colocada na dentina por 10 segundos sendo lavada e recondicionada com ácido fosfórico 32% (Bisco) por 10 segundos e novamente lavado pelo mesmo período de tempo e

seco com papel absorvente tomando o cuidado de manter o aspecto úmido e brilhante da dentina, após isso foi aplicado o sistema adesivo sobre a superfície recondicionada seguindo os mesmos protocolos de aplicação e fotopolimerização utilizados nos outros grupos.

➤ **Grupo 5 (GV)**

Os dentes pertencentes a esse grupo após sofrerem o condicionamento ácido da dentina por 15 segundos com ácido fosfórico a 32% de concentração seguida de lavagem abundante com água pelo mesmo período de tempo e secagem com papel absorvente, tendo sempre a preocupação de manter a dentina úmida e com aspecto brilhante, foram contaminados com sangue fresco, sendo o sangue colocado sobre a dentina condicionada pelo período de tempo de 10 segundos e mantido sem lavar, sendo somente limpo com jato de ar por 10 segundos. A seguir foi aplicado o sistema adesivo *One-Step*, seguindo as recomendações do protocolo para trabalhos “*in vitro*” fornecido pelo fabricante e fotopolimerizando-o pelo período de tempo de 40 segundos com o auxílio de um aparelho fotopolimerizador modelo (Optilux 360-Demetron-Kerr Corporation), previamente calibrado em radiômetro de modo que a intensidade de luz gerada foi sempre superior a 400w/cm e com ponta ativa o mais próximo possível da superfície.

➤ **Grupo 6 (GVI)**

Nesse grupo os dentes foram submetidos ao condicionamento dentinário por 15 segundos com ácido fosfórico a 32% de concentração (*Uni-Etch* Bisco) seguida de lavagem abundante com água pelo mesmo período de tempo e secagem com papel absorvente, tendo sempre a preocupação de manter a dentina úmida e com aspecto brilhante, após esse condicionamento os dentes foram contaminados com sangue fresco que foi colocado sobre a dentina pelo período de tempo de 10 segundos sendo logo em seguida lavado com jato de ar e água por 10 segundos e secados com papel absorvente tendo a preocupação de manter a dentina úmida e com aspecto brilhante para a aplicação do sistema adesivo *One-Step*, seguindo as recomendações do protocolo para trabalhos “*in vitro*” fornecido pelo fabricante e fotopolimerizando pelo período de tempo de 40 segundos com o auxílio de um aparelho fotopolimerizador modelo (Optilux 360-Demetron-Kerr Corporation), previamente calibrado em radiômetro de modo que a intensidade de luz gerada foi sempre superior a 400w/cm e com ponta ativa o mais próximo possível da superfície.

➤ **Grupo 7 (GVII)**

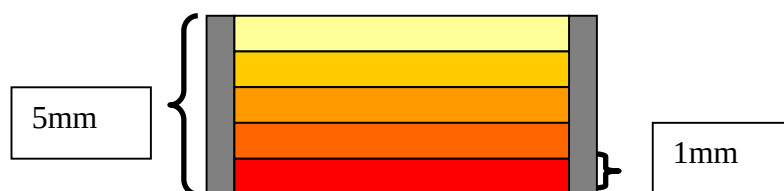
Os dentes desse grupo foram submetidos ao condicionamento com ácido fosfórico 32% (*Uni-Etch* Bisco) por 15 segundos e lavados pelo mesmo período de tempo sendo em seguida secos com papel absorvente mantendo o aspecto úmido e brilhante da dentina, em seguida foram

contaminados com sangue fresco que foi colocado na dentina por 10 segundos sendo a mesma lavada e recondicionada com ácido fosfórico 32% (Bisco) por 10 segundos e novamente lavada pelo mesmo período de tempo e seco com papel absorvente tomando o cuidado de manter o aspecto úmido e brilhante da dentina, após isso foi aplicado o sistema adesivo sobre a superfície recondicionada seguindo os mesmos protocolos de aplicação e fotopolimerização utilizados nos grupos anteriores.

4.5 Restaurações dos dentes com resina composta.

Uma vez realizado o preparo dentinário de cada grupo com seus respectivos protocolos de trabalho os mesmos foram um a um, sendo preparados com as variáveis de contaminação e limpeza, e submetidos a confecção da coroa com a resina composta *Renew* (Bisco), com o auxílio de uma espátula para compósito *Tompson* (Tompson GTX n ° 9) e uma matriz de aço individual em forma de T de 0,7 X 0,07mm (Metalúrgica Fava-S.A- São Paulo – SP), em pequenos incrementos de aproximadamente 1mm (fig 13 e 14), os quais foram polimerizadas individualmente por 40 segundos de acordo com as recomendações do fabricante com o mesmo aparelho utilizado para polimerizar os sistemas adesivos, até conseguir uma coroa de resina composta aderida ao tecido dentinário com exatos 5mm de altura. A altura dos blocos de resina foram

controlados com o uso de uma sonda milimetrada utilizada antes da inserção do composto de modo a posicionar a matriz no dente já na altura desejada. Deve-se salientar que nesse momento da metodologia não houve muita preocupação com a padronização da área aderida pelos blocos de resina, já que esta padronização foi dada com precisão no ato do corte dos dentes quando do preparo dos espécimes para o teste de microtração. Depois de completada a construção da coroa de resina composta foi feita a remoção da matriz de aço e cada face da coroa recebeu uma polimerização adicional de 40 segundos (fig 15), em seguida os conjuntos foram mergulhados em recipientes com água destilada devidamente identificados e armazenados em estufa de cultura (Fenem-Ltda.- São Paulo-SP) a temperatura de 37 °C, pôr 24 horas.



13 - Inserção da resina composta no interior da matriz metálica, em 5 incrementos. Cada cor representando um incremento



Figura 14- Dente sendo restaurado com os incrementos



Figura 15- Dente restaurado

4.5.1 Ciclagem térmica.

Vencido o prazo de estufa os corpos de prova foram marcados em suas raízes, com esmalte de unha com cores diferentes para cada grupo e simultaneamente (em uma primeira etapa os grupos contaminados com saliva e em uma segunda os grupos contaminados com sangue) foram submetidos a um aparelho de ciclagem térmica (Ética Equipamentos Científicos S/A –São Paulo – SP) (fig 16), as temperaturas de 5°C e 55°C em água, com um tempo de permanência de 15 segundos em cada temperatura em um total de 1000 ciclos. Encerrado o procedimento de ciclagem térmica, os corpos de prova foram armazenados em frascos plásticos identificados com água destilada mantidos a uma temperatura de 37°C pôr 24 horas.



Figura 16 - Máquina de termociclagem
Ética.

4.6 Obtenção dos espécimes para o teste de microtração.

Findo o período de armazenamento, os conjuntos formados por resina composta e dente foram fixados em suporte de madeira com godiva de baixa fusão (Exata, DFL industria e Comércio LTDA, Rio de Janeiro, RJ, Brasil) (fig 17 e 18), e com o auxílio de uma máquina ISOMET 1000 e disco de diamante série 15LC em 400 rotações por minuto e com constante irrigação foi feito o primeiro corte para a separar as raízes das coroas dos dentes restaurados (fig 19 e 20).



Figura 17- Fixação do dente com godiva



Figura 18- Dente fixado na miniplataforma



Figura 19- Máquina de corte

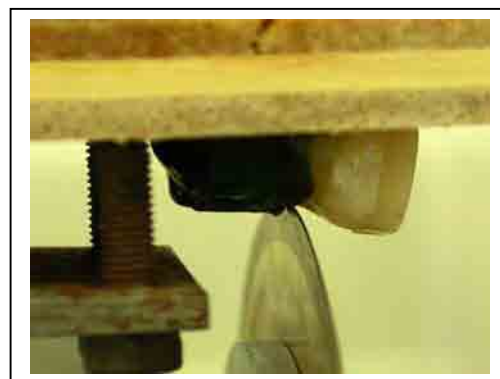


Figura 20- Corte separando a raiz da coroa do dente

Após a separação das raízes das coroas, os dentes foram novamente fixados na miniplataforma de madeira e submetidos a cortes paralelos ao seu longo eixo, com espessura de $1\text{mm} \pm 0,1\text{mm}$, no sentido mesio-dital formando fatias e com a mesma largura (fig 21 a 25).



Figura 21- Separação das raízes



Figura 22- Coroa dente/resina fixada na miniplataforma



Figura 23- Corte da coroa em fatias



Figura 24- Vista no momento dos cortes



Figura 25- Cortes das fatias finalizados

As fatias obtidas foram reposicionadas empilhadas na miniplataforma de madeira e submetidas a novos cortes perpendiculares, obtendo espécimes em formas de palitos com área adesiva de 1mm^2 (fig 26 a 31).



Figura 26- União das fatias



Figura 27- Fixação com godiva

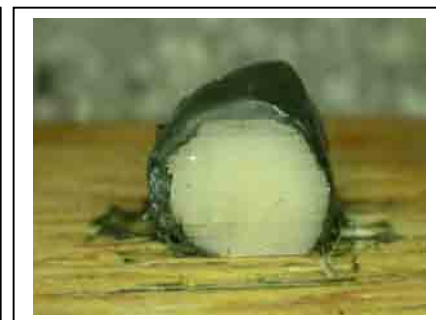


Figura 28- Fatias fixadas para novos cortes



Figura 29- Cortes das fatias



Figura 30- Finalização dos cortes



Figura 31- Corpos de prova finalizados

Cada conjunto formado por resina composta e substrato dentinário, após a realização dos cortes, produzirá em média 10 a 15 palitos⁸ perfazendo um total de 30 a 45 espécimes para cada grupo de tratamento, ficando uma margem de segurança na quantidade de

espécimes para provável eliminação dos espécimes que forem inadequados para o desenvolvimento da metodologia.

4.6.1 Análise dos palitos para o teste de microtração.

Após a confecção dos palitos e antes de serem submetidos ao teste de micro-tração, os espécimes serão avaliados detalhadamente em lupa estereoscópica JENA (*Carl Zeiss – West Germany*) , sob aumento de 30X, a fim de confirmar a ausência de falhas, fraturas, trincas ou inclinação da linha adesiva sendo descartados aqueles espécimes com estas características.

4.6.2 Dispositivo de microtração.

Para a realização deste ensaio, foi projetado e desenvolvido um dispositivo composto de duas partes bi-ajustável onde ocorreu a adesão do corpo-de-prova após a fixação do conjunto, na célula de tração de 1 KN (Load Transducer modelo 66118D – 01), da máquina de ensaios mecânicos MTS 810 (Material Test System - Mineapolis, MN). (fig 32 e 33)



Figura 32-Dispositivo duas partes separadas



Figura 33-Dispositivo duas partes alinhadas

4.6.2 Teste de microtração.

Para o ensaio mecânico, cada espécime foi selecionado através de um sorteio aleatório dentro do universo de espécimes de seu grupo, em seguida de cada palito sorteado era aferidas as medidas transversais de união e também a espessura de dentina remanescente, utilizando-se de um paquímetro universal com leitura eletrônica (DIGIMATIC CALIPER[®], Mitutoyo – Absolute – n^o série BB071467), com precisão de 0,01mm, os espécimes com área da secção diferentes de $1\text{mm}^2 \pm 0,01\text{mm}$ eram descartados e outro palito era sorteado, uma vez dentro das especificações o espécime eram rapidamente apreendido, para evitar desidratação em excesso, com uma pinça, (STAINLESS STEEL AA / General n^o 401 – AA) e fixado pelas extremidades ao dispositivo de microtração com um adesivo instantâneo (*Superbond[®] Gel* - Henkel Loctite Adesivos LTDA) associado a um acelerador (*Zapit accelerator[®]* -

Dental Ventures of America), de modo a posicionar a área de adesão perpendicular ao longo eixo da força de tração .

Os testes de microtração foram realizados a uma velocidade do atuador de 0,5mm/min, utilizando-se uma Máquina de Ensaio Universal MTS (Material Test System 810 – MTS Systems Corporation) (fig 34) com adaptação de uma Célula de Carga de 1KN (Load Transducer modelo 66118D – 01) e a análise dos dados feita com um programa acoplado a estes denominado de *Test Works*[®] - sistema *Test Star II* (fig 35). Ao ser iniciada a aplicação da força de tração, a máquina passava a registrar o percurso da porção inferior de apreensão do dispositivo até a ruptura da união, momento em que o *software Test Works 4* interrompia o teste, processava e fornecia os dados referentes a ruptura, em Newtons(N) e Megapascals(MPa), de acordo com a medida da área adesiva, em milímetros, que havia sido informada previamente ao programa (1mm²).



Figura 34 -Máquina de testes Universais -MTS

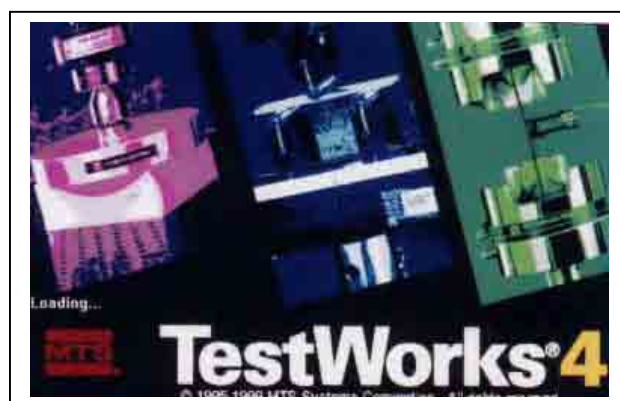


Figura 35 -Tela de abertura do software "*Test Works 4*".

4.6.4 Análise do tipo de fratura

Após a ocorrência das fraturas, os corpos-de-prova foram examinados em lupa estereoscópica (Zeiss: *West Germany* – mod. 475200/9901), em aumento de 60 vezes, para a avaliação e classificação do tipo de fratura ocorrida.

FA = Falha adesiva; fratura ocorrida na linha de adesão

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

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

Posteriormente, foram obtidas fotografias em microscopia eletrônica de varredura das regiões observadas, para ilustração dos tipos de fraturas ocorridos, com a utilização de um microscópio modelo (Modelo JSM 6400v, JEOL Co., Tokyo, Japan), acoplado a estação de captura e análise de imagem.

4.6.5 Preparo do espécime para observação em microscópio eletrônico de varredura.

Foi selecionado um palito de cada grupo de trabalho para que o mesmo pudesse ser observado em microscopia eletrônica de varredura a

fim de avaliar a influência da contaminação assim como do tratamento de limpeza na formação dos Tags de adesivo em dentina.

Após ser feito um polimento seqüencial das interfaces dos palitos utilizando uma politriz com disco de lixa de carbureto de silício de granulação 600 e 1200 a superfície foi condicionada com ácido clorídrico a 6N (aproximadamente 50%) pôr 15 segundos para remoção da “*smear-layer*” criada pelo o polimento, lavada com água destilada e imersos em hipoclorito de sódio a 1% pelo período de 10 minutos e em seguida lavado com água destilada novamente.

O passo seguinte foi à desidratação dos espécimes com a imersão seqüencial em álcool com concentrações de 50, 75, 80, 95 e 100%. Após a desidratação com álcool os mesmos foram colocados num dessecador por 12 horas para permitir a evaporação da umidade ⁸.

Sobre as superfícies dos espécimes foi depositado uma camada de ouro e observados no microscópio eletrônico de varredura (Modelo JSM 6400v, JEOL Co., Tokyo, Japan).

4.6.7 *Planejamento Estatístico*

Os grupos experimentais estudados foram avaliados estatisticamente pela análise de variância, a um critério fixo, referente a tensão máxima. Em caso de significância estatística será aplicado o teste de tukey para comparação dos grupos dois a dois. O nível de significância adotado foi de 5% para a tomada de decisão.

5.RESULTADOS

5.1. Considerações preliminares

Antes da apresentação, propriamente dita, dos resultados obtidos neste trabalho, faremos algumas considerações sobre a análise estatística utilizada.

Aplicamos a análise de variância de dois fatores: o fator contaminação, ou seja, agente contaminante sangue e agente contaminante saliva, e o fator condições de limpeza do substrato dentinário, com três níveis de limpeza (limpeza com jato de ar, limpeza com jato de ar e água e condicionamento dentinário), para avaliar seus efeitos sobre a resistência de união à microtração, em MPa, em sete grupos experimentais (sendo um grupo livre de contaminação, denominado grupo-controle), cada um deles com 20 corpos-de-prova. Pela análise de variância, testamos duas hipóteses: uma hipótese de que ocorrem efeitos diferentes, a partir do tipo de contaminação que a dentina sofreu sobre a resistência de união à microtração, e uma segunda hipótese de que também acontecem diferenças na interação do sistema adesivo, a partir do tipo de tratamento de limpeza da dentina sobre a resistência de união à tração. Quando a análise de variância indicou a rejeição da hipótese, em teste, realizamos comparações múltiplas pelo teste de Tukey para identificar as médias diferentes. Adotamos o nível de 5% de significância como regra de decisão para considerar um efeito ou

uma diferença significativa de médias. A análise de variância pressupõe que os dados dos grupos experimentais sejam independentes e que as populações que os originaram tenham distribuição normal com a mesma variância (ou desvio-padrão).

Além disso, utilizamos gráficos de médias para a interpretação visual dos resultados, nos quais foram representados também os intervalos de 95% de confiança para a média populacional.

5.2. Dados quantitativos

Na Tab. 1 são apresentados os valores de resistência máxima de união à tração, em MPa, obtidos com os corpos-de-prova das duas formas de contaminação utilizadas no estudo, combinados com os três tratamentos de limpeza do substrato dentinário, sendo **GI** = grupo-controle, **GII** = saliva, limpeza com jato de ar; **GIII** = saliva, limpeza com jato de ar e água; **GIV** = saliva, limpeza com recondicionamento dentinário com ácido fosfórico; **GV** = sangue, limpeza com jato de ar; **GVI** = sangue, limpeza com jato de ar e água; e **GVII** = sangue, limpeza com recondicionamento dentinário com ácido fosfórico.

As médias e os desvios-padrão referentes a cada grupo experimental são apresentados na Tab. 2.

A Tab. 3 apresenta uma análise de variância para a tensão máxima, em que se pode observar a variabilidade significativa dos resultados.

A Tab. 4 reflete o contraste estatístico das médias de resistência apresentada em cada grupo, por meio do teste de Tukey, com valor crítico de 5%.

Os dados para o sistema adesivo utilizado são mostrados em uma tabela distinta (Tab. 5), referindo-se ao material *One-Step* (Bisco).

TABELA 1 - Tensão máxima segundo cada grupo
(FOAr-UNESP, 2003).

Réplica	GI	GII	GIII	GIV	GV	GVI	GVII
1	35,63	25,90	27,01	35,63	14,11	16,11	23,55
2	42,80	14,91	27,92	42,80	9,98	21,63	36,05
3	36,87	23,48	30,42	36,87	22,29	40,36	39,46
4	34,47	16,82	27,55	34,47	14,77	43,84	23,76
5	29,98	33,05	26,84	22,33	17,24	24,46	30,49
6	46,79	26,61	25,91	29,98	17,39	26,43	20,63
7	37,39	23,53	33,46	23,12	9,66	24,80	29,07
8	35,30	17,36	17,80	46,79	8,85	25,19	27,93
9	34,58	18,19	32,03	37,39	20,50	30,42	36,49
10	49,83	26,15	17,73	35,30	23,22	16,50	32,96
11	26,58	23,52	15,44	34,58	19,94	20,76	31,12
12	46,48	12,02	16,91	49,83	15,77	31,42	35,47
13	27,06	32,24	32,78	22,90	11,02	21,42	38,04
14	31,42	23,78	20,04	26,58	17,24	20,71	27,66
15	43,67	15,14	11,84	23,00	27,12	29,13	27,88
16	38,61	28,54	21,63	46,48	28,33	17,88	23,55
17	25,40	28,52	24,15	27,06	13,56	23,64	39,88
18	44,41	26,71	19,69	31,42	24,67	18,75	30,32
19	39,58	28,02	30,04	43,67	9,29	11,63	47,06
20	44,73	31,26	33,94	38,61	16,62	31,28	44,56

TABELA 2 - Alguns valores de tensão máxima segundo cada grupo
(FOAr-UNESP, 2003).

Valores	Grupos						
	GI	GII	GIII	GIV	GV	GVI	GVII
Média	37,58	23,79	24,66	34,62	17,07	24,82	32,30
Desvio-padrão	7,20	6,14	6,64	8,81	5,93	7,95	7,23
Coef. de variação	19,16	25,81	26,92	25,44	34,80	32,04	22,39
Mínimo	25,40	12,02	11,84	22,33	8,85	11,63	20,63
Máximo	49,83	33,05	33,94	49,83	28,33	43,84	47,06

Aos dados da Tab. 1 aplicamos a análise de variância, a um critério fixo, referente à tensão máxima, constante da Tab. 3:

TABELA 3 - Análise de variância para tensão máxima.

Fonte de variação	Grau de liberdade	SQ	Quadrado médio	F (int. 5%)
Grupos	6	6195,3554	1032,5592	20,17*
Resíduo	133	6809,8517	51,2019	
Total	139	13005,2072		

* Significativo.

Observamos que houve variabilidade significativa quanto à tensão máxima exercida pelos grupos.

Realizamos um teste complementar de comparação entre esses grupos, como mostra a Tab. 4:

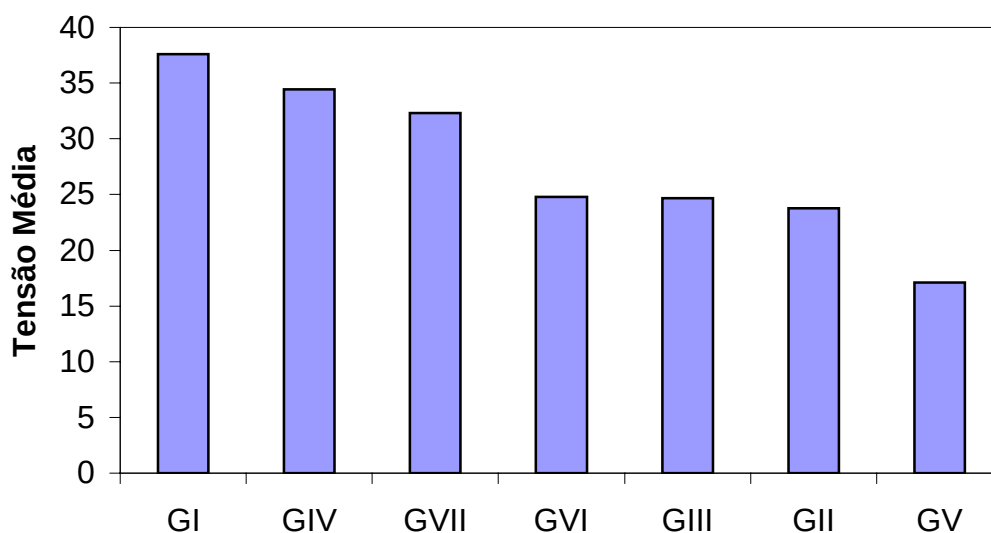
TABELA 4 - Contrastes estatísticos entre os grupos (médias e teste de Tukey).

Grupos	Médias	Tukey (valor crítico a 5%)
GI	37,5790	6,78
GII	23,7875	
GIII	24,6565	
GIV	34,4405	
GV	17,0785	
GVI	24,8180	
GVII	32,2965	
Total	27,8080	

Depois de realizar a análise de variância para avaliar estatisticamente os dois agentes contaminantes combinados com as três formas de limpeza do substrato dentinário, quanto à resistência de união à tração, observamos que a interação entre os agentes contaminantes e as formas de tratamentos de limpeza da dentina foi significativa (valor $p < 0,0001$). Então, o efeito da contaminação depende dos tratamentos de limpeza aos quais o substrato dentinário é submetido. Realizamos a comparação das médias dos grupos experimentais pelo teste de Tukey, ao nível de 5% de significância.

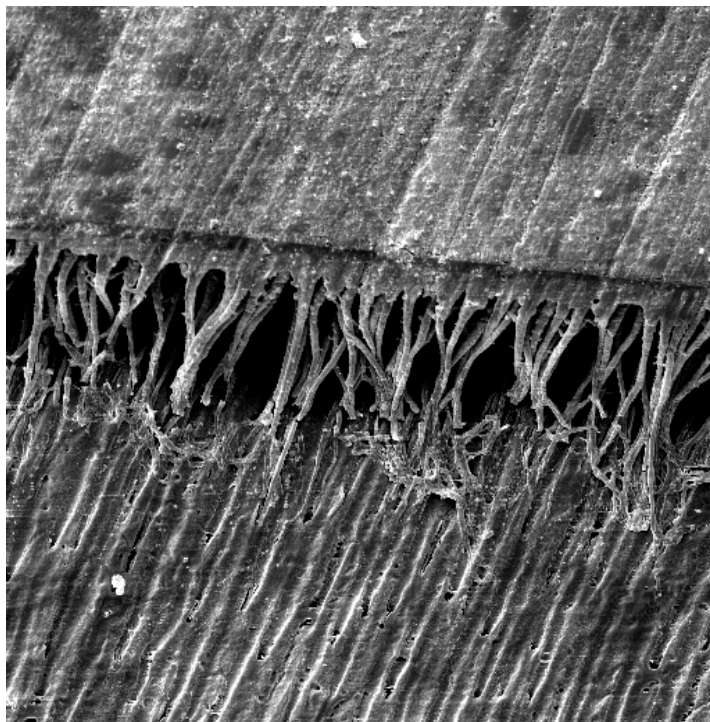
No Gráfico a seguir são apresentadas as médias com os intervalos de 95% de confiança para a média populacional.

GRÁFICO - Tensão média segundo cada grupo (FOAr-UNESP, 2002).

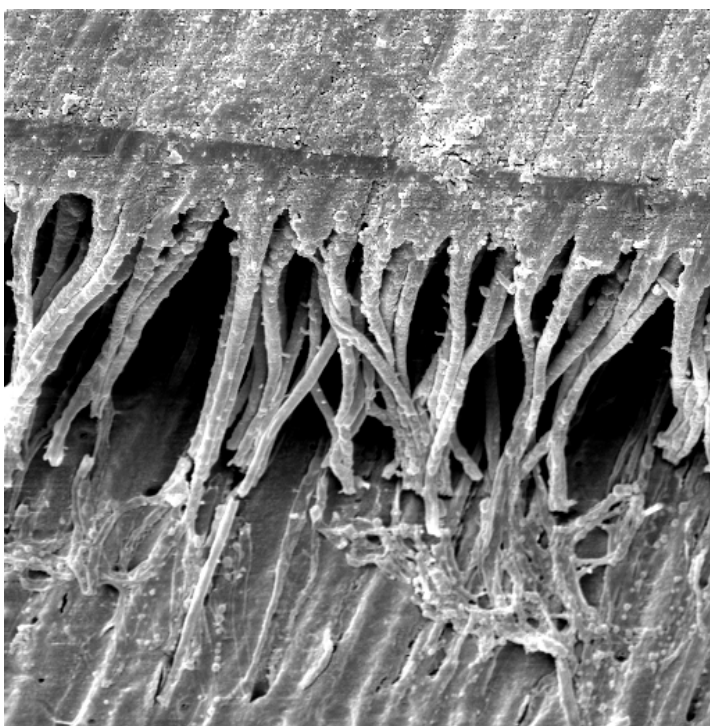


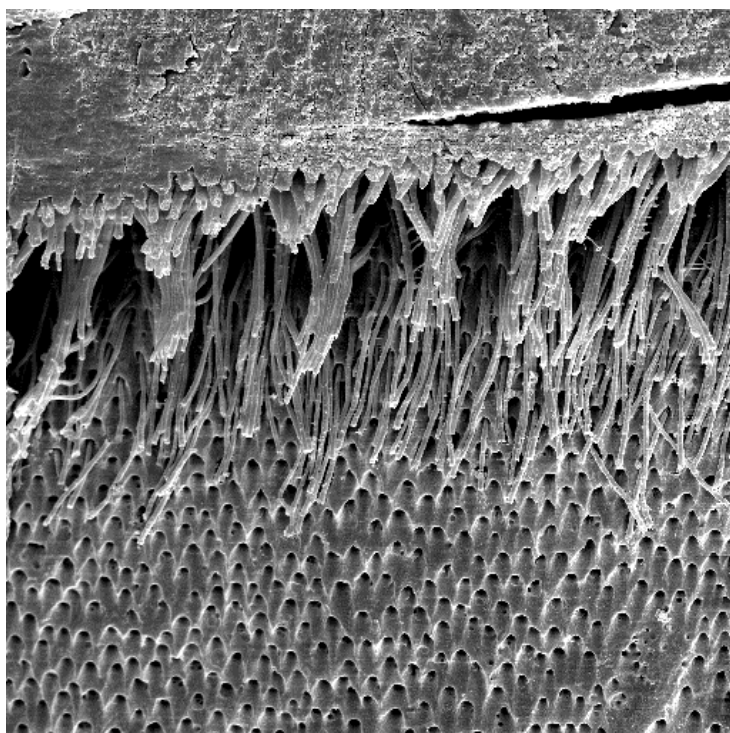
Pelo Gráfico, é possível verificar a semelhança detectada pelo teste de Tukey entre os grupos **GI**, **GIV** e **GVII** como os de maior tensão máxima. Já os grupos **GVI**, **GIII** e **II** foram semelhantes entre si, mas diferentes dos anteriores quanto à tensão máxima, e os grupos **GV** e **GII** apresentaram a menor tensão máxima e foram semelhantes entre si, embora no limite de significância.

As figuras de 1 e 6 apresentam seleção de fotografias ilustrativas de *tags*, obtidas em microscopia eletrônica de varredura, representativas dos grupos em que ocorreu contaminação tanto com saliva quanto com sangue, e as variáveis de limpeza mostrando a formação de *tags* no interior do substrato contaminado.

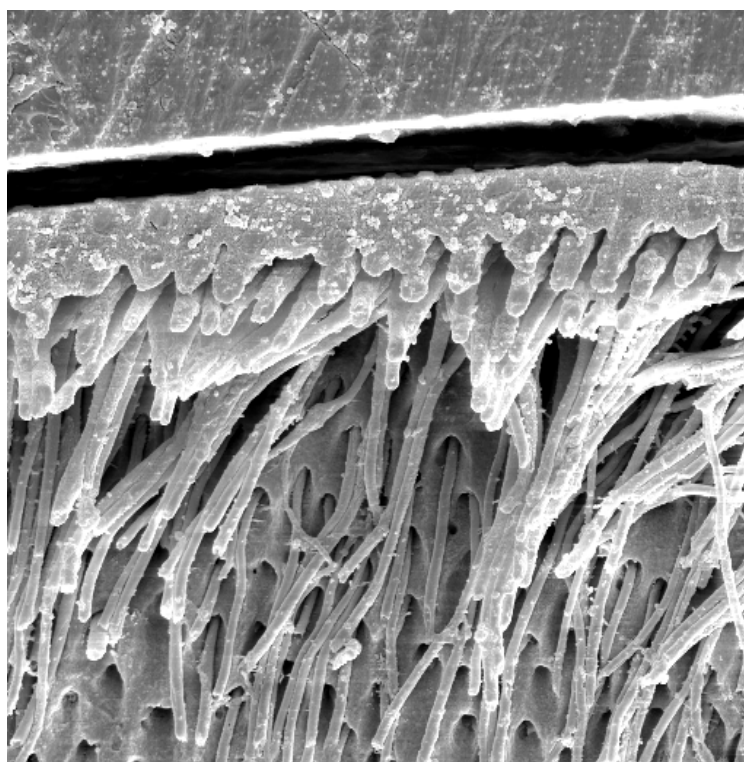


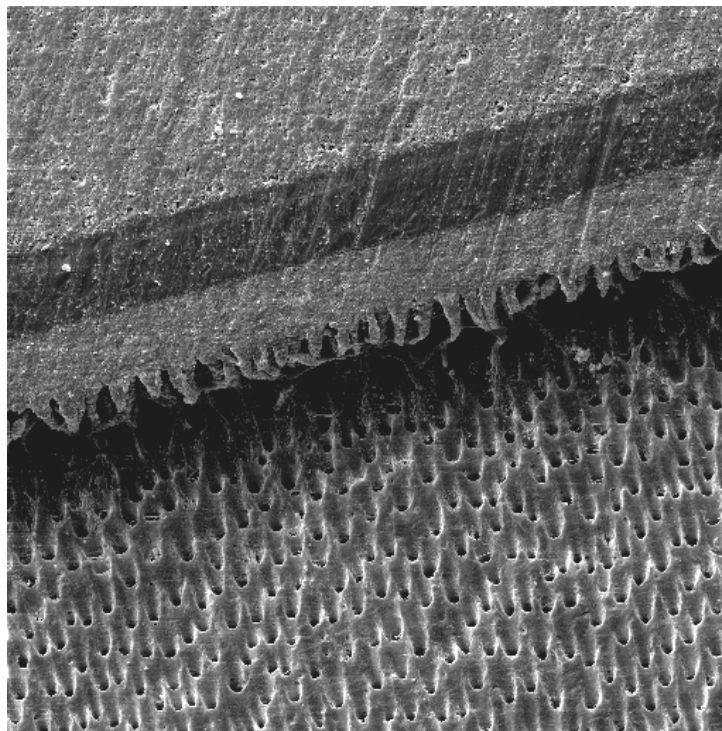
FIGURAS 1 e 2 - Fotografias em microscopia eletrônica de varredura referentes aos *tags* formados em GII - contaminação com saliva e limpeza com jato de ar - em aumentos de 500x e 1000x, respectivamente.



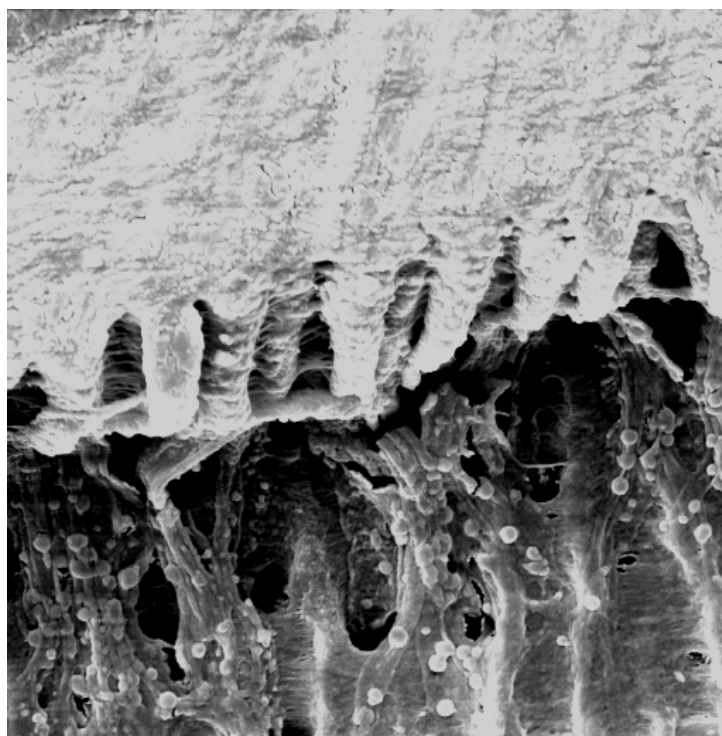


FIGURAS 3 e 4 - Fotografias em microscopia eletrônica de varredura referentes aos *tags* formados em GIV - contaminação com saliva e limpeza com recondicionamento com ácido fosfórico a 32% - com aumentos de 500x e 1000x, respectivamente.





FIGURAS 5 e 6 - Fotografias em microscopia eletrônica de varredura referentes aos *tags* formados em GV - contaminação com sangue e limpeza com jato de ar - com aumentos de 500x e 2000x, respectivamente.



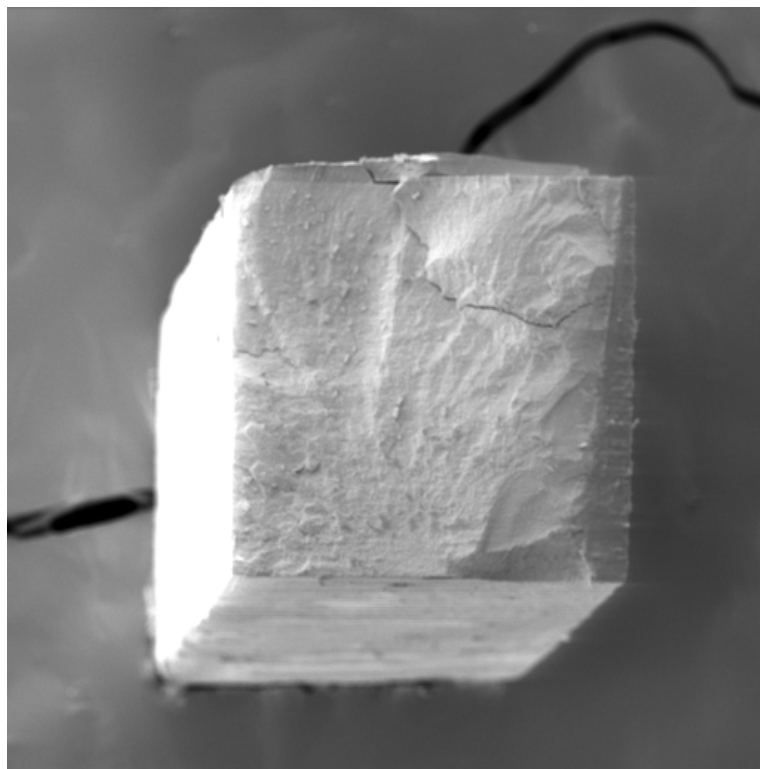
5.3. Falhas ocorridas

Após o rompimento da união dente/restauração, avaliamos as partes remanescentes dos espécimes rompidos em lupa estereoscópica JENA, em aumento de 10 vezes, para classificação das linhas de fraturas obtidas em falha adesiva, falha mista ou falha coesiva (em dentina ou em resina composta).

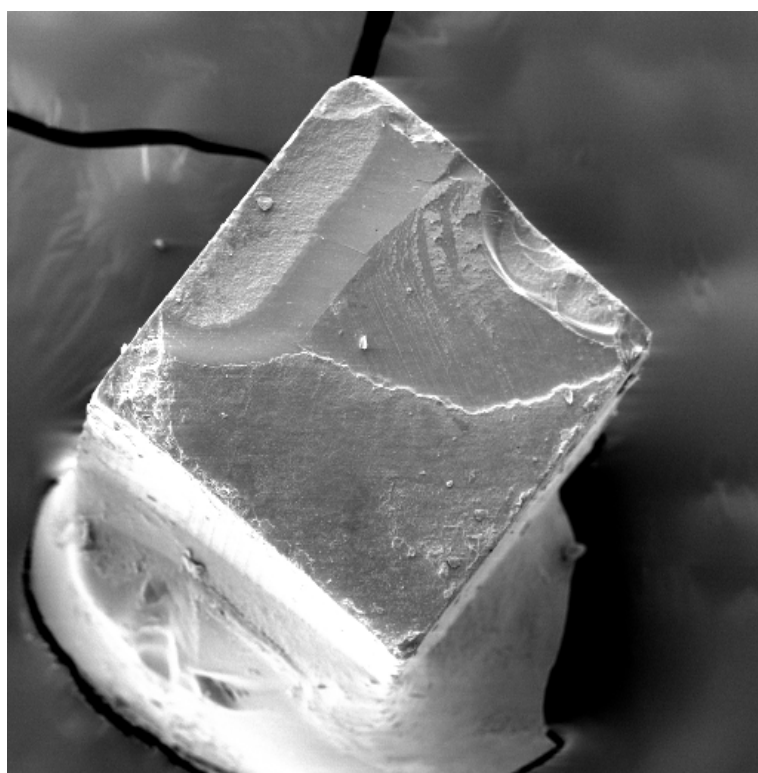
Na Tab. 5 são apresentados os tipos e percentuais de falhas ocorridas nos grupos de trabalho da pesquisa, em função das diferentes formas de contaminação e limpeza do substrato dentinário. A título de ilustração, seguem-se a essa tabela fotografias representativas dos corpos-de-prova e da microscopia óptica das falhas ocorridas, aumentadas de 50 a 1000 vezes.

TABELA 5 - Classificação e percentual de falhas apresentadas com a utilização do sistema adesivo *One-Step* (Bisco), com as duas substâncias contaminantes e com as três formas de limpeza do substrato dentinário.

Falhas	GI	GII	GIII	GIV	GV	GVI	GVII
Adesiva	14-70%	20-100%	20-100%	20-100%	20-100%	20-100%	20-100%
Mista	6-30%	-	-	-	-	-	-
Coesiva	-	-	-	-	-	-	-



FIGURAS 7 e 8 - Falha coesiva do adesivo apresentada em microscopia eletrônica com aumento de 50x, mostrando as partes da resina composta e do substrato dentinário de um mesmo palito fraturado.



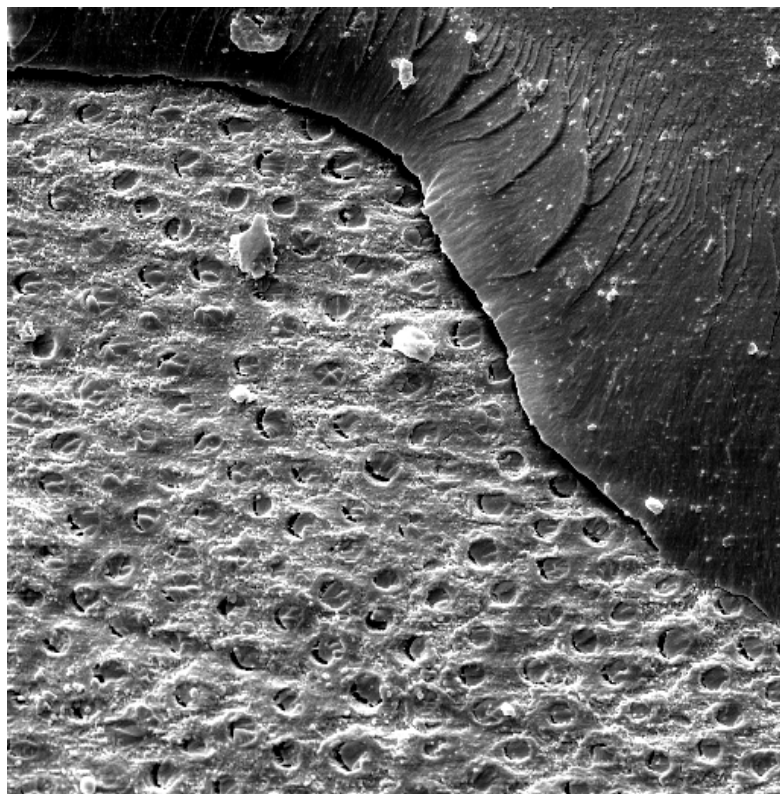
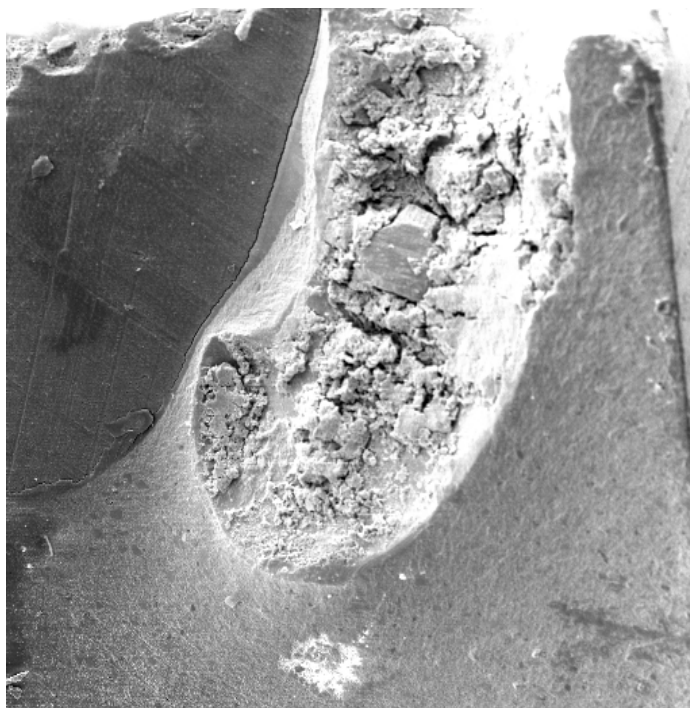
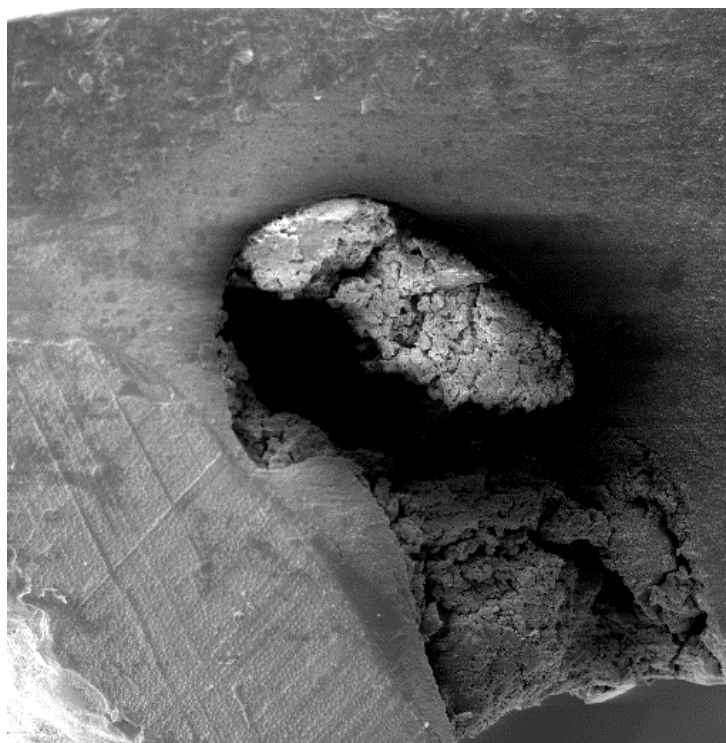


FIGURA 5 - Falha coesiva do adesivo apresentada em microscopia eletrônica com aumento de 500x, mostrando túbulos dentinários obliterados com resina adesiva.



FIGURAS 9 e 10 - Falha mista apresentada em microscopia eletrônica com aumento de 100x, mostrando a porção dentinária do palito com adesivo e parte de resina composta remanescente e a porção de resina composta do mesmo palito com a falha causada no momento da sua ruptura.



6.DISCUSSÃO

É atualmente notório que os sistemas adesivos têm sofrido cada vez mais modificações para se modernizarem, a fim de que os procedimentos restauradores fiquem mais simplificados e as qualidades das restaurações, assim como a sua longevidade, sejam o principal alvo de todas as suas melhorias.

A grande iniciação a esse campo da odontologia adesiva se deu em 1956, quando Buonocore⁶ introduziu o condicionamento com ácido fosfórico a 85% por 30 segundos no esmalte, antes da aplicação da resina restauradora. A partir daí, a evolução em prol da melhora da capacidade adesiva dos materiais foi significativa, primeiramente, em esmalte, e, posteriormente, em dentina, substrato que terá ênfase na presente discussão.

Ainda que os conceitos de hibridização (Nakabayashi et al.³⁸, 1982) tenham sido atualizados, existem grandes tabus que cercam a adesão quando esta é realizada sobre o substrato dentinário, que é um composto biológico de uma matriz de colágeno, preenchida com cristalitos de apatita deficientes em cálcio e ricos em carbonato, com dispersos túbulos dentinários, paralelos, hipermineralizados de tamanho micrométrico, pobres em colágeno.

A composição química da dentina é de, aproximadamente, 50% de volume mineral, 20% de água e 30% de matriz orgânica³⁶. Uma fração

dessa quantidade total de água da dentina fica confinada dentro dos túbulos dentinários, que apresentam uma variação de densidade à medida que se aproximam da polpa⁵, sendo maior na dentina profunda. Torna-se necessário salientar que, devido a essa alteração da densidade tubular, a quantidade de colágeno diminui gradativamente com o aumento de túbulos, assim como aumenta a quantidade de dentina peritubular hipermineralizada.

Assim, quando se discute adesão dentinária, deve-se considerar uma série de fatores quando se relacionam as alterações que ocorrem a cada passo operatório do protocolo destinado a esse processo, tendo-se ainda em vista que não existe, dentro de uma cavidade dentinária, uma uniformidade ou uma conservação do padrão de adesão. Dessa forma, questões relacionadas à concentração de umidade dentinária necessária para maximizar as propriedades dos sistemas adesivos, na formação de uma camada híbrida de qualidade, e ao cumprimento adequado das funções protetoras, seladoras e de união, entre a restauração e a estrutura dental^{21,28,47}, assim como a ausência de qualquer tipo de contaminação, devem ser muito bem analisadas, para que não haja falhas nesse processo.

Nakabayashi³⁸ avaliou, num estudo realizado em 1982, a infiltração dentinária de monômeros resinosos com grupamentos hidrofóbicos e hidrofílicos, como o 4-META, e demonstrou que, quando estes se infiltravam por entre as fibras colágenas expostas pelo tratamento ácido e

após sua polimerização, constituía-se uma zona mista, ácido-resistente de dentina desmineralizada, permeada por resina, denominada “camada híbrida”. Tal camada promovia aumento na resistência de união da resina composta à dentina, demonstrando que a obtenção de uma ótima adesão não se dava exclusivamente pela formação de *tags* no interior dos túbulos dentinários, como se acreditava até então, mas principalmente pela retenção micromecânica dos agentes resinosos com as fibras colágenas da dentina intertubular. Assim, a permeabilidade dos substratos para a adesão aos monômeros e a difusão dos mesmos são fatores essenciais para a formação da camada híbrida. No entanto, as superfícies dentinárias, quando preparadas para adesão, ficam cobertas com uma camada de lama dentinária que contém componentes orgânicos e inorgânicos de esmalte e dentina, com espessura variável denominada *smear layer*³, não estando aderida ao substrato²⁶ nem em continuidade com ele.

Pode-se afirmar sobre essa questão que dois pontos de vista são corretos: um positivo, pois a *smear layer* produziria um forramento dentinário que reduziria a permeabilidade dentinária, sendo mais eficiente do que os vernizes cavitários; e outro negativo, uma vez que essa camada interferiria na adesão do material restaurador à dentina, além de servir como depósito de microorganismos e seus produtos, podendo causar injúria pulpar⁵¹. Conclui-se, pois, que, para a obtenção de melhores níveis de retenção e resistência à união com materiais

restauradores, essa camada deveria ser modificada ou removida com agentes biocompatíveis, ficando a superfície dentinária livre para a melhor ação dos agentes adesivos.

Dessa forma, observa-se que a técnica do condicionamento da superfície dentinária com ácido fosfórico, para remover a *smear layer* e desmineralizar superficialmente a dentina, é amplamente utilizada. Atualmente, nos sistemas adesivos de quarta geração, usa-se ácido fosfórico para remoção da *smear layer*, desmineralização da dentina e exposição das fibras colágenas, no intuito de propiciar a penetração dos monômeros hidrofílicos nessa área e a formação da camada híbrida, cuja espessura está diretamente ligada à profundidade de desmineralização^{18,32,42,43,64}. A perfeita adequação do substrato se dá de forma livre de qualquer agente contaminante, para que o mesmo possa ser submetido ao processo de hibridização.

Dentre os sistemas adesivos de quarta geração que se prestariam a este estudo, escolhemos o sistema simplificado *One Step* (Bisco), que apresenta a acetona como solvente. Observamos que existem muitas dificuldades inerentes ao processo de adesão dentinária e que vários são os fatores que influem negativamente nesse processo, sendo que alguns podem ser controlados pelo profissional e outros fogem a esse controle. Entre os fatores comumente encontrados, estão os mais variados tipos: contaminação por sangue, por saliva, contaminação úmida e por óleo das

peças de mão ou seringa tríplice, superfície dental contendo flúor, presença de placa, desidratação acentuada da dentina, entre outros¹³.

As contaminações do substrato dentinário são atribuídas à interdifusão de macromoléculas provenientes dos materiais contaminantes no interior dos túbulos dentinários e também na região intertubular⁴⁹. Em uma análise em MEV, Pashley et al.⁵⁰ afirmaram que a permeabilidade dentinária é de vital importância para a adesão à dentina e que a penetração da resina nos túbulos dentinários pode selar efetivamente os mesmos e contribuir na resistência à união, se a mesma ocorrer nas paredes dos túbulos dentinários. Caso a resina não venha a se infiltrar adequadamente, pode ocorrer queda dos valores de força de união, além de haver uma exposição das fibras colágenas desprotegidas à degradação hidrolítica⁴⁶, fato esse que se torna real em caso de contaminações, principalmente por sangue, como se pode verificar no presente trabalho.

Assim, essas contaminações, quando ocorrem com saliva ou sangue, apresentam perda de força adesiva em torno de 30% a 40% para a saliva e de até 70% para o sangue^{48,77}. As diferenças de valores podem ser atribuídas ao fato de o sangue apresentar um alto conteúdo de proteínas (6,7%), quando comparado ao da saliva, que é de apenas 1%. Essas proteínas do sangue humano, quando associadas a macromoléculas como o fibrinogênio, formam uma fina película na superfície dentinária, impedindo a infiltração do agente adesivo dentro dos

túbulos dentinários, comprometendo todo o processo adesivo. Abdallah e Davidson¹ constataram esse fato quando utilizaram contaminação com sangue em vários sistemas adesivos, à base de acetona ou água. Além disso, verificaram que a força de adesão sempre foi significativamente inferior para esse agente contaminante, mesmo que, durante todo o processo de adesão, houvesse variação do momento em que a contaminação ocorresse, revelando ainda que os efeitos do sangue sobre a resistência adesiva variam muito, dependendo das condições da superfície aderente³⁸. Uma investigação feita por Dietrich et al.¹⁶ revela outro fator importante: em trabalhos de pesquisas laboratoriais, deve-se usar sempre sangue fresco, recentemente extraído. Por isso, optamos, na presente pesquisa, pela coleta do sangue no momento em que a contaminação fosse ocorrer em cada restauração.

A contaminação por saliva, apesar de afetar o processo adesivo^{1,74,75}, não impede que o mesmo ocorra; muitas vezes, não promove alterações significativas na adesão^{1,18,19,37,77} e não evita a formação, ainda que delgada, da camada híbrida nem a penetração da resina adesiva nos túbulos dentinários. Em sua composição, a saliva apresenta eletrólitos inorgânicos, carboidratos livres, proteínas e alguns tipos de lipídios, em quantidades proporcionalmente reduzidas. A significância biológica desse composto se deve a sua participação na formação da película adquirida na aderência bacteriana e no equilíbrio iônico da superfície dentinária, uma vez que a presença de glicoproteínas

pode contribuir para a queda nos valores de adesão dentinária, quando ocorre a contaminação de sua estrutura com saliva, visto que os radicais fósforo dessas proteínas apresentam uma forte afinidade com o cálcio da dentina e, por conterem alto peso molecular, competem com os monômeros hidrofílicos do adesivo, o que, teoricamente, pode resultar em diminuição das forças de adesão³⁸. Muito provavelmente, a camada híbrida resultante na superfície contaminada por saliva revele não só a formação de um composto de monômeros hidrofílicos e fibras colágenas, mas, também, de complexos protéicos que se ligaram ao cálcio da dentina. Outro fator a considerar é a capacidade tampão da saliva que pode atuar frente a uma superfície desmineralizada, como se encontra a dentina após o condicionamento ácido. Todavia, o tempo de contato da saliva com a superfície dental é curto para que alguma alteração possa ocorrer.

Assim, para os seguintes grupos: **GI** = grupo-controle livre de contaminação; **GII** = contaminação com saliva e limpeza com jato de ar; **GIII** = contaminação com saliva e limpeza com jato de ar e água; **GIV** = contaminação com saliva e limpeza com recondicionamento dentinário com ácido fosfórico; **GV** = contaminação com sangue e limpeza com jato de ar; **GVI** = contaminação com sangue e limpeza com jato de ar e água; **GVII** = contaminação com sangue e limpeza com recondicionamento dentinário com ácido fosfórico, as médias de resistência de união à tração obtidas com o sistema adesivo *One Step*, para as duas diferentes

condições de contaminação do substrato dentinário e as três formas de limpeza do mesmo, foram, respectivamente, de 37,58MPa, 23,79MPa, 24,66MPa, 34,62MPa, 17,07MPa, 24,82MPa, e 32,30MPa. Os resultados obtidos apresentam um reflexo de cada uma das condições de contaminação e limpeza em relação ao substrato dentinário. Verificamos ainda que, no **GI**, que representa a condição-padrão de utilização, foi obtido melhor resultado de união. Esse comportamento deve-se, em especial, às evidências de uma ótima infiltração dos monômeros hidrofílicos na dentina desmineralizada pelo ácido fosfórico quando em condições normais de tratamento dentinário. Ao confrontarmos os resultados obtidos em **GI** com os dos demais grupos de trabalho da pesquisa, constatamos pequenas oscilações em relação à média obtida em **GI** (37,58MPa); porém, no limite de significância estatística, apenas nos grupos **GII** e **GV**: 23,79MPa e 17,07MPa, respectivamente; nos grupos **GIII** e **GVI**, verificamos pequenas oscilações nas médias de resistência obtidas (24,66MPa e 24,82MPa, respectivamente), as quais não foram estatisticamente significantes; e nos grupos **GIV** e **GVII**, os valores obtidos foram os que mais se aproximaram do grupo-controle (34,62MPa e 32,30MPa, respectivamente).

Dessa forma, quando se trata de contaminação dentinária, deve-se considerar a influência da duração dessa contaminação em diferentes estágios, durante o procedimento adesivo. Diante disso, Hitmi et al.²⁹ mostraram que, variando-se três tempos distintos em três estágios

diferentes dos procedimentos adesivos, os sistemas de frasco único não apresentam efeitos adversos sobre a eficácia adesiva quando a contaminação ocorre previamente à sua aplicação, e que a contaminação salivar não tem o mesmo comportamento em diferentes estágios do processo adesivo com adesivos modernos. É certo, então, segundo Safar et al.⁶⁰, que o processo adesivo livre de contaminação possui adesão mais resistente do que os que sofrem contaminação, levando-se ainda em consideração que dentes contaminados não apresentam entre si diferenças estatísticas significantes em relação ao momento em que a contaminação ocorre. Quando, porém, a contaminação acontece após o condicionamento, a redução da resistência adesiva é sempre maior.

Todos esses aspectos devem ser considerados em um processo de adesão, porém, a forma mais eficiente de adesão conhecida hoje é conseguida na superfície dental úmida⁴². Alguns estudos indicam que a estrutura da matriz de dentina desmineralizada é muito diferente nos estados seco e úmido^{54,80}. Existe uma evidência acumulada de que essas mudanças estruturais produzem profundas alterações na permeabilidade da matriz dentinária perante os monômeros resinosos hidrofílicos⁴⁸.

Para Kanka³⁶, os sistemas adesivos que utilizam acetona como solvente apresentam maior capacidade de carreamento dos monômeros hidrofílicos em dentina úmida. Recentes estudos de adesão em dentina ratificam essa afirmação e asseguram que os sistemas adesivos que contêm monômeros hidrofílicos, diluídos em acetona ou etanol,

proporcionam melhores resultados de união à dentina úmida, quando confrontados com resultados obtidos em dentina seca. A aplicação de jato de ar comprimido de forma inadequada pode desidratar a dentina e, conseqüentemente, colapsar a rede de fibras colágenas, dificultando o seu adequado envolvimento pela substância adesiva, uma vez que a camada híbrida formada na dentina desidratada ou supercondicionada afeta, sobremaneira, sua qualidade de selamento, a resistência adesiva e a capacidade de promover a proteção biológica do dente^{57,81}. Assim sendo, tomamos o cuidado de calibrar a pressão de saída do ar comprimido da seringa tríplice em 40Lb/Pol² para todos os grupos em que usamos ar como agente de limpeza, aplicando-o a uma distância média de 10 centímetros por 10 segundos. Quando utilizamos o ácido como forma de limpeza do substrato, o recondicionamento ácido se deu pelo período de tempo de 10 segundos⁴¹. Porém, se, por um lado, a água é crucial para a manutenção da arquitetura das fibras colágenas, por outro, seu excesso pode prejudicar a adesão, uma vez que os sistemas adesivos atuam na dentina provocando o deslocamento de água pelos solventes voláteis do *primer*, o que resulta na formação de uma camada de dentina impregnada por resina. A interação, contudo, desse mesmo *primer* com a água “deslocada” residual ou em excesso, seguida pela evaporação dos solventes voláteis, resulta em uma separação das fases dos componentes do *primer*. Esse fenômeno de sobreumedecimento parece resultar de uma emulsão de polimerização, envolvendo interações

irreversíveis dos componentes bifuncionais do *primer*, solúveis em água, com aqueles que são insolúveis em água, pela formação de micelas, redundando na ausência total de integridade interfacial. Assim, tanto uma ligeira secagem da dentina resulta em incompleta infiltração de resina na região intertubular, como o excesso de água compromete severamente a infiltração de resina na região intratubular⁷⁸. A umidade necessária para a perfeita adesão à dentina também não significa contaminação por saliva ou sangue.

Outra questão relevante para os testes de adesão está na escolha e na manipulação dos sistemas adesivos. Perdigão et al.⁵² estudaram o efeito do uso dos sistemas adesivos simplificados, do tipo frasco único, simulando as repetições de abrir e fechar o frasco que continha 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 três semanas. Demonstraram, também, que a evaporação dos sistemas que contêm acetona é maior, sendo, pois, muito importante adotar-se o protocolo de utilização indicado pelos fabricantes. Esses fatos nos levaram a escolher o sistema adesivo *One-Step* (Bisco) à base de acetona, a seguir o protocolo para pesquisas *in vitro* recomendado pelo fabricante e a utilizar o mesmo frasco de adesivo pelo período máximo de duas semanas, após aberto pela primeira vez.

Como são muitas as variáveis existentes para adesão em dentina, principalmente pela complexidade que envolve sua estrutura química e anatômica, são igualmente muitas as variações que ocorrem nos resultados de resistência nos diversos trabalhos encontrados na literatura. Isso se deve, outrossim, às condições laboratoriais em que os testes são realizados, o que também pode influenciar os resultados finais, como: o tipo de dente empregado na pesquisa, a forma de preparo da dentina, o tipo de materiais resinosos, o tipo de teste empregado e a forma e o tempo de armazenamento das amostras. No caso presente, não ocorreu variação dos materiais empregados nos grupos de trabalho da pesquisa; houve o cuidado de padronização dos dentes utilizados e o teste foi realizado 24 horas após a confecção dos corpos-de-prova. Para Hogan³⁰, o armazenamento dos espécimes em água por um período maior do que sete dias influenciava na longevidade da adesão, resultando em uma resistência à tração significativamente menor após esse período.

Carvalho et al.⁹ investigaram a resistência máxima à tração da dentina humana, em função da orientação e densidade dos túbulos dentinários, e detectaram que a resistência máxima à tração foi de $57,6 \pm 11 \text{ MPa}$, quando a força de tração foi aplicada paralelamente aos túbulos, enquanto foi de $80,0 \pm 13,6 \text{ MPa}$ quando da aplicação da força perpendicularmente. Foi observada uma relação inversa entre a resistência adesiva e o número de túbulos por milímetro quadrado, embora ela não tenha sido estatisticamente significativa. Os autores

concluíram que a resistência máxima à tração da dentina mineralizada depende da direção da aplicação das forças de tração, mas independe da densidade dos túbulos dentinários.

Existem relatos na literatura de que as diferenças entre os valores encontrados para as forças de união não são consistentes sob os testes de cisalhamento ou tração para experimentos teoricamente idênticos⁷⁷. Estudos que avaliam a sensibilidade dos valores de força de união às condições de teste, mediante uma análise de tensão por elemento finito, mostram que a força de união nominal pode mudar de acordo com a geometria do espécime, com a configuração das cargas, com a dureza do material e com diferentes métodos de aplicação do adesivo⁷⁷, devido às diferenças que são encontradas na distribuição das tensões. Portanto, diferenças na força de união nominal podem ocorrer, não necessariamente em função das variações na adesão, mas, sim, das condições experimentais adotadas, donde se conclui que, quando uma resina composta aderida a uma superfície plana de dentina é testada, seja sob tração ou cisalhamento, a distribuição das tensões na interface é altamente heterogênea. As tensões são sensíveis aos detalhes do teste empregado: a sensibilidade à aplicação da carga é particularmente aguda nos testes de cisalhamento. O conceito de média das tensões para medida da força de união não representa uma avaliação realística. Essa medida não indica uma propriedade do material, pois os valores são dependentes das condições locais, tendo o atual estresse pouca relação

com a média das tensões. Isso demonstra que há uma necessidade de padronização dos testes de medida da força de união para que uma comparação válida entre diferentes condições adesivas possa ser feita. Esse fato nos levou, durante a execução do trabalho, a fazer sorteios dos dentes de cada grupo, em um universo de dentes padronizados segundo as características anatômicas e também de idade, e, ainda, após os corpos-de-prova estarem prontos e separados em seus devidos grupos de pesquisa, a fazer a escolha dos mesmos aleatoriamente, dentro de seu universo, a fim de minimizar as diferenças de padronização do trabalho.

A partir de uma revisão bibliográfica quanto à relevância clínica das investigações *in vitro* sobre adesivos dentinários, particularmente no que diz respeito aos testes de resistência, Finger²⁰ conclui que os valores de força de união obtidos de diferentes fontes não são prontamente comparáveis, assim como são modos grosseiros de avaliação da eficácia do adesivo, devendo, então, haver maior padronização dos mesmos.

Pashley et al.⁴⁹, observando que grandes avanços vêm sendo alcançados com relação aos adesivos atuais, de forma que altos valores de força de união têm sido conseguidos, e que muitos estudos da literatura têm mostrado que a maioria das fraturas ocorridas durante os testes de cisalhamento apresenta um grande número de falhas coesivas em dentina, com valores menores de fratura do que os encontrados para os sistemas adesivos na literatura, levaram os pesquisadores a buscar outras maneiras de avaliar a interface de adesão. Em conseqüência,

novos testes têm sido desenvolvidos, como é o caso do ensaio de microtração, cujas vantagens são: proporcionar o aparecimento de maior número de falhas adesivas, medir altos valores de força de união, avaliar a força de união em regiões restritas, permitir o cálculo de valores em um único dente, possibilitar testes de união em superfícies irregulares, propiciar a avaliação da união em pequenas áreas e facilitar a avaliação ao microscópio eletrônico de varredura. Por outro lado, o teste apresenta como desvantagens: técnica laboratorial trabalhosa e sensível, dificuldade de se medirem forças de união menores do que 5MPa, necessidade de equipamento especial e desidratação rápida dos espécimes devido ao seu tamanho reduzido.

O teste de microtração original, proposto por Sano et al.⁶¹, preconiza a realização de cortes seriados nos corpos-de-prova, os quais resultariam em secções de aproximadamente 1mmx1mmx0,8mm de espessura. Esses corpos, posteriormente, receberiam um desgaste na região da interface adesiva, com o auxílio de pontas diamantadas em alta rotação, para formar uma concavidade e possibilitar a concentração de tensões nessa área, durante o ensaio de tração. Contudo, caso pressões excessivas fossem aplicadas na ponta diamantada durante o preparo da concavidade, a união poderia falhar. Do mesmo modo, se a ponta girasse de maneira excêntrica, poderia também gerar demasiada vibração, danificando a união. Devido a esses fatores, materiais ou regiões que produzissem baixos valores de força de união (menores do que 5MPa)

normalmente falhavam durante o desgaste. Segundo os autores, os resultados desse estudo demonstraram a utilidade do novo teste de tração que usa áreas de superfície pequena, evidenciando uma grande porcentagem de falhas adesivas na interface. Por causa da grande variação dos resultados de tração em relação à área de superfície, seria melhor que fossem usadas áreas entre $1,6\text{mm}^2$ e $1,8\text{mm}^2$ para os testes de tração em que se utilizasse essa técnica.

Pashley et al.⁴⁷, em 1997, realizaram uma revisão da literatura com o objetivo de descrever, em um artigo, as várias modificações do teste de microtração. Os autores relatam que, essencialmente, na metodologia usada no teste de microtração, foi feita a secção de um dente restaurado com resina composta em várias partes, cujas espessuras variaram de 0,5mm a 1,0mm, de modo que a força de tração ficasse concentrada nessa região. Dentre as várias vantagens da técnica, destaca-se, principalmente, a de que um dente é capaz de produzir vários espécimes e a de que não há necessidade do uso de uma matriz para delimitar a área.

Um aspecto interessante do teste está relacionado às suas várias modificações usadas para medir diferenças regionais de adesão, tais como: áreas distintas na dentina oclusal, na superfície externa do dente, da coroa à raiz; superfície interna dos canais radiculares, nos terços cervical e apical; comparação entre dentinas afetadas por cárie e esclerótica com dentina normal. Uma contribuição importante desse

ensaio diz respeito à técnica que não realiza o desgaste da interface adesiva, dando às amostras um formato mais uniforme em forma de “palito”, e que, aparentemente, gera uma quantidade menor de estresse na união. Até valores de força adesiva menores do que 5MPa têm sido medidos por essa técnica. Pashley et al.⁴⁷ relatam, ainda, que a técnica é ideal para a avaliação, a longo prazo, da durabilidade da união adesiva com os tecidos duros. Os autores concluem que o ensaio de microtração oferece uma versatilidade que não pode ser alcançada pelos métodos convencionais. Apesar de ser mais trabalhoso, o teste apresenta grande potencial para prover informações sobre a força de adesão de materiais restauradores em função do tempo. Finalmente, há que se considerar que o uso de pequenas áreas adesivas propicia o aparecimento de menos falhas coesivas^{2,15,30,33,54,55,60}, o que determina uma menor variação nos resultados, e que, quanto menor for a secção transversal de um material, menor também será a probabilidade de incorporação de defeitos que funcionam como centros de concentrações de tensões e, conseqüentemente, de áreas de propagação de fraturas. Essas pequenas áreas, por promoverem uma distribuição mais homogênea das tensões, também são responsáveis pelos altos valores de união encontrados para o teste de microtração, o que facilita a manipulação dos espécimes.

Apesar de todos os cuidados a serem tomados em relação aos testes de microtração, as análises detalhadas dos espécimes, antes de serem submetidos ao teste, são de extrema importância. Ferrari¹⁹

desenvolveu um estudo com espécimes para teste de microtração que foram submetidos a um estudo de MEV, cujo objetivo era encontrar, na estrutura, defeitos que pudessem ser responsáveis pelas falhas prematuras dos mesmos. Em oitenta palitos de amostras observadas, nenhum esteve livre de defeitos, que consistiram em microtrincas do esmalte, a maior parte freqüentemente na periferia do palito ou na dentina ao nível da camada híbrida. Observaram-se muitas fendas na interface com o substrato, algumas ocasionalmente dentro da resina composta dos palitos. Os espécimes de esmalte tenderam a exibir mais defeitos do que os espécimes de dentina, uma vez que esta é um tecido mais uniforme do que o esmalte, que também apresenta mais fragilidade, sendo, então, os corpos-de-prova mais propensos a falhas. Essa conduta é uma questão de confiança para os testes de microtração em esmalte. Se o desenvolvimento do método parece sensível, a baixa quantidade de espécimes íntegros determinados antes da aplicação da força torna possível prever que o desempenho é abaixo da força.

Mesmo assim, pelos tipos de fraturas observados nos diversos corpos-de-prova, podemos destacar uma grande concentração de falhas adesivas, tendo sido essa a ocorrência mais encontrada em todos os grupos, independentemente do tipo de contaminação ou da forma de limpeza utilizada. Na Tab. 5 dos resultados, pode-se constatar que apenas seis espécimes, todos do **GI**, apresentaram falhas mistas referentes ao substrato livre de contaminação, e que a grande totalidade

das falhas foi do tipo adesivo. Então, acreditamos que essa distribuição tenha ocorrido em virtude das contaminações apresentadas em cada substrato e que, pelo fato de ter sido verificado um padrão referente ao domínio das falhas adesivas, houve influência das condições de tratamento dos substratos dentinários, bem como das formas de limpeza dos mesmos. Isso confirma que a interface adesiva, geralmente, suporta menos as forças aplicadas pelo teste de tração quando as condições do substrato são submetidas a situações de contaminações, se comparada ao substrato dentinário adequadamente preparado.

Os estudos da resistência de união proporcionada pelos sistemas adesivos são foco de grande atenção por parte dos pesquisadores. Segundo Retief et al.⁵⁹, forças de união entre 17MPa e 24MPa são capazes de resistir eficientemente às forças de contração dos materiais resinosos. Os resultados proporcionados pelos diferentes sistemas adesivos demonstram maior influência das condições técnicas de utilização, que são do controle do cirurgião-dentista, do que das propriedades inerentes a cada um dos materiais. Assim, consideramos que é de importância fundamental controlar as condições clínicas de execução da técnica restauradora para obtenção dos melhores resultados de adesão.

Os sistemas adesivos, de modo geral, são materiais apropriados ao uso nos procedimentos a que se propõem seus fabricantes, mas a atuação do profissional deve aliar o conhecimento do material à

observância de determinados padrões relacionados com o substrato dental, especialmente com a dentina e suas condições críticas. Dessa forma, acreditamos que a busca da excelência no procedimento restaurador deve passar por alguns preceitos básicos, ao alcance de todos os profissionais, como evitar qualquer agressão ao tecido dentinário além daquela já exercida pelo condicionamento ácido.

Torna-se necessário salientar, portanto, que os sistemas adesivos evoluíram e que se devem considerar os aspectos dessa evolução e de seu estágio atual, além dos protocolos e condições clínicas para a sua correta utilização, das metodologias padronizadas de pesquisa e dos testes existentes para a avaliação desses sistemas. Silva e Souza Jr.⁶⁷ acrescenta que, na odontologia clínica, não existem milagres nem materiais milagrosos e que a durabilidade da adesão depende muito mais de um correto planejamento, execução, orientação e preservação do trabalho em si, do que propriamente do material. Assim, a pesquisa tradicional sobre adesão, até pouco tempo atrás, era direcionada para os fatores do material, em detrimento de outras variáveis clínicas importantes, como fatores dentinários, dentários, dos pacientes e laboratoriais, que devem ser indistintamente compreendidos e introduzidos na “equação geral da adesão”.

7.CONCLUSÃO

Considerando a proposição os resultados obtidos e a metodologia empregada, podemos concluir que:

1. Tanto a contaminação por saliva humana quanto a contaminação por sangue interferiram em todas as medidas de resistência à tração, em comparação com o grupo-controle;
2. As condições de limpeza do substrato dentinário interferiram significativamente nos resultados de resistência de união à tração; sendo que o condicionamento do substrato dentinário promoveu resultados de resistência de união à tração semelhantes aos do grupo-controle, para os dois modos de contaminação;
3. O substrato dentinário, quando contaminado com sangue, provocou acentuada diminuição nos resultados de resistência de união à tração, em comparação com o substrato contaminado com saliva, quando a limpeza foi feita apenas com jato de ar;
4. Em todos os grupos, independentemente da contaminação, houve formação de *tags* de resina adesiva;

5. Não houve correlação entre a resistência de união à tração e a formação de *tags* de resina adesiva.

9.REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS_____

1. ABDALLAH, A.I.; DAVIDSON, C.L. Bonding efficiency and interfacial morphology of one-bottle adhesives to contaminated dentin surfaces. **Am. J. Dent.**, San Antonio, v. 11, n. 6, p. 281-285, Dec. 1998.
2. ARMSTRONG, R.S.; BOYER, D.B.; KELLER, J.C. Microtensile bond strength testing and failure analysis of two dentin adhesives. **Dent. Mater.**, Copenhagen, v. 14, p. 44-50, Jan. 1998.
3. BOWEN, R.L.; EICK, J.D.; ANDERSON, D.W. Smear layer: removal and bonding considerations. **Oper. Dent.**, Seattle, v. 66 , p. 57-63, Jan. 1984.
4. BELLI, S.; ÜNLÜ, N.; ÖZER, F. Bonding strength of two different surfaces of dentin under simulated pulpal pressure. **J. Adhesive Dent.**, New Maldin, v. 3, n. 2, p. 145-152, Summer 2001.
5. BRÄNNSTROM, M. Smear layer: pathologic and treatment considerations. **Oper. Dent.**, Seattle, v. 9, suppl. 3, p. 35-42, 1984.
6. BUONOCORE, M.G. A simple method of increasing the adhesion of acrylic filling materials to enamel surfaces. **J. Dent. Res.**, Washington, DC, v. 35, n. 6, p. 846-851, Dec. 1956.
7. CARDOSO, E.C.; BRAGA, R.R.; CARRILHO, M.R.O. Evaluation of micro-tensile, shear and tensile tests determining the bond strength of three adhesive systems. **Dent. Mater.**, Copenhagen, v. 14, p. 394-398, Nov. 1998.
8. CARVALHO, R.M. et al. Determinação da resistência adesiva à dentina através de um dispositivo de micro-tração. **Rev. Fac. Odontol. Bauru**, Bauru, v. 2, n. 3, p. 78-82, 1994.
9. CARVALHO, R.M. et al. Tensile strength of human dentin as a function of tubule orientation and density. **J. Adhesive Dent.**, New Maldin, v. 3, n. 4, p. 309-314, Winter 2001.

10. CASTRO, F.L.A. **Efeito da clorexidina a 2% na força de união da resina composta à dentina tratada com três sistemas adesivos.** 2001. 227f. Tese (Mestrado em Dentística Restauradora) – Faculdade de Odontologia, Universidade Estadual Paulista, Araraquara, 2001.
11. CHAPPELL, R. et al. Pilot study to determine sample size for micro tensile testing. **J. Dent. Res.**, Alexandria, v. 76, sp. iss., p. 38, 1997 (Abstract 193).
12. CHRISTENSEN, J.G. Clinical factors affecting adhesion. **Oper. Dent.**, Seattle, v. 24, n. 31, suppl. 5, 1992.
13. CRIM, G.A.; MATTINGLY, S.L. Evaluation of two methods for assessing marginal leakage. **J. Prosthet. Dent.**, St. Louis, v. 45, p. 160-3, 1981.
14. De GOES, M.F.; PACHANE, G.C.F.; GARCIA-GODOY, F. Resin bond strength with different methods to remove excess water from the dentin. **Am. J. Dent.**, San Antonio, v. 10, n. 6, p. 298-301, Dec. 1997.
15. DIAS-ARNOLD, A.M.; WILLIAMS, V.D.; AQUILINO, S.A. A review of dentinal bonding in vitro: the substrate. **Oper. Dent.**, Seattle, v. 15, p. 71-5, 1990.
16. DIETRICH, T.; KRAEMER, M.; WERNECKE, K.D; ROULET, J.F. Blood contamination and dentin bonding – effect of anticoagulant in laboratory studies. **Dent. Mater.**, Copenhagen, v. 18, n. 18, p. 159-162, Mar. 2002.
17. EL-KALLA, I.H.; GARCIA-GODOY, F. Saliva contamination and bond strength of single-bottle adhesives to enamel and dentin. **Am. J. Dent.**, San Antonio, v. 10, n. 2, p. 83-87, Apr. 1997.
18. EL-KALLA, I.H. Saliva contamination and resin micromorphological adaptation to cavity walls using single-bottle adhesives to etched enamel. **Am. J. Dent.**, San Antonio, v. 12, n. 4, p. 172-176, Aug. 1999.
19. FERRARI, M. et al. Microtensile bond strength tests: scanning electron microscopy evaluation of sample integrity before testing. **Eur. J. Oral Sci.**, Sienna, v. 110, n. 5, p. 385-91, Oct. 2002.
20. FINGER, W.J. Dentin bonding agents. Relevance of in vitro investigations. **Am. J. Dent.**, San Antonio, v. 1, sp. iss., p. 184-88, 1988.
21. FRITZ, U.B.; FINGER, W.J.; STEAN, H. Salivary contamination bonding procedures with a one-bottle adhesive system. **Quintessence Int.**, Illinois, v. 29, n. 9, p. 567-572, 1998.

22. FUSAYAMA, T. Two layers of carious dentin: diagnosis and treatment. **Oper. Dent.**, Seattle, v.4, p.63-70, 1979.
23. GOMES, J.C. Análise “in vitro” do efeito dos sistemas adesivos e materiais restauradores, cerâmica e cerômero na resistência adesiva com o substrato dentinário, através do teste de Micro-Tração. 1999. 189f. Tese (Doutorado em Dentística Restauradora) – Faculdade de Odontologia, Universidade Estadual Paulista, Araraquara, 1999.
24. GWINNETT, A.J. Smear layer: morphological considerations. **Oper. Dent.**, Seattle, suppl. 3, p. 3-12, 1984.
25. GWINNETT, A.J. Quantitative contribution of resin infiltration/hybridization to dentin bonding. **Am. J. Dent.**, San Antonio, v. 6, n. 1, p. 7-9, Aug. 1992.
26. GWINNETT, A.J. Dentin bond strength after air drying and rewetting. **Am. J. Dent.**, San Antonio, v. 7, n. 3, p. 144-148, June 1994.
27. HASHIMOTO, M. et al. Microtensile bond strength of eleven contemporary adhesives to dentin. **Dent. Mater.**, Washington, v. 18, n. 2, p. 95-102, Mar. 2002.
28. HEYMANN, H.O; BAYNE, S.C. Current concepts in dentin bonding: focusing on dentinal adhesion factors. **J. Am. Dent. Assoc.**, Chicago, v. 124, n. 5, p. 26-36, 1993.
29. HITMI, L.; ATTAL, J.P.; DEGRANGE, M. Influence of the time point of salivary contamination on dentin shear bond strength of 3 dentin adhesive systems. **J. Adhesive Dent.**, New Maldin, v. 1, n. 3, p. 219-132, 1999.
30. HOGAN, L.C.; BURROW, M.F. The microtensile strength of bonding resins. **Aust. Dent. J.**, Sidney, v. 46, n. 3, p. 194-197, Nov. 2001.
31. HORMATI, A.A.; FULLER, J.L.; DENEHY, G.E. Effects of contamination and mechanical disturbance on the quality of acidetched enamel. **J. Am. Dent. Assoc.**, Chicago, v. 100, p. 34-38, Jan. 1980.
32. INOUE, S. et al. Microtensile bond strength of eleven contemporary adhesives to dentin. **J. Adhesive Dent.**, New Maldin, v. 3, n. 3, p. 237-245, 2001.
33. INTERNATIONAL STANDARDIZATION FOR ORGANIZATION Dental Materials - Guidance on testing of adhesion to tooth structure ISO/TR11405. Geneve, Nov. 1994. 14p.

34. JOHNSON, M.E. et al. Salivary contamination of dentin bonding agents. **Oper. Dent.**, Seattle, v. 19, n. 5, p. 205-210, 1994.
35. KANESHIMA, T. et al. The influence of blood contamination on bond strengths between dentin and an adhesive resin cement. **Oper. Dent.**, Seattle, v. 25, n. 3, p. 195-201, May/June 2000.
36. KANKA, J. Effect of resin primer solvents and surfaces wetness on resin composite bond strength to dentin. **Am. J. Dent.**, San Antonio, v. 5, n. 4, p. 213-15, Aug. 1992.
37. MARSHALL, G.W. et al. The dentin substrates: structure and properties related to bonding. **J. Dent.**, Guildford, v. 25, n. 6, p. 441-458, Nov. 1997.
38. NAKABAIASHI, N.; KOJUMA, K.; MASUHARA, E. The promotion of adhesion by infiltration of monomers into tooth substrates. **J. Biomed. Mater. Res.**, New York, v. 16, p. 265-73, Mar. 1982.
39. NAKABAIASHI, N.; DAVID, H.P. **Hybridization of dental hard tissues**. 1st ed. Tokio: Quintessence Publishing Co., Ltd., 2000.
40. NAKAJIMA, M. et al. Tensile bond strength and SEM evaluation of caries affected dentin using dentin adhesives. **J. Dent. Res.**, Alexandria, v. 74, p. 1679-88, Dec. 1995.
41. NASCIMENTO, A.B.L. et al. Estudo da resistência adesiva à dentina contaminada por saliva. **J. Bras. Dent. Estét.**, Curitiba, v. 2, n. 5, p. 59-63, jan./mar. 2003.
42. NIKAIDO, T. et al. Evaluation of thermal cycling and mechanical loading on bond strength of a self-etching primer system to dentin. **Dent. Mater.**, Washington, v. 18, n. 3, p. 269-275, May 2002.
43. ØILO, G.; AUSTRHEIM, E.K. In vitro quality testing of dentin adhesives. **Acta. Odontol. Scand.**, Oslo, v. 51, p. 263-6, 1993.
44. PASHLEY, D.H. et al. Adhesion testing of dentin bonding agents: a review. **Dent. Mater.**, Copenhagen, v. 11, p. 117-25, 1995.
45. PASHLEY, D.H. et al. The microtensile bond test: a review. **J. Adhes. Dent.**, New Maldin, v. 1, p. 299-309, 1999.
46. PASHLEY, D.H. Smear layer: physiological considerations. **Oper. Dent.**, Seattle, suppl. 3, p. 13-29, 1994.

47. PASHLEY, D.H.; CARVALHO, R.M. Dentine permeability and dentine adhesion. **J. Dent.**, Guildford, v. 25, p. 355-72, 1997.
48. PASHLEY, D.H. et al. Permeability of dentin adhesive agents. **Quintessence Int.**, Illinois, v. 24, n. 9, p. 618-631, Sept. 1993.
49. PASHLEY, E.L. et al. Comparison of in vivo vs. In vitro bonding of coposite resin to the dentin of canine teeth. **J. Dent. Res.**, Alexandria, v. 67, n. 2, p. 467-470, 1988.
50. PASHLEY, D.H.; NELSON, R.; KEPIER, E.E. The effects of plasma and salivary constituents on dentin permeability. **J. Dent. Res.**, Alexandria, v. 61, n. 8, p. 978-981, Aug. 1982.
51. PERDIGÃO, J. et al. Field emission SEM comparison of four postfixation drying techniques for human dentin. **J. Biomed. Mater. Res.**, New York, v. 29, p. 1111-20, 1995.
52. PERDIGÃO, J. et al. Effect of a re-wetting agent on the performance of acetone-based dentin adhesives. **Am. J. Dent.**, San Antonio, v. 11, n. 5, p. 207-213, Oct. 1998.
53. PERDIGÃO, J. et al. Six-month clinical evaluation adhesives applied on dry vs. moist dentin. **J. Adhesive Dent.**, New Maldin, v. 3, n. 4, p. 343-352, Sept. 2001.
54. PEREIRA, P.N.R. et al. Effect of water and regional difference on dentin bond strength. **J. Dent. Res.**, Alexandria, v. 76, sp. iss., p. 20, 1997 (Abstract 56).
55. PHRUKKANON, S.; BURROW, M.F.; TYAS, M.J. Effect of cross-sectional surface area on bond strengths between resin and dentin. **Dent. Mater.**, Copenhagen, v. 14, p. 120-8, 1998.
56. PHRUKKANON, S., BURROW, M.F., TYAS, M.J. The influence of cross-sectional shape and surface area on the microtensile bond test. **Dent. Mater.**, Copenhagen, v. 14, p. 212-21, Mar. 1998.
57. PRATI, C.; NUCCI, C.; MONTANARI, G. Shear bond strength and microleakage of dentin bonding systems. **J. Prosthet. Dent.**, St. Louis, v. 65, n. 4, p. 401-407, 1991.
58. PRATI, C. et al. Dentine permeability and bond quality as affected by new bonding systems. **J. Dent.**, Guildford, v. 23, n. 4, p. 217-226, Aug. 1995.

59. RETIEF, D.H. et al. Phosphoric acid as a dentin etchant. **Am. J. Dent.**, San Antonio, v. 5, sp. Iss., p. 24-28, 1992.
60. SAFAR, J.A.; DAVIS, R.D.; OVERTON, J.D. Effect of saliva contamination on the bond of dentin to resin modified glass ionomer cement. **Oper. Dent.**, Seattle, v. 24. n. 6, p. 351-357, Nov./Dec.1999.
61. SANO, H. Et al. Relationship between surface area for adhesion and tensile bond strength – evaluation of a micro-tensile bond test. **Dent. Mater.**, Copenhagen, v. 10, p. 236-40, July 1994.
62. SANO, H. Et al. Tensile properties of mineralized and demineralized human and bovine dentin. **J. Dent. Res.**, Alexandria, v. 73, p. 1205-11, 1994.
63. SCHREINER, R. Et al. Microtensile testing of dentin adhesives. **Dent. Mater.**, Copenhagen, v. 14, p. 194-201, 1998.
64. SCHREINER, R.; CHAPPELL, R.; EICK, J. Microtensile testing of dentin adhesives. **J. Dent. Res.**, Alexandria, v. 76, sp. Iss., p. 280, 1997 (Abstract 2133).
65. SHONO, Y. Et al. Regional measurement of resin-dentin bonding as an array. **J. Dent. Res.**, Alexandria, v. 78, n. 2, p. 699-705, Feb. 1999.
66. STANLEY, H.R. et al. Human pulpal response to acid pre-treatment of dentin and to composite resin. **J. Am. Dent. Assoc.**, Chicago, v. 91, p. 817-824, 1975.
67. SILVA E SOUZA Jr., M.H. Adesivos dentinários, evolução, estágio atual e considerações clínicas para sua utilização. **Maxi-Odonto: Dentística**, Bauru, v. 1, n. 1, p. 1-19, 1995.
68. SILVA E SOUZA Jr., M.H. et al. Shear bond strength microleakage of All Bond . **J. Am. Dent. Assoc.**, Chicago, v. 6, n. 1, p. 148-154, 1993.
69. SILVERSTONE, L.M. et al. Oral fluid contamination of etched enamel surfaces: an SEM study. **J. Am. Dent. Assoc.**, Chicago, v. 110, p. 329-332, 1985.
70. TAKOSNAK, B.; SERTGOZ, A. Shear bond strengths of saliva contaminated one-bottle adhesives. **J. Oral. Rehabil.**, Istanbul, v. 29, n. 6, p. 559-564, Jun. 2002.

71. TAY, F.R.; GWINNETT, J.A.; WEI, S.H.Y. Micromorphological spectrum of acid-conditioned dentin following the application of a water-based adhesive. **Dent. Mater.**, Copenhagen, v. 14, p. 329-38, Sept. 1998.
72. TAY, F.R.; GWINNETT, J.A.; WEI, S.H.Y. The overwet phenomenon: a transmission electron microscopic study of surface moisture in the acid-conditioned, resin-dentin interface. **Am. J. Dent.**, San Antonio, v. 9, p. 161-6, 1996.
73. TAY, F.R. et al. Effect of smear layers on bonding of a self-etching primer to dentin. **J. Adhes. Dent.**, New Maldin, v. 2, n. 2, p. 99-116, Summer 2000.
74. TORKEY, D.L. The retentive ability of acid-etched dentin. **J. Prosthet. Res.**, St. Louis, p. 169-172, 1978.
75. TURBINO, M.L. et al. Resistência de união à dentina: efeito da umidade e da contaminação da saliva. **Rer. Odont. Univ. São Paulo**, São Paulo, supl. 11, p. 21-26, 1997.
76. VAN MEERBEEK, B. et al. A SEM study of two water-based adhesive systems bonded to dry and wet dentin. **J. Dent. Res.**, Alexandria, v. 77, p. 50-59, Jan. 1998.
77. VAN MEERBEEK, B. et al. Morphological aspects of the resin-dentin interdiffusion zone with different dentin adhesive systems. **J. Dent. Res.**, Alexandria, v. 71, p. 1530-1540, 1992.
78. VAN NOORT, R. et al. A critique of bond strength measurements. **J. Dent.**, Guildford, v. 17, p. 61-7, 1989.
79. VAN NOORT, R. et al. The effect of local interfacial geometry on the measurement of the tensile bond strength to dentin. **J. Dent. Res.**, Alexandria, v. 70, p. 889-93, May 1991.
80. VEGA, A.; CARMEM, A.D. **Avaliação da influência de diferentes técnicas de limpeza da superfície do esmalte na resistência adesiva, em dentes bovinos**. 2001. 126f. Tese (Mestrado em Dentística Restauradora) - Faculdade de Odontologia da Universidade de São Paulo, Bauru, 2001.
81. XIE, B.; DICKENS, S.H.; GIUSEPPETTI, A.A. Microtensile bond strength of thermally stressed composite-dentin bonds mediated by one-bottle adhesives. **Am. J. Dent.**, San Antonio, v. 15, n. 3, p. 177-184, June 2002.

82. XIE, J.; POWERS, J.M.; MCGUCKIN, R.S. In vitro bond strength of adhesives to enamel and dentin under normal contaminated conditions. **Dent. Mater.**, Copenhagen, v. 9, p. 295-299, Sept. 1993.
83. WALSHAW, P.R.; MCCOMB, D. SEM evaluation of the resin-dentin interface with proprietary bonding agents in human subjects. **J. Dent. Res.**, Washington, DC, v.73, n.5, p.1079-1087, May 1994.
84. WATANABE, I.; NAKABAYASHI, N.; PASHLEY, D.H. Bonding to ground dentin by a phenyl-P self-etching primer. **J. Dent. Res.**, Washington, DC, v.73, n.6, p.1212-1220, June 1994.
85. ZHENG, L. et al. Relationship between adhesive thickness and microtensile bond strength. **Oper. Dent.**, Seattle, v. 26, n.1, p. 97-104, Jan./Feb. 2001.

8- APÊNDICES

APÊNDICE

SISTEMA ADESIVO ONE-STEP (Bisco)



65090
maio/2002

Apresentação comercial do Sistema Adesivo

Kit composto por:

One-Step 2.1	4,0 ml
Ácido Fosfórico 32% gel	2,5 ml
Instruções de uso; pincel e pontas	vários

Composição Química:

Ácido

Água
Ácido fosfórico 32% em forma de gel

Adesivo

BPMD (bisfenil dimetacrilato)
BIS-GMA
HEMA
Acetona

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

1. Limpar a cavidade;
2. Condicionar com ácido fosfórico 32% em esmalte por 30 segundos e dentina por 15 segundos;
3. Lavar com spray ar / água
4. Secar suavemente com uma bolinha de algodão umida
5. Aplicar uma camada do Adesivo
6. Remover excessos com ar durante 5 segundos
7. Fotopolimerizar por 20 seg

AROUCA, S.E. **AVALIAÇÃO DA INFLUÊNCIA DA CONTAMINAÇÃO DA SUPERFÍCIE DENTINARIA COM SALIVA HUMANA E SANGUE NO PROCESSO DE ADESÃO UTILIZANDO-SE O TESTE DE MICROTRAÇÃO**. 2004. 171 f. Dissertação (Mestrado em Dentística Restauradora) - Faculdade de Odontologia, Universidade Estadual Paulista, Araraquara.

RESUMO

O objetivo deste trabalho foi realizar, *in vitro*, avaliação da resistência de união à microtração, sob duas formas de contaminação do substrato dentinário (saliva humana e sangue fresco) e três diferentes formas de limpeza (jato de ar, jato de ar e água e condicionamento dentinário), utilizando-se do sistema adesivo de 4ª geração, *One-Step* (Bisco). Foram utilizados 21 terceiros molares humanos íntegros, os quais foram divididos em sete grupos distintos com três dentes cada, sendo um grupo controle e outros seis grupos de trabalho alternando as duas formas de contaminação e as três formas de limpeza. Em cada dente a porção oclusal da coroa foi cortada e sob a superfície plana de dentina foi realizada a contaminação, bem como a limpeza do substrato para que a restauração fosse construída e em seguida os dentes foram submetidos a ciclagem térmica de 1000 ciclos alternando 5º e 55ºC. Os dentes foram cortados em palitos com área de superfície adesiva de 1mm². Para cada um dos 7 grupos foram realizadas 20 repetições, perfazendo um total de 210 amostras. O teste de resistência a microtração, foi realizado em uma Máquina de Ensaio Mecânico MTS-810, em velocidade de 1 mm / min, com o auxílio de um dispositivo bipartido onde o palito era fixado com cola

Super Bonder gel e o acelerador de presa *Zapit*. Após a ruptura dos palitos os dados foram compilados através de um programa específicos *Test Works 4* e os resultados enviados para a análise estatística. Foi realizada análise de variância para a avaliar estatisticamente os dois agentes contaminantes, combinados com as três formas de limpeza do substrato dentinário em relação à resistência de união à tração. Observou-se que a interação entre o os agentes contaminantes e as formas de tratamentos de limpeza da dentina é significativa (valor- $p < 0,0001$), então o efeito da contaminação depende dos tratamentos de limpeza ao qual o substrato é dentinário submetido. A comparação das médias dos grupos experimentais foi realizada pelo teste de Tukey, ao nível de 5% de significância, resultando os grupos G_1 , G_4 e G_7 , como os de maior tensão máxima. Já os grupos G_6 , G_3 e G_2 foram semelhantes entre si, mas diferentes dos anteriores quanto à tensão máxima e os grupos G_5 e G_2 apresentaram a menor tensão máxima e semelhantes entre si, embora no limite de significância.

Palavras-chave: Resistência a microtração, contaminação dentinária.