

# **Victor Humberto Orbegoso Flores**

**Avaliação "in vitro" da microinfiltração marginal e análise da fenda marginal cervical através da microscopia eletrônica de varredura, em restaurações de classe V de resina composta. Efeito dos sistemas adesivos e técnica de preparo cavitário**

Tese apresentada à Faculdade de Odontologia de Araraquara, da Universidade Estadual Paulista "Júlio de Mesquita Filho"- UNESP, para a obtenção do Título de Doutor em Odontologia - Área de Dentística.

Orientador: *Prof. Dr. Marcelo Ferrarezi de Andrade.*

**ARARAQUARA**

**2001**

# DADOS CURRICULARES

**Victor Humberto  
Orbegoso Flores**

NASCIMENTO 22.09.1962 – AREQUIPA - PERU

FILIAÇÃO Humberto Bari Orbegoso Flores  
Luisa Victoria Flores Aqui

1980/1986 Curso de Graduação em Odontologia  
Facultad de Odontologia de la Universidade Católica  
de Arequipa – Peru.

1994/1996 Curso de Pós-Graduação em Odontologia, Área de  
Dentística Restauradora, Nível de Mestrado, na  
Faculdade de Odontologia de Araraquara – UNESP –  
SP.

1997/2001 Curso de Pós-Graduação em Odontologia, Área de  
Dentística Restauradora, Nível de Doutorado, na  
Faculdade de Odontologia de Araraquara – UNESP –  
SP.

# Dedico este trabalho

A mi mamá, **Vichy** , por la fuerza y coraje mostrados por ella y por el incentivo para intentar alcanzar mis objetivos, haciendome pensar que existen cosas difíciles, mas, no imposibles de alcanzar. Por eso este trabajo es mi mejor homenaje.

*"In memorian"* a mi abuelo **Victor** que me crió y enseñó a enfrentar los problemas con enteresa.

A mis abuelos **Aurora y Nicanor** siempre alegres y optimistas.

A mis **tios, primos y sobrinos** por el cariño recibido de ellos.

A mi **padre** que apesar del distanciamiento le debo algunas enseñanzas.

A mis hermanos **Angélica y Moises**, por el amor, amistad, apoyo y paciencia siempre de ellos recibidos.

A mis hermanos **Verónica, Ivan, Valeria** y su mamá **Nancy** por su cariño y recordación.

A mi sobrino **Adrián** por la pureza de su cariño y por los momentos de tranquilidad y alegría proporcionados.

# **A**gradecimento especial

**Ao meu orientador, Professor Doutor Marcelo Ferrarezi de Andrade, grande amigo, pela sua orientação, estímulo e confiança para a realização deste trabalho.**

# Agradecimentos

À Faculdade de Odontologia de Araraquara, da Universidade Estadual Paulista “Júlio de Mesquita Filho”, representada pelos Profs. Drs. **Ricardo Samih Georges Abi Rached** (Diretor) e **Roberto Miranda Esberard** (Vice-diretor).

Ao Professor **Celso Luiz de Angelis Porto** pela oportunidade de poder alcançar meus objetivos.

À Professora Doutora **Maria Salete Machado Candido** pela sua orientação sempre exigente e capaz, durante a época que foi minha orientadora.

Ao Professor Doutor **Wellington Dinelli**,  
sempre amigo e exemplo a seguir.

Ao Professor Doutor **Sizenando de Toledo Porto Neto** pelos conhecimentos, amizade e  
confiança recebidos durante o curso.

Ao Professor Doutor **José Roberto Cury Saad** pela sua amizade e apoio.

Ao Professor Doutor **Ueide Fernando Fontana** pelo incentivo e bons conselhos recebidos.

Ao Professor Doutor **Fernando Mandarino**,  
pelas conversas descontraídas.

Ao Professor Doutor **Osmir Batista de Oliveira Júnior**, pela amizade e apoio  
mostrados no dia a dia.

Ao Professor Doutor **Sillas Luiz Lordelo Duarte Júnior**, pela amizade, apoio e conhecimentos transmitidos durante as aulas que compartilhamos.

Ao Professor Doutor **Renato Leonardo**, pela amizade e simplicidade sempre mostrada por ele.

Aos Professores da Disciplina de Endodontia, Drs. **Mário Roberto Leonardo, Roberto Miranda Esberard, Idomeo Bonetti, Renato Leonardo, Mário Tanomaru Filho, Fábio Luiz C.V. Berbert** pela amizade.

Aos **Professores da Faculdade de Odontologia de Araraquara,**  
pelo convívio sempre cordial.

À **Coordenação de Aperfeiçoamento do Pessoal de Nível Superior (CAPES),** pelos recursos proporcionados para a freqüência ao Curso de Pós-Graduação e para a realização deste trabalho.

Aos funcionários do Departamento de Odontologia Restauradora: **Célia, Lenyra, Adriana, Dona Cida, Cida, Emilia, Ivone, Claudio, Edison, Marinho, Vanderlei,** amigos sempre prestativos e prontos a me ajudar em qualquer solicitação.

Ao funcionário da Química **Sebastião Dametto** pela ajuda na microscopia eletrônica.



Aos **Funcionários** da Faculdade de Odontologia – UNESP, pela amabilidade e cordialidade sempre mostradas.

Aos **Funcionários** do 6º andar pela amizade e compreensão.

Às funcionárias da Seção de Pós-Graduação, **Mara, Rosangela, Vera,** pelo carinho, amizade e atenção.

Aos **Funcionários da Biblioteca** pela amizade, respeito e dedicação prestados.

Aos meus colegas da pós-graduação pela amizade, carinho e apoio dentro e fora das aulas, estarei sempre agradecido aos amigos de república **Caco, Sillas, Marquinho, Roberto, Edinho e Raimundo,** pela paciência, confiança e apoio constante substituindo em parte minha família.

Aos **Alunos da Graduação** da Faculdade de Odontologia de Araraquara – UNESP, pelo respeito, carinho e pelos momentos agradáveis convividos, fazendo esquecer a solidão.

Aos meus amigos peruanos **Renan, Edgardo, Hair, Adolfo, Pablo, Esmeralda, Ana Maria** pela compreensão, amizade e carinho sempre demonstrados.

Ao Professor **Norberto Catanzaro** pela realização da Análise Estatística.

Ao **Luiz Antônio Rocatelli e José Carlos Pelícola**, pelo apoio e amizade.

A **Todos meus Amigos**, que para não cometer injustiças não os nomearei, recebam meu reconhecimento, por que sem vocês tudo teria sido mais complicado.

**MUITO OBRIGADO A TODOS.**

# Sumário

INTRODUÇÃO.....	11
REVISÃO DA LITERATURA.....	20
PROPOSIÇÃO .....	147
MATERIAL E MÉTODO.....	148
RESULTADO.....	175
DISCUSSÃO.....	183
CONCLUSÃO.....	211
REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....	213
ANEXOS.....	237
RESUMO.....	245
ABSTRACT.....	248

# Introdução

No século XIX a odontologia nos Estados Unidos era praticada pelos “barbeiros dentistas”, o que significava, que grande parte dos conhecimentos utilizados na época não tinham base científica. As disputas surgidas na época sobre os materiais e as técnicas, como a do amálgama por exemplo, originou o estabelecimento do “Colégio de Cirurgia Dental” em 1840, marcando assim o início da educação odontológica formal. Em 1867, a Universidade de Harvard criou o primeiro programa odontológico filiado a uma Universidade; a partir desse momento contribuições como as do Dr. G.V. Black, que além de médico era dentista vincularam a prática clínica a uma base científica.<sup>101</sup> Junto as do Dr. Black houve contribuições valiosas de profissionais como Charles Woodboory, E.K.Wedelstaedt; Waldon I. Ferrier, George Hollembach que, associados aos descobrimentos de pesquisadores mais atuais como M.Buonocore, R.Bowen, N.Nakabayashi entre muitos mais promoveram a grande evolução da Dentística Operatória.

A Dentística Operatória é a arte e ciência do diagnóstico, tratamento e prognóstico de todos aqueles defeitos dos elementos dentais que não precisam de recobrimento total. As necessidades desta disciplina se veem afetadas no futuro, pelos contínuos progressos no desenvolvimento de técnicas e filosofias de tratamento que com o tempo vão se produzindo.<sup>101</sup>

Todo procedimento restaurador deve levar em consideração não só os conceitos biológicos como, o conhecimento da anatomia dental e sua relação com os tecidos periodontais e com a própria cavidade oral, mas também, princípios físicos e mecânicos, devido aos esforços a que os materiais serão submetidos na cavidade oral.

O procedimento restaurador implica na necessidade da confecção de preparos cavitários, nos quais, após a eliminação do tecido cariado, era preconizada a eliminação de todo o esmalte socavado, assim como a localização das margens em áreas que permitam o acesso correto, a inserção do material restaurador, realização dos procedimentos de escultura e acabamento, porém estes conceitos hoje foram reavaliados, devido ao avanço no desenvolvimento de materiais e métodos preventivos, que por sua vez, provocaram a reavaliação dos métodos de diagnóstico de cáries, que mostraram não ser

efetivos para o descobrimento de lesões incipientes,<sup>9</sup> pois, apesar de haver grande diminuição na incidência de cáries, pesquisas recentes evidenciaram que ainda existe uma alta frequência de lesões na região de pontos e fissuras.<sup>3</sup> Isto é um problema significativo, devido a que, levantamentos científicos mostram que 80% de lesões cariosas se concentram na região de pontos e fissuras.<sup>51</sup>

Devido a este problema, se faz necessária a confecção de preparos cavitários, que podem ser realizados com instrumentos rotatórios ou através de uma unidade alternativa que utiliza jatos de ar abrasivo.<sup>101</sup> Segundo R.Black<sup>13</sup> o procedimento de preparo cavitário consiste da remoção de esmalte e dentina afetados pelas cáries, porém, o método ideal para realizar este procedimento não existe, tendo em vista que para ser considerado ideal, este deveria ser: seguro, não traumático; rápido; de fácil domínio; uso conveniente; livre de fatores de fadiga.<sup>13</sup>

Os instrumentos rotatórios envolvem a utilização de fresas de aço ou de carbeto de tungstênio, pontas diamantadas ou pontas montadas. Estes instrumentos apresentam algumas vantagens como: serem familiares e bem conhecidas pelos dentistas; precisão de corte; facilidade no controle de corte;

percepção tátil; permite a lavagem dos detritos; visão relativamente boa.<sup>12, 27, 28</sup> Mas, apresentam também desvantagens, pois eles podem provocar desconforto e dor ao paciente que segundo Black<sup>12</sup> e Peyton<sup>94</sup> estes problemas estariam associados a 4 fatores; 1) Pressão: a ação de corte das fresas precisa de certa pressão, que deve ser exercida sobre o dente; 2) Calor: como consequência da pressão é gerado o calor friccional liberado pela ponta em contato com a estrutura dental; 3) Vibração: produzida pelo contato mecânico entre a fresa e a estrutura dental; 4) Ruído: que muitas vezes pode irritar o paciente.

Frente às características apresentadas pelos instrumentos rotatórios, em 1943, foi desenvolvida pelo Dr. Robert Black<sup>12</sup> uma técnica que utiliza jatos de ar carregando partículas abrasivas de óxido de alumínio, com a finalidade de desgastar a estrutura dental.<sup>3</sup> Esta nova técnica visava obter vantagens, como a eliminação da dor, vibrações, pressão, ruído e calor gerados pelos instrumentos rotatórios. Apesar do entusiasmo inicial, esta técnica caiu rapidamente em desuso na década dos anos 50, devido ao alto custo, dificuldade para aprender a técnica e pelo aparecimento e introdução no mercado odontológico do equipamento de alta velocidade.<sup>27</sup> Outro fator

que contribuiu para este fato foi a falta de um material capaz de restaurar este tipo de preparo cavitário, pois estes tinham como características deixar as paredes irregulares e os ângulos internos arredondados, características estas, não compatíveis com os princípios de Black.<sup>3</sup> Nos últimos anos com a evolução dos materiais odontológicos, esta tecnologia foi reavaliada e reintroduzida ao mercado odontológico, oferecendo algumas vantagens a mais das já mencionadas anteriormente, como: ser útil para realizar preparos de classe I, IV e V; ter especial sucesso com crianças; quando utilizado apropriadamente o jato de ar abrasivo explora lesões de cáries, localizando áreas que não são detectadas visual ou radiograficamente.<sup>28</sup> Porém, como toda técnica apresenta algumas desvantagens tais como: não ser uma técnica familiar; os limites da cavidade não são bem definidos; perda da percepção tátil; só pode ser utilizada para pequenos preparos; a eliminação do pó de óxido de alumínio necessita de filtros especiais; a visão do clínico é limitada; para preparos de classe II e III precisa de maior treinamento.<sup>27</sup> De acordo com estas características Christensen<sup>27</sup> em 1996, propõe as seguintes indicações: preparo de cavidades de classe I, III e V; reparo de margens em restaurações diretas de amálgama, resina composta e indiretas de ouro ou porcelana; defeitos de



superfícies lisas dos elementos dentais, pacientes jovens, pacientes que não aceitam instrumental rotatório, pacientes que não podem receber anestesia.<sup>28</sup> A grande limitação que esta técnica apresenta é a remoção de tecido cariado que precisasse da complementação com instrumental rotatório. Este tipo de preparo foi também uma consequência do grande avanço que a odontologia recebeu a partir dos trabalhos de Buonocore em 1955, mostrando o condicionamento ácido da superfície de esmalte e que segundo Retief<sup>99</sup> é uma técnica amplamente aceita tanto na odontologia restauradora como na odontologia preventiva, reconhecendo que a união micromecânica é o fator de maior importância no aumento da força de união da resina fluída e resina composta ao esmalte.<sup>5, 35,37, 52, 55, 63, 100</sup> Esta técnica introduziu o termo “adesão” na linguagem odontológica e que é um mecanismo pelo qual se produz a união de dois materiais em íntimo contato através de uma interface. A adesão pode ser de três tipos: 1) Química que pode ser dada por forças covalentes, iônicas ou metálicas, 2) Física: que pode ser dada pelas forças de Van Der Waals, forças de dispersão de London ou por pontes de hidrogênio e 3) Mecânica: a qual precisa da penetração de um material dentro do outro de diferente composição a nível microscópico.<sup>81</sup> O condicionamento ácido do

esmalte permite obter vantagens como: - retenção da restauração; - redução da microinfiltração e reforço da estrutura dental.<sup>5, 35, 63</sup> Mas, o processo adesivo não se torna tão simples assim, devido que no dente encontramos duas estruturas com características e composição diferente. Ao falar da dentina Spencer et al.<sup>109</sup> sugerem que no condicionamento ácido desta estrutura acontece dois processos fundamentais, o primeiro, em que a fase mineral é removida do substrato dentinário sem provocar dano a matriz de colágeno, e o segundo processo, em que os espaços deixados pela fase mineral são preenchidos por uma resina adesiva que penetra na rede de fibras de colágeno exposta.<sup>64, 86, 109</sup>

Como resultado temos uma camada de dentina reforçada com resina ou camada híbrida formada por polímero, colágeno e hidroxiapatita.<sup>81, 82, 86, 118</sup>

Sob essas condições as cavidades podem ser restauradas com resina composta, que é um material plástico que vem se aperfeiçoando a cada dia. Este material segundo Carvalho et al.,<sup>21</sup> apesar de ser considerado como o melhor material restaurador estético direto, apresenta algumas desvantagens como: menor resistência ao desgaste quando comparadas com a do amálgama, contração de polimerização;

incompleta conversão de monômeros em polímeros, assim como sorção de água.

As resinas compostas se tornam mais resistentes quando as moléculas a base de Bis-GMA são utilizadas como monômero principal.<sup>23</sup> O grau de conversão pode ser maximizado pela inclusão de uma maior quantidade de diluentes na resina composta como o TEGDMA (40-50%), porém este aumento produz significativa contração. A contração de polimerização das resinas compostas cria forças que podem romper a união da resina com as paredes cavitárias. Esta competição entre o stress mecânico no processo de polimerização das resinas compostas e a união adesiva da resina às paredes cavitárias é uma das principais causas das desadaptações marginais;<sup>3, 16, 19</sup> e subseqüentemente da microinfiltração observada neste tipo de restaurações e que pode provocar sensibilidade pós-operatória, microfraturas e manchamentos marginais, recidiva de cáries e inclusive até comprometer a vitalidade polpar.<sup>18</sup>

Por essa razão a microinfiltração é um dos principais fatores para substituição de restaurações de resina composta.<sup>21</sup>

Segundo Brannström et al.<sup>19</sup> em 1984 a microinfiltração depende da amplitude da fenda e esta pode ter uma variação de 2 a 20  $\mu\text{m}$  na parede do fundo, que a média é de 9  $\mu\text{m}$ . Nas paredes laterais esta é mais estreita não sendo maior que 10  $\mu\text{m}$ .

Após estas considerações, verificamos que o processo restaurador com resina composta merece ainda muitos estudos, na tentativa de solucionar a formação de fendas marginais e microinfiltração marginal em restaurações estéticas.

# Revisão da literatura

Em 1945, foi publicado por Black,<sup>12</sup> um trabalho sobre a utilização de meios não mecânicos para preparos de cavidades e profilaxia. Segundo o autor os meios mecânicos provocam no paciente grande desconforto devido ao fato de produzirem: pressão, calor, vibração e ruído. Por sua vez, o jato abrasivo, além de solucionar estes problemas apresenta vantagens adicionais como a eliminação da tensão no operador durante o processo de preparo cavitário, a diminuição de danos aos tecidos moles, assim como, o aumento na velocidade de corte. Esta técnica utiliza basicamente: 1) um meio fluído não tóxico, para carregar as partículas abrasivas e podendo ser este meio líquido ou gasoso (Ex.: nitrogênio comprimido, dióxido de carbono ou ar); e 2) um agente abrasivo para cortar ou desgastar rapidamente a estrutura dental (Ex.: carbeto de silício, dióxido de silício, óxido de alumínio, partículas de diamante, carbeto de boro, aço, feldspato, vidro ou pedra pomes). Destes dois itens, o

mais utilizado é o ar comprimido e óxido de alumínio. Como desvantagem da utilização destes princípios abrasivos estão: 1) dificuldade para obter-se pontas com diâmetros pequenos; 2) rápido desgaste das pontas; 3) mistura apropriada do ar com as partículas abrasivas; 4) trajeto das partículas até a superfície a ser desgastada; e 5) sucção eficiente do pó abrasivo na área de trabalho. Dentro das indicações para esta técnica estão a profilaxia e tratamentos preventivos.

Em 1953, Morrison & Berman,<sup>80</sup> avaliaram a unidade de jato abrasivo “Airdent”, sendo que a pesquisa envolveu 312 dentistas que haviam terminado o curso sobre a utilização desta unidade na Faculdade de Odontologia da Universidade de New York em julho de 1951. Para este fim, confeccionaram um questionário contendo 31 perguntas sobre os custos, indicações, forma de uso e aplicabilidade do aparelho. Do total de dentistas pesquisados só 143 responderam adequadamente o questionário. Os autores concluíram que o custo do equipamento foi a principal razão dos entrevistados não indicarem o aparelho, uma vez que, na opinião da maioria, o aparelho ajudava, mas não substituía os métodos tradicionais de preparo cavitário, não compensando assim o investimento. Por

outro lado quem comprou o aparelho avaliou que três dos maiores problemas dos dentistas, ou seja, dor, vibração e necessidade de agulha foram notavelmente reduzidos, concluindo que esta unidade é uma alternativa a mais dentro das opções que a Odontologia Restauradora oferece.

O efeito das fresas para turbinas de alta velocidade, pontas diamantadas e jato abrasivo foi avaliado por Peyton et al.<sup>94</sup> em 1954, sendo que a utilização de instrumentos rotatórios está associado a 4 fatores a saber: geração de calor, vibração, a relativa efetividade dos vários instrumentos cortantes, assim como, a durabilidade do instrumento. Esses fatores são influenciados por: velocidade de operação, pressão aplicada, falta de refrigeração e cuidados empregados no uso da turbina ou dos instrumentos. A vibração é determinada pela velocidade do instrumento rotatório e que muda com a velocidade de operação e pressão. A amplitude ou intensidade da vibração é diminuída quando a velocidade operacional é aumentada. As fresas do tipo carbide mantém sua eficiência de corte por um período maior de tempo em relação as fresas de aço, porém, são mais susceptíveis a fratura devido a natureza frágil do material. Quando a unidade de ar abrasivo é utilizada

para cortar os tecidos dentais as alterações de temperatura no dente são relativamente menores, podendo ser de no máximo entre 4 a 5° F na área que esta sendo cortada.

Em 1955, Black,<sup>13</sup> fez uma reavaliação sobre a utilização do jato abrasivo assim como, sua aplicação, estabelecendo que um método ideal para remoção de esmalte e dentina provavelmente não existe e que para ser considerado ideal, deve ter as seguintes características: controle preciso do aparelho, ser seguro, não ser traumático, rápido, de fácil domínio, uso conveniente, tranqüilo durante a operação e livre de fatores de fadiga. Segundo o autor, a utilização do ar abrasivo apresenta as seguintes vantagens: é rápido para cortar o esmalte, é rápido para eliminar manchamentos acumulados no esmalte, eliminar fatores de fadiga, não produz ansiedade ou desconforto ao paciente e é biologicamente aceitável pela ausência de trauma. Como desvantagens apresenta o tempo e esforço requerido para o aprendizado do uso da unidade de jato abrasivo, tamanho do aparelho, custo do equipamento; tendência das partículas abrasivas em danificar espelhos bucais e quando na presença de tecido cariado ou restaurações antigas torna o aparelho menos efetivo.



Asmussen & Jorgensen,<sup>3</sup> em 1972, através de observações microscópicas avaliaram a adaptação de alguns materiais restauradores às paredes de preparos cavitários. Foram utilizados dentes molares hígidos e os preparos cavitários foram confeccionados com uma ponta diamantada esférica com 2,3 mm de diâmetro e completada com uma fresa de fissura tipo carbide com diâmetro de 1,4 mm. As cavidades apresentavam forma cilíndrica com diâmetro aproximado de 2,5 mm e todos os procedimentos foram executados a temperatura ambiente. Os materiais utilizados para realizar as restaurações foram: Adaptic, Addent XV, Blendant, Concise, DFR, Palakav, Capsuled Palakav, TD 71, Palavit, Sevriton, Simplified e Swedom. As alterações dimensionais foram avaliadas através de microscópio ótico, após a polimerização inicial e em vários períodos de tempo, ficando armazenados em água durante 32 dias. O acabamento e polimento imediato resultou em fraturas de esmalte com amplitude de 20 a 30  $\mu\text{m}$  e nas amostras armazenadas em água esta amplitude das fendas marginais foi diminuída e em alguns casos foram fechadas em menos de 32 dias. Os autores concluíram que as fraturas nas margens de esmalte resultante do polimento pode ser reduzida ao mínimo se

este passo for adiado até o momento em que a fenda causada pela contração de polimerização seja fechada pela absorção de água do material, diminuindo o risco de danos a estrutura dental.

Going,<sup>49</sup> em 1979 realizou uma revisão na literatura com o intuito de diagnosticar meios para redução da microinfiltração marginal, segundo material e técnica empregada. Considerou, de acordo com outros estudos, que a interface dente/restauração nada mais é que “microcavidades dinâmicas”, que contém um ativo tráfego de ions e moléculas. Observou que, o profissional pode influenciar na diminuição do grau de microinfiltração através do uso de isolamento absoluto, preparo correto da cavidade, seleção adequada de materiais para base e forramento cavitário, correta inserção de matriz e cunha, trituração e condensação adequada, além da aplicação de verniz em todas as superfícies cavitárias, inclusive, nas margens do ângulo cavo superficial. Concluiu que, o sucesso de uma restauração de amálgama quanto a infiltração marginal está relacionado, não somente a aplicação de verniz cavitário, mas também, a todos os passos envolvidos na confecção de uma restauração de amálgama de prata, assim como aos produtos de corrosão.

Bowen et al.,<sup>16</sup> em 1982 avaliaram a contração de polimerização de vários sistemas restauradores. Os materiais utilizados foram: Adaptic, Cervident, Concise, Nuvafil, resina sem carga, Servitron Simplified e as resinas experimentais (Bis GMA + TEGD, Bis GMA + HEMA, Bis GMA + Silano). Os corpos-de-prova foram feitos em matrizes com as seguintes características: diâmetro do botão de 0,624 cm, na parte interna da matriz, o diâmetro no extremo superior de 0,641 cm e a altura da matriz de 0,488 cm. As amostras após removidas das matrizes foram medidas e pesadas e a seguir, colocadas em recipientes selados e mantidos a temperatura de 23°C durante um ano, e após decorrido este período foram novamente medidas e pesadas. Os resultados mostraram que as amostras sofreram contração durante a polimerização, aumento em peso e expansão durante a imersão em água. Só em algumas amostras a expansão higroscópica foi suficiente para compensar a contração de polimerização, e a principal desvantagem desta técnica experimental é que as amostras devem permanecer armazenadas em água a temperatura ambiente durante 1 ano para conseguir equilíbrio em peso e dimensões.

Hansen<sup>58</sup> em 1992, avaliou o grau de contração de polimerização e expansão higroscópica das resinas compostas fotoativadas Durafill, Heliosit, Silux, Visio-dispers e da resina composta quimicamente ativada Silar. As cavidades confeccionadas tinham as margens em dentina. De acordo com seus resultados, a contração linear variou de 0,24%-0,63%, sendo que, somente as resinas Silux e Heliosit conseguiram o fechamento da fenda marginal por meio da sorpção de água após 7 dias. O padrão de contração das quatro resinas fotoativadas foi significativamente maior em relação à resina quimicamente ativada utilizada. Segundo o autor o fato se justifica pela própria direção da contração de polimerização, que contribui para maior amplitude das fendas no caso das resinas fotoativadas.

Hirizawa et al.,<sup>61</sup> em 1983, estudaram a expansão da resina composta como produto da sorpção de água. As alterações dimensionais foram medidas com um micrômetro eletrônico, sendo que estas medições foram realizadas de forma contínua durante 7 dias. Os resultados mostraram que a expansão higroscópica depende da massa de água absorvida pela resina composta. Embora a contração de polimerização possa ser compensada pela sorpção de água, isto leva aproximadamente 7

dias, fato que aconteceu com as resinas compostas com maior conteúdo de carga. Estes achados “in vitro” não são possíveis de serem relacionados com os possíveis achados clínicos.

Brannström<sup>18</sup> em 1984, realizou um estudo avaliando alguns fatores que podem causar alterações pulpares, determinando que nos dentes existe uma “hidrodinâmica ao redor das restaurações”. O autor cita que, no dente vital existe um gradiente de pressão interna dirigido externamente, devido a pressão pulpar ser maior que a pressão da cavidade bucal. Segundo o autor, alguns estímulos externos como a sondagem, corte ou jatos de ar estimulam essas forças capilares produzindo dor, além do que, esses fluídos na superfície dentinária parecem ser uma razão para impedir a união química entre os materiais restauradores ou da base cavitária à estrutura dental. Por outro lado, os materiais restauradores sofrem contração, originando a formação de fendas que no caso das resinas compostas podem ser de 5 a 20  $\mu\text{m}$ . Estas fendas podem ser rapidamente preenchidas pelos fluídos dos túbulos dentinários abertos, assim como por bactérias da cavidade bucal, ocorrendo assim, o risco de atingir a polpa e contaminá-la.

Em 1984, Brannström et al.,<sup>19</sup> propuseram avaliar através de luz ultravioleta ou de microscópio, o tamanho inicial das fendas ao redor de restaurações realizadas com e sem condicionamento ácido. Foram utilizados 12 dentes hígidos mantidos em água sob refrigeração. Foram confeccionadas cavidades retangulares em ambas superfícies proximais, sendo que as margens cervicais foram deixadas abaixo da junção esmalte/cimento, e as dimensões dos preparos foram de 6 mm de comprimento, 3 mm de largura e entre 1,0 e 1,5 mm de profundidade, sendo maior na porção oclusal e menor na porção gengival. Uma leve retenção foi realizada com uma fresa esférica pequena, e a seguir, as paredes cavitárias foram acabadas com instrumental manual. Após lavados e secos os preparos, foi colocada resina fluída fosforescente de forma passiva e imediatamente restaurados com resina composta (Concise), que foi mantida em posição com uma matriz metálica sob pressão digital, sendo os excessos removidos com uma ponta de diamante. Para prevenir que o ar retido na cavidade interfira no escoamento da resina composta foram confeccionadas duas canaletas dentro da dentina na metade das faces vestibular e lingual. Nas cavidades sem condicionamento a resina fosforescente penetrou nas fendas oclusais e cervicais e em

algumas áreas da fenda da parede axial. Nas cavidades com condicionamento ácido, a penetração da resina aconteceu só nas margens cervicais. A distância de penetração, para as margens cervicais variou de 1 a 6,5 mm e a amplitude da fenda produzida pela contração de polimerização preenchida com a resina fluorescente foi de 3,5 a 16 mm. A comparação entre a amplitude da fenda nas paredes cervicais condicionadas e não condicionadas sugere maiores fendas para cavidades condicionadas.

Em 1984, Davidson et al.,<sup>34</sup> propuseram-se avaliar a influência da tensão de contração durante a polimerização de resinas compostas sobre a adesão à dentina. Para este trabalho utilizaram uma resina quimicamente ativada e outra fotoativada, os dentes utilizados foram bovinos, dos quais foram obtidas superfícies dentinárias planas de forma retangular de 2,0 cm x 3,0 mm para os testes de adesão. A avaliação foi feita de forma linear e modelos de 3 dimensões. O modelo linear consiste de um arranjo montado numa máquina para medir tensões na qual a resina composta pode ser montada sobre a superfície dentinária, fixada de forma transversal estaticamente em um extremo e mecanicamente a uma célula de carga no outro extremo. O

aumento da resistência de união foi medida em diferentes intervalos de tempo a partir do início da mistura e foi comparada com o desenvolvimento da tensão de contração. Durante o processo completo de polimerização, a adesão suporta a tensão de contração o qual é explicado pela diminuição do escoamento. No modelo de três dimensões, a resina composta é colocada sobre mais de duas paredes cavitárias, nesse caso o escoamento é severamente limitado e os valores de tensão de contração podem exceder a resistência de união provocando a separação. A forma da cavidade é de grande importância na conservação da união da resina composta a dentina.

Pashley,<sup>84</sup> em 1984, estudando sobre considerações fisiológicas da “smear layer”, afirmou que esta camada é formada a partir de detritos depositados em todas as paredes cavitárias após o preparo cavitário e esta “smear layer” contém duas partes, uma superficial que cobre as paredes cavitárias e a superfície dentinária e a outra mais profunda denominada “smear plugs” que obturam os túbulos cortados. Através de Microscopia Eletrônica de Varredura, o autor observou a “smear layer” como fibras colágenas mineralizadas que aparecem como glóbulos dispersos dentro de uma matriz amorfa. Afirmou que a remoção



do “smear plug” aumenta o movimento hidrodinâmico dos fluídos dentinários podendo causar hipersensibilidade; além disso, pode favorecer a infecção bacteriana podendo chegar a patologias pulpares caso a dentina seja deixada sem tratamento.

Chan et al.,<sup>22</sup> em 1985, propuseram-se avaliar a resistência de união de resinas compostas com e sem a utilização de adesivo dentinário, assim como, o efeito da armazenagem em água a longo prazo e a termociclagem sobre a resistência de união das resinas à estrutura dental. Utilizaram três resinas compostas fotoativadas e os sistemas adesivos eram quimicamente ativados. Os dentes humanos hígidos utilizados em número de 160, foram desgastados na porção oclusal com papel de lixa com granulações 320, 400 e 600, até a exposição da dentina e a seguir lavados em ultrassom com água destilada. A dentina preparada teve três tipos de tratamento: 1) Nenhum; 2) Sistema adesivo do próprio kit e 3) Adesivo dentinário quimicamente ativado. Os autores mostraram que as amostras tratadas com adesivo dentinário mostraram união significativamente mais forte que as amostras tratadas com agentes de união sem carga ou sem tratamento. O adesivo dentinário mostrou resistência semelhante para as resinas

compostas. Os resultados da termociclagem e imersão em água não mostraram diferenças estatisticamente significativas. Os autores concluíram que os sistemas adesivos podem ser utilizados com diferentes resinas, sem mostrar diferenças estatisticamente significativas sobre a resistência de união e que esta se mantém estável quando termocicladas ou imersas em água.

Crim et al.,<sup>31</sup> em 1985, compararam quatro técnicas de termociclagem, variando o tipo de traçador, número de imersões e radioisótopos. Segundo os autores a utilização de radioisótopos ou traçadores foram igualmente efetivos e não apresentaram diferenças estatisticamente significantes. Afirmaram que todos os procedimentos que produzem alterações térmicas apresentam-se mais potentes em relação a microinfiltração marginal do que métodos onde a termociclagem não foi utilizada.

Davidson,<sup>32</sup> em 1986, publicou um trabalho sobre a resistência a contração de polimerização com sistemas adesivos. O autor propõe que a adesão satisfatória a dentina pode ser atingida com um preparo cavitário com mínima eliminação de

tecido sadio para uma adequada retenção e melhor selamento marginal. Segundo o autor a apropriada adesão precisa de uma segura interação mecânica ou fisicomecânica entre as paredes cavitárias e a resina composta e que a resistência de união deve ser capaz de suportar a tensão causada pela contração de polimerização. Na prática, a tensão é parcialmente aliviada pelo escoamento e pode diminuir também se a polimerização for menos intensa. Em relação a técnica de aplicação, esta pode influenciar a contração, sendo que os primeiros incrementos devem ser inseridos de tal forma que a contração e escoamento sejam em direção a dentina e estas não sejam obstruídas pela oposição de forças maiores na interface esmalte/resina, dessa forma a resistência de união da resina a dentina pode ser obtida. As resinas compostas fotoativadas atingem 80% da resistência de união e a tensão de contração dentro dos primeiros 20 segundos, as resinas quimicamente ativadas chegam nesse estágio somente após 10 ou 15 minutos. Os autores afirmam que a técnica incremental é vantajosa quando as resinas compostas são fotopolimerizáveis.

Em 1986, Lutz et al.<sup>75</sup> propõem uma nova técnica de restauração para eliminar as tensões nas margens das

restaurações com resina posterior. Utilizaram dentes molares nos quais confeccionaram cavidades MOD sem bisel, com e sem colocação de material forrador. As técnicas de restaurações utilizadas foram: de inserção única ou de três incrementos, associados a uma cunha refletiva. Realizadas as restaurações as amostras foram submetidas a testes térmicos, mecânicos e de infiltração marginal. A partir dos resultados os autores propõem, a utilização da técnica de inserção em três incrementos. Através desta técnica os vetores de contração de polimerização são dirigidos para as margens do preparo cavitário durante a reação de polimerização da resina.

Lutz et al.<sup>76</sup> em 1986 avaliaram a adaptação marginal de restaurações de resina composta de classe II, em molares com margens em esmalte. A inserção do material foi realizada através das técnicas de incremento único ou duplo, 3 técnicas diferentes de polimerização e 2 tipos de matrizes (metálicas e poliéster). Colocada uma base de ionômero de vidro e restauradas as cavidades, foram submetidas a testes térmicos e mecânicos. a análise estatística demonstrou não haver diferença significativa entre as duas técnicas de inserção. Quanto a forma de polimerização, através da superfície proximal, esta

apresentou adaptação significativamente melhor em relação a obtida por oclusal. Os autores acreditam que este resultado se deve a utilização da cunha refletiva que permite irradiação direta dirigida à superfície cervical.

Em 1986, Pashley & Depew,<sup>86</sup> avaliaram “in vitro” o efeito da “smear layer”, do Verniz Copalite e do Oxalato sobre a microinfiltração. Comentaram que para obter uma adaptação máxima do material restaurador às paredes cavitárias, a “smear layer” superficial deve ser removida devido a sua interferência com a adaptação e também ser área de potencial crescimento bacteriano.

O efeito da armazenagem e a duração dos ciclos térmicos sobre a microinfiltração foi avaliada por Crim e Garcia-Godoy,<sup>30</sup> em 1987. Os autores observaram que estes fatores não apresentam impacto significativo nos padrões de microinfiltração em restaurações de resina composta realizadas em preparos de classe V. Afirmaram que, a incorporação de alterações térmicas mostraram ser efetivas para evidenciar a microinfiltração marginal quando comparadas com amostras não cicladas.

A tensão de polimerização na resina composta e sua relação com o fator de configuração, foi estudado por Feilzer et al.,<sup>40</sup> em 1987. Avaliaram a tensão de polimerização em função da forma da restauração. A forma é descrita pelo fator de configuração (fator C), a relação entre as superfícies aderidas e as não aderidas. Para este trabalho simularam a configuração de uma restauração de forma cilíndrica de várias dimensões. A tensão de contração foi medida continuamente. Mostraram que a relevância clínica do fator C e a liberação do stress pelo escoamento não é suficiente para preservar a adesão a dentina pelos agentes adesivos dentinários.

Em 1987, Finger & Ohsawa<sup>44</sup> testaram a eficiência de 3 combinações de agentes adesivos e resinas compostas. Realizaram 2 tipos de testes com 5 repetições cada. Os materiais utilizados foram: Gluma Dentin Bond, Gayern Resin L/Lumifor, Scotchbond-P30, Clear fil New-Bond e Clearfil/Ray. Os testes realizados foram: A - resistência de união, em tempos determinado de 3 minutos, 24 horas e 4 semanas e B - adaptação marginal às paredes cavitárias após a armazenagem em água durante 10 minutos, 24 horas e 28 dias, sendo a avaliação feita através da utilização de microscópio de luz. Os resultados

obtidos mostraram que a resistência de união reflete o grau de adaptação dos três sistemas restauradores. Os autores concluíram que nenhum dos três sistemas restauradores produz um perfeito selamento inicial à dentina. A combinação de Scotchbond e a resina P-30 mostraram baixa resistência de união e pobre selamento da cavidade. A adaptação das resinas compostas pode ser melhorada com a utilização da técnica incremental e a técnica de polimerização.

No mesmo ano, Retief<sup>98</sup> criticou a utilização do condicionamento ácido em dentina pela possível resposta polpar a este tipo de tratamento. Advogou em favor do condicionamento ácido do esmalte por eliminar a microinfiltração em restaurações de resina composta e que, embora os novos adesivos dentinários possam diminuir a microinfiltração marginal sua utilização deve estar vinculada a melhores estudos.

Uma avaliação clínica em 171 restaurações de erosão cervical com resinas compostas sem a utilização de nenhum método de retenção adicional foi realizada por Ziemiecki et al.,<sup>124</sup> em 1987. Esta avaliação perdurou por 12

meses e foi realizada com o adesivo Scotchbond e as resinas Silar e Silux. Os resultados demonstraram que o tamanho das lesões teve efeito significativo na retenção. O biselamento e condicionamento proveu maior retenção. A retenção foi maior no arco superior que no inferior e a sensibilidade diminuiu durante os 12 meses de estudo.

Leinfelder,<sup>73</sup> em 1988, fez uma revisão sobre as restaurações de resina composta posterior. Estabelecendo que a maior aceitação da resina composta se deve à melhora de suas propriedades como boa estabilidade de cor, melhora das propriedades físicas e facilidade de manipulação, associando estas melhoras a incorporação de maior quantidade de partículas cerâmicas dentro de uma matriz forte e resistente. A diminuição do tamanho da partícula e o aumento do número de partículas, provocou redução da tensão mastigatória sobre as partículas, o que, não só aumentou a resistência ao desgaste na região oclusal como também na região interproximal. Os problemas principais que este material apresenta, seriam: longevidade curta, presença de cáries secundárias e contração de polimerização. As conclusões deste trabalho determinam que a resina composta não é um substituto do amálgama e sim um material complementar para os tratamentos restauradores.



Um estudo do efeito da expansão higroscópica e da tensão térmica sobre a fenda marginal em restaurações de resina composta foi realizado em 1988 por Torstenson & Brännström.<sup>115</sup> Para tal estudo a técnica de impregnação da resina composta foi utilizada para medir as mudanças da largura da fenda entre a resina e a cavidade durante a aplicação de frio e calor. Os autores observaram que a fenda não variava muito ao calor; contudo, o frio aumentava em 5 µm a largura da fenda. A expansão higroscópica foi melhor pronunciada nas resinas microparticuladas enquanto que, nas resinas híbridas, houve apenas uma pequena redução na fenda marginal. As fendas permaneceram nas paredes cervical e axial, o que resultaria em problemas de hipersensibilidade e infecção da fenda.

Em 1989, Ben-Amar et al.,<sup>9</sup> pesquisaram o efeito do pré-tratamento dentinário sobre a microinfiltração em restaurações de resina composta classe V, utilizando dois sistemas adesivos. Os preparos cavitários foram colocados, inteiramente em esmalte. Para o tratamento dentinário foi utilizado Tubulicid, para um grupo, e jatos de água/ar para o outro grupo. Como adesivos foram utilizados o Dentin Adhesive

fotopolimerizável e quimicamente ativado, restaurando as cavidades com as resinas compostas Silux e Durafil. Os resultados mostraram significativa redução na microinfiltração quando da utilização da resina Silux associada ao adesivo dentinário Scotchbond, sendo que o tratamento com Tubulicid não promoveu redução na microinfiltração marginal.

Feilzer et al.,<sup>41</sup> em 1989, avaliaram a contração de polimerização de resinas químicas ou fotoativadas em relação a distância parede a parede. Num aparelho especial, a resina foi unida a dois discos opostos e o deslocamento da parede axial resultante da contração de polimerização foi medida constantemente. Mostraram que a contração entre as paredes aumenta com a diminuição da distância entre as paredes e finalmente alcança um valor de quase três vezes da contração linear de polimerização.

A adesão de Resina Composta ao esmalte e dentina foi estudada em 1989 por Retief & Denys.<sup>99</sup> Apontaram que as propriedades físicas e químicas dos materiais odontológicos e os procedimentos profissionais influenciam na extensão da microinfiltração na interface dente/restauração. A adesão ao

esmalte é conseguida pelo condicionamento da superfície com ácido fosfórico, controlando a microinfiltração; a adesão à dentina e controle da microinfiltração na interface dentina (cimento)/restauração é mais difícil, pelas peculiaridades existentes entre os diferentes tecidos duros do dente.

Os sistemas adesivos dentinários foram avaliados através de testes de resistência de união e microscopia eletrônica de varredura por Prati et al.,<sup>35</sup> em 1990, utilizando sete sistemas de adesivos dentinários. Os dentes selecionados foram terceiros molares de pacientes jovens e a área escolhida para o estudo foi a região da junção esmalte/dentina. Os autores encontraram diferença estatisticamente significativa entre os materiais. A observação de ambos lados da fratura mostrou que na maioria dos casos a falha foi adesiva entre a dentina e o agente de união nas amostras onde a resina penetrou no túbulos dentinários abertos. Uma fratura coesiva complexa tanto da resina como da dentina foi observada para os agentes que precisaram do tratamento da smear layer, na qual a fratura coesiva foi notada na espessura da smear layer quando a dentina não foi alterada pela solução do primer. A conclusão, o trabalho mostrou que os adesivos dentinários que removem a “smear layer” tiveram

significativamente maior resistência de união e que os valores de união refletem o modo de fratura do material e presença da smear layer.

Youngson et al.<sup>123</sup> avaliaram em 1990, os métodos de medição da microinfiltração marginal “in vitro”. Utilizaram para este trabalho dentes pré-molares humanos hígidos restaurados com amálgama em preparos de classe II. Antes da colocação do amálgama, no grupo A foi colocado verniz cavitário, no grupo B, foi confeccionada uma base com ionômero de vidro fotoativado e no grupo C foi utilizado o Cermet com pré-tratamento da dentina com ácido poliacrílico. A microinfiltração marginal foi avaliada através da utilização de um traçador e por análise de imagens. Os parâmetros avaliados foram o comprimento da infiltração linear e a área de microinfiltração que mostrou não ter correlação compatível. Os grupos A e C não mostraram diferenças significativas entre os parâmetros avaliados, no entanto, no grupo B foi mostrada uma microinfiltração linear significativamente menor, da mesma forma que a área de infiltração quando a área pigmentada foi expressa em porcentagem da área de dentina disponível. Os autores concluíram que a avaliação da microinfiltração baseada

somente no comprimento da penetração do traçador é inadequada e que medida da penetração do traçador dentro da dentina deve incluir a avaliação do potencial de microinfiltração do material utilizado ou da técnica.

Chappell et al.,<sup>24</sup> em 1991, se propuseram avaliar os sistemas adesivos Superbond, XRBond, Mirage Bond, Scotchbond e Tenure, através da microscopia eletrônica de varredura e a resistência de união. Após a realização dos testes observaram que com o adesivo Superbond as fraturas coesivas ocorriam na resinas composta ou no próprio adesivo, enquanto que para o adesivo Mirage Bond as falhas eram na região da interface do material adesivo. Com o XR Bond muitas amostras fraturaram na interface entre o Primer e a smear layer ou entre o Primer e o adesivo. A resistência de união foi maior no adesivo Superbond, similar ao adesivo Scotchbond II (aproximadamente 22,9 MPa), o Mirage Bond apresentou os piores índices de resistência ficando os demais adesivos em posição intermediária.

Em 1991 Kanca III,<sup>64</sup> se propôs a descrever um sistema de união ao esmalte e dentina utilizando “in vivo” a aplicação de ácido fosfórico na remoção da “smear layer”. Este

sistema apresentava um primer hidrofílico e uma resina fluída sem carga que continha um monômero hidrofílico. Para avaliar a microinfiltração e resistência de união, realizou 140 preparos cavitários classe II divididos em dois grupos, sendo que para o grupo I (controle) foi feito o condicionamento ácido do esmalte e colocação de uma camada de Dual Cure Scotchbond, polimerizado por 20 segundos e restaurado com Silux plus. Para o grupo II o condicionamento foi efetuado em esmalte e dentina com ácido fosfórico a 37%, durante 20 segundos, após a lavagem e secagem foi efetuada a aplicação do Primer (Tenure A + Tenure B) em duas camadas. Após evaporação da acetona com jatos de ar, foi aplicada uma fina camada de Scotchbond 2, polimerizada por 20 segundos e restaurada com Silux plus na forma incremental, onde cada incremento foi polimerizado por 20 segundos. As amostras foram termocicladas a 5°C e 55°C, num total de 500 ciclos, e armazenadas em fucsina básica a 0,5% por 48 horas. Os dentes foram seccionados longitudinalmente e avaliados em microscópio com um aumento de 40 X. Dos resultados obtidos pelo autor, exceção as amostras do grupo controle, oito corpos-de-prova estiveram livres de penetração do corante e duas amostras mostraram penetração do corante ao longo da interface resina de união/resina restauradora,

concluindo que, o comportamento do grupo experimental mostrou ser estatisticamente melhor que o controle e que todas as amostras apresentaram vitalidade pulpar sem sensibilidade pós-operatória.

Kanca III,<sup>65</sup> em 1991, pesquisou “in vitro” a união de resinas adesivas sobre dentina úmida e dentina seca. O sistema adesivo deste estudo foi o All bond/All-Etch, que contém ácido fosfórico a 10% para a dentina e a 37% para o esmalte. A maior resistência de união foi obtida em presença de dentina úmida. Concluiu que, por causa de um comportamento singular da mistura primer/resina, a superfície dentinária é unida muito mais forte e totalmente quando a superfície está úmida.

A correlação entre a estrutura dentinária e sua função foi avaliada por Pashley,<sup>85</sup> em 1991, mostrando que a porosidade e os tecidos mineralizados preenchidos por fluídos da dentina, podem proporcionar suporte mecânico crítico ao esmalte que a reveste. A perda de uma das superfícies que cobre a dentina (esmalte, cimento) por doença ou por trauma, permite a difusão de fluídos através dos canais dentinários da periferia diretamente a polpa. Se um material restaurador é colocado

sobre esta superfície, esses fluídos continuam penetrando pelas margens cavo superficiais, ao redor das fendas na dentina, podendo chegar a polpa. Sob essas condições os túbulos permitem a difusão de fluídos de forma bidirecional tanto no sentido endógeno como exógeno. Algumas vezes o estímulo hidrodinâmico pode produzir um rápido movimento dos fluídos produzindo uma dor passageira. Na dentina profunda a umidade intrínseca pode interferir com a adesão a resinas adesivas. Isto pode permitir a formação de fendas, microinfiltração, sensibilidade dentinária e ocasionalmente, irritação polpar. Muitos destes problemas clínicos tem como denominador comum a estrutura e função da dentina.

Em 1992, Bertolotti,<sup>11</sup> publicou um trabalho sobre o condicionamento de substrato dentinário, definindo-a como qualquer tipo de tratamento realizado sobre a dentina após a formação de detritos dentinários, denominada de smear layer. Os métodos para tratar a dentina podem ser modificações químicas por ácidos ou quelantes de cálcio, modificações térmicas por laser e modificações mecânicas por abrasão. O autor concluiu que o conhecimento dos diferentes métodos para tratar a dentina ajudará a melhorar os sistemas adesivos e que as novas



tecnologias como laser e a microabrasão com óxido de alumínio são promissoras para melhorar o condicionamento da dentina.

A micromorfologia da interface de união da dentina e sua relação com a resistência de união foi avaliada por Gwinnett & Kanca,<sup>54</sup> em 1992. Neste estudo a umidade do substrato mostrou ter influência sobre a resistência de união com aumento estatisticamente significativo da mesma quando os tecidos estavam secos. O aumento foi atribuído a natureza hidrofílica da acetona contida no primer do sistema testado. Desde que a zona híbrida foi mostrada “in vivo” e sua presença tem sido relacionada com restaurações livres de fenda, é clinicamente relevante que a presença destes materiais seja incorporada a odontologia. Os autores concluem que existem métodos e sistemas que podem otimizar a resistência de união à dentina, especialmente úmida, chegando a valores iguais ou melhores que os alcançados para esmalte. Esses métodos pressagiam uma maior ordem de significância e justificam sua avaliação clínica. A natureza hidrofílica destes sistemas é bem adequada para dentina hidratada encontrada clinicamente.

Um simpósio a respeito da utilização dos adesivos dentinários na odontologia, realizado no estado americano de Nebraska, reuniu vários expoentes da odontologia mundial para discutir os avanços e suas implicações na dentística restauradora. O encontro refletiu numa publicação sobre os adesivos dentinários em 1992, onde Baier,<sup>4</sup> mostrou os princípios que regem a adesão, lembrando que o entendimento do fenômeno interfacial tem relação direta e benefícios práticos na utilização de adesivos dentinários. Citou a importância da superfície física, a qual descreve propriedades de áreas interfaciais de materiais inorgânicos desde sua fase real limite, em direção ao volume de fase dos sólidos; e a superfície química, a qual descreve fenômenos na interface sólida/biológica e através disso dentro de variáveis do meio ambiente orgânico. Os materiais de alta energia incluem os sólidos que são muito duros, têm alto ponto de fusão, força intramolecular forte e, basicamente, estruturas cristalinas, como por exemplo, o esmalte. Materiais de baixa energia, como o colágeno da dentina, filme salivar, e as resinas orgânicas dos materiais restauradores, são macios, de baixo ponto de fusão, força intermolecular fraca e baixa cristalinidade (onde a energia de superfície se apresenta menor que 100 ergs/cm). O fenômeno

de adesão torna evidente, segundo o autor, que para se obter ótima difusão e adesão sobre uma superfície de alta energia, é essencial manter a interface o mais possível livre de radicais orgânicos de baixa energia. A súbita mudança na composição de um sólido pode aumentar ou diminuir o umidecimento. Um substituto mais superficial que diminui a energia de superfície, tal como  $-CH_3$  ou  $-CH_2$ , diminui a difusão; enquanto aqueles que aumentam a superfície de adesão, como phenyl P,  $^-OH$ ,  $^-SH$ ,  $^-COOH$  ou  $NH_2$ , aumentam a difusão. Foi revisada a ênfase sobre o umidecimento da superfície dental e sua modificação pelos “primers”, deslocando ou misturando-se com a água e absorvendo o filme proteináceo, que acaba em promover o sucesso dos adesivos dentinários de 4<sup>a</sup>. geração. Sua melhora na propriedade de umidecimento para fases biológicas correlata diretamente com sua melhor infiltração e ancoramento da resina composta, uma vez que um baixo umidecimento da superfície sempre está seguido da formação de fendas ou bolsas de materiais estranhos nas interfaces, a adesão se torna rapidamente e grandemente reduzida devido a estas concentrações localizadas de tensões nessas regiões de discontinuidades.

Barkmeier & Cooley,<sup>5</sup> discutiram sobre as avaliações laboratoriais dos sistemas adesivos, também no simpósio publicado em 1992. Os autores afirmam que a adesão ao esmalte já está provada ser eficaz sendo inúmeras suas utilidades. Classificam a adesão à dentina como o maior desafio. Citam que os testes de resistência à união chegam a valores similares ao esmalte e que houve uma redução significativa na microinfiltração marginal com os adesivos de última geração, principalmente nas paredes de cimento e/ou dentina. Concluem que embora os testes laboratoriais confirmem a eficácia dos modernos adesivos somente avaliações químicas podem demonstrar sua performance a longo prazo.

Christensen,<sup>26</sup> em 1992, 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 a 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 nas peças de mão ou seringa tríplice, rugosidade da superfície dental, retenções mecânicas colocadas no preparo cavitário, superfície dental contendo flúor, uso de flúor após as restaurações serem realizadas, características da dentina, presença de placa, cálculo, pigmentação extrínseca, presença de base cavitária, desidratação do dente e constituintes do cimento temporário.

Em 1992, Eick et al.,<sup>37</sup> avaliando a superfície dentinária e sua influência sobre a capacidade de adesão à dentina, apresentaram uma classificação dos sistemas adesivos dentinários organizados de acordo com a química, evolução do material e força de união. 1a. Geração: os adesivos dentinários demonstraram possuir menor força de união, aproximadamente de 5 a 7 MPa. 2a. Geração incluindo pré-tratamentos com oxalato férrico e oxalato de alumínio e dois produtos comerciais mostraram uma força de união entre 8 e 14 MPa. 3a. Geração a força de união foi de 17 MPa. Neste estudo foi feita uma tentativa para estabelecer um paralelo entre a penetração do adesivo (molhamento da dentina) e a eficácia de união do adesivo, como determinante para os valores de força de união.

Concluíram que, para que a resistência de união dos adesivos dentinários aumente e melhore, o molhamento dentinário e a natureza hidrofílica dos sistemas adesivos também devem ser melhorados.

Nakabayashi et al.<sup>82</sup> em 1992, descrevem e identificam a camada híbrida, que ocorre através da interdifusão dos tags de resina nas fibras colágenas do tecido dentinário. Este estudo realizado "in vivo" foi feito através da aplicação sobre a superfície dentinária de uma solução aquosa de ácido cítrico a 10% e cloreto férrico a 3% por 10 a 30 segundos. Os dentes foram extraídos e as amostras seccionadas transversalmente. Através da microscopia eletrônica de transmissão foi observada a hibridização dentinária, concluindo os autores que a adesão a dentina é satisfatória "in vivo".

Pashley et al.,<sup>87</sup> em 1992, pesquisaram a interação dos condicionadores sobre a superfície dentinária. Segundo os autores a maioria dos sistemas adesivos utilizam condicionadores ácidos que removem a smear layer e desmineraliza a superfície dentinária, porém estes ácidos podem agir sobre a polpa de diferentes formas o que depende dos

seguintes fatores: tipo de ácido, pKa e pH; concentração utilizada (gradiente de difusão, osmolaridade); tempo de exposição, espessura da dentina remanescente assim como a eficiência do material colocado para selar a dentina. As desvantagens de utilizar condicionadores ácidos são: aumento da permeabilidade dentinária, aumento da perda de umidade, aumento no potencial de irritação polpar, potencial de denaturar o colágeno e discrepância entre a profundidade da desmineralização e a profundidade de penetração da resina fluída. Os autores estabelecem que a resistência de união é proporcional a área de superfície de dentina disponível para união. Os autores concluem que com a melhora dos materiais e técnicas cada vez seriam menos necessários os liners cavitários.

Sakaguchi et al.,<sup>104</sup> em 1992, avaliaram o comportamento do fotopolimerizador e a polimerização da resina composta. Os autores afirmam que existem algumas variáveis que afetam a absorção da energia luminosa e assim tem efeito sobre a contração de polimerização. A contração de polimerização está fortemente relacionada a um complexo caminho no grau de polimerização do material, esses parâmetros servem como indicadores empíricos para a extensão da

polimerização. As variáveis incluem, cor da resina, distância entre a ponta de luz e a resina composta e intensidade da luz. Os autores avaliaram 3 resinas compostas, avaliando a contração de polimerização na fase pós-gel utilizando um método de medição de tensões. A intensidade da luz fotopolimerizadora diminui rapidamente para distâncias maiores que 2 mm entre a ponta de luz e a superfície da resina. Foi demonstrada uma relação linear entre a contração de polimerização e a intensidade da luz. A contração de polimerização de resinas compostas micropartícula das resinas compostas para dentes posteriores, utilizando intensidade de luz e tempo constante, diminui linearmente com o aumento da espessura da amostra. Os autores concluem que a diminuição da ótima intensidade da luz fotopolimerizadora pode ser compensada com o aumento no tempo de aplicação da luz dentro dos limites razoáveis.

Sakaguchi et al.,<sup>105</sup> em 1992, estudaram o efeito da contração de polimerização em restaurações de resina composta. Para os autores a contração de polimerização da fase pós-gel da resina composta induz a uma força de contração na união dente restauração e ao redor da estrutura dental. A medição das tensões tem se mostrado como um método efetivo para avaliar a



contração de polimerização linear pós-gel das resinas compostas. Um novo modelo foi desenvolvido no qual as amostras de resina composta são unidas a anéis de acrílico. O modelo simula a restauração de resina composta rodeada por dentina. A resistência à contração mede a deformação do anel e uma segunda medição marca as alterações dimensionais da amostra. A tensão produzida sobre o anel de acrílico pela contração de polimerização da resina composta foi calculada baseados na força aplicada sobre o anel e as propriedades do materiais com que é fabricado o anel. Utilizaram quatro resinas compostas, onde avaliaram a contração de polimerização e o stress sobre o anel de acrílico durante a polimerização. Após 60 segundos de fotopolimerização, a resina Heliomolar, mostrou menor contração de polimerização na fase pós-gel quando comparada com os outros materiais. Quando a resina Heliomolar alcançou o equilíbrio após 14 minutos, continuou mostrando os menores valores de contração, contudo isso não é estatisticamente considerável. Quando a tensão de contração ao redor do anel de acrílico foi considerada, a resina P-50 rapidamente desenvolveu e produziu valores maiores e após a aplicação de luz a resina Heliomolar produziu menores valores de tensão, esses valores contudo, não foram significativamente

diferentes quando avaliados estatisticamente. Segundo os autores este modelo parece promissor para determinar os valores de contração das resinas compostas. A capacidade de união da resina composta à resina acrílica através de adesivos dentinários melhora sua utilidade e permite uma geometria simples para um cálculo relativamente correto da relação entre contração e tensão.

Swift Jr. & Levalley,<sup>110</sup> se propuseram avaliar a microinfiltração em restaurações de resina composta com a dentina condicionada em 1992. Utilizaram 60 dentes humanos, divididos aleatoriamente em seis grupos, e sobre os quais foram preparadas restaurações de classe V nas faces vestibulares, com as seguintes dimensões 3 mm x 2 mm x 1,5 mm. Os sistemas adesivos utilizados foram Scotchbond 2, Ternure, Clearfil. Os autores observaram que a técnica do condicionamento ácido da dentina, produz a redução na microinfiltração marginal, porém, não a elimina completamente, principalmente nas margens de dentina.

Em relação aos testes de microinfiltração marginal Wieczkowski Jr. et al.,<sup>121</sup> em 1992, verificaram o traçado deste

problema em adesivos de terceira geração. Realizaram restaurações de classe V nas faces vestibular e lingual de 20 dentes humanos extraídos, variando-se os sistemas adesivos. Os espécimens foram submetidos a ciclagem térmica e imersos numa solução de nitrato de prata; em seguida, foram seccionados e observados sobre microscopia eletrônica de varredura e análise de raio-x/energia-dispersa (EDX). Os corpos-de-prova demonstraram diferentes padrões de infiltração, e os autores concluíram que a “smear layer” deve ser condicionada ou removida antes da aplicação do agente adesivo para prover ótima resistência à microinfiltração marginal.

Barnes et al.,<sup>7</sup> em 1993, se propuseram avaliar a microinfiltração em restaurações de classe V comparando os resultados produzidos “in vitro” com os produzidos “in vivo”. Para este estudo prepararam nas superfícies vestibular e lingual dos dentes cavidades de classe V, para cada dente preparado “in vitro” foi preparado outro “in vivo”. Após o preparo utilizaram os adesivos Universal Bond 2 e Universal Bond 3 e restaurados com resina composta (Prisma APH). As amostras “in vivo” foram extraídas 6 meses após a restauração. As amostras “in vitro” foram termocicladas durante 540 vezes a uma temperatura

entre 5°C e 55°C. A análise estatística não mostrou diferença significativa entre as amostras com o adesivo Universal Bond 2 e o 3. Quando comparadas as amostras “in vivo” e “in vitro” houve diferenças significativas, mostrando que foi maior a microinfiltração nas restaurações “in vitro”.

De Marco et al.,<sup>35</sup> em 1993, se propuseram avaliar a microinfiltração marginal de Resinas Compostas, em cavidades preparadas em cimento e esmalte em dentes molares hígidos, restaurados com diferentes agentes de união. Foram utilizados dois sistemas adesivos: Scotchbond II e XR Bond. Para cada dente foram confeccionadas quatro cavidades, sendo duas na face vestibular, na coroa e raiz, e duas outras na face lingual na mesma altura das cavidades vestibulares, totalizando assim 30 cavidades em esmalte e 30 cavidades em cimento. Os sistemas adesivos foram manipulados de acordo com o fabricante e restaurados com Silux Plus e Herculite. Realizadas as restaurações, as amostras foram termocicladas, em azul de metileno e posteriormente seccionadas transversalmente, expondo a interface, para avaliação através de Lupa estereoscópica. Através dos resultados obtidos nenhum dos materiais inibiu completamente a penetração do corante, tanto

em esmalte quanto em cimento. As cavidades preparadas em esmalte apresentaram grau de infiltração marginal significativamente menor quando comparadas com as cavidades preparadas em cimento.

Eick et al.,<sup>39</sup> em 1993, completa a série de três trabalhos relatando a influência da superfície dentinária na adesão, comparando adesivos cuja resistência à união excede ou está perto de 17 MPa (categoria III). Os sistemas adesivos utilizados foram Superbond, Scotchbond MP (devido a variedade de tratamento de superfície) e um sistema de adesão que engloba características dos adesivos das categorias I e II, o Prisma Universal Bond III. Os testes de resistência a união juntamente com microscopia eletrônica de varredura e de transmissão demonstraram que esses sistemas apresentam falha coesiva durante os testes, sendo esse resultado atribuído à combinação de fatores que incluem umidescimento e penetração efetivos tanto quanto a tendência de deixar as fibras colágenas na interface adesivo-dentina com uma aparência estrutural intacta.

Eick et al.,<sup>38</sup> em 1993, escreveram uma revisão sobre adesão e contração das resinas compostas do futuro.

Segundo os autores, maior atenção tem sido dirigida à produção de adesivos dentinários que resistam as forças de contração produzidas durante a polimerização nas resinas compostas. De acordo com as pesquisas estas mostram que uma efetiva adesão a dentina depende das características de molhamento e penetração dos sistemas adesivos e da capacidade de reação da superfície dentinária tratada. A estrutura da camada de colágeno mostrou também influência no comportamento da união. Os sistemas adesivos que não denaturam completamente as fibras de colágeno e deixam uma rede de colágeno na camada desmineralizada que produzem superior resistência de união (maior que 20 MPa). Dentro dos esforços para impedir a contração, foram desenvolvidos polímeros de alta performance que não contraem, para serem utilizados como matriz das resinas compostas. Também foram desenvolvidos *Spirorthocarbonatos* que expandem durante a polimerização. Em combinação com estes três componentes cerâmico epóxicos, uma matriz tem sido desenvolvida a qual expande durante a polimerização e que suas propriedades mecânicas, sorção de água, solubilidade e grau de polimerização são aceitáveis para uso dental. Maiores pesquisas para resinas compostas sem contração e melhoras na adesão a

dentina aumentaram grandemente a longevidade deste material no século 21.

Heymann & Bayne,<sup>60</sup> em 1993, realizaram uma revisão dos últimos conceitos sobre adesão à dentina. Salientaram que os fatores dentinários que estão envolvidos na adesão à dentina são: 1) “Smear layer”; 2) Densidade, tamanho e comprimento dos túbulos e 3) Esclerose dentinária. Outro fator que pode afetar a adesão, é a umidade dentinária que está diretamente relacionada a densidade e tamanho dos túbulos dentinários. A remoção da “smear layer” deixa os túbulos dentinários abertos, produzindo hipersensibilidade devido ao aumento da permeabilidade dentinária. Afirmou que os novos adesivos dentinários apresentam monômeros hidrofílicos que penetram nas superfícies úmidas prevenindo evitando esses problemas.

Uma avaliação clínica de restaurações de classe V, utilizando a técnica de condicionamento total, com um ano de controle, foi realizada por Ianzano & Gwinnett,<sup>63</sup> em 1993. O sistema restaurador utilizado foi o All Bond 2 e Bis Fil M. Foram realizadas 78 restaurações em lesões por abrasão e erosão

em 36 pacientes e monitoradas por um ano. O esmalte, com um pequeno bisel e a dentina, foram condicionados com ácido fosfórico a 10% por 20 segundos. Após lavagem e secagem das cavidades foi efetuada a aplicação do Primer em várias camadas até obter uma superfície brilhante, seguido de aplicação da resina fluída e da resina restauradora em dois incrementos. Os critérios de avaliação clínica foram os estabelecidos por Ryge, incluindo retenção, estabilidade de cor, integridade visual e tátil das margens, obtendo em todas as restaurações a qualificação Alfa. Não foi observado a presença de cáries secundárias nem sensibilidade pós-operatória. Concluíram que os resultados deste trabalho mostraram uma efetividade clínica dos adesivos dentinários com sistemas de condicionamento total.

Araújo et al.,<sup>2</sup> 1993, utilizaram adesivos dentinários como agentes de vedamento cavitário em restaurações classe II de Amálgama e Resina Composta posterior. No grupo controle foi utilizado duas camadas de verniz. Os sistemas adesivos utilizados foram: Scotchbond 2; ARMD; Prisma Bond e XR Bond. Como materiais restauradores foi utilizada a liga Dispersalloy, e as resinas P50; Adaptic IIP; APH e XRBond. Para tanto, 65 dentes pré-molares hígidos,



receberam cavidades do tipo MOD. Os corpos-de-prova foram divididos em 13 grupos, sendo que em nove deles foram colocados apenas o material restaurador, totalizando 90 avaliações. Nos quatro grupos restantes, realizaram associação de amálgama/resina composta. As amostras foram submetidas a testes de microinfiltração, analisando-se a penetração do corante (Rodamina B, 0,5%). Pelos resultados obtidos, concluíram que os adesivos dentinários diminuíram a microinfiltração das restaurações classe II com Amálgama, Resina Composta e Associação Amálgama/Resina Composta. Afirmaram que o verniz cavitário possibilitou uma maior microinfiltração marginal cervical nessas restaurações. Entre os adesivos dentinários não acharam diferenças estatisticamente significantes.

Gwinnett,<sup>52</sup> em 1993; avaliou a contribuição da camada híbrida sobre a união à dentina. Utilizou 4 grupos com 10 dentes molares humanos hígidos cada um. Trinta dentes foram seccionados na região média da coroa com lixa de papel à base de carvão de silício, de granulação 600. Os tratamentos realizados foram: Grupo 1: smear layer intacta; Grupo 2: remoção do smear layer com Prophy jet; Grupo 3:

condicionamento com ácido fosfórico a 10% por 20 segundos; e o Grupo 4: exposição da dentina por fratura através de uma canaleta no terço médio e com instrumental normal. As superfícies dentinárias foram tratadas com All-Bond 2 e restauradas com a resina P-50. As amostras foram armazenadas durante 24 horas a  $\pm 37^{\circ}\text{C}$ , e após este período foram submetidas a ensaios em máquina Inström a uma velocidade de 5 mm/minuto. Após os testes, foram obtidos os seguintes resultados: Grupo I:  $10,24 \pm 2,98$ ; Grupo II:  $20,37 \pm 4,62$ ; Grupo III:  $32,68 \pm 7,12$  e Grupo IV  $26,77 \pm 4,85$ . A penetração da resina fluida não foi observada nos túbulos dentinários no Grupo IV através da Microscopia Eletrônica de Varredura, no entanto no Grupo III a penetração foi intra e intertubular. Os resultados permitiram o autor concluir que a infiltração da resina fluída na dentina pode contribuir em um terço da resistência de união total do sistema.

Laurell et al.,<sup>70</sup> em 1993 avaliaram o efeito histológico provocado por partículas de óxido de alumínio com tamanhos de 27  $\mu\text{m}$  e 50  $\mu\text{m}$  e pressões entre 80 e 160 psi, comparados com os efeitos produzidos quando da utilização de fresas em alta rotação, em preparos de classe V e diferentes

profundidades. Utilizaram um total de 120 dentes de cachorros divididos de forma aleatória da seguinte maneira: G1) grupo controle; G2) alta rotação com refrigeração; G3) alta velocidade sem refrigeração; G4) jato abrasivo (27  $\mu\text{m}$  e 80 psi); G5) jato abrasivo (50  $\mu\text{m}$  e 80 psi); G6) jato abrasivo (27  $\mu\text{m}$  e 160 psi); G7) jato abrasivo (50  $\mu\text{m}$  e 160 psi). As amostras foram armazenadas em água durante 72 horas, para posteriormente serem descalcificadas, cortadas e coradas com H.E. A avaliação foi realizada por 2 examinadores em função do deslocamento, ruptura, inflamação ou necrose do tecido polpar. Através da análise estatística não foram observadas diferenças significativas entre os grupos 4 e 5 e o grupo 2. Para a maioria das categorias tem significativamente pouco efeito sobre a polpa. Os autores concluíram que o efeito do jato abrasivo sobre a polpa é similar ao preparo com fresas em alta rotação com refrigeração abundante com água.

Em 1993, Marshall Jr.<sup>77</sup> analisa a microestrutura e a característica da dentina e a define dizendo que consiste de várias estruturas identificáveis: túbulos com processos celulares e fluídos; dentina peritubular altamente mineralizada e dentina intertubular constituída principalmente de colágeno e apatita

depositada. As variações de organização estrutural e microestrutural refletem a influência evolutiva, tal como tamanho e forma do dente e alterações causadas pelo envelhecimento e doença, citou o autor. Atestou que os detalhes de relação estrutura-química-propriedade para material biológico anisótropo (dentina) são limitados, por isso o entendimento das variações estruturais estão na dependência da preparação do espécimen, tipo de dente, condições de armazenamento e modificações químicas e físicas. Sugere que as novas pesquisas devem se preocupar com o refinamento das propriedades estruturais para confecção de corpos-de-prova para investigação em dentina, para explicitar melhor os avanços nas resinas compostas e nos adesivos de forma fiel.

Mixson et al.,<sup>79</sup> avaliaram em 1993, os adesivos e a idade da dentina na formação de fendas. Os autores compararam a efetividade dos adesivos dentinários sobre a dentina de pacientes jovens (16-26 anos) e idosos (58-87 anos). Foram utilizados dois sistemas adesivos. Os dentes molares foram desgastados nas faces opostas e então restaurados aleatoriamente com um dos sistemas adesivos, com e sem a remoção da smear layer. Todas as amostras foram examinadas

para determinar a fenda máxima em micrômetros e a extensão em graus. Foram observadas fendas menores na dentina mais velha quando o adesivo dentinário foi aplicado sobre a dentina onde a smear layer foi removida. Contudo, os resultados não foram estatisticamente diferentes na porcentagem de margens livres de fendas entre os grupos por idade. Os autores concluíram que Scotch Bond 2, quando foi removido a smear layer, mostrou menores gaps em pacientes idosos.

Pashley et al.,<sup>88</sup> em 1993, no simpósio sobre adesivos afirmaram que a permeabilidade dentinária é de vital importância para a obtenção de uma boa adesão a dentina. Nos sistemas adesivos que removem a “smear layer” existe a oportunidade de que a resina possa 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 união de resina se produz sobre as paredes dos túbulos. A união à dentina intertubular se apresenta, se a fase mineral é removida pela ação dos ácidos ou quelantes. Isto é mais facilmente obtido na dentina fraturada que sobre a smear layer que cobre a dentina por causa dos restos de colágeno residual que permanecem na superfície após o condicionamento

ácido da smear layer. Os canais para infiltração da resina fluída são espaços perifibrilares criados ao redor das fibras de colágeno, após a remoção da hidroxiapatita pelos ácidos. A infiltração da resina através destes estreitos, tortuosos e longos canais em 1 ou 2 minutos oferece um número de desafios que precisam mais pesquisas.

Perdigão et al.,<sup>92</sup> em 1993, se propuseram avaliar o efeito do tipo do condicionamento, umidade da superfície e tipo de resina composta, sobre a resistência de união dos adesivos dentinários. Os adesivos foram All Bond 2, Amalgambond e Clearfil Photo Bond. Utilizaram 200 dentes molares dos quais foi removido o esmalte para expor a dentina, que foi tratada com ácido e sistema adesivo para depois serem restaurados com resina composta. Após termociclagem e armazenamento as amostras foram submetidas a ensaios mecânicos numa máquina Inström. A resistência de união foi medida e submetida a análise estatística. Segundo os autores o tipo de condicionamento, umidade superficial e a resina composta tem efeito significativo sobre a resistência de união a dentina.

Em 1994, Goldstein,<sup>50</sup> fez uma revisão sobre o jato abrasivo incluindo a técnica, características, aplicações clínicas, vantagens e limitações para remoção de pigmentações, esmalte, dentina e tecido cariado, segundo o autor problemas como vibração, pressão, calor e ruído eram eliminados assim como a velocidade de corte era igual ou mais rápido que os instrumentos rotatórios da época, mas, como os materiais restauradores eram o amálgama de prata e ouro precisando por essa razão da utilização de instrumental rotatório para terminar os preparos, o que limitou a utilização do jato abrasivo. Com o aparecimento de novos materiais e aparelhos mais sofisticados esta técnica começou a ser reavaliada, sendo hoje indicada para realizar preparos cavitários que tem como características uma elevação de temperatura de 3 a 5°F, ausência de dor, vibração e por estas razões o tratamento não precisa de anestesia. As margens do preparo e superfícies ficam prontas para receber a aplicação de sistemas adesivos. A amplitude do diâmetro de corte com a ponta bem posicionada é de 500 µm, o rádio de corte pode ser ampliado para 1 ou 2 mm afetando a ponta. Dentro das limitações temos: - a perda da sensibilidade por parte do operador; - o tamanho da cavidade depende da habilidade e experiência do operador; - danifica os espelhos bucais. Outras

indicações do aparelho são preparos para aplicação de selantes, remoção de cáries de fissuras, reparos de resinas compostas. O autor concluiu que esta técnica se adapta bem dentro da filosofia de conservação de esmalte e as superfícies de esmalte e dentina podem permitir após a aplicação do jato abrasivo uma efetiva adesão do material restaurador sem necessidade de condicionamento ácido.

Fortin et al.,<sup>47</sup> em 1994, avaliaram a microinfiltração de três novos sistemas adesivos dentinários. Com essa finalidade, foram preparadas cavidades de classe V na face lingual de 40 dentes molares humanos hígidos, com margens oclusais em esmalte e as margens gengivais em cimento ou dentina. Foi estudado o comportamento dos seguintes materiais adesivos: All Bond 2, Optibond e Scotchbond Multipurpose, sendo o Scotchbond Dual Cure representado pelo controle. Como material restaurador foi utilizada a resina de micro-partículas Silux Plus. Mencionaram que a força de união destes sistemas reportados na literatura, apontam para All Bond 2 entre 14 e 40 MPa; para Scotchbond Multipurpose 24 MPa segundo o fabricante, e outros estudos reportaram de 17 a 25 MPa, para o Optibond segundo o fabricante 26.9 MPa, à dentina



condicionada. As amostras foram termocicladas e imersas em fucsina básica como agente traçador da microinfiltração para posteriormente serem seccionadas e examinadas através de microscopia óptica. O Optibond se comportou melhor a nível das margens cervicais, porém, não foi estatisticamente significante quando comparado aos outros sistemas. Os adesivos All Bond 2 e Scotchbond Multipurpose apresentaram microinfiltração marginal significativamente maior que os adesivos Optibond e Scotchbond Dual Cure nas margens de esmalte. Com exceção do grupo controle, a microinfiltração em esmalte e dentina foi similar em cada grupo.

Gwinnett & Yu,<sup>55</sup> em 1994, avaliaram a resistência de união, microinfiltração/tração e formação de fendas de adesivos dentinários de 4a. geração. Para os testes de microinfiltração utilizaram 12 grupos, contendo doze dentes pré-molares hígidos cada um e subdivididos em outros quatro grupos. Prepararam cavidades de classe V, biselando o esmalte em ângulo de 45° sendo que as margens em cimento ou dentina se apresentaram sem bisel. Os grupos testados foram: Grupo I - ART Bond/Brilliant; Grupo II - Optibond Dual Cure/XRV; Grupo III - PUB 3/APH; Grupo IV - Scotchbond

Multipurpose/Z-100. Para os sistemas Optibond, Scotchbond Multipurpose foi realizado o condicionamento total com ácido fosfórico a 10% durante 20 segundos e ácido maléico 10% por 20 segundos respectivamente. Para os outros dois sistemas foi condicionado somente o esmalte. Todos os grupos se apresentaram notavelmente livres de infiltração do corante e de fendas marginais cavo superficiais, porém, algumas fendas existiram no assoalho dos preparos. Concluíram, que a significância clínica destes achados, é a melhora na resistência de união devido a melhora da integração dos materiais aos tecidos dentais.

Em 1994, Pashley,<sup>89</sup> pesquisaram “in vitro” a união de diferentes substratos de dentina a diferentes sistemas adesivos através de testes de resistência de união e microscopia eletrônica de varredura. De acordo com os autores, não se pode comparar a união ao esmalte com a união a dentina normal devido aos constituintes orgânicos, fluídos tubulares, e variações intrínsecas da sua composição. A união a dentina esclerótica é sempre mais difícil. Para avaliar a resistência de união de quatro sistemas adesivos a substratos dentinários com diferentes níveis de mineralização, foram extraídos 120 dentes

humanos e divididos aleatoriamente em três grupos de 40 cada. A dentina foi exposta e submetida a processos de hipermineralização por imersão numa solução remineralizadora; desmineralizada por meio de uma solução de ácido acético e amostras armazenadas em água destilada. Desta forma se obteve amostras de dentina normal, esclerótica e cariada. Os dentes foram restaurados com resina composta e sistemas adesivos. Após o processo de termociclagem foram realizados os testes de resistência de união numa máquina universal Instron. A seguir os substratos da interface dentina/restauração, foram avaliados através da microscopia eletrônica. Para cada sistema adesivo a resistência de união média a dentina normal foi maior que para os outros dois substratos. A resistência de união a dentina hipermineralizada foi significativamente maior do que para a desmineralizada.

No mesmo ano, Retief et al.,<sup>101</sup> estudaram a resistência de união necessária para prevenir a microinfiltração na interface dente/restauração. Propuseram estabelecer a relação entre a resistência de união de sete sistemas adesivos dentinários com a magnitude de microinfiltração em dentes restaurados com resina composta em cavidades de classe V. Os sistemas

avaliados foram: 1) All Bond 2/Bis Fil P; 2) Sintac/Heliomolar; 3) XR Bonding/Herculite; 4) Scotchbond 2/Silux; 5) Denthesive/APH; 6) Tenure/Perfection. Utilizaram 115 amostras armazenadas em solução salina a 37°C, por 24 horas. Testes de resistência de união foram realizados em máquina Inström, expressando os resultados em MPa. Para os testes de microinfiltração, utilizaram 50 restaurações de classe V, preparadas em dentina e restauradas com os sistemas apontados acima. As amostras, foram termocicladas a uma temperatura 8°C e 55°C, durante 500 ciclos em uma solução de azul de metileno, para posteriormente serem avaliadas através de espectrofotometria. O melhor resultado foi para o All Bond que obteve uma resistência de união de  $17.2 \pm 3.6$  MPa. Concluíram que para os adesivos dentinários, uma força de  $\pm 21$  MPa pode reduzir a microinfiltração perto do zero e que clinicamente de 21 a 24 MPa poderiam eliminar a microinfiltração.

Uma avaliação e tratamento da microinfiltração de bactérias, foi feita por Cox,<sup>29</sup> em 1994. Segundo o autor, os dados recentes tem mostrado uma correlação entre a resposta polpar e a biocompatibilidade do material, quando previnem a microinfiltração. Considerando a dentina vital, o dentista deve

saber que ela contém uma extensão da polpa, apresentando o primeiro ponto de resposta às conseqüências da microinfiltração. A recuperação da polpa dental é conseguida quando o selamento é proporcionado, para prevenir a microinfiltração de bactérias. A microinfiltração é um fenômeno biológico com várias implicações clínicas importantes. No componente sensitivo a hipersensibilidade dentinária é devido a um episódio de movimentação hidrodinâmica dos fluídos dentro dos túbulos. No componente efeito, esse processo incômodo estimula a polpa e a dentina a responder com a deposição de dentina esclerótica e de reparação. Uma microinfiltração descontrolada, geralmente produz dor no paciente, assim como também infecção bacteriana, resultando em cáries recorrentes e inflamação pulpar. A natureza dinâmica e impermeável da interface de dentina permite a proliferação de bactérias residuais, posterior ao preparo cavitário. Seguindo procedimentos operatórios estéreis, tem sido mostrado que bactérias se introduzem através da margem cavo superficial resultando em cáries recorrentes e inflamação pulpar. Este autor considerou que os dados biológicos, enfatizam a necessidade clínica de proporcionar um selamento hermético da dentina preparada para prevenir tanto a hipersensibilidade dentinária como a inflamação pulpar.

A resistência de união de resina composta ao esmalte, dentina e resina composta foi avaliada por Keen et al.,<sup>68</sup> em 1994, para este trabalho compararam o efeito do tratamento da superfície com ácido fosfórico e a utilização do jato abrasivo. Foram utilizados dentes humanos hígidos mantidos em ambiente úmido, sendo divididos em dois grupos a seguir: G1) aplicação de ácido fosfórico 37% sobre a superfície e G2) aplicação do jato abrasivo. Nestas superfícies foram unidos brackets ortodônticos com o auxílio da resina composta “system 1 +”. As amostras foram armazenadas em água a temperatura ambiente durante 48 a 72 horas. Para os testes de resistência de união foi utilizada a máquina Unite-O-Matic FM20. Os resultados mostraram que a resistência de união ao esmalte foi similar quando utilizadas partículas de 27  $\mu\text{m}$  ou 50  $\mu\text{m}$ . A resistência de união a dentina foi maior quando utilizado o jato abrasivo que o ácido fosfórico, a resistência foi maior quando aplicada maior pressão. Os autores concluíram que o aparelho KCP 2000 produz no esmalte, dentina e resina composta resistência de união igual ou superior que quando aplicado o condicionamento ácido.

No mesmo ano, Laurell et al.,<sup>71</sup> avaliaram o efeito histológico de partículas com tamanho de 50 µm no processo de remoção de restaurações de amálgama de prata e resina composta em preparos classe V em 142 dentes de cachorros divididos aleatoriamente em 5 grupos; sendo que o grupo 1 foi o controle. A remoção das restaurações foi realizada 30 dias após a sua colocação, utilizando fresas em alta rotação sob refrigeração e para outro grupo foi utilizado o jato abrasivo com 80 e 160 psi de pressão. As amostras obtidas foram coradas com H.E. e avaliadas por dois examinadores que observaram: - deslocamento, - ruptura, inflamação ou necrose. Os autores não observaram diferenças significativas no efeito sobre a polpa no grupo restaurado com resina composta. Tiveram efeito adverso significativamente maior quanto a ruptura e inflamação polpar para os grupos restaurados com amálgama de prata.

Em 1994, Los & Barkmeier,<sup>74</sup> avaliaram a resistência de união da dentina a seis adesivos de última geração após o preparo da mesma com jatos de óxido de alumínio e hidroxiapatita. Os efeitos do jato abrasivo e condicionadores de dentina foram avaliados através da microscopia eletrônica de varredura. Utilizaram 180 dentes molares humanos hígidos,

sendo desgastados com lixa de carbeto de silício com granulação 600, resfriado com água até atingir dentina. De acordo com o tipo de preparo os dentes foram divididos da seguinte maneira: G1) preparo com jato abrasivo com partículas de óxido de alumínio com granulação de 50 µm; G2) jateamento com hidroxiapatita com partículas entre 20 e 40 µm de tamanho e G3) controle somente desgastado com as lixas de carbeto de silício. A seguir, os dentes foram divididos de acordo com o tipo de tratamento de superfície em 6 grupos de 10 dentes cada para aplicação dos sistemas adesivos: All Bond 2; Prisma Universal Bond3; Scotch bond Multipurpose; Ternure Solution, Amalgambond Plus e Mirage Adhesive By choice ABC; o material restaurador foi a a resina APH. Confeccionados os corpos-de-prova, foram armazenados em água destilada durante 24 horas, para serem posteriormente submetidos aos ensaios de tração numa máquina Inström, assim como realizar as observações através da microscopia eletrônica de varredura os valores de resistência de união obtidos estiveram entre  $20,4 \pm 2,0$  MPa para o All Bond 2 e  $10,2 \pm 1,7$  MPa para o Mirage ABC para o grupo controle; para o grupo 2 os valores foram  $20,7 \pm 1,6$  MPa para o All Bond 2 e  $11,2 \pm 1,7$  MPa para para o Mirage ABC, para o grupo 3 a média de resistência de união foi  $17,6 \pm$



3,3 MPa para o Scotch Bond e  $8,7 \pm 3,9$  MPa para o Mirage ABC. Quando comparados os grupos em função do tipo de desgaste da superfície não houve aumento na resistência de união, assim mesmo, não houve diferença estatisticamente significativa quando da aplicação dos dois diferentes sistemas adesivos entre os grupos. Com base nestes resultados os autores concluíram: 1) o óxido de alumínio cria mais irregularidades em dentina que a hidroxiapatita; 2) o jato abrasivo com óxido de alumínio ou hidroxiapatita não aumenta a resistência de união do material restaurador a dentina com os diferentes sistemas adesivos; 3) a resistência de união da resina composta à dentina tratada com óxido de alumínio foi maior que quando utilizada a hidroxiapatita; 4) o óxido de alumínio aplicado a dentina produziu aumento nas falhas adesivas em dentina nos testes de tração da resina composta colocada utilizando os novos sistemas adesivos.

Em 1994, Rainey e Barghi<sup>97</sup> avaliaram o efeito do jato abrasivo sobre a resistência de união da resina composta à dentina, utilizaram dentes humanos hígidos recentemente extraídos isentos de cáries. As superfícies linguais foram desgastadas com lixas de carvão de silício com granulação entre

240 e 600 até atingir dentina. Os dentes foram divididos em dois grupos a seguir: G1) superfície dentinária tratada com jatos de óxido de alumínio (27  $\mu\text{m}$  e 120 psi) e G2) sem a utilização do jato abrasivo. Posteriormente todas às superfícies foram condicionadas com ácido, nas quais foram unidos cilindros de Teflon com diâmetro de 2,97 mm e de altura 2 mm através da utilização do cimento Dual Mirage FLC, polimerizados por 30 segundos, assim, os dentes foram armazenados em água durante 2 semanas para serem submetidas a ensaios de resistência a tração. Os autores concluíram que o uso do jato abrasivo sobre a dentina não melhora a resistência de união das resinas compostas.

Ainda no mesmo ano, Roeder et al.,<sup>102</sup> propuseram que o tratamento das estruturas dentais com jato abrasivo resulta numa melhora da resistência de união, a qual foi testada quando da utilização de dois tamanhos de partícula de óxido de alumínio: 27  $\mu\text{m}$  e 50  $\mu\text{m}$  e três tipos de tratamento para esmalte e dentina a seguir: T1) jato abrasivo; T2) jato abrasivo + agente de união; T3) jato abrasivo + condicionamento ácido + agente de união, para dentina: T1) jato abrasivo, T2) jato abrasivo + agente de união sem primer, T3) jato abrasivo + agente adesivo,

como controle foram utilizadas estruturas dentais sem aplicação do jato abrasivo. Os materiais utilizados foram Optibond (sistema adesivo) e Herculite XRV (resina composta). Os dentes foram unidos a um como truncado com diâmetro de 3 mm, armazenando posteriormente as amostras a 37°C durante 24 horas para serem submetidas aos testes de tração utilizando uma máquina Inström com calibração de 0,05 cm/min. De acordo com esta metodologia os autores observaram que o tamanho da partícula não afetou a resistência de união da resina ao esmalte ou dentina, mas, esta aumentou quando não foi utilizado o jato abrasivo. A resistência de união da resina ao esmalte tratado com jato abrasivo foi maior quando associado ao condicionamento ácido. A resistência de união da resina à dentina foi maior quando utilizado o agente adesivo mais o primer e jato abrasivo. As superfícies tratadas somente com jato abrasivo mostraram menores valores de resistência de união. Os autores concluíram que o preparo das superfícies do dente com jato abrasivo não elimina a necessidade da utilização do condicionamento ácido e posterior aplicação do agente adesivo.

Em 1994, Charlton & Beatty<sup>25</sup> avaliaram o efeito da umidade da superfície dentinária sobre a resistência de união

dos agentes de união a dentina. Este estudo realizado “in vitro” comparou a resistência média de união a dentina de 2 adesivos dentinários. Utilizaram 60 dentes molares divididos em 4 grupos de 15 dentes cada. Para a utilização do Scotch Bond Mult Uso, os dentes foram condicionados e lavados para depois serem secos com gaze que deixa uma superfície úmida ou com jatos de ar, a seguir foram aplicados primer e adesivo e unidos aos dentes, cilindros de resina composta. Para a utilização do Optibond, os dentes foram condicionados e secos da mesma forma que o anterior grupo, a seguir foi aplicado primer e adesivo ativado de forma dual, nessas condições os cilindros de resina unidos aos dentes. Os corpos-de-prova foram armazenados em água destilada a temperatura ambiente durante 48 horas, para posteriormente serem submetidos a termociclagem. Os testes de resistência foram realizados uma semana após. A análise estatística dos resultados não mostraram diferenças para cada grupo na resistência de união quando a dentina estava seca ou úmida. Os autores concluíram que para alguns sistemas de união a dentina de últimas gerações a presença de umidade sobre a dentina não compromete a resistência de união a curto prazo.

Em 1994, Finger et al.,<sup>45</sup> se propuseram avaliar a relação entre a dentina e a capacidade de molhamento de 5 sistemas adesivos por um lado e por outro, a espessura da camada de dentina impregnada e resistência de união. Utilizaram superfícies de dentina cortada a qual foi tratada com condicionadores ácidos com pH de 1,25, 3,6 ou 7,4. A resistência de união foi medida sobre 20 amostras. A espessura da camada de dentina impregnada foi avaliada através da microscopia eletrônica de varredura de amostras fraturadas perpendicularmente na interface de união. Quando as resinas com parâmetros de solubilidade de 32, 30 ou 39 ( $\text{MJ } \frac{1}{2}/\text{m}^{3/2}$ ) foram utilizadas a espessura de dentina foi de 4  $\mu\text{m}$  e 1  $\mu\text{m}$  na dentina pré-tratada com dois condicionadores ácidos. Não foi claramente mensurável esta espessura após a aplicação de condicionadores com pH de 7,4 e quando as resinas foram aplicadas tiveram valores de solubilidade de 20 e 25 ( $\text{MJ } \frac{1}{2}/\text{m}^{3/2}$ ). Para alguns adesivos não houve diferença na resistência de união, quando aplicados em diferentes pontos da dentina condicionada. Os autores concluíram que a eficiência dos sistemas adesivos além de sua completa penetração dentro da dentina condicionada depende do grau de polimerização na

interface a qual depende da inserção incremental e da técnica de polimerização.

Em 1994, Gwinnett,<sup>53</sup> se propôs avaliar o efeito da secagem com ar e o reumidecimento da dentina, sobre a resistência de união da resina composta e determinar como, a extensão da rede de colágeno mais externa e a área de superfície da dentina quimicamente condicionada contribuem na resistência interfacial. Os autores propuseram um desenho experimental com três componentes. O primeiro componente compreendia 12 grupos experimentais com 10 dentes molares hígidos cada. A resistência de união foi medida em dentina condicionada e sem condicionamento ácido, utilizando a resina composta BisFil e o sistema adesivo All-Bond 2, obtendo os melhores resultados após o condicionamento ácido. O segundo e terceiro componente do desenho experimental mostrou morfológica e perfilometricamente que a relação que parece existir entre a área de superfície e a resistência de união e que na qual existe uma rica camada de colágeno da dentina desmineralizada, que não contribui na resistência interfacial “per se”. E que a integridade morfológica e a umidade tem um papel significativo para uma ótima resistência de união.

Em 1994 Sano et al.,<sup>106</sup> avaliaram a microinfiltração marginal pela análise da interface resina adesiva/dentina, através da microscopia eletrônica. Foram confeccionados preparos de classe V, condicionados e restaurados utilizando Clearfil Photo Bond. A adaptação marginal às paredes cavitárias foi observada pelo método Enyo-SEM, para evitar danos nas amostras, que revelou excelente adaptação marginal do material restaurador sem a presença de microfendas marginais. Entretanto, ions prata penetraram por baixo da camada híbrida quando observado sob microscopia eletrônica de varredura convencional, denotando infiltração entre a resina e a estrutura dental descalcificada sem a formação de fenda. Os autores sugerem que os monômeros adesivos do sistema Clearfil Photo Bond não foram capazes de penetrar totalmente na dentina desmineralizada após o tratamento ácido, deixando uma zona porosa como um caminho para a microinfiltração por baixo da camada híbrida.

Berry & Ward,<sup>10</sup> em 1995, avaliaram o efeito que produz o jato abrasivo em diferentes variáveis disponíveis como sistema de micropreparos sobre a resistência de união da resina

composta ao esmalte. Utilizaram dentes terceiros molares, dos quais foi removida a porção radicular ao nível da junção coroa/raiz, fixando as coroas em blocos de resina deixando a face proximal exposta e paralela à superfície. As amostras foram desgastadas com lixas de carbeto de silício com granulação 600 em uma polidora metalográfica, expondo um diâmetro de esmalte de 3 mm, a seguir foram divididas aleatoriamente em 17 grupos experimentais de 5 amostras cada. As condições experimentais do jato abrasivo utilizaram: 2 diâmetros de ponta ativa (0,015 e 0,019 polegadas); dois fluxos (alto e baixo) e duas pressões (80 e 120 psi). A ponta ativa foi aplicada a 4 mm da superfície formando um ângulo de 90° com a superfície. A metade das amostras foram condicionadas com ácido fosfórico a 37% durante 30 seg. e a metade restante não sofreu este tratamento. O sistema adesivo utilizado foi o SBMP e a resina Z-100 (3 M). As amostras foram armazenadas a 37°C com 100% de umidade por 24 horas, para posteriormente serem submetidas a testes de tração numa máquina Universal de testes. Os resultados obtidos não mostraram diferenças estatísticas entre a combinação do diâmetro das pontas, pressão do ar ou fluxo do pó. A resistência de união foi significativamente maior no esmalte condicionado que no esmalte condicionado. Através



da análise dos dados os autores concluíram: 1) o diâmetro da ponta, pressão do ar e fluxo do pó não tem influencia sobre a resistência de união da resina composta ao esmalte; 2) a resistência de união da resina composta ao esmalte condicionado foi significativamente maior que ao esmalte não condicionado; 3) a resistência de união da resina ao esmalte preparado com jato abrasivo e condicionamento não foi significativamente maior que a resistência ao esmalte cortado e condicionado.

O objetivo de Fundingsland & Ario,<sup>48</sup> em 1995, foi medir a microinfiltração do sistema adesivo Scotchbond Multiuso Plus em restaurações de resina composta direta, resina composta indireta e restaurações de amálgama adesivo. Foram utilizados dentes molares humanos hígidos, nos quais foram confeccionados preparos cavitários de classe V. As amostras foram divididas em 10 grupos com aplicação de diferentes sistemas adesivos, a seguir: Grupo A: Scotchbond Multiuso; Grupo B: Scotchbond Multiuso Plus; Grupos C e D: adesão de restaurações do tipo inlay com e sem fotopolimerização. Para as restaurações com amálgama de prata foi utilizado o verniz de Copal, Grupo E; Scotchbond Multiuso Plus: Grupo F; Amalgambond<sup>TM</sup> Plus com e sem o aditivo HPA: Grupo H; All

Bond 2; Grupo I. A microinfiltração nas restaurações diretas e indiretas com resina composta sobre margens de esmalte foi mínima, sendo que as diferenças entre os grupos não foi significativas; já para as margens em dentina observaram que houve significativa redução, com valores entre 0,57 mm para o Grupo A e 0,11 mm para o Grupo D. Para o amálgama de prata a avaliação da microinfiltração indica redução significativa quando comparada com o grupo controle (Grupo E). As diferenças entre os diferentes sistemas adesivos não foram significativas. Os autores concluíram que o SBMP foi eficiente na adesão de restaurações diretas ou indiretas de resina composta e provocou a redução da microinfiltração quando associada ao amálgama de prata.

Goldstein & Parkins,<sup>51</sup> em 1995, publicaram um trabalho onde avaliaram a técnica de utilização do jato abrasivo, afirmando que é um novo meio para remover rapidamente esmalte, dentina e tecido cariado. Neste trabalho propõem uma reavaliação dos métodos de diagnóstico de cáries como: sonda exploradora, e radiografias, indicando como alternativa a utilização do aparelho de jato abrasivo nas regiões de pontas e fissuras pigmentados, sendo estas rapidamente removidas,

eliminando poucos micrômetros de estrutura dental. Por outro lado a rugosidade que este aparelho produz na superfície dentária seria suficiente para realizar técnicas adesivas sem necessidade da utilização do condicionamento ácido. Já no caso de remoção de dentina cariada esta deverá ser removida adicionalmente com a utilização de fresas. Os autores concluíram que a utilização da técnica do jato de ar abrasivo como alternativa aos procedimentos de diagnóstico e tratamento de lesões de cáries iniciais são as seguintes: 1) visualizar manchamentos duvidosos de pontas e fissuras; 2) remoção desses manchamentos com jatos de ar abrasivo; 3) avaliação de cáries nesses pontos e fissuras; 4) aplicação de selantes no caso de ausência de cáries; 5) remoção completa do tecido cariado para realizar os procedimentos restauradores; 6) dependendo da amplitude da cavidade podem ser utilizados, cimentos de ionômero de vidro, resinas compostas, selantes ou a associação desses materiais.

Keen et al.,<sup>67</sup> em 1995, estudaram a microinfiltração marginal em restaurações preparadas com ar abrasivo. Com esse objetivo utilizaram 60 dentes molares lavados e esterilizados que foram divididos em 4 grupos a

seguir: grupo 1: preparo classe I realizado com fresa; grupo 2; preparo classe I, realizado com jato de ar abrasivo; grupo 3: preparo classe V, realizado com fresa e grupo 4: preparo classe V realizado com ar abrasivo, os grupos 3 e 4 tiveram preparos nas faces vestibular e lingual. Para os preparos com jato abrasivo utilizaram partículas de óxido de alumínio em 27 µm de tamanho e 160 psi de pressão. Os preparos com fresa foram condicionados com ácido fosfórico a 37% durante 30 segundos. Todas as cavidades foram restauradas com ProBond (Dentsply) e a resina Herculite XR (Kerr). os dentes foram termociclados durante 100 ciclos, sendo cada ciclo de 23 segundos a 37°C; 4 segundos a 12°C; 23 segundos a 37°C e 4 segundos a 54°C. As raízes foram seladas e os dentes imersos em uma solução de fucsina básica durante 24 horas, para posteriormente serem seccionados pelo centro da restauração. Após a avaliação e análise estatístico dos resultados os autores mostraram que nas restaurações realizadas tanto com jato de ar abrasivo e com fresa a microinfiltração foi similar tanto para os preparos de classe I como de classe V.

Ainda no mesmo ano, Laurell e Hess,<sup>72</sup> através da microscopia eletrônica de varredura avaliaram os efeitos do jato

abrasivo com óxido de alumínio sobre esmalte e dentina, comparando-os com os efeitos das fresas de alta velocidade. Utilizaram 29 dentes divididos em 4 grupos com 6 amostras cada e um grupo controle com 5 dentes. Realizaram preparos cavitários de classe V nas faces vestibulares, para o grupo controle com fresa de carbeto de tungstênio a 400.000 r.p.m.; nos grupos que receberam o tratamento com jato abrasivo foi realizada a combinação entre o tamanho das partículas de óxido de alumínio (27  $\mu\text{m}$  e 50  $\mu\text{m}$ ) e pressão (80 psi e 160 psi), a profundidade das cavidades foi aproximadamente de 0,5 mm dentro da dentina. A observação na microscopia eletrônica avaliou o ângulo cavo superficial, paredes circundantes, assoalho da cavidade e ângulos internos, encontrando a presença de trincas e microlascas com tamanhos variando entre 10 e 100  $\mu\text{m}$ ; as paredes axiais se apresentavam rugosas e com estrias nos preparos com fresa, já quando o jato abrasivo foi utilizado as bordas dos preparos não se mostraram bem definidas, ângulos internos não definidos e as superfícies apresentavam fina textura criando um efeito de “halo”. A maior aumento o esmalte se mostrou rugoso e o “halo” com uma profundidade aproximada de 5  $\mu\text{m}$  de profundidade. Contudo, quando a ponta do jato abrasivo foi colocada a 1 mm da superfície durante o preparo, o efeito de

“halo” não foi observado, as paredes laterais e o fundo da cavidade mostravam-se arredondados e algumas vezes com aparência ondulada. A diferença entre as características dos diferentes grupos preparados com jato abrasivo foi leve. Os resíduos produzidos eram depositados sobre a entrada dos túbulos dentinários ocluindo-os e que poderia ser a razão da ausência de dor; através da análise elementar dos resíduos foi detectada a presença de alumínio, não sendo identificados restos de alumina em nenhuma das amostras observadas.

Roeder et al.,<sup>103</sup> em 1995, avaliaram a resistência de união da resina composta ao esmalte e dentina quando da utilização do jato abrasivo. Para este trabalho utilizaram dentes terceiros molares hígidos, armazenados em ambiente úmido. As amostras foram preparadas através da utilização de uma máquina polidora metalográfica com lixas de carbetto de silício com granulação até de 600. Nas amostras para esmalte, este foi desgastado até obter uma superfície de aproximadamente 3 mm de diâmetro; para as amostras de dentina o esmalte foi removido até obter uma superfície de 3 mm de diâmetro de dentina. Realizados estes preparos, uma parte recebeu a aplicação de jatos de óxido de alumínio com tamanho de partícula de 27  $\mu\text{m}$  e

outra parte com tamanho de partícula de 50 µm, sendo a pressão utilizada 120 psi, destes dois grupos, as amostras preparadas assim foram divididas em dois grupos dos quais o primeiro recebeu condicionamento ácido com ácido fosfórico a 37% e o segundo grupo não recebeu este tratamento de superfície. As restaurações foram realizadas com a resina Herculite XRV. Realizadas as restaurações, as amostras foram armazenadas em ambiente com 100% de umidade a 37°C durante 24 horas para posteriormente serem submetidos a ensaios de tração utilizando uma máquina Inström. Para cada condição experimental foram feitas 10 repetições, sendo que no grupo controle somente foi realizado o desgaste com lixas de carbetto de silício. Nos resultados, não observaram diferenças quando a comparação do efeito do tamanho das partículas de óxido de alumínio; a resistência à superfície de esmalte quando aplicado o jato abrasivo sem condicionamento ácido foi significativamente mais baixa que todos os demais grupos. A máxima resistência de união foi obtida quando a superfície de esmalte recebeu tratamento com jato abrasivo, condicionamento ácido e uma resina adesiva, apesar desses valores não serem diferentes do grupo controle. Na dentina os valores foram menores quando da utilização só do jato abrasivo, obtendo o melhor resultado

quando da utilização do jato abrasivo, Primer e resina adesiva. No esmalte estes resultados podem ser devidos a que o jato abrasivo aumenta o molhamento e efetividade do condicionamento ácido. Em média a contração de polimerização da resina composta produz stress aproximado de 7 MPa. De acordo com os resultados obtidos a resistência a tração foi de 20 MPa quando da associação do jato abrasivo, Primer e adesivo. Os autores concluíram que: 1) o tamanho das partículas de óxido de alumínio não tem influência sobre a resistência de união ao esmalte ou dentina; 2) o máximo de resistência de união da resina composta ao esmalte foi conseguida através da associação do jato abrasivo abrasivo, condicionamento ácido e utilização de adesivos; 3) o máximo de resistência de união da resina composta à dentina foi conseguida com a combinação do jato abrasivo, aplicação do primer e adesivo sobre a dentina.

Tay et al.,<sup>112</sup> em 1995, mostraram um método para avaliar a microinfiltração na interface dente/restauração, utilizando nitrato de prata como traçador. Utilizaram dentes pré-molares e terceiros molares humanos hígidos, nos quais confeccionaram cavidades classe V tanto na face vestibular como lingual, deixando as margens oclusais em esmalte e a gengival



em dentina/cimento restauradas com o adesivo dentinário All-Bond 2 e a resina P-50 e All-Bond 2/Silux. As amostras foram armazenadas em água a 37°C durante 6 dias. Após este tempo, as amostras foram termocicladas entre as temperaturas de 5° e 55°C durante 300 ciclos em nitrato de prata. Para avaliar os resultados utilizaram fotografias e digitalização computadorizada. Concluíram que a microinfiltração não é uniforme ao longo da circunferência da margem restauradora, a maior microinfiltração acontece dentro da dentina em particular na margem cervical. Concluíram que a hipersensibilidade pós-operatória, assim como o caminho para a contaminação bacteriana são manifestações clínicas importantes da microinfiltração. Minimizar ou eliminar a microinfiltração é um grande desafio para o uso de materiais estéticos restauradores. Através da Lupa Estereoscópica mostraram que o padrão de microinfiltração pode resultar ao longo da interface dentina/restauração.

Os efeitos da duração da limpeza e aplicação do primer na adaptação marginal de resinas compostas em cavidades cilíndricas de dentina foram examinadas pela análise da largura da microfenda de contração de polimerização de parede e parede por Ohhashi et al.,<sup>83</sup> em 1995. A dentina exposta

foi limpa com uma solução de EDTA e, em seguida, aplicado um primer com 35% em volume de hidroxyethyl metacrylate (HEMA) ou glyceryl methacrylate (GM) até o tempo de sessenta segundos, utilizada uma resina adesiva dual e restaurada com resina composta fotoativada. A microfenda produzida pela contração foi prevenida independente do tempo de duração da aplicação do primer (GM). Quando não houve a aplicação do EDTA, mesmo que o primer tenha sido aplicado à cavidade, existiu a formação de fendas por contração. Os autores afirmaram que a solução contendo HEMA não preveniu a formação de microfendas em qualquer das condições testadas.

Titley et al.,<sup>114</sup> em 1995, pesquisaram “in vitro” a composição dos tags de resina na dentina condicionada através da microscopia eletrônica e do traçador "Alcian Blue". Para realizar este trabalho utilizaram dentes humanos e dentes bovinos. A superfície da dentina foi exposta utilizando papel de lixa de Carbetto de Silício com um granulação de 600 sob refrigeração, posteriormente condicionadas com diferentes soluções aquosas de ácido fosfórico e ácido maleico. Grupos de 10 dentes para cada concentração foram colocados em cilindros contendo PMMA (polimetilmetacrilato autopolimerizável), sobre as

superfícies de dentina foram unidos cilindros de resina composta (Z100) utilizando o adesivo dentinário Scotch Bond Multiuso Plus. Esses dentes foram submetidos a testes de resistência, as falhas nas superfícies foram avaliadas através da microscopia eletrônica de varredura. Grupos de 3 dentes por cada concentração de ácido tiveram aderidos na sua superfície os cilindros de resina composta (SBMP + Z100), esses dentes foram descalcificados com ácido clorídrico concentrado e os cilindros de resina composta com os tags de resina unidos foram avaliados através da microscopia eletrônica de varredura ou tingidas com o "Alcian Blue". Todos os dentes que seriam observados no SEM foram levados ao ponto crítico de secagem. Os autores sugerem que existem 3 mecanismos na formação de tags de resina na dentina. O condicionamento ácido produz o afunilamento dos túbulos dentinários e a formação de uma lâmina que envolve o túbulo atuando como isolamento: 1) o primer que penetra no túbulo em grandes profundidades que junto com a resina fluída incorpora essa lâmina formando um núcleo de resina; 2) na presença de água, nas áreas mais profundas se apresenta como um revestimento oco que preenche o espaço periodontoblástico, na microscopia eletrônica se apresentam como tags de resina com núcleos ocos; 3) a lâmina isolante colapsa por causa da

perda de suporte ocluindo os túbulos, como resultado a resina sem carga somente é capaz de penetrar na área afunilada do túbulo e encapsula o colágeno colapsado e se apresenta na microscopia eletrônica como tags curtos com projeções filamentosas. Segundo o autor, só dois destes processos podem se apresentar “in vivo”.

Carvalho et al.,<sup>21</sup> em 1996, publicaram uma revisão sobre a contração de polimerização comparando a influência do desenvolvimento de stress com a liberação do stress. Segundo os autores o processo de união da resina composta dentro de uma cavidade gera uma competição entre a força de contração de polimerização e a resistência de união a estrutura dental. O grau de tensão desenvolvida pode ser controlado em alguma extensão pelo desenho da cavidade (fator C) pela utilização de bases, tamanho, forma e posição dos incrementos da resina composta colocada dentro da cavidade e se é utilizada uma resina quimicamente ativada ou fotoativada. A liberação da tensão pode ser produzida pela manutenção de um fator C o mais baixo possível, utilizando resinas quimicamente ativadas, liners de baixo módulo de elasticidade, tempo e sorção de água. Os autores concluíram que o processo

de adesão e de polimerização são bastante complexos, os maiores valores de contração podem ultrapassar a resistência de união da resina composta a dentina o que poderia explicar o grande número de falhas de união e formação de fendas. O sucesso clínico de uma restauração pode ser melhorado com o controle mais preciso de alguns desses elementos.

Em 1996, Cristensen,<sup>27</sup> fez um trabalho comparando o preparo cavitário com fresa ou pontas diamantadas e a remoção de estrutura dental por partículas de óxido de alumínio sob pressão de ar. Dentro das vantagens da utilização dos instrumentos rotatórios o autor estabeleceu as seguintes: procedimento familiar e bem conhecido; precisão de corte; facilidade de controle; percepção tátil pelo operador; controle dos resíduos produzidos; boa visualização. Já como desvantagens apresentam: produção de dor; vibração; produção de trincas ou fraturas; o ruído que é questionado pela maioria dos pacientes; perigo de produzir sobre contornos pela perda de controle; produção de calor; presença de água que é necessária para o resfriamento; e a constante esterilização e uso pode danificar os instrumentos, precisando reparo ou substituição; baixo torque quando aplicada uma força significativa. Dentro

das desvantagens estabelecidas para o jato abrasivo foram estabelecidas as seguintes: eliminação da dor; não produz vibração; correto controle devido ao bom desenho das pontas; baixo ruído; se adapta bem aos preparos classe I, IV e V; tem especial sucesso com crianças; utilizado apropriadamente explora lesões de cáries, localizando áreas que visualmente ou radiograficamente não são detectadas, mas, esta técnica apresenta também algumas desvantagens como: não é uma técnica familiar; os limites dos preparos não são claramente definidos; perda da percepção tátil; pode ser utilizado para pequenos preparos; os restos de óxido de alumínio ficam retidos e precisam de aparelhos de sucção de alta potência assim como de filtros especiais; visão do clínico limitada; para preparos de classe II e III o clínico precisa de maior tempo de aprendizado; custo do aparelho elevado; e tanto a técnica como o próprio aparelho ainda estão em fase de desenvolvimento; devido a estas características esta técnica esta indicada para: preparos de classe I, IV e V; pacientes jovens que não conhecem a utilização de fresas evitando assim o trauma psicológico; pacientes que não podem receber; pacientes que não aceitam os tratamentos com instrumental convencional. Assim, os autores concluíram que com o tempo este aparelho será uma ótima ajuda dentro do

consultório para determinados tipos de tratamentos e em outros substituirá o instrumental convencional.

Finger & Fritzs,<sup>43</sup> em 1996, avaliaram a eficiência de cinco sistemas adesivos comerciais e um adesivo monocomponente experimental. Os adesivos foram utilizados sobre esmalte e dentina, associados a uma resina do tipo híbrida. A resistência de união foi determinada após 24 horas de armazenagem em água. O comportamento marginal foi avaliado sobre restaurações realizadas em cavidades cilíndricas em dentina com um diâmetro de 3,5 mm, determinando a amplitude máxima da fenda 15 minutos após a fotoativação. A espessura da camada híbrida nas margens da cavidade foi medida por microscopia de luz. Como resultado mostraram que a resistência de união ao esmalte foi entre 23 e 35 MPa, no entanto na dentina foi de 3,5 a 25 MPa. O sistema One Step e o adesivo experimental mostraram as maiores resistências de união a dentina e conseqüentemente restaurações livres de fenda. O Prime Bond 2.0 mostrou valores significativamente mais baixos na resistência de união e somente três das seis restaurações se mostraram livres de fendas. Solist mostrou uma pobre qualidade marginal apesar dos 15 MPa de resistência de união a dentina.

O Prima Bond e o Tenure Quick mostram valores de resistência de união a dentina bastante baixos. Nenhuma das restaurações com esses produtos se mostraram livres de fenda. Todos os sistemas adesivos produziram uma camada híbrida entre 2 e 10  $\mu\text{m}$  de espessura. Os adesivos com componentes essenciais, monômeros umidificadores como dimetacrilato polimerizável e solventes como acetona e água se comportaram bastante bem quando da utilização da técnica de união a superfícies úmidas. Os autores concluíram que os adesivos monocomponentes são fáceis de utilizar e bastante efetivos.

Fitchie et al.,<sup>46</sup> em 1996, se propuseram avaliar o comportamento da microinfiltração quando da utilização de dois sistemas adesivos monocomponentes na técnica de condicionamento total, restaurados com uma resina microhíbrida. Para este trabalho foram confeccionadas 45 cavidades de classe V na face vestibular de dentes bovinos. Os 45 preparos foram aleatoriamente divididos em grupos de 10 dentes. Os grupos foram: A) Prime & Bond condicionamento total/resina híbrida; B) Prime & Bond e condicionamento de esmalte/resina híbrida; C) Optibond FL, condicionamento total/resina híbrida e D) One Step, condicionamento total e



resina híbrida. Os dentes assim restaurados foram armazenados em água destilada a 37°C. Após 10 dias, os dentes foram termociclados a 4°C e 58°C durante 100 ciclos, antes de ser colocado em cálcio radioativo por duas horas. Os dentes foram seccionados e colocados sobre filmes de radiografias durante 17 horas para produzir a autoradiografia. A microinfiltração foi avaliada utilizando uma escala de 0 a 3. As margens em esmalte e dentina foram avaliadas separadamente. Os resultados não mostraram diferenças significativas entre os grupos para as margens incisais. O grupo A e B mostrou significativamente menor infiltração na margem cervical que nos grupos C e D. Não houve diferença significativa na microinfiltração cervical entre os grupos C e D ou entre os grupos A e B.

Gwinnett et al.,<sup>56</sup> em 1996, determinaram a contribuição da hibridização dentinária na resistência de união e a micromorfologia da interface com ou sem a presença de colágeno. Dois grupos serviram como controle e dois grupos experimentais foram submetidos a ação da collagenasa sobre o colágeno exposto pelo condicionamento ácido, utilizaram os adesivos All Bond2 e Amalgambond e as resinas compostas Bisfil e Epic. As amostras foram armazenadas em água a 37°C

durante 24 horas, as montagens foram testadas pela resistência de união a uma força transversal de 5 mm/minuto. Os desvios médios e standars foram submetidos a análise estatística. 24 dentes divididos em 4 grupos foram avaliados através da microscopia eletrônica de varredura e de transmissão para estabelecer a relação entre a resina e a dentina condicionada com e sem a presença da rede de colágeno. Os resultados mostraram para os grupos controle  $28,41 \pm 3,9$  (All Bond2) e  $19,04 \pm 5,96$  MPa (Amalgambond). Os grupos tratados com colagenasa mostraram valores entre  $26,43 \pm 2,90$  MPa e  $19,70 \pm 4,25$  MPa respectivamente. Não houve diferenças significativas entre os grupos controle e experimentais. A microscopia eletrônica de varredura mostrou uma rede de colágeno intertubular com túbulos dentinários evidentes e porosidades, topografia dentinária irregular, devido a digestão do colágeno. Uma zona híbrida diferente e a penetração tubular foi observada, porém as amostras tratadas com colagenasa mostraram resina nos túbulos e suas prolongações. A microscopia de transmissão confirmou a ausência da camada híbrida nos grupos tratados com colagenasa com um ajuste livre de fenda entre a dentina não desmineralizada e a resina. Uma densa zona de electrons na ponte deixada pelo condicionamento foi observado para os

grupos que utilizaram All Bond2 e Amalgambond. Os autores concluíram que na dentina hibridizada, a rede de colágeno não diminui e não contribui nos valores significativos "per se" de união a dentina com os sistemas testados. A durabilidade de união da restauração é originada pela difusão do adesivo na dentina, preenchendo todos os microespaços dentro da matriz dentinária desmineralizada. A remoção do colágeno clinicamente não é necessária para uma ótima união, quando os sistemas adesivos são aplicados de acordo com as instruções do fabricante.

May Jr. et al.,<sup>28</sup> em 1996, avaliaram o efeito da aplicação de resina fluída para selar cavidades de classe V e assim prevenir a microinfiltração quando restauradas com resina composta e ionômero de vidro. Para este estudo foi utilizado um selante de superfície de baixa viscosidade. Os preparos foram feitos sobre as superfícies vestibular e lingual de dentes molares humanos recentemente extraídos. As margens oclusais foram confeccionadas em esmalte e as cervicais em dentina. Os preparos foram a seguir restaurados e acabadas de acordo com as instruções do fabricante. Utilizaram duas resinas híbridas (Optibond + Herculite XRV e Scotch bond multisuo + Z100);

uma resina micropartículada (Scotch bond multiuso + Silux Plus) e dois compômeros (Dentin conditioner + Fuji II LC; Pro Bond primer + Variglass). O fortify foi aplicado selecionando aleatoriamente cada dente. Os ápices foram selados para poder realizar a termociclagem (500 ciclos) entre 5°C e 55°C, e posteriormente imersos numa solução aquosa de nitrato de prata durante duas horas e seis horas numa solução fotoreveladora. Os dentes foram seccionados e avaliados numa escala de 0 a 4. Os dados analisados através do teste não paramétrico de Kruskal Wallis. Não houve diferença significativa na microinfiltração nas margens de esmalte quando da utilização ou não do selante de superfície. Não houve microinfiltração ou esta foi mínima nas margens de dentina seladas, no entanto, nas margens de dentina não seladas as restaurações com Variglass mostrou maior microinfiltração que aquelas que foram seladas ou que as outras margens. Os resultados sugerem que os adesivos dentinários e os cimentos de ionômero de vidro mais recentes são igualmente efetivos na redução da microinfiltração com ou sem a aplicação de selante de superfície.

Perdigão et al.,<sup>92</sup> em 1996, avaliaram a interação de seis sistemas de adesivos dentinários com a dentina "in vivo".

Utilizaram One Step, Clearfil Liner Bond 2, Optibond, Pemagen com ácido fosfórico 10%, Permagen com ácido fosfórico 35% e Prime & Bond. As cavidades foram de classe I em dentes pré-molares humanos e restaurados com resinas compostas auto e fotopolimerizáveis. Os dentes foram extraídos 5 minutos após a polimerização e fixados em glutaraldeído a 2,5%, após os dentes foram desidratados, seccionados e processados para serem avaliados através da microscopia eletrônica de varredura. Nos resultados obtidos, os autores observaram, que embora alguns sistemas mostraram restaurações livres de fendas em amostras específicas, todas elas mostraram deslocamento na transição entre a zona de interdifusão resina/dentina e a resina fluída colocada sobre ela. Foi aparente que a presença de bolhas e/ou a espessura da camada da resina fluída com carga polimerizada resultou numa separação menos freqüente na interface dentina/resina, dando suporte aos conceitos de paredes cavitárias elásticas. Foi confirmado que alguns sistemas adesivos não formam uma camada sobre a dentina, de outro modo, a resina composta poderia não ter penetrado nos túbulos dentinários. Os autores concluíram que a hipótese de que a utilização de resinas compostas autopolimerizáveis e sistemas adesivos duais resultam em restaurações livres de fendas, devido a técnica de

contração direta não foi confirmada neste estudo "in vivo", por ter uma geometria cavitária desfavorável.

Saunders & Saunders,<sup>108</sup> em 1996, avaliaram a microinfiltração marginal em cavidades de classe V, utilizando três sistemas adesivos sobre superfícies úmidas e secas. As cavidades foram realizadas nas faces vestibular e lingual de dentes pré-molares humanos e restaurados com resina composta após a aplicação de sistemas adesivos sobre superfície úmidas ou secas. Os dentes restaurados foram armazenados durante duas semanas a 37°C e assim termociclados e imersos em azul de metileno. Os dentes foram seccionados e avaliados microscopicamente. Como resultado, todas as amostras mostram microinfiltração tanto na dentina como no esmalte. Os grupos não mostraram diferenças significativas na microinfiltração nas margens de esmalte assim como não houve diferenças significativas entre a técnica sobre superfícies úmidas ou secas. Contudo, quando se comparou o efeito de umidade, foi mostrado que a microinfiltração foi menor nas margens gengivais quando o adesivo foi a base de acetona e a superfície úmida. No caso do Scotch Bond Multiuso Plus não mostrou diferenças significativas na microinfiltração marginal quando utilizado

ácido maleíco ou ácido fosfórico como condicionador. Os autores concluíram que os novos sistemas adesivos são capazes de prevenir a microinfiltração marginal e que a umidade da superfície permitiu melhorar o selamento da cavidade quando o primer é a base de acetona.

Em 1996, Versluis et al.,<sup>120</sup> estudaram o efeito da técnica incremental sobre o desenvolvimento de tensões, através do Elemento Finito. Este tipo de técnica induz à competição entre as forças de contração de polimerização com as de adesão à estrutura dental, gerando tensão, a qual é transferida para o interior da cavidade provocando deformação das paredes cavitárias. De acordo com seus resultados os autores mostraram que a técnica incremental aumenta o grau de deformação da estrutura dental restaurada, concluindo que a técnica de inserção incremental gera maior concentração de tensões quando comparada com a técnica de inserção úmida e que outros fatores poderiam interferir no resultado. Pelos resultados os autores concluíram que neste estudo não foi possível provar que a técnica restauradora de inserção incremental seja necessária para a redução dos efeitos de tensão de contração de polimerização.

Winkler et al.,<sup>122</sup> em 1996, analisaram a tensão pelo elemento finito de três técnicas de restauração de cavidades de classe V com resina composta, a qual apresenta como desvantagem mais importante a contração de polimerização, que pode ter influencia na sensibilidade pós-operatória, manchamento marginal e cáries secundária. As técnicas avaliadas foram: 1) colocação em bloco; 2) três incrementos horizontais e 3) três incrementos oblíquos. A cavidade de classe V foi modelada em análise de elemento finito. A contração de polimerização foi simulado por uma analogia da tensão térmica, dessa forma causou uma contração de 1% devido a um arbitrário coeficiente de expansão térmica. A interface normal e a tensão de resistência foi calculada em nove passos durante a polimerização, procedendo de 0% a 100% de volume de resina polimerizada. A importância da tensão da interface temporariamente foi revelada pelos achados que na maioria dos casos os valores de pico excedem a tensão residual ou final. a inserção em forma oblíqua e em bloco apresentaram a maior e a menor tensão temporal respectivamente. Esse resultado de um modelo simples de classe V sugere que a restauração em bloco com uma resina composta fotoativada deve ser utilizada nos



casos em que são suficientemente rasas para ser polimerizadas em toda sua extensão.

Alani & Toh,<sup>1</sup> em 1997, publicaram uma revisão de literatura sobre a detecção da microinfiltração ao redor das restaurações dentais. Os autores descreveram vários métodos de avaliação da microinfiltração a seguir: corantes, traçadores químicos, isótopos radioativos, pressão de ar, bactérias, análise de ativação de neutrons, microscopia eletrônica de varredura, cáries artificial e condutibilidade elétrica. Junto com essas técnicas são aplicadas algumas condições que na cavidade oral estão presentes como a ciclagem térmica que submete ao dente e restauração a condições extremas como acontece na boca e os ciclos de carga que tentam simular os fatores mecânicos da cavidade oral que podem produzir pressões assimétricas sobre a restauração e os líquidos do microespaço entre o dente e a restauração. Os autores concluem que nenhum dos métodos utilizados para a detecção da microinfiltração é ideal. Provavelmente o método mais prático que proporciona um grau próximo ao real, é a penetração dos traçadores, embora as desvantagens que possam apresentar. Os isótopos radioativos tem como vantagem frente aos traçadores e corantes, a

facilidade de sua detecção em pequenas concentrações. A microinfiltração bacteriana é o melhor método de avaliação “in vivo”, porém tem que ser estritamente controlado. As experiências “in vivo” precisam de um grande número de amostras, maior tempo e custo.

Em 1997, Boston et al.,<sup>14</sup> de propuseram comparar o ângulo cavo superficial e a área de estrutura dental perdida da margem cavo superficial em seções transversais de cavidades classe V realizadas com fresa Carbide e com o sistema de preparo cavitário por ar abrasivo. Para realizar o trabalho utilizaram uma fresa do tipo carbide nº 56 e a unidade KCP 1000 de ar abrasivo, as restaurações de classe V restauradas foram seccionadas longitudinalmente, proporcionando 43 margens para o estudo. O ângulo cavo superficial e a estrutura dental perdida foram medidas através de imagens digitais de algumas áreas de cada margem. Os dados do ângulo e da área foram agrupados de acordo com a localização e sistema de preparo, analisando suas diferenças pelo teste de Kruskal-Wallis. Os resultados obtidos pelos autores mostraram que a margem cavo superficial produzida pela fresa produz um ângulo menor que 90 graus, no entanto, o ângulo na margem cavo superficial produzida pelo

jato abrasivo é maior que 90 graus. O ângulo cavo superficial produzido pela fresa foi significativamente diferente que o produzido pelo jato abrasivo. A quantidade de estrutura dental perdida não foi significativamente diferente para preparos com fresa ou jato de ar abrasivo. Os autores concluíram que não existe diferença significativa na área de estrutura perdida da margem cavo superficial de preparos convencionais ou com jato abrasivo. Os preparos convencionais deixam o ângulo cavo superficial menor que 90 graus e com jato abrasivo maior que 90 graus. O ângulo cavo superficial e a quantidade de área perdida neste ângulo varia independentemente.

Em 1997, Bouschlichey et al.,<sup>15</sup> pesquisaram o efeito do tipo de resina composta, intensidade de luz, fator de configuração e polimerização por laser sobre as forças de contração de polimerização. Com esse objetivo confeccionaram 10 grupos de pares de rodas de cerâmica, as quais foram condicionadas com ácido fluorídrico e silanizadas; a seguir aplicada uma resina composta sem carga e polimerizada durante 20 segundos. As rodas foram fixadas verticalmente num mandril sobre uma máquina Zwick. A matriz cilíndrica foi preenchida com a resina composta Silux Plus (micropartícula) e Z-100

(híbrida) e assim, posicionadas transversalmente na máquina universal de testes, a uma distância entre as rodas correspondente a um padrão específico da área unida à área não unida (fator C). O tempo de polimerização com o aparelho Demetron 401 convencional foi de 40 segundos por lado (80 segundos no total). O tempo de exposição para a polimerização com laser refrigerado por ar ou por água foi de 20 segundos por lado (40 segundos no total). Confeccionaram grupos experimentais com 10 amostras cada, com fator C constante. Os grupos foram: 1) Silar (C = 3); 2) Z-100 (C = 3; D401, 100% de intensidade); 3) Silux Plus (C = 3, D401, 100% de intensidade); 4) D401, 100% de intensidade de luz = 476 mW (Z-100, C = 3, D401), 50% de intensidade de luz = 238 mW (Z-100 C = 3, D401); 6) D401, 25% de intensidade de luz = 119 mW (Z-100, C = 3, D401; 7 e 9) C = 5, 3 e 1 respectivamente (Z-100, D401,, 100% de intensidade de luz; 10) D401, com uma ponta de 13 mm = 391 mW/cm<sup>2</sup>, (Z-100, C = 3, D401) 11) D401 com uma ponta turbo = 811 mW/Cm<sup>2</sup> (Z-100, C = 3, D401) LAC = 265 mW, 689 mW/cm<sup>2</sup> (Z-100, C = 3) 13) LWC = 365 mW, 110 mW/cm<sup>2</sup> (Z-100, C = 3). Para cada variável foi aplicado o teste de análise de variância e o teste de Duncan. Os resultados dos subgrupos por variáveis foi: pelo tipo de resina o grupo) (25 N) < grupo 3

(65,8 N) < grupo 2 (90,4N); por intensidade de luz: grupo 6 (73,9 N) = grupo 5 (77,7 N) < grupo 4 (90,4N); pelo fator C: grupo 7 (81,8N) < grupo 8 (90,4 N) < grupo 9 (103,4N); pela fonte de luz: grupo 12 (77,4N) = grupo 13 (79,1 N) < grupo 10 (90,4N) = grupo 11 (89,4N). A resina composta quimicamente ativada teve a mais baixa força de contração de polimerização, a resina microparticulada mostrou valores intermediários e a resina composta híbrida teve maior força de contração. Aumentando a intensidade, aumentou a força máxima sobre a curva força/tempo. A força máxima foi relatada inversamente ao fator C ( $C_5 < C_3 < C_1$ ) e diretamente no volume de resina composta num sistema não rígido. A força máxima não foi significativamente diferente com os dois tipos de ponta utilizada, sobre a polimerização com o aparelho convencional. As forças obtidas com a polimerização por laser foi similar para os dois tipos de laser a qual foi estatisticamente mais baixa que a luz convencional testada. A manutenção da união entre a resina composta e o dente pode ser melhor alcançada pela utilização de intensidades baixas (suficientes para produzir uma adequada polimerização), materiais de baixo módulo de elasticidade, técnica incremental e materiais quimicamente ativados.

Em 1997, Davidson e Feilzer<sup>33</sup> através da revisão de literatura discutem os métodos para se determinar a contração de polimerização, a liberação dessa tensão gerada e suas conseqüências clínicas. Para a existência de uma boa adaptação dente/restauração são necessárias ausência da contração de polimerização e estabilidade dimensional completa durante os ciclos térmicos e mecânicos a que as restaurações são submetidas na cavidade oral. Neste sentido os autores sugerem que a contração de polimerização do material deveria ser dirigido às paredes cavitárias tornando assim ao processo adesivo fundamental, para a prevenção da formação de fendas. No material são produzidas forças contráteis produzindo tensão, decorrente não apenas do índice de contração, como do módulo de elasticidade do material e paredes circundantes. Os mecanismos de liberação dessas tensões podem ser alcançados da seguinte maneira: Fator C (fator de configuração da cavidade), quanto menor número de paredes aderidas, maior será o grau de resistência à contração, e assim, menor o stress gerado; utilização de liners, se a cavidade tem um fator C desfavorável, pode-se utilizar um liner que atuaria como uma camada elástica, assim a contração da restauração pode se dispor de alguma liberdade de movimento nas interfaces adesivas, e por

outro lado, o liner contribuir a uma distribuição mais homogênea da tensão gerada sobre a interface adesiva.

Em 1997, num estudo "in vitro" Duarte Jr.,<sup>36</sup> avaliou a nanoinfiltração no interior da camada híbrida, em função de diferentes sistemas adesivos. Utilizando dentes humanos recém-extraídos, nos quais confeccionou cavidades de classe V, tanto nas faces vestibulares como linguais. Os adesivos utilizados foram: Amalgambond Plus, Prime & Bond 2.0, Clearfil Liner Bond e a resina composta Z-100. após ciclagem térmica, os dentes foram imersos em nitrato de prata, assim os dentes foram seccionados e preparados para análise através da microscopia eletrônica de varredura. Através dos resultados, o autor concluiu que o sistema Clearfil Liner bond, apresentou melhor comportamento, embora quando comparado com o Prime & Bond 2.0, não tenha apresentado valores estatisticamente significantes quanto a nanoinfiltração.

Kanellis et al.,<sup>66</sup> em 1997, compararam as técnicas de condicionamento ácido e preparo com jato de ar abrasivo para posterior colocação de selante, numa avaliação clínica de seis meses. O estudo foi realizado em 85 crianças de uma escola

pública, do 1º ao 4º grau elementar. Os alunos foram divididos aleatoriamente em 2 grupos dos quais o primeiro recebeu o condicionamento ácido, já para o segundo grupo 60 dentes foram preparados com jato de ar abrasivo sem condicionamento ácido. Os dentes primeiros molares sem lesão de cáries foram selados nas faces oclusal, distolingual e vestibular. Os resultados mostraram que as diferenças entre as técnicas na face oclusal não foram diferentes estatisticamente, no entanto, para as superfícies vestibular e distolingual foram estatisticamente significativas. Com base nestes achados os autores propõem maiores pesquisas.

Christensen,<sup>28</sup> em 1998, estabeleceu que os fatores que limitam a difusão da técnica que utiliza o jato de óxido de alumínio na Odontologia é o desconhecimento da mesma assim como o custo do aparelho. Como indicações esta técnica estão: preparo de cavidades classe I, III e V; reparo de margens de restaurações incluindo amálgama, resina composta, inlay/onlay de ouro ou porcelana; defeitos de pontos em superfícies lisas dos dentes; outras indicações menos utilizadas estão os preparos classe II e classe IV. O autor concluiu que esta técnica é útil somente para alguns procedimentos, precisando da



complementação com instrumentos rotatórios. Contudo a ausência de dor quando da utilização do jato abrasivo, a velocidade e eficiência de corte em situações de cáries pequenas, e sua facilidade de uso, torna válida esta técnica.

Em 1998, Hanning & Femerling,<sup>57</sup> estudaram a influência do tratamento com ar abrasivo sobre a união na interface dente/restauração. Utilizaram 324 dentes anteriores, que foram desgastados na região incisal com papel de lixa chegando a uma granulação de 1200. Os dentes foram divididos aleatoriamente em 9 grupos de 36 dentes cada e restaurados com seis diferentes resinas compostas. Nos grupos 1, 2 e 3 não foi utilizado adesivo dentinário, nos grupos 4, 5 e 6 foi aplicado um sistema equivalente ao adesivo dentinário e nos grupos 7, 8 e 9 foi utilizado adesivo dentinário. O condicionamento dentinário foi realizado com óxido de alumínio (27 µm e 120 psi de pressão), aplicação de adesivo dentinário ou jato de ar abrasivo e adesivo dentinário ou sem tratamento (controle). O tratamento do esmalte foi realizado com condicionamento ácido, ar abrasivo ou ar abrasivo e condicionamento ácido. A restauração foi realizada com a colocação de resina composta com uma espessura de 2mm e fotopolimerizadas. A interface

dentina/resina composta foi avaliada em seções transversais das 324 amostras através de microscopia eletrônica de varredura. A análise das micrografias mostrou uma amplitude de fenda entre 1,1 e 3,6  $\mu\text{m}$  no grupo controle. A amplitude da fenda foi diminuída significativamente devido ao tratamento da superfície dentinária com jato de ar abrasivo (0,3-1,4  $\mu\text{m}$ ) ou pelo aplicação de adesivo dentinário (0,06-0,6 $\mu\text{m}$ ). A combinação do tratamento com jato de ar abrasivo e condicionamento ácido, resultou numa área livre de fenda na interface dente/restauração da maioria das amostras. No entanto, as amostras termocicladas (1000 ciclos a 5°C e 55°C) produziu aumento significativo na formação de fendas (0,03-2,9 $\mu\text{m}$ ) na interface dente/restauração. os autores concluíram que aplicação de adesivo dentinário posterior ao tratamento com jato de ar abrasivo é um procedimento efetivo para resistir a tensão de contração sobre a superfície dentinária durante o procedimento de polimerização da resina composta e melhora a união interna das restaurações de resina composta às paredes cavitárias.

Horiguchi et al.,<sup>62</sup> em 1998, se propuseram avaliar a remoção seletiva de cáries com ar abrasivo aplicando o mesmo sobre esmalte, dentina e dentina artificialmente desmineralizada.

Foram utilizados 4 tipos de partículas abrasivas: pó de alumina, esferas de vidro, pó de vidro triturado, pó de resina de policarbonato triturada, o pó de alumina foi utilizado como controle. Os dentes molares foram desgastados na face vestibular sob refrigeração, o acabamento realizado com papel de lixa a base de carbeto de silício com granulação 600, colocados numa solução de Plank-Rychlo durante uma semana, e neutralizada com uma solução de sulfato de sódio durante 6 horas e colocadas em água durante 6 horas. As faces linguais foram tratadas da mesma forma. A aplicação do jato de ar abrasivo foi realizada através de uma ponta fixada no aparelho e mantida perpendicular sobre a superfície do dente a 2,0mm de distância. Os autores avaliaram o efeito dos diferentes tipos de partículas, o efeito da pressão de ar sobre a profundidade de desgaste. Os autores concluíram que a eficiência de corte do jato de ar abrasivo depende do tamanho, forma, dureza e densidade das partículas e a pressão de ar. Com o pó de alumina e esferas de vidro as quais são mais duras que o dente, foi difícil conseguir a remoção seletiva da cáries, mesmo trocando o tamanho e forma da partícula e a pressão de ar. A remoção seletiva da cárie foi mais efetiva quando da utilização

de partículas com similar dureza da dentina intacta, como o pó de resina de policarbonato triturado.

A avaliação do módulo de elasticidade e contração de polimerização de resinas do tipo “flow” e sistemas de adesivos dentinários com carga, foi realizada por Labela et al.,<sup>69</sup> em 1998, testaram as resinas “flow”: FC; Aeliteflo; Revolution, Snowwhite, Star Flow, Tetric Flow e Versa Flow; as resinas de micropartícula: Durafil VS; Silux Plus; as resinas híbridas: Bisfil P; Z-100; os sistemas adesivos com carga: FL Bond; Optibond Fil; Optibond Dual; Solid Bond; sistemas adesivos sem carga: Experimental (Coltene), LB Bond; Scotch Bond Multiuso. Os autores concluíram que devido a maior contração, as resinas do tipo “flow” produziram valores de tensão interfacial mais alto durante a polimerização, quando utilizadas como alternativas às resinas de micropartícula. No que se refere aos adesivos testados, com e sem carga, pesquisas adicionais se fazem necessárias para se avaliar o impacto da contração de polimerização e módulo de elasticidade produzem em relação a tensão interfacial. Também deve se levar em consideração a influência adicional das condições de polimerização, variáveis cinéticas e escoamento na tensão final produzida.

Versluis et al.,<sup>119</sup> em 1998, afirmam que a literatura não dispõe de dados suficientes para sustentar a hipótese de que a contração de polimerização das resinas compostas é em direção à fonte de luz. Utilizando a técnica de elemento finito para simular o processo de contração, tensão liberada pelo escoamento e processo de endurecimento do material, demonstraram que a direção da contração de polimerização não foi significativamente afetada pela orientação da incidência da luz polimerizadora, mas em grande parte, determinada pela adesão da restauração à estrutura dental e pelas superfícies livres. Consequentemente, as diferenças entre os padrões de contração das resinas quimicamente ou fotoativadas seriam mínimas. Os autores concluíram que as resinas compostas não contraem, em direção da fonte de luz, mas que essa é predominantemente determinada pela forma da cavidade e qualidade de união e outros fatores deveriam ser otimizados.

Zyskind et al.,<sup>125</sup> em 1998, pesquisaram o efeito do condicionamento ácido sobre a microinfiltração de selantes colocados em cavidades confeccionadas com jato de ar abrasivo. Utilizaram 45 dentes molares livres de restaurações ou outros

defeitos e com ou sem lesões mínimas de cáries a qual foi determinada de acordo com os parâmetros clínicos, durante a remoção de cáries os dentes que mostraram cavidades maior profundas foram restauradas através de restaurações preventivas com resina composta. Os dentes foram divididos aleatoriamente em 4 grupos a seguir: A) preparo com jato de ar abrasivo e colocação do selante sem condicionamento ácido da superfície; B) preparo com jato de ar abrasivo, condicionamento ácido durante 20 segundo e colocação do selante; C) remoção do tecido cariado com jato de ar abrasivo, condicionamento ácido durante 20 segundos, aplicação de Scotch Bond Multiuso e restauração com Z-100 e Heliobond; D) os dentes foram preparados com fresa de tipo carbide em alta rotação sob refrigeração com água, sendo restaurado de forma semelhante que o grupo C. Os resultados mostraram que a microinfiltração foi significativamente maior nos grupos não condicionados sugerindo que o condicionamento ácido é um fator crítico e mais importante que a técnica de preparo. Não houve diferenças estatísticas significativas entre os grupos C e D (jato abrasivo e preparo com fresa). Os autores concluíram que: 1) o condicionamento ácido antes da aplicação do selante e após o preparo com jato de ar abrasivo da superfície de esmalte diminui

a microinfiltração quando comparada com os dentes sem condicionamento ácido; 2) o preparo cavitário com fresa ou jato de ar abrasivo mostrou igual sucesso em conseguir diminuição na microinfiltração quando foi utilizado o condicionamento ácido.

Swift Jr. et al.,<sup>111</sup> em 1998, propuseram-se avaliar a resistência de união de seis sistemas adesivos de um passo só, contendo diferentes solventes. Utilizaram 70 dentes bovinos divididos aleatoriamente em 7 grupos com 10 dentes cada. O esmalte foi condicionado durante 15 segundos com ácido fosfórico a 35%. As restaurações foram realizadas com a resina Z-100 da A3 com o auxílio da técnica que utiliza uma cápsula de gelatina. Os sistemas adesivos utilizados foram: Scotchbond Multipurpose Adhesive (Control); One Step (2 camadas); Optibond Solo (1 camada); Prime & Bond 2.1; Sintac Single Component; Single Bond (2 camadas); Tenure Quick com flúor (3 camadas). Dos resultados obtidos o sistema adesivo Single Bond se mostrou mais eficiente com  $27,8 \pm 4,3$  MPa e o menor valor obtido foi para o sistema adesivo Syntac Single Component com  $14,2 \pm 5,0$  MPa. Os autores afirmaram que a força efetiva necessária para resistir as forças de contração de

polimerização da resina esta entre 17 e 24 MPa. Lamentavelmente a resistência de união ao esmalte. Pode ser comprometida pela contaminação com umidade. Como conclusão afirmaram que com exceção do sistema adesivo Syntac os demais sistemas adesivos mostraram forte união ao esmalte sendo pelo menos igual aos valores obtidos no grupo controle.

Em 1998, Bayne et al.,<sup>8</sup> avaliaram as propriedades de 8 marcas comerciais de resinas do tipo “flow”, comparando-as com as propriedades das resinas híbridas. Os autores denominam estas resinas como sendo da primeira geração. As propriedades avaliadas foram tipo de carga, profundidade de polimerização, escoamento, desgaste, resistência a flexão, rugosidade. Os resultados obtidos após a comparação mostrou que o comportamento foi similar para os dois tipos de resinas, mas que as propriedades das resinas “flow” não chegou ao 100% do comportamento das resinas híbridas. Os autores concluíram que este é um material ainda em desenvolvimento e que deve ser utilizado com alguns cuidados, não devendo ser indicadas para regiões que suportam alto grau de fadiga.



Berry & Ward,<sup>10</sup> em 1998, se propuseram avaliar a resistência de união da resina composta ao esmalte preparado com ar abrasivo, este trabalho foi realizado sobre dentes terceiros molares, livres de cáries recentemente extraídos, dos quais foi removida a porção radicular e seccionados no sentido vestibulo-lingual. Cada amostra foi desgastada numa máquina politriz com papel de lixa com granulação 600, até obter uma área de 3 mm de diâmetro de esmalte. As amostras foram divididas aleatoriamente em 17 grupos com 5 dentes cada. Para o preparo das cavidades foram utilizados dois diâmetros de pontas (0,015 e 0,0019 de polegada), duas velocidades das partículas (alta e baixa) e duas pressões de ar (80 psi e 120psi). Após o preparo das cavidades uma parte das amostras foi condicionada com ácido fosfórico a 37% durante 30 segundos; a outra parte de amostras foi deixada sem condicionar. A resistência de união da resina composta ao esmalte condicionado foi significativamente maior que nas amostras não condicionadas. Os resultados não foram significativos em nenhuma combinação de diâmetro das pontas, velocidade da partícula e pressão de ar.

Vargas et al.,<sup>118</sup> em 1998, compararam a polimerização de resina composta utilizando aparelhos de luz convencional e laser a base de argônio, avaliaram a microdureza. Para este trabalho utilizaram uma resina microparticulada (Silux Plus) e uma resina microhíbrida (TPH). Foram confeccionados 5 corpos-de-prova para cada grupo, que foram preparados em moldes de teflon com as seguintes dimensões 3x3x8mm. As amostras foram então polimerizadas durante 40 segundos com uma unidade de luz visível convencional e 30, 20 e 10 segundos para as amostras polimerizadas por laser a base de argônio. As amostras foram armazenadas durante 24 horas a 37°C, para posteriormente ser determinada a dureza knoop. Cinco medições foram feitas para cada amostra nas profundidades de 0, 1, 2, 3 e 4mm na superfície exposta. Na dureza superficial não houve diferença significativa entre as resinas compostas de micropartícula ou híbrida, sem importar a fonte de luz ou tempo de exposição. Para a resina composta de micropartícula nas profundidades de 1, 2, 3 e 4mm polimerizadas por 40 segundos com luz visível e 30 segundos com o laser de argônio produziram durezas comparáveis, as quais foram significativamente maiores que as mostradas pela luz visível durante 20 e 10 segundos de exposição. Na profundidade de

4mm a exposição a luz durante 40 segundos mostrou significativamente maior dureza que com 20 segundos de polimerização. Com o laser de argônio durante 10 segundos a dureza foi também menor. A resina composta híbrida teve dureza comparável na profundidade de 3mm entre a luz visível por 40 segundos e o laser de argônio durante 30 e 20 segundos.

A microinfiltração de selantes após o preparo convencional com fresa e jatos de ar abrasivo aplicado sobre pontos e fissuras foi comparada por Hatibovic-Kofman et al.,<sup>59</sup> em 1998, para realizar este trabalho utilizaram 72 dentes molares, aleatoriamente divididos em 3 grupos com 24 dentes cada. O primeiro grupo foi preparado com profilaxia com pedra pomes e condicionamento ácido com ácido fosfórico 37%; o segundo grupo foi preparado com uma fresa esférica nº ¼ em baixa rotação e condicionada com ácido fosfórico; o terceiro grupo foi preparado utilizando uma máquina KCP2000 de jato abrasivo, utilizando partículas de óxido de alumínio com 50µm de tamanho de partícula e 160 psi de pressão de ar. De cada grupo de 24 dentes, 12 receberam a aplicação de selante com carga e 12 aplicação de selante sem carga, nessas condições os dentes foram armazenados em saliva artificial durante 7 dias.

Decorrido esse tempo os dentes foram isolados com esmalte para unha deixando livre 1 mm ao redor das restaurações, para posteriormente serem termociclados durante 2000 ciclos e colocados numa solução traçadora de azul de metileno em uma concentração de 1% por 24 horas. Os dentes foram seccionados em 3 partes e submetidos a avaliação. Os autores encontraram que das 216 amostras obtidas 66% não mostraram microinfiltração marginal, propondo as seguintes conclusões: 1) os melhores resultados foram obtidos quando da utilização da fresa; 2) a limpeza com pedra pomes e jato abrasivo mostraram resultados similares; 3) os selantes sem carga tiveram melhor comportamento que os selantes com carga.

Em 1999, Unterbrink & Liebemberg<sup>116</sup> publicaram uma revisão de literatura e recomendações clínicas sobre a utilização de resinas compostas de tipo "flow" como adesivos com carga, segundo os autores o significado clínico de muitas pesquisas pode ser questionado e que a função clínica e resistência de união devem ser alcançadas mais rapidamente que a tensão de contração. A inibição da polimerização pelo oxigênio de camadas extremamente finas pode impedir o estabelecimento da união, embora tenham particular relevância

os agentes de união a dentina monocomponentes. A utilização de finas camadas de materiais de união radiolúcidos podem criar dificuldades para diagnosticar radiografias posteriores e podem contribuir à degradação das margens de esmalte. Em relação a tensão de contração, esta seria influenciada por vários fatores, provavelmente a geometria da cavidade seria o fator mais importante, porém, este não pode ser controlado pelo operador, a contração e módulos cinéticos também são críticos e que envolvem variáveis como conteúdo e tipo de monômeros, o sistema catalizador e a intensidade da luz. Geralmente altos módulos de elasticidade ou uma polimerização mais rápida provoca um aumento na tensão de contração. Combinando um adesivo monocomponente como primer dentinário, com uma resina composta do tipo "flow" altamente radiopaca como adesivo com carga, podemos ajudar a resolver essas dificuldades, devido ao seu comportamento como uma "parede cavitária elástica".

Perdigão et al.,<sup>90</sup> publicaram em 1999 um artigo sobre o efeito da utilização repetida de adesivos monocomponentes em relação a resistência de união. A maioria dos sistemas de adesivos de frasco único contém solventes

orgânicos (acetona ou etanol) que deslocam a água atrapada dentro da rede de fibras de colágeno da dentina condicionada. A acetona e etanol são substâncias voláteis que podem facilmente evaporar-se dos frascos, durante sua utilização. O objetivos deste estudo “in vitro” foi avaliar o efeito da abertura repetida dos frascos sobre a resistência de união a dentina de 4 sistemas adesivos. Para realização deste trabalho utilizaram 80 dentes incisivos bovinos que foram polidos com lixa de granulação 600 e divididos aleatoriamente em 8 grupos. Após a aplicação dos materiais em 40 amostras (grupo controle), os frascos de adesivos foram abertos durante 1 minutos duas vezes por dia, durante 3 semanas exceto os finais de semana quando eram mantidos sob refrigeração. Após 3 semanas em que foi simulada sua utilização, os adesivos foram utilizados nas 40 amostras restantes. A resina composta foi aplicada em cápsulas de gelatina nº 5 e fotoativadas. Após 500 ciclos térmicos entre temperaturas de 5°C e 55°C, foram realizados testes de resistência de união numa máquina universal de testes. Os resultados obtidos mostraram que os adesivos que contém água e etanol, tiveram valores médios de resistência de união, similares aos do grupo controle após 3 semanas. Os materiais a base de acetona tiveram valores médios significativamente menores após

3 semanas quando comparados com o grupo controle. Os autores concluíram que os sistemas adesivos a base de acetona podem ter uma vida útil mais curta que os sistemas a base de água ou etanol.

Barkmeir et al.,<sup>6</sup> em 1999, testaram laboratorialmente a resistência de união de resina composta a esmalte e dentina utilizando Prime & Bond 2.1, utilizaram 90 dentes molares humanos, preparando as superfícies vestibulares, desgastando-as com papel de lixa com granulação 600 sob refrigeração, 60 amostras foram desgastadas até chegar em dentina e 30 amostras foram limitadas ao esmalte. Os dentes foram divididos em 9 grupos com 10 dentes cada. Os autores incluíram 3 formas de união com variação do tempo de tratamento e seqüência de aplicação do primer, assim como aplicação e não aplicação de ácido na dentina. A primeira forma de tratamento segue as indicações do Dyract PSA, a segunda forma de tratamento segue as instruções do Prime & Bond 2.1 e a terceira forma de tratamento não inclui a segunda aplicação do primer/adesivo. A aplicação da resina composta foi realizada em cápsulas de gelatina nº 5 para formar cilindros da resina TPH, que foram unidos às áreas preparadas nos dentes. As amostras

assim confeccionadas foram armazenadas em água destilada a 37°C durante 24 horas, para posteriormente serem termocicladas, durante 640 ciclos entre 5°C e 55°C. Os valores de resistência de união foram determinados com a utilização de uma máquinas de ensaios mecânicos do tipo Inström. Os resultados mostraram valores de união ao esmalte entre 29,2 e 29,8 MPa, a resistência de união a dentina variou entre 18,6 e 21,3 MPa. Não houve diferença significativa entre as 3 formas de aplicação dos adesivos tanto para esmalte como para dentina. O condicionamento ácido da dentina não melhora a resistência de união utilizando o Prime & Bond 2.1.

Em 1999, Ferrari et al.,<sup>42</sup> se propuseram avaliar “in vitro” a formação da camada híbrida, tags de resina e a ramificação lateral do adesivo, utilizando Prime & Bond NT, sistema adesivo monocomponente, aplicado sobre a superfície do dente com e sem condicionamento ácido. Utilizaram para este trabalho 36 dentes, dos quais 18 para dentina e 18 para esmalte, preparando as faces vestibular e oclusal respectivamente. Cada grupo foi dividido aleatoriamente em 6 grupos G1: PBNT sobre dentina condicionada; G2: PBNT sobre esmalte condicionado; G3: PBNT sobre dentina condicionada com NRC (condicionador



não removível); G4: PBNT sobre esmalte e dentina condicionador com NRC; G5: PBNT sobre dentina sem nenhum condicionamento e G6: PBNT sobre esmalte sem nenhum condicionamento. Os dentes foram restaurados com Dyract AP e fotopolimerizados por 20 segundos. As amostras seccionadas seguindo o longo eixo das mesmas. A metade das amostras foi desproteinizada e descalcificada para poder observar a camada híbrida e as outras amostras foram dissolvidas para observar a morfologia dos tags de resina através da microscopia eletrônica. Nos resultados obtidos nos grupos 1 e 2 foram observados os mecanismos de união micromecânica com formação da camada híbrida, tags de resina e prolongamentos laterais em dentina. Nas amostras de dentina do Grupo 1 e 4 a característica dos tags em forma de cone invertido e os prolongamentos laterais foi evidente. Nas superfícies de esmalte os padrões de esmalte condicionado foram sempre observados. Nos grupos 3 e 4, uma fina camada híbrida foi formada assim como os tags de resina, porém, mais estreitos que os observados no grupo 1, no esmalte mostraram algum padrão de condicionamento e formação de tags. Nos grupos 5 e 6 não houve evidencia de formação da camada híbrida e nenhum mecanismo de união foi desenvolvido no esmalte. Os autores concluíram que para obter uma boa união

micromecânica entre o substrato dental e o material restaurador deve-se realizar o condicionamento ácido, pois a smear layer não permite a formação desta união.

Campanela e Meiers,<sup>20</sup> em 1999, avaliaram as diferenças na composição de várias resinas compostas e compômeros e seu efeito sobre a microinfiltração marginal em preparos de classe V, confeccionados nas superfícies vestibular e lingual de dentes molares humanos, deixando as margens oclusais em esmalte e as margens cervicais em dentina. O esmalte foi biselado e todo o preparo condicionado, para ser aplicado um sistema adesivo monocomponente. Os preparos foram restaurados com os seguintes materiais: Heliomolar RO, Tetric Ceram, Tetric Flow, Flow-it, Flow-it LF, Compoglass F e Compoglass Flow. As restaurações foram polidas e termocicladas, submetidas a ação de um traçador e seccionadas para avaliar tanto a microinfiltração linear como a penetração. Os resultados mostraram um significativo aumento na microinfiltração linear e penetração do traçador na dentina, quando comparado com o esmalte. Na microinfiltração linear gengival indica que o Compoglass Flow e Tetric Ceram tiveram significativamente menor microinfiltração que a Flow-it e Flow-

it LF e que o Compoglass Flow também teve menor microinfiltração que Heliomolar RO. A resina Heliomolar, Flow-it e Flow-it LF tiveram significativamente maior penetração da microinfiltração na dentina que a Tetric Ceram. O fato de que os scores de microinfiltração entre os grupos dos materiais não foram significativamente diferentes indica que a capacidade de determinar a quantidade de microinfiltração entre várias classes de materiais (resinas ou compômeros) é um fenômeno muito mais complexo que simplesmente ser deduzida a partir da composição do material.

Prati et al.,<sup>96</sup> em 2000, se propuseram avaliar a morfologia da camada híbrida do longo da margem cervical em preparos de classe V, utilizando vários sistemas adesivos: Single Bond, Scotch Bond Multipropósito e Clearfil Liner Bond 2 U.V. Após o acabamento das restaurações cada margem foi polida durante 1 minuto com uma pasta para polimento. As margens da metade das restaurações foram tratadas com ácido fosfórico a 10% durante 5 segundos e lavadas com água deionizada e armazenadas em água durante 24 horas para posterior análise na microscopia eletrônica de varredura. As margens da outra metade de restaurações foi tratada com ácido fosfórico a 10%

durante 5 minutos e aplicado um gel de NaOCl durante dois minutos para remover o colágeno não infiltrado e assim armazenados em água durante 24 horas. Através da microscopia eletrônica de varredura foi determinada espessura da camada híbrida sendo para o Scotchbond Multipropósito de 1,5 – 2,5  $\mu\text{m}$  assim como para Scotchbond, porém variou entre 0,0 a 12  $\mu\text{m}$  para o Clearfil Liner Bond 2 quando observados após a aplicação de NaOCl. Este estudo mostrou que as fibras de colágeno não são totalmente infiltradas pela resina adesiva na junção cimento/esmalte ao longo das margens da restauração. Este fato pode reduzir a capacidade de selamento dos sistemas adesivos, podendo deixar espaços abertos e fendas, as quais podem colocar em risco a união com o tempo.

Perdigão et al.,<sup>93</sup> em 2000, avaliaram o efeito da profundidade da dentina sobre a morfologia da camada híbrida e resistência de união. Para este estudo utilizaram vários tipos de ácido fosfórico associados a três sistemas adesivos monocomponentes. Noventa incisivos bovinos foram divididos aleatoriamente em 3 grupos de 30 cada e subdivididos em subgrupos de 10 cada. As concentrações do ácido fosfórico foram 37,5% e 35% e os sistemas adesivos: Optibond Solo,

Permaquick PQ1 e Single Bond. Após 24 horas de armazenagem em água as amostras foram termocicladas 500 vezes a temperatura de 5° e 55°C, e assim, medida a resistência de união. Adicionalmente foram aplicadas sobre os discos de dentina bovina de 800 µm de espessura os adesivos e restauradas com uma resina composta de baixa viscosidade. Os discos foram descalcificados numa solução buffer de EDTA, fixadas, coradas e seccionadas em lâminas de 90 nanômetros de espessura para serem observadas no microscópio de transmissão. A resistência média não foi estatisticamente diferente a um nível de 5% de significância. Quando as médias relacionaram adesão a dentina e condicionamento ácido, o número de falhas coesivas foi maior para o Permaquick PQ1 e Ultraetch (35%). O coeficiente de correlação de Pearson mostrou não existir correlação entre a espessura da camada híbrida e a resistência de união. A ultramorfologia mostrou que os materiais penetraram na dentina e formavam a camada híbrida independente do gel ácido utilizado.

Santini et al.,<sup>107</sup> em 2000, avaliaram a presença de umidade ou não da dentina e seu efeito sobre a microinfiltração marginal utilizando adesivos dentinários com carga. Utilizaram

60 dentes prés-molares e molares divididos aleatoriamente, onde foram utilizados Optibond Solo, Permaquick 1, Prime & Bond NT (uma camada) Prime & Bond NT (duas camadas) e Prime & Bond 2.1 como grupo controle. Foram confeccionadas cavidades classe V tanto na face vestibular como na face lingual, tendo como limite oclusal esmalte e na região cervical a junção cimento/dentina. As cavidades foram restauradas com resina composta após a aplicação dos sistemas adesivos em superfícies úmidas ou secas para cada material. Os dentes foram armazenados em água destilada a 37°C durante 6 dias, a seguir termociclados e as restaurações avaliadas microscopicamente para determinar a microinfiltração. Todos os grupos mostraram microinfiltração tanto em esmalte como em dentina. Na dentina esta foi significativamente diferente entre os grupos onde a dentina foi seca ou úmida. Nas margens de esmalte não foi significativamente diferente. Os autores concluíram que os agentes de união não foram capazes de prevenir a microinfiltração marginal nem para esmalte nem para dentina nas margens de cavidades de classe V, independente da umidade da dentina, e que no Prime & Bond NT deve se usar duas camadas e não uma do material como indica o fabricante.

# Proposição

Avaliar o grau de microinfiltração marginal e através da Microscopia Eletrônica de Varredura a amplitude da fenda marginal, em restaurações de classe V, preparadas com fresa e jato de ar abrasivo, restauradas com resina composta e diferentes sistemas adesivos com carga.

# Material e método

## 1. SELEÇÃO DOS DENTES

Para a realização do presente trabalho foram utilizados 42 dentes molares humanos hígidos (Figura 2A), recentemente extraídos, de pacientes na faixa etária de 17 a 25 anos de idade. Imediatamente após a extração, os dentes receberam profilaxia utilizando-se escova Robinson, contendo pasta de pedra pomes e água, montada em contra-ângulo. Decorrida a profilaxia os dentes foram examinados em lupa estereoscópica ZEISS\* (10 x), com a finalidade de detectar trincas ou possíveis falhas estruturais que pudessem causar alguma alteração nos resultados experimentais. Feita esta avaliação, os dentes foram colocados em formalina (formol 10%) durante 24 horas, após a lavagem foram armazenados em água destilada sob refrigeração até o momento de serem utilizados.

---

\* ZEISS - Westgermany - Mod. 475200/9901



## **2. PREPARO DAS CAVIDADES COM FRESA**

Os preparos realizados foram de classe V, utilizando as faces vestibular e lingual dos dentes molares, a fresa utilizada foi do tipo carbide (carbeto de Tungstênio) nº 245\* (Figura 1B), a qual era substituída após realização de 5 preparos e montadas em turbina pneumática tipo colchão de ar\*\*, com velocidade de giro livre de 300.000 rpm sob refrigeração água/ar.

Os preparos padronizados apresentaram as seguintes dimensões:

A – profundidade..... 1,5 mm

B - extensão mésio-distal..... 3,0 mm

C - extensão ocluso-cervical... 2,0 mm

Salienta-se que os preparos apresentavam sistematicamente ângulo cavo superficial oclusal em esmalte sendo que, a parede gengival posicionada a 1,0 mm abaixo da junção esmalte/cimento. (Figura 3B)

---

\* Densco Bur - U.S.A.

\*\* Dabi Atlante

Todos os preparos cavitários foram padronizados com o auxílio do “Aparelho de perfuração” proposto por Sá e Gabrielli <sup>36</sup> em 1979, que consta de um microscópio adaptado, contendo os seguintes componentes:

- A** - Relógio comparador para controlar a pressão exercida na turbina e medir a profundidade do preparo cavitário (1,5 mm).
- V** - Parafuso macrométrico através do qual ajusta-se inicialmente a fresa na superfície do dente.
- P** - Parafuso micrométrico que permite a aplicação controlada de pressão de corte para obter a profundidade desejada da cavidade.
- Q** - Sistema de fixação do dente a ser preparado e acoplado a platina móvel do aparelho.
- T** - Dispositivo de fixação da turbina, com parafusos de regulação para obter uma posição perpendicular da fresa sobre a superfície do dente a ser preparado.
- R e S** - Parafusos com precisão de décimos de milímetros para movimentar o sistema de fixação e platina à direita e esquerda (R) e antero-posterior (S) para definir as dimensões da cavidade, respectivamente no sentido méso-distal (3,0 mm) e ocluso-cervical (2,0 mm).

**X e Y** - Nônios que permitem a fixação dos pontos de referência para o controle da dimensão das paredes méso-distal e ocluso-cervical, respectivamente. (Figura 1A)

### **2.1- TÉCNICA DE UTILIZAÇÃO DO "APARELHO DE PERFURAÇÃO" (P1)**

O dente foi colocado no sistema de fixação (Q). A seguir através do parafuso macrométrico (V) carrega-se o relógio (A) na capacidade de 1,5 mm definindo a profundidade do preparo. A turbina deve ser fixada no sistema de fixação (T) de modo que a fresa fique perpendicular e o mais próximo possível da superfície do dente a ser preparada. Com o objetivo de localizar o preparo cavitário uniformemente, move-se o parafuso (R) para esquerda e o parafuso (S) no sentido antero-posterior. Definida a posição da fresa, anota-se os pontos de referência nos nônios correspondentes (X e Y) o que permite estabelecer as dimensões cavitárias. A seguir aciona-se a turbina e, o parafuso (P) é lentamente girado para que a fresa penetre até a profundidade de 1,5 mm, o que é verificado no relógio comparador (A). Estabelecida a profundidade, através do parafuso (S), move-se a platina no sentido antero-posterior e pelo ponto de

referência anteriormente marcado no nônio (X), obtém-se a parede mesial com abertura ocluso-cervical de  $2,0 \text{ mm} \pm 0,1 \text{ mm}$ , observando-se que a parede cervical das cavidades executadas esteja localizada na união cimento/esmalte. Em seguida através do parafuso (R) a platina é movimentada da direita para esquerda e de acordo com o ponto de referência anotado no nônio (Y) define-se a parede oclusal com dimensão de  $3,0 \text{ mm} \pm 0,1 \text{ mm}$ . Movimenta-se os parafusos (S) e (R) respectivamente em direção ocluso-cervical e esquerda-direita, (Figura 1B) obtendo-se uma cavidade retangular (Figura 3B).

Assim, as cavidades obtidas foram lavadas, secas e examinadas em lupa Estereoscópica ZEISS (10 X), com a finalidade de detectar possíveis trincas causadas durante a execução do preparo cavitário nas paredes de esmalte, salientando que quando tais fatos ocorreram o dente foi sistematicamente desprezado.

Foram realizadas 84 cavidades, em 42 dentes, vez que o número de repetições para cada grupo foi da ordem de 14.

## 2.2- PREPARO DAS CAVIDADES COM JATO ABRASIVO (P2)

Foi utilizada a unidade de preparo Mach 4.1 (Figura 2A) de acordo com as instruções do fabricante. A unidade opera com uma pressão de 80 psi e com partículas de óxido de alumínio com tamanho de 27  $\mu\text{m}$ . Foi utilizada uma ponta em ângulo reto (Figura 2B), posicionada perpendicularmente à superfície do dente e mantida a uma distância constante entre 1 e 2 mm durante o processo de corte. Para poder obter o tamanho padronizado das cavidades foi confeccionada uma matriz a base de borracha com as dimensões de 2 mm de largura por 3 mm de comprimento, posicionada sobre a junção coroa-raiz. E quanto a profundidade esta foi aleatória, apesar da utilização de uma sonda periodontal calibrada para nos auxiliar no controle deste procedimento.

O número de preparos realizados foi de 42, utilizando-se 21 dentes ao todo, recebendo preparos cavitários tanto na face vestibular como na lingual.

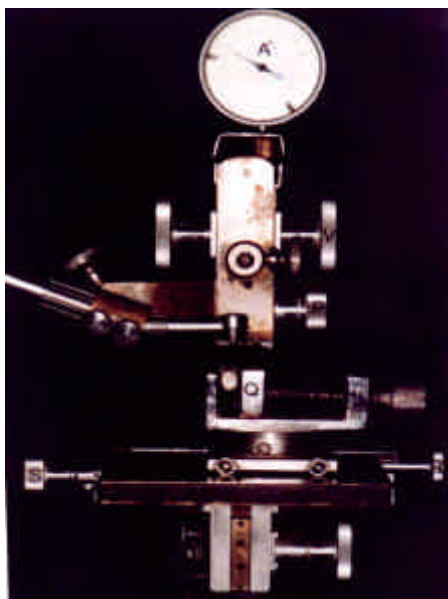


FIGURA 1A



FIGURA 1B



FIGURA 2 A



FIGURA 2 B



FIGURA 3 A



FIGURA 3 B

### 3- MATERIAIS UTILIZADOS

Na realização deste trabalho foram utilizados 3 sistemas de adesão a dentina. O material restaurador utilizado correspondeu a uma resina composta microhíbrida Point 4\* a qual se manteve constante para todas as cavidades.<sup>22</sup> (Quadro 1).

Quadro 1 – Tipo de preparo e materiais utilizados.

<b>GRUPOS</b>	<b>TIPO DE PREPARO/SISTEMA ADESIVO</b>	<b>MATERIAL RESTAURADOR</b>	<b>FABRICANTE</b>
G1 P1	Fresa/Optibond Solo Plus	Point 4	Kerr Dental
G1 P2	Jato abrasivo/Optibond Solo Plus	Point 4	Kerr Dental
G2 P1	Fresa/Prime & Bond NT	Point 4	Dentsply/Kerr Dental
G2 P2	Jato abrasivo/Prime & Bond NT	Point 4	Dentsply/Kerr Dental
G3 P1	Fresa/Scotchbond Multiuso Plus	Point 4	3 M/Kerr Dental
G3 P2	Jato abrasivo/ Scotchbond Multiuso Plus	Point 4	3 M/Kerr Dental

Os sistemas adesivos foram comparados entre si, em duas condições experimentais: preparo cavitário com fresa (P1) e preparo cavitário com jato de ar abrasivo (P2). Os

---

\* Kerr Dental

sistemas adesivos utilizados foram: Optibond Solo Plus (G1) contendo 15% de partículas, com tamanho de 400 nm Prime & Bond NT (G2) que apresenta uma quantidade não determinada pelo fabricante de nanopartículas com tamanho de 7 nm, ambos sistemas de 4<sup>a</sup>. geração simplificada e o grupo 3 (G3) utilizando o sistema adesivo de 4<sup>a</sup>. geração universal Scotchbond Multiuso Plus.

#### **4- OBTENÇÃO DAS RESTAURAÇÕES**

Obtidos os preparos as cavidades foram desinfectadas com uma solução de digluconato de clorexidina a 2% durante 1 minuto. A manipulação e utilização dos diferentes materiais foi realizada seguindo as instruções dos respectivos fabricantes.

##### **4.1- SISTEMA DE ADESÃO À DENTINA DE 4a. GERAÇÃO UNIVERSAL (SCOTCHBOND MULTIUSO PLUS)**

Para a execução da restauração associada ao adesivo dentinário Scotchbond Multiuso Plus, procedeu-se



inicialmente ao condicionamento ácido, com a aplicação de ácido fosfórico 35%\* em todas as margens correspondentes ao esmalte durante 15 segundos. Imediatamente após este tempo, colocou-se sobre a dentina o mesmo ácido por mais 15 segundos, porém, sem remover o ácido colocado no esmalte, realizando assim o condicionamento por 30 segundos no esmalte e 15 segundos na dentina. Decorrido este tempo procedeu-se a lavagem da cavidade com jatos abundantes de água durante 30 segundos, tempo que deve ser como mínimo igual ao tempo total de condicionamento. A seguir a cavidade foi seca, salientando que foram aplicados suaves jatos de ar de forma intermitente evitando a desidratação da dentina, pois esta necessita apresentar-se com umidade própria, o excesso de umidade na dentina foi removida através da utilização de pequenos pedaços de papel absorvente esterilizado previamente, este procedimento tem como finalidade evitar o colapso das fibras colágenas quando da aplicação de jatos de ar sobre a dentina desmineralizada.

Realizado o condicionamento iniciamos a colocação do sistema adesivo, sendo primeiro aplicadas duas camadas de Primer, deixando-o atuar por 30 segundos para

---

\* Dentsply

permitir a correta difusão do material entre as fibras colágenas, após este período de tempo foram aplicados suaves jatos de ar para promover a evaporação do solvente. Foi observada a superfície dentinária a qual devia encontrar-se brilhante como resultado da incorporação do monômero resinoso hidrofílico às fibras colágenas. Como última etapa com auxílio de um pincel descartável foi aplicada a resina adesiva acondicionada num caçulo fornecido pelo fabricante, em todas as paredes do preparo e assim fotopolimerizada por 20 segundos (Figura 4).

Quadro 2 – Composição do sistema adesivo de 4a.geração universal

SISTEMA	CONDICIONADOR	PRIMER	RESINA	LOTE	FABRICANTE
Scotch Bond Multiuso Plus	Ácido fosfórico 35%	2 hidroxietilmetacrilato (HEMA) Água + Etanol	BisGMA, HEMA Peróxido de Benzoila	—	3 M

#### **4.2- SISTEMA DE ADESÃO A DENTINA DE 4a. GERAÇÃO SIMPLIFICADO COM NANOPARTÍCULAS (PRIME & BOND NT)**

As paredes de esmalte e dentina foram condicionadas por 20 segundos com ácido fosfórico à 35%, sendo lavadas com jatos de água durante 30 segundos. Com suaves e intermitentes jatos de ar secamos a superfície de esmalte, sem desidratar a dentina, para remover o excesso de água da dentina foi utilizado pedaços pequenos de papel absorvente. A seguir uma gota do adesivo foi dispensada no caçulo descartável que o fabricante proporciona e com auxílio de um pincel descartável “microbrush” que faz parte do kit, foi aplicada uma camada do adesivo sobre a superfície de esmalte e dentina deixando-a atuar por 20 segundos, em seguida, com jatos de ar foi promovida a evaporação do solvente, e assim poder iniciar a fotopolimerização durante 10 segundos. Uma segunda camada de adesivo foi colocada novamente, mas, o excesso de solvente foi removido imediatamente com jatos de ar e fotopolimerizada por 10 segundos (Figura 5).

Quadro 3 – Composição do sistema adesivo Prime & Bond NT

<b>SISTEMA</b>	<b>CONDICIONADOR</b>	<b>PRIMER + ADESIVO</b>	<b>LOTE</b>	<b>FABRICANTE</b>
Prime & Bond NT	Ácido fosfórico 35%	Resina a base de Di e Trimetacrilato PENTA, Fotoiniciador estabilizadores, dióxido de silicone amorfo, hidrofluoreto de cetilamina, acetona	99129992 21	Dentsply

**4.3- SISTEMA DE ADESÃO A DENTINA DE 4ª GERAÇÃO SIMPLIFICADA COM CARGA OPTIBOND SOLO PLUS**

Este sistema se apresenta em frascos simples ou em cápsulas unidose. Para a realização da parte experimental foi utilizada a apresentação em cápsula unidose.

Foi realizado o condicionamento ácido com ácido fosfórico 35%\* por 30 segundos o esmalte e 15 segundos a dentina e lavado com abundante água, a seguir, foi aberta a cápsula, girando cada lado em direções opostas, descartando a metade maior, na metade menor foi inserida uma ponta aplicadora descartável\*, proporcionada pelo fabricante, nessas condições foi

---

\* Kerr Dental.

aplicado o adesivo sobre o esmalte e dentina esfregando suavemente por 15 segundos e assim, fotopolimerizada por 20 segundos (Figura 6).

Quadro 4 – Composição do sistema adesivo Optibond Solo Plus

<b>SISTEM A</b>	<b>CONDICIONADOR</b>	<b>PRIMER + ADESIVO</b>	<b>LOTE</b>	<b>FABRICA NTE</b>
Optibond Solo Plus	Ácido fosfórico 35%	2gpdm, Bis GMA, HEMA etanol silica pirolítica aluminosilicato de bário hexafluorosilicato de sódio	005612	Kerr Corporation

#### **4-4 TÉCNICA DE CONFECÇÃO DAS RESTAURAÇÕES DE RESINA COMPOSTA**

A técnica de restauração utilizada foi a proposta e descrita por Hansen,<sup>58</sup> em 1986, com a qual a inserção e acomodação da resina composta foi realizada de forma incremental.

Foram realizados 3 incrementos.

O primeiro incremento foi inserido de forma oblíqua, através de uma espátula para resina composta (do tipo Almore-verde) em contato com as paredes cervical e distal da cavidade e polimerizada por 40 segundos.

O segundo incremento inserido também da mesma forma oblíqua; no entanto, fazia contato com as paredes oclusal e mesial da cavidade e polimerizada por 40 segundos.

O último incremento foi colocado de forma a preencher toda a cavidade, promovendo o selamento do ângulo cavo superficial e polimerizado por mais 60 segundos.

O aparelho utilizado para fotoiniciação foi o KM-200 R\*, constitui-se à base de luz halógena, contendo acoplado um radiometro, para medir as intensidades de luz antes do procedimento restaurador. Este aparelho se caracteriza pelo aumento da intensidade de forma seqüencial, partindo de aproximadamente 80 mw/cm<sup>2</sup> de intensidade, passando para 120, 150, 180, 270 e 540 mw/cm<sup>2</sup> em média de intensidade, sendo que o tempo aproximado desde a menor intensidade até a maior intensidade foi de 5 segundos, dando um tempo total de polimerização de 40 segundos.

#### **4.5- POLIMENTO DAS RESTAURAÇÕES**

Concluídas as restaurações, os dentes foram armazenados em água destilada dionizada em estufa a 37°C ± 1 durante 24 horas. Decorrido esse tempo os corpos-de-prova foram

submetidos aos procedimentos de acabamento e polimento utilizando o sistema de discos abrasivos seqüenciais Sof-Lex, na seguinte ordem decrescente de abrasividade: azul-escuro, azul médio e azul claro, em baixa rotação sobre pressão manual girando no sentido da restauração para estrutura dental. Os discos seqüenciais a cada 4 preparos eram substituídos por outros novos, e o tempo de aplicação para cada disco foi de 10 segundos.

# Materiais Utilizados



FIGURA



FIGURA



FIGURA



FIGURA



# Seqüência Restauradora



Preparo  
cavitario



Condicionamento  
ácido



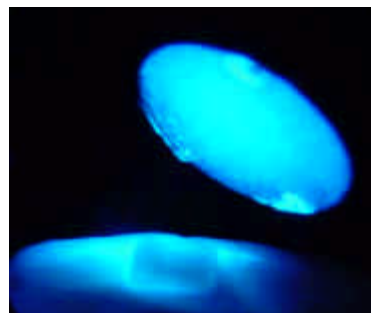
Preparo  
condicionado



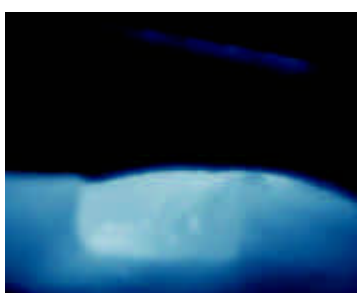
Aplicação do  
agente adesivo



Ponta  
fotoativadora



Fotoativação do  
agente adesivo



Fotoativação do  
1º incremento de  
resina composta



Fotoativação do  
2º incremento de  
resina composta



Restauração  
terminada

## **5- PREPARO DOS DENTES PARA O TESTE DE MICROINFILTRAÇÃO MARGINAL**

Após os procedimentos de acabamento e polimento, os dentes foram novamente imersos em água destilada deionizada e armazenados por 24 horas em estufa a temperatura de  $37^{\circ}\text{C} \pm 1$ . Decorrido este tempo, procedeu-se o isolamento das peças dentárias, utilizando-se a resina Araldite\* e esmalte colorido para unha.\*\*

Inicialmente para facilitar a manipulação do Araldite efetuou-se, com acetona, a diluição do mesmo e realizou-se sua aplicação, em fina camada sobre a superfície dentária, tomando-se o cuidado de deixar livre uma margem de 2 mm ao redor das restaurações. Após secagem do material, o qual levou aproximadamente uma hora, procedeu-se a cobertura do Araldite com esmalte colorido para unha, aplicado em duas camadas. Para melhor identificação dos corpos-de-prova utilizou-se diferentes tonalidades de esmalte, correspondendo assim aos 3 diferentes grupos em estudo.

---

\* CIBA-GELEY, Química Suíza S.A.

Terminada a fase de isolamento dos dentes, os mesmos voltaram à água destilada deionizada em estufa por mais 24 horas, sendo a seguir submetidos aos testes de termociclagem<sup>29,30</sup> em máquina apropriada para tal\* com a seguinte calibração: .

Nº de ciclos: 400

Tº máxima: 55°C ± 2    Tempo: 15 segundos

Tº mínima: 8°C ± 2    Tempo: 15 segundos

Tempo total de cada ciclo: 30 segundos

Tempo aproximado total: 3 hora e 10 minutos

Após calibração, a máquina foi ligada e procedeu-se aos controles de temperatura durante 1 hora após alcançadas as temperaturas desejadas.

Terminada a termociclagem, os corpos-de-prova foram colocados em um frasco contendo solução de Nitrato de Prata a 50% a temperatura ambiente por 2 horas em câmara escura. Decorrido este período de tempo as amostras foram colocadas numa solução fotoreveladora sob luz fluorescente durante 16 horas, para facilitar a redução dos íons de prata para prata metálica.

---

\*\* WE CARE, LIP-STICK Ind. e Com. de Cosméticos Ltda.

\* ETICA, mod.521.4, série 95, ETICA EQUIP.CIENTÍFICOS S.A. São Paulo.

## **6. PREPARO DOS DENTES PARA AVALIAÇÃO DA MICROINFILTRAÇÃO MARGINAL**

### **6.1- FIXAÇÃO E SECAGEM DOS DENTES**

Após a remoção dos corpos-de-prova da solução fotoreveladora, foram lavados em água corrente durante dois minutos para remover o excesso de solução e imediatamente imersas numa solução de glutaraldeído a 2,5% em 0,1 M Sodium Cacodylate Buffer a 40C, com pH de 7,4 durante 12 horas para fixação das estruturas orgânicas. Os mesmos corpos-de-prova foram lavados em solução de 0,2 M de Cacodylate Buffer num pH de 7,4 por uma hora, com três trocas da substância seguido de água destilada por um minuto. Em seguida, foram desidratados em grau ascendente de etanol a fim de substituir a água presente entre as estruturas orgânicas, facilitando o processo de secagem.

### **6.2- SECÇÃO DOS DENTES**

Nessas condições, os corpos-de-prova foram fixados em um pequeno cubo de madeira, através de godiva\* de baixa fusão, cujo objetivo foi a estabilização dos mesmos para posterior secção, através de disco de diamante, sob

refrigeração a água, no sentido méso-distal do dente com o intuito de individualizar as restaurações confeccionadas nas faces vestibular e lingual. As metades dos corpos-de-prova obtidas, foram novamente fixadas através da superfície cortada, deixando deste modo as restaurações totalmente expostas. Em seguida, procedeu-se ao corte do dente partindo-se do centro da restauração em direção ao longo eixo do dente, possibilitando observar longitudinalmente as paredes gengival, cervical e axial das cavidades.

## **7- CRITÉRIO DE AVALIAÇÃO DA MICROINFILTRAÇÃO**

A avaliação da microinfiltração marginal, foi efetuada através de lupa estereoscópica ZEISS (20 X) por 2 diferentes observadores devidamente calibrados entre si. As observações da penetração do agente traçador obtidas nesta análise foram catalogadas em graus, segundo o critério de Retief & Dennis<sup>99</sup> em 1989, onde:

---

\* Kerr. Dental.

- Grau 0:** ausência de penetração do traçador
- Grau 1:** Penetração do traçador até a metade ou aquém da profundidade da restauração.
- Grau 2:** Penetração do traçador ao longo da parede oclusal ou cervical sem envolvimento da parede axial.
- Grau 3:** Penetração do traçador ao longo da parede axial com penetração nos túbulos dentinários sem chegar à câmara pulpar.
- Grau 4:** Penetração do traçador ao longo da parede axial com penetração nos túbulos dentinários, atingindo a câmara pulpar.

## **8- PREPARO DOS DENTES PARA MICROSCOPIA ELETRÔNICA DE VARREDURA**

### **8.1- REGULARIZAÇÃO DAS SUPERFÍCIES SECCIONADAS**

Com o objetivo de obter uma superfície lisa e uniforme as amostras foram submetidas a ação de lixas abrasivas com granulação decrescente, estas lixas a base de carbeto de silício foram utilizadas com o auxílio de uma máquina específica para este procedimento (Politriz)\* sob irrigação de ar. A seqüência seguida foi: 1) granulação 600; 2) granulação 800; 3)

---

\* Politriz DP 10 – modelo Struers – nº15A - 118

granulação 1200; 4) suspensão de diamante de 2  $\mu\text{m}$  e 5) suspensão de diamante 1  $\mu\text{m}$ .

## **8.2- LIMPEZA DA SUPERFÍCIE SECCIONADA E REGULARIZADA**

As amostras foram imersas em água destilada em uma aparelho de ultrasom (Soniclean)\*, com o objetivo de promover a remoção do silício deixado pelos papéis de lixa sobre a superfície preparada. A seguir foi realizado o condicionamento ácido da amostra com ácido fosfórico 32%\*\* em forma de semigel, durante 30 segundos esfregando-o suavemente com um pincel do tipo “Microbrush”\*\*\*, com a finalidade de expor a área de união dentina/resina composta. Após os 30 segundos, as amostras foram lavadas com abundante água durante 30 segundos.

---

\* D.M.C. Equipamentos Ltda.

\*\* Bisco Inc.

\*\*\* Dentsply De Trey GmbH.

### **8.3- SECAGEM DOS DENTES**

As amostras foram desidratadas em grau ascendente de etanol, a fim de promover a substituição da água presente entre as estruturas orgânicas facilitando o processo de secagem do corpo-de-prova. Este procedimento teve a seguinte seqüência:

- 1) imersão numa solução de etanol 25% durante 20 minutos;
- 2) imersão numa solução de etanol 50% durante 20 minutos;
- 3) imersão numa solução de etanol 75% durante 30 minutos;
- 4) imersão numa solução de etanol a 95% durante 30 minutos;
- 5) imersão numa solução de etanol 99,98% durante 60 minutos.

### **8.4- METALIZAÇÃO**

As amostras após serem desidratadas foram submetidas a um processo de dessecação a vácuo com a finalidade de remover a água para permitir a deposição do metal sobre a superfície, tornando a amostra eletricamente condutiva. O metal utilizado é uma liga de ouro-paládio, com uma espessura aproximada de 30 nm que é obtida quando as amostras são colocadas numa metalizadora á vácuo.



#### **8.5- CRITÉRIO DE AVALIAÇÃO**

Com a finalidade de avaliar a fenda cervical foi realizada a tomada de uma fotomicrografia da região com um aumento de 1500 vezes, com a fotografia em mãos, foi realizada a medição da amplitude da fenda com um paquímetro, em três pontos diferentes, para posteriormente estabelecer a média.

#### **9- PLANEJAMENTO ESTATÍSTICO**

Depois de serem obtidas as leituras das médias do tamanho da fenda cervical os dados colhidos foram submetidos a análise estatística através do teste de análise de variância e teste de Tukey, os resultados da microinfiltração serão discutidos descritivamente.

# Preparos Cavitários

1



2



3



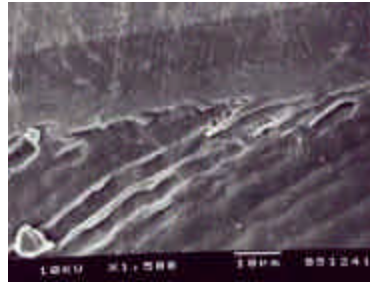
4



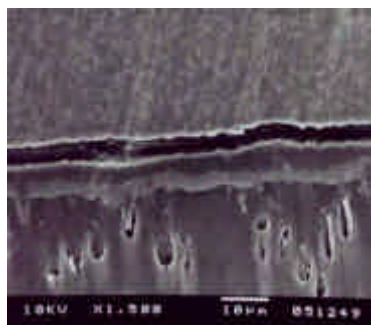
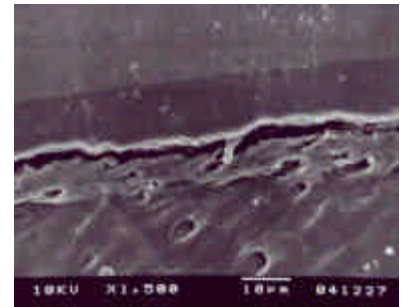
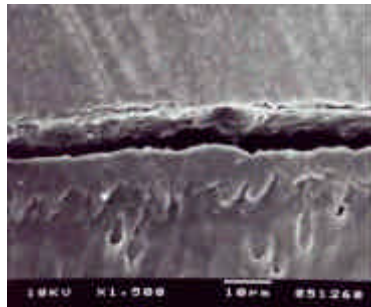
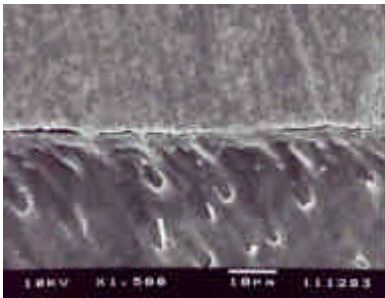
1. Dente para análise da microinfiltração
2. Dente metalizado
3. Preparo cavitário com fresa

# Fotos ilustrativas dos

Ausência de



Presença de



# Resultado

## **AVALIAÇÃO ESTATÍSTICA DOS RESULTADOS**

No Quadro 1 observamos os resultados originais obtidos nas mensurações da variável de análise “Amplitude de fendas marginais cervicais” avaliada em micrômetros.

Aplicando o modelo estatístico de análise de variância aos valores da variável de análise, foram obtidas as tabelas 1, 2, 3 e 4.

### **FATOR SISTEMA ADESIVO**

A R.Q.M. relativo ao fator adesivo (segunda linha da Tabela 1) apresentou um valor de 2,82 ( $p > 0,05$ ), não significativo, o que sugere ter havido evidência amostral para aceitarmos a hipótese de nulidade de que “os materiais apresentam, em média, igual amplitude de fenda, qualquer que seja a condição do preparo a que foram submetidos. “Assim,

independentemente do tipo de preparo efetuado, podemos afirmar que não houve diferenças significativas entre os sistemas de adesivos dentinários quanto a propriedade estudada, isto é: amplitude de fenda marginal cervical.

### **FATOR PREPARO**

O fator preparo apresentou valor significativo em relação ao valor crítico ( $p > 0,005$ ). Isto significa que um dos tipos de preparo promove fendas marginais cervicais maiores que o outro.

Observando a Tabela 3, vemos que o preparo com jato abrasivo fornece fendas marginais maiores em média que o preparo com fresa. Assim, podemos concluir que independentemente do tipo de sistema de adesivo dentinário utilizado o preparo com jato abrasivo é o que promove, em média, o maior padrão de desadaptação cervical ( $5,13 > 3,21$ ).

Quadro 1 – Valores médios de fenda marginal ( $\mu\text{m}$ )

<b>TIPOS DE PREPARO</b>	<b>PREPARO COM FRESA (P1)</b>	<b>GRUPOS</b>		
		<b>OPTIBOND – SOLO PLUS</b>	<b>PRIME 7 BOND NT</b>	<b>SBMP</b>
		<b>G1</b>	<b>G2</b>	<b>G3</b>
		0,56	4,06	10,01
5,78	2,66	3,91		
0,00	2,35	1,86		
3,62	10,81	0,00		
0,00	1,81	4,14		
0,00	4,08	3,91		
0,95	0,00	0,00		
0,00	0,00	6,37		
0,00	0,00	5,29		
0,00	6,19	6,00		
0,00	8,09	0,00		
0,84	15,60	2,60		
0,00	4,05	4,21		
0,00	8,51	6,48		
<b>PREPARO COM JATO DE AR ABRASIVO (P2)</b>	4,07	0,00	3,92	
4,86	1,44	10,21		
0,00	2,44	7,67		
10,12	9,80	6,52		
5,16	5,71	3,52		
1,08	0,00	10,74		
10,98	4,72	8,00		
1,18	0,00	8,65		

	8,09	8,77	7,28
	5,27	6,94	4,48
	0,72	7,76	7,74
	1,18	0,00	1,36
	7,60	0,00	4,13
	11,60	6,35	4,84

**G1:** Sistema Adesivo Dentinário OPTIBOND SOLO PLUS

**G2:** Sistema Adesivo Dentinário PRIME & BOND NT

**G3:** Sistema Adesivo Dentinário SCOTCH BOND MULTIUSO PLUS

Tabela 1 – Análise de variância

<b>FONTE</b>	<b>g.l.</b>	<b>S.Q.</b>	<b>Q.M.</b>	<b>R.Q.M.</b>
Sistema Adesivo	2	65,51	32,75	2,82
Preparo	1	78,18	77,18	6,65*
Sistema Adesivo x Preparo	2	102,88	51,44	4,43*
Resíduo	78	904,42	11,60	
<b>TOTAL</b>	<b>83</b>	<b>1.149,98</b>		

\* Valor significante:  $p < 0,05$

Tabela 2 – Médias de Sistemas Adesivos ( $\mu\text{m}$ )

<b>G1</b>	<b>G2</b>	<b>G3</b>
3,00	4,36	5,14

Dp: 0,53

Tabela 3 – Médias de Preparo ( $\mu\text{m}$ )

<b>P1</b>	<b>P2</b>
3,21	5,13

Dp: 0,64

Tabela 4 – Médias de interação Sistema Adesivo x Preparo ( $\mu\text{m}$ )

<b>PREPARO</b>	<b>SISTEMA ADESIVO</b>		
	<b>G1</b>	<b>G2</b>	<b>G3</b>
<b>P1</b>	0,84	4,87	3,91
<b>P2</b>	5,16	3,85	6,36

Dp: 0,95

### **FATOR INTERAÇÃO**

A interação sistema adesivo x tipo de preparo apresentou valor significativo, o que nos leva a concluir que, pelo menos uma das interações apresentou valor médio de fenda marginal cervical diferente dos demais, Para identificar quais as médias que apresentaram valores diferentes, foi aplicado o Teste



de Tuckey. Para tal, com base nos dados da Tabela 4 (médias da interação sistemas adesivos x preparo) foi elaborada a Tabela 5 que contém os valores absolutos das diferenças entre as médias dessas interações.

Tabela 5 – Valores absolutos das diferenças entre as médias das interações

$\bar{\chi}_i$	0,84	4,87	3,91	5,16	3,85
4,87	4,13*				
3,91	3,07	1,80			
5,16	4,32*	0,29	1,25		
3,85	3,01	1,86	0,06	1,31	
6,36	5,52*	0,65	2,45	1,20	2,51

\* Valor significante.

Em seguida, foi calculada a diferença mínima significativa para separação dessas médias (d.m.s.) apresentando, para interação, o valor de 3,42. Aplicando a d.m.s. aos dados da Tabela 5, pode-se observar que as interações dos sistemas G3P2 (6,36), G1P2 (5,16) e G2P1 (4,87), apresentaram valores médios semelhantes e significativamente maiores que o

mostrado pela interação G1P1 (0,89), apresentando as demais interações, valores intermediários e semelhantes entre si. O Gráfico 1 mostra, as tendências evolutivas das médias, comparativamente entre si.

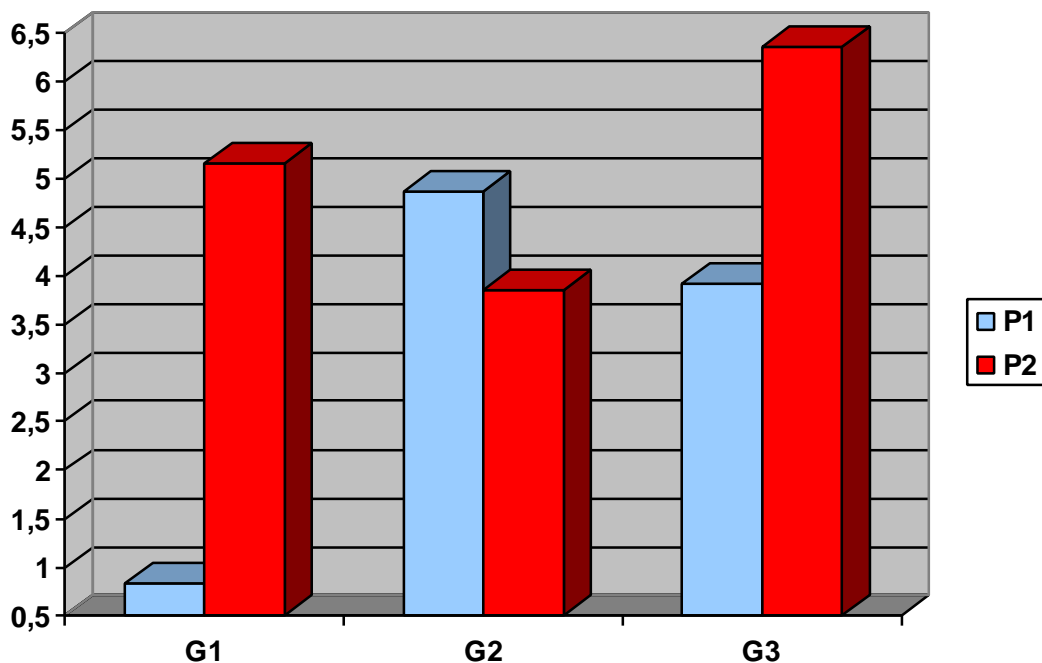


GRÁFICO 1 – Tendências evolutivas das médias de interação

### **MICROINFILTRAÇÃO MARGINAL**

As Tabelas 6 e 7 mostram o resumo dos resultados obtidos, na forma de distribuição de frequência de cada grupo

experimental, para microinfiltração marginal nas paredes oclusal e cervical respectivamente, enquanto os valores originais encontram-se no apêndice deste trabalho.

Tabela 6 – Resultados absolutos da microinfiltração marginal de cada grupo, para parede oclusal

SCORE	SISTEMAS ADESIVOS					
	G1		G2		G3	
	JATO ABRASIVO	FRESA	JATO ABRASIVO	FRESA	JATO ABRASIVO	FRESA
0	11	9	14	13	13	14
1	2	5	-	-	1	-
2	-	-	-	-	-	-
3	1	-	-	-	-	-
4	-	-	-	1	-	-

**G1:** OPTIBOND SOLO PLUS  
**G2:** PRIME & BOND NT  
**G3:** SCOTCHBOND MULTIUSO PLUS

Tabela 7 – Resultados absolutos da microinfiltração marginal de cada grupo, para parede cervical

SCORE	SISTEMAS ADESIVOS					
	G1		G2		G3	
	JATO ABRASIVO	FRESA	JATO ABRASIVO	FRESA	JATO ABRASIVO	FRESA
0	4	5	2	-	1	-
1	6	9	4	4	4	3
2	3	-	4	4	3	2
3	1	-	3	-	4	3
4	0	-	1	6	2	6

**G1:** OPTIBOND SOLO PLUS  
**G2:** PRIME & BOND NT  
**G3:** SCOTCHBOND MULTIUSO PLUS

# Discussão

A resina composta é um material restaurador que teve rápida aceitação, devido a fatores importantes como: excelente estética; propriedades físicas e facilidade de manipulação.<sup>73</sup> São materiais plásticos resultantes da combinação de dois materiais insolúveis entre si onde, os componentes básicos são: 1) matriz resinosa; geralmente diacrilatos alifáticos ou aromáticos, os mais freqüentes são Bis-GMA (Bisfenil glicidil metacrilato) e UDMA (uretano dimetil metacrilato), que possuem alto peso molecular. Além desses componentes a matriz resinosa possui monômeros diluentes, que são necessários para diminuir a viscosidade dos monômeros (Bis-GMA, UDMA). Estes diluentes freqüentemente empregados são dimetacrilatos como TEDGMA (Trietileno glicol dimetacrilato) que possibilita a incorporação de alto conteúdo de carga além de propiciar um material final com melhores características de manipulação; 2) agentes iniciadores: que produzem a formação de um radical livre muito reativo por apresentar um elétron sem par. Quando este radical encontra um

monômero resinoso com ligações duplas de carbono (C=C), forma um par com uns dos elétrons da ligação dupla, deixando os outros membros do par livre igualmente reativos. Os agentes utilizados são peróxido de benzoila para as resinas quimicamente ativadas e canforoquinona ou diquetona para às fotoativadas; 3) partículas de carga: proporcionam estabilidade a matriz que é instável. Quando as partículas são misturadas à matriz o primeiro efeito é a diminuição da contração de polimerização, pelo fato da redução da quantidade de resina presente num certo volume; 4) agente de cobertura: permite a união das partículas de carga à matriz orgânica. São denominados de silanos.<sup>23, 73</sup>

Apesar das constantes melhorias apresentadas pelo material, este tem como principal desvantagem que o rearranjo dos monômeros dentro das cadeias poliméricas durante a polimerização produz inevitavelmente contração volumétrica.<sup>15,</sup>

21, 32, 33, 34, 39, 40, 41, 54, 57, 61, 73, 88,91, 93, 105, 119, 120

A total contração volumétrica pode ser produzida devido a dois componentes, durante o processo de polimerização: a fase pré-gel e a fase pós-gel. Durante a polimerização a resina composta na fase pré-gel é capaz de escoar, produzindo assim a liberação de tensões dentro da

estrutura. Quando o material atinge a fase gel, além de desenvolver a dureza, seus efeitos são refletidos no módulo de elasticidade.<sup>105</sup>

Como o material continua polimerizando, a tensão de contração é produzida dentro da interface dente/restauração, voltando a ser distribuída na estrutura dental circundante. Após a fase de gel, o escoamento não é capaz de compensar a tensão de contração, mais ainda, a fase pós-gel resulta numa tensão clinicamente significativa na interface dente/restauração e ao redor da estrutura dental que poderiam produzir microfraturas de esmalte.<sup>73, 105</sup>

Davidson et al.<sup>32</sup> reportaram valores de tensão variando entre 2,8 e 6,4 MPa, que podem produzir uma contração volumétrica que varia entre 2,6 e 7,1%<sup>41, 116</sup> ou entre 2,5 a 3,5%<sup>73, 75</sup> e que esta na dependência da quantidade de carga contida no material. A menor quantidade de carga e maior quantidade de matriz (contendo Bis-GMA e UDMA) gera maior contração volumétrica.<sup>32, 38, 65, 73, 116</sup> A presença de monômeros como o TEDGMA também produz aumento significativo da contração, apesar de melhorar outras propriedades da resina composta.<sup>23</sup> Este fenômeno de contração é devido ao processo de conversão de monômeros em polímeros, que levam a diferentes

valores de contração em função de fatores como: a própria composição monomérica, tipo de partícula, diferentes tipos de polimerização final e diferença de concentração de carga.<sup>38, 117</sup> Em consequência, a contração está fortemente ligada com o grau de polimerização do material.<sup>32, 33, 34, 40, 73, 83, 104, 105, 115, 119</sup> Estas considerações podem justificar a presença de fendas marginais cervicais encontradas nesta pesquisa.

Os níveis de contração de polimerização são maiores durante os 30 ou 40 segundos iniciais, diminuindo ao atingir 60 segundos. Esta maior contração inicial é clinicamente significativa por que a união dente/restauração<sup>34</sup> é rapidamente tensionada durante esta fase, quando a união entre os tecidos dentais e a resina composta está em processo de desenvolvimento.<sup>105, 115</sup> A polimerização rápida da resina composta fotoativada, gera menor escoamento, no entanto, as resinas quimicamente ativadas dão maior tempo para o desenvolvimento da união adesiva, assim, o escoamento ou deformação plástica durante o processo de polimerização pode compensar as tensões induzidas pela contração.<sup>15, 21, 32, 34, 41, 69, 92, 116, 119</sup> Por esta razão a intensidade da luz fotoativadora deve ser diminuída e compensada com o aumento no tempo de



aplicação, relaxando desta maneira as tensões e estendendo a fase pré-gel<sup>15, 33, 104, 119</sup>

As resinas compostas fotoativadas atingem 80% da resistência de união com tensão de contração nos primeiros 20 segundos, no entanto, as quimicamente ativadas atingem este estágio após 10 ou 15 minutos.<sup>32, 92</sup>

O início da fase de polimerização e o calor aplicado gerado pela luz fotoiniciadora, provocam expansão inicial. Quando a lâmpada é desligada, acontece contração devido a falta do calor aplicado.<sup>105</sup> A energia luminosa pode ser afetada por fatores como cor da resina composta, distância entre a ponta do fotoativador e a resina composta, intensidade de luz; tendo estes fatores efeito sobre a contração de polimerização.<sup>33, 45</sup> Durante a fase pós-gel as tensões resultantes do processo de contração de polimerização podem produzir defeitos na união dente/restauração, quando estas tensões excedem o limite elástico da restauração de resina composta.<sup>21, 32</sup>

A combinação de uma polimerização lenta e a rápida formação adesiva é considerada como favorável para preservação da integridade marginal.<sup>104</sup>

Para Carvalho et al.,<sup>21</sup> a competição entre a força de união e as tensões de contração pode ser controlada através

de alguns fatores que Davidson<sup>33</sup> denomina de fatores de "liberação de tensão", podendo ser: desenho da cavidade (fator C), utilização de bases e liners,<sup>33, 34</sup> tamanho, forma e posição dos incrementos de resina composta, tipo de ativação da resina composta,<sup>21, 104</sup> módulo de elasticidade de Young,<sup>33, 104</sup> expansão higroscópica,<sup>15, 61, 104, 105, 115, 118</sup> baixas intensidade de polimerização.<sup>15</sup>

No que se refere ao desenho da cavidade, em nossa pesquisa foram confeccionados preparos cavitários de classe V, utilizando o aparelho de jato abrasivo, acionado com 80 psi de pressão utilizando partículas de óxido de alumínio de 27 µm de tamanho,<sup>10, 12, 13, 50, 51, 68, 72, 74, 80, 103</sup> e fresa do tipo Carbide nº 245. Ambas as técnicas deixam os preparos com características diferentes, o que levou Boston<sup>14</sup> em 1997 a comparar estas características através de imagens digitais, observando que quando o preparo foi realizado com fresa o ângulo cavo superficial foi menor de 90°, no entanto, nos preparos realizados com o aparelho de jato abrasivo este ângulo foi maior de 90°, sendo os dois significativamente diferentes.<sup>14</sup> Segundo Laurell & Hess<sup>72</sup> a superfície dental preparada com fresa mostra através da microscopia eletrônica de varredura a presença de trincas e microlascas, paredes axiais rugosas e com estrias. Por outro

lado, os preparos com ar abrasivo, sem considerar o tamanho de partícula (27 µm, 50 µm), diâmetro da ponta, fluxo de pó e pressão aplicada (80 psi, 160 psi) se caracterizam por não produzir alterações polpares,<sup>70, 71, 84</sup> além de promover desgastes menores,<sup>50, 51</sup> deixando as superfícies rugosas, bordas não definidas, ângulos internos não definidos, paredes laterais e de fundo arredondadas e algumas vezes as estruturas com aparência ondulada.<sup>59, 72, 74</sup>

Embora Davidson<sup>32</sup> qualifique os preparos com pouco desgaste como ideais para adesão e selamento marginal, Zimiecki<sup>124</sup> confirma que o tamanho da cavidade tem efeito significativo sobre a retenção.<sup>124</sup> Podemos observar dentro dos nossos resultados que os preparos não foram capazes de promover bom selamento marginal. Ao comparar as duas técnicas de preparo e analisá-las estatisticamente observamos que o preparo cavitário realizado com jato abrasivo promove maior padrão de desadaptação marginal (5,13>3,21) mostrando diferença significativa com os preparos realizados com fresa. Isto poderia ser explicado por que apesar das características promovidas pelo jato abrasivo nos preparos cavitários serem ideais para resina composta, as bordas não definidas e a rugosidade das paredes poderiam ter influenciado negativamente

na acomodação e na adaptação da resina composta às paredes cavitárias. Hatibovic-Kofman<sup>57</sup> confirmam nossos resultados quando mostraram que o preparo com fresa associado ao condicionamento ácido promove melhor selamento,<sup>57, 59, 97, 102</sup> no entanto, se contrapõe a Zyskind<sup>125</sup> que afirma não existir diferenças estatisticamente significativas entre os tipos de preparo colocando o condicionamento ácido como fator crítico e mais importante que a própria técnica de preparo<sup>45, 57, 91, 95, 125</sup> concordando com Kanellis<sup>66</sup> que afirma o mesmo fato para faces oclusais a partir de suas pesquisas. Por outro lado, ainda em relação a cavidade, temos outro fator, independente do tipo de técnica utilizada para realizar o preparo cavitário e é a própria geometria do mesmo, denominado de fator de configuração da cavidade ou fator C,<sup>40</sup> que se refere à relação que existe entre o número de paredes aderidas e o número de paredes livres (quanto menor número de paredes aderidas maior será o grau de resistência à contração de polimerização), e assim, a tensão gerada será menor.<sup>34, 118</sup> A manutenção de um fator C baixo poderia produzir liberação de tensões,<sup>21</sup> mas, Unterbrink et al.<sup>116</sup> afirmaram que este é um fator que não poder ser controlado pelo operador.<sup>21, 116</sup> Mais ainda, Feilzer<sup>40</sup> afirma que só o fator C e o escoamento não são suficientes para preservar a adesão a

dentina, devido a que o processo de adesão e polimerização são bastante complexos.<sup>21, 45</sup>

Quando se trata do procedimento restaurador encontramos controvérsias na literatura as quais se referem à forma de inserção do material e técnica de polimerização.

A técnica restauradora seguida neste trabalho foi a de inserção incremental<sup>44, 58</sup> que Davidson<sup>32</sup> indica como ideal para resinas compostas fotoativadas, por que o preparo de classe V apresenta o fator C desfavorável, apesar das afirmações do Versluis<sup>120</sup> em 1996 quando condena a técnica incremental por que esta induz a competição entre as forças de contração de polimerização e as forças de adesão aumentando o grau de deformação da estrutura dental restaurada, gerando mais tensão do que a inserção única. Winkler<sup>122</sup> confirma estes fatos no mesmo ano, mostrando que a inserção única tem maior tensão temporal, no entanto, a inserção incremental oblíqua gera maior tensão residual.<sup>122</sup>

A técnica de fotoativação seguida neste trabalho foi a preconizada por Versluis<sup>119</sup> em 1998 quando através dos seus resultados comprova-se que a contração de polimerização da resina composta não acontece em direção da fonte de luz, não podendo ser guiada como proposto por Lutz<sup>75</sup> e que esta depende

sim, da adesão da restauração às estruturas dentais e pelas superfícies livres.

O fenômeno adesivo inter-facial entre o material restaurador e a estrutura dental tem benefícios práticos e relação direta com a utilização de adesivos dentinários. Para esta união existem dois tipos de materiais: 1) os de alta energia que incluem sólidos muito duros, com alto ponto de fusão, força intramolecular forte e basicamente estruturas cristalinas como o esmalte dental; 2) de baixa energia como o colágeno da dentina, filme salivar e as resinas orgânicas dos materiais restauradores que são macios, de baixo ponto de fusão, força intramolecular fraca e baixo conteúdo de cristais. Segundo o mesmo autor, para obter a difusão e adesão sobre uma superfície de alta energia é essencial manter a interface livre de radicais orgânicos de baixa energia. A mudança na composição de um sólido pode aumentar ou diminuir o umidescimento que levaria a diminuir ou aumentar a difusão.<sup>4</sup> De acordo com estes conceitos, observamos que a estrutura dental apresenta características de composição orgânica diferentes, por essa razão não se pode comparar a união ao esmalte com a união a dentina.<sup>89, 92</sup> A adesão ao esmalte segundo Barkmeir & Cooley<sup>5</sup> esta provadamente demonstrada como eficaz<sup>35, 37, 52, 55, 64, 98</sup> e pode controlar ou eliminar a

microinfiltração marginal em restaurações de resina composta que é um fenômeno que permite a passagem de saliva, componentes celulares, bactérias e ou toxinas através da interface dente restauração,<sup>10, 20, 45, 49, 53, 62,76, 90, 99</sup> podendo ser influenciadas pelas propriedades físicas e químicas dos materiais e pelos procedimentos restauradores.<sup>26</sup>

A dentina consiste de várias estruturas identificáveis como túbulos com processos celulares e fluídos, dentina peritubular altamente mineralizada e dentina intertubular constituída principalmente por colágeno e apatita depositada<sup>25, 77, 91</sup> segundo Gwinnett,<sup>56</sup> esta integridade morfológica e a umidade presente, tem papel importante na obtenção de uma ótima resistência de união.

A morfologia tubular da dentina permite a passagem de fluídos através deles, de forma bi-direcional, tanto no sentido exógeno como endógeno, chegando a produzir dor passageira.<sup>29, 49, 85</sup>

Estas características tornam a adesão a dentina como maior desafio, pela própria dinâmica dentinária e a necessidade do condicionamento dentinário,<sup>11</sup> que consiste da aplicação de ácidos sobre este tecido vital que podem agir sobre

a polpa dependendo da profundidade da cavidade, tipo de ácido, pKa e pH, concentração e tempo de exposição ao ácido.<sup>87</sup>

Titley<sup>114</sup> indica que a aplicação de soluções aquosas de ácidos seja maleíco ou fosfórico em concentrações maiores que 1% provocam o afunilamento dos túbulos dentinários. Ao ser colocado o ácido fosfórico na dentina, penetra primeiro nos túbulos dentinários e na dentina intertubular em menores níveis. O ácido irá remover a porção inorgânica, expondo a matriz orgânica. Porém, o efeito do ácido é limitado, devido ao efeito tampão (Buffer) que a hidroxiapatita e os outros componentes da dentina podem ter, incluindo o colágeno colapsado que atuaria como uma barreira que reduz a desmineralização. Por outro lado a natureza hipertônica dos ácidos podem “puxar” os fluídos no sentido externo promovendo a menor penetração do ácido que a teoricamente esperada.<sup>114</sup> O ácido além de promover a abertura dos túbulos dentinários resulta numa rede de fibras colágenas separadas por microporos dentro da dentina intertubular.<sup>86,93,121</sup>

A infiltração de resinas hidrofílicas nesta área forma uma camada reticular híbrida, contendo colágeno, partículas minerais residuais e resina.<sup>60, 82</sup> Esta camada híbrida proposta por Nakabayashi<sup>82</sup> é definida como uma camada ácido



resistente capaz de selar os túbulos dentinários, assim como, promover adesão a dentina satisfatória através do micro embrincamento.<sup>37, 82, 88</sup>

A formação de pequenas espessuras de resina adesiva com baixo módulo de elasticidade pode atuar relaxando e absorvendo as tensões, induzidas pela contração de polimerização da resina composta colocada como material restaurador. A dentina nessas condições pode contribuir com aproximadamente um terço da resistência de união nos sistemas de condicionamento total,<sup>52</sup> não existindo correlação entre a espessura da camada híbrida e a resistência de união.<sup>93</sup> A durabilidade desta união é originada pela difusão do adesivo na rede de colágeno, preenchendo todos os micro espaços dentro dessa matriz dentinária desmineralizada na dentina intertubular.<sup>56</sup> Na região dos túbulos dentinários segundo Titley<sup>114</sup> existem os processos odontoblásticos os quais estão confinados na região de pré-dentina e se estendem a partir da junção dentina/esmalte como uma bainha hipomineralizada preenchida por fluídos ou como um revestimento interno da dentina peritubular. Esta bainha tem sido chamada de lâmina limitante, formada por glicoaminoglicanos (GAG) apresentando fragmentos de oligosacarídeos. A presença de

glicoaminoglicanos também foi demonstrada na porção não infiltrada da camada híbrida. O autor estabelece que existem três mecanismos de formação dos tags na dentina: 1) em ausência de água, fluídos dentinários ou odontoblastos, os adesivos penetram profundamente, incorporando a lâmina isolante, formando “plugs” sólidos; 2) em presença de água, fluídos dentinários ou odontoblastos, as resinas fluídas formam um “plug” sólido externamente e incorpora a lâmina limitante. A zona interna consiste de uma bainha de resina oca que preenche o espaço periodontoblástico. Na microscopia eletrônica aparecem como “tags” resinosos com núcleos ocos; 3) a lâmina isolante colapsa externamente de forma espontânea devido a perda de suporte, ocluindo o túbulo dentinário. Como resultado a resina fluída é capaz de penetrar só na área afunilada dos túbulos e ao redor, encapsulando a bainha colapsada. Sob a microscopia eletrônica apresenta tags curtos com projeções filamentosas. Clinicamente, em dentes vitais, só os mecanismos 2 e 3 se apresentariam “in vivo”.<sup>114</sup> Mas, a eficiência dos sistemas adesivos não só depende destes processos, com a infiltração total da resina adesiva dentro da dentina condicionada, se não também, do grau de polimerização na interface dente/restauração e esta por sua vez

depende da inserção incremental e técnica de polimerização.<sup>45,</sup>

104

Em consequência os sistemas adesivos são utilizados segundo Leinfelder<sup>73</sup> com dois objetivos: 1) melhorar a acomodação da resina composta às paredes do preparo cavitário e 2) unir a resina composta às paredes cavitárias e assim suportar melhor as tensões geradas pela contração de polimerização.

Perdigão<sup>93</sup> afirma que a força gerada pela contração de polimerização é acima de 7 MPa, desenvolvida dentro da resina composta, sugerindo que a obtenção de restaurações livres de fendas (gap free) precisam de uma resistência de união entre 17 e 20 MPa.<sup>86, 93, 111</sup> Nesse sentido Barkmeir & Cooley<sup>5</sup> afirmam que os adesivos de última geração atingem valores de união à dentina próximos ao do esmalte.<sup>5, 55, 63, 64, 79</sup>

Na literatura encontramos relatos de que a utilização de sistemas adesivos que produzem a hibridização dentinária são capazes de controlar a formação de fendas e a microinfiltração marginal,<sup>47, 48, 63, 64, 79</sup> mas apesar da tentativa de controlar os possíveis fatores geradores de tensões, podemos observar nos resultados de nossa pesquisa, que nenhum dos

sistemas adesivos utilizados foi capaz de prevenir a formação de fendas marginais cervicais como aparece no Quadro 1. Este fato pode, provavelmente ser devido ao desequilíbrio entre as forças de contração da resina composta e a resina fluída, que Unterbrink et al.<sup>116</sup> justifica ser devido a presença de uma camada superficial do adesivo que não polimeriza corretamente por causa da inibição de polimerização que o oxigênio produz na superfície das resinas compostas fotoativadas em contato com ele; assim como também pelo complexo mecanismo de micro embricamento da resina adesiva na dentina condicionada.

Levando em consideração esses problemas apresentados pela correta hibridização e as forças de contração, Davidson<sup>32</sup> propõe utilizar um liner, que atuaria como uma camada elástica entre o adesivo e o material restaurador, denominada de "paredes elásticas", para permitir algum grau de liberdade de movimento nas interfaces adesivas, contribuindo assim, na distribuição mais homogênea das tensões geradas nesta interface adesiva.<sup>33, 93, 116</sup> Dentro desses materiais podemos citar o cimento de ionômero de vidro<sup>32</sup> ou as resinas de tipo "flow" surgidas em 1996,<sup>8</sup> além dos sistemas adesivos com carga. A colocação das resinas do tipo flow ou adesivos com carga produzem uma camada um tanto espessa entre a parede cavitária

e o material restaurador. A extensão desta parede com baixo módulo de Young, pode proporcionar suficiente elasticidade para liberar as tensões produzidas pela contração de polimerização, melhorando assim, a transmissão das tensões induzidas pelas alterações térmicas, absorção de água e forças oclusais.<sup>117</sup>

Porém, as resinas do tipo "flow" produzem também contração de polimerização interfacial, sendo esta maior que a das resinas microparticuladas.<sup>8, 68</sup> Por outro lado, sobre a estrutura dentinária a camada híbrida não se apresenta impermeável, fato comprovado por Duarte Jr.,<sup>36</sup> a partir de trabalhos de Sano et al.<sup>106</sup> onde comprovam a penetração de ions de prata entre a camada de resina fluída e a estrutura dental descalcificada, mesmo sem a presença de fendas, afirmando que a camada híbrida se apresenta porosa e pode permitir a infiltração através dela, sendo denominada de nanoinfiltração.<sup>34,</sup>

107, 108

Por essas razões surgiram no mercado sistemas adesivos com carga, que de acordo com os fabricantes a incorporação de partículas dentro dos agentes de união têm como objetivo aumentar a resistência dos mesmos, reforçando assim às resinas adesivas sem carga.<sup>107</sup> Os adesivos utilizados

nesta pesquisa foram: Prime & Bond NT que contém partículas de 0,7 µm de tamanho denominadas de nanopartículas numa quantidade não especificada, mas que não interferem com a viscosidade que o material deve apresentar; Optibond Solo Plus contendo 15% de carga, com tamanho de partícula de 400 nm<sup>17</sup>, 107 ligeiramente viscoso e Scotch Bond Multiuso Plus um adesivo convencional sem carga.

Apesar das modificações realizadas na composição dos sistemas adesivos na tentativa de melhorar seu comportamento no controle da formação de fendas marginais, estas não foram totalmente eficientes, pois ao analisar os nossos resultados mostrados no Quadro 1, podemos comprovar que quando comparamos as médias obtidas nas diferentes condições experimentais existem tendências de comportamento diferente para cada condição estudada, fato que poderia sugerir que a presença de carga tem influência no controle da formação de fendas marginais na área cervical,<sup>111</sup> a qual é uma área crítica nos preparos cavitários que envolvem o terço cervical. Assim no Quadro 1, observamos que as médias obtidas mostram tendências de comportamento diferente entre os tipos de preparo realizados e sistemas adesivos utilizados. Nos preparos confeccionados com fresa, a tendência do sistema Optibond Solo Plus (G1P1) foi

de melhor comportamento no controle da formação de fendas, mostrando em média 0,84  $\mu\text{m}$  de amplitude, seguido pelo sistema Scotchbond Multiuso Plus com 3,27  $\mu\text{m}$  e finalmente o sistema adesivo Prime & Bond NT com média de 4,87 $\mu\text{m}$ . Estes resultados poderiam induzir a pensar que a quantidade de carga e tamanho de partículas contidas no sistema adesivo Optibond Solo Plus se adaptaram melhor as características das paredes cavitárias, deixadas pela fresa utilizada no preparo, assim como também, conseguiram compensar as tensões geradas pela resina composta no momento da contração de polimerização comprovando talvez a teoria das "paredes elásticas" que atuariam relaxando essas tensões. Este fato é comprovado por que das 14 amostras utilizadas na condição G1P1, 9 se apresentaram livres de fenda na região escolhida para ser avaliada através da microscopia eletrônica de varredura. Por outro lado, a presença das nanopartículas no sistema adesivo Prime & Bond NT não mostrou a efetividade esperada, toda vez que seu comportamento mostrou tendência inferior quando comparada como Scotchbond Multiuso Plus no controle da formação de fendas, por que das 14 amostras utilizadas para cada um desses grupos só 6 amostras se mostraram livres de fenda sendo 3 para cada, o que indicaria que os dois sistemas

mostram comportamentos similares, fato que é comprovado por Santini<sup>107</sup> que estabelece que quando colocadas duas camadas de adesivo Prime & Bond NT este se comporta de forma similar que os adesivos sem carga, avaliando microinfiltração marginal.<sup>6, 107</sup>

Quando comparamos as médias dos grupos experimentais onde foi utilizado o jato de ar abrasivo para realizar os preparos cavitários, também observamos tendências de comportamento diferente, mas, ao contrário do apresentado nos grupos preparados com fresa o sistema adesivo Prime & Bond NT aparece com melhor comportamento no controle da formação de fendas e, das 14 amostras do grupo, 4 se apresentaram livres de fenda, e a amplitude média da fenda foi de 3,85  $\mu\text{m}$ , o sistema Optibond Solo Plus teve uma amplitude de fenda em média de 5,16  $\mu\text{m}$ , no entanto o Scotchbond Multiuso Plus 6,36  $\mu\text{m}$ , este fato poderia ser devido a que o tamanho da partícula do Prime & Bond NT se adaptou de melhor forma às rugosidades criadas pelas partículas de óxido de alumínio nas paredes cavitárias, além, das próprias características da cavidade preparada. A presença de moléculas muito pequenas (nanopartículas) de DEGDMA que são capazes de penetrar nos espaços entre as fibras colágenas



desmineralizadas, associadas ao agente carregador T-resin promovem a formação de uma densa rede de matriz resinosa, aumentando a dureza do agente de união e mantendo a viscosidade baixa, conseguindo bom escoamento e umidescimento,<sup>42</sup> que os sistemas adesivos devem apresentar. Apesar destas características o sistema Prime & Bond NT mostrou uma tendência de comportamento inferior nos preparos com fresa. A análise estatística aplicado aos resultados obtidos através dos testes de análise de variância e de Tukey na interação preparo cavitário e sistema adesivo, comprovam as tendências mostradas pelas médias no Quadro 1, assim, o melhor comportamento foi mostrado pelo preparo cavitário realizado com fresa associada ao sistema adesivo Optibond Solo Plus, com uma amplitude média de fenda marginal de 0,84  $\mu\text{m}$ , no entanto, a interação jato abrasivo e Scotchbond Multiuso Plus mostrou uma amplitude média de 6,36 $\mu\text{m}$ , determinando através destes valores a existência de diferença estatisticamente significativa. Através dos nossos resultados podemos comprovar que a utilização dos sistemas adesivos apesar das melhoras ainda não são capazes de impedir a formação de fendas de forma totalmente eficaz. Este problema está diretamente relacionado a

outro fator crítico, que é a microinfiltração marginal, que torna as fendas em espaços dinâmicas.<sup>49, 112</sup>

Através da literatura observamos que os sistemas adesivos no que se refere a microinfiltração também mostram significativa melhora,<sup>1, 9, 48, 107, 110, 113, 115, 116, 118, 124</sup> mas, da mesma forma que na formação de fendas, não são totalmente eficazes.<sup>67, 107</sup>

Provavelmente este problema pode ser devido ao que os sistemas adesivos sofrem de falhas coesivas, atribuídos a causas como o umidecimento e a penetração efetiva do adesivo,<sup>38</sup> assim como, à tendência de deixar as fibras colágenas na interface adesivo/dentina com aparência estrutural intata.<sup>38</sup> Por esta razão as fibras colágenas não seriam envolvidas pela resina fluída na junção esmalte/cimento ao longo das margens da restauração, reduzindo desta forma a capacidade de selamento dos sistemas adesivos, podendo deixar espaços abertos ou fendas.<sup>96</sup>

Titley<sup>114</sup> explica que a dentina contém umidade,<sup>65</sup> por essa razão os sistemas adesivos modernos controlam este fenômeno não permitindo a interferência da mesma no processo de polimerização devido a sua natureza hidrofílica.<sup>25, 68, 108</sup> Estes sistemas apresentam o Primer que

atua se misturando ou deslocando a umidade existente e absorvendo o filme proteináceo dos túbulos promovendo assim o êxito destes adesivos. O primer contém uma molécula bipolar hidrofílica denominada de HEMA, mas, sua presença não previne a formação de fendas.<sup>83</sup> A melhora na propriedade de umedecimento para faces biológicas promove melhor infiltração e ancoramento da resina composta, pelo contrário o baixo umedecimento da superfície é seguido pela formação de fendas tornando a adesão reduzida devido às concentrações de tensões nas regiões de fendas.<sup>4</sup>

Esta capacidade de umedecimento dos sistemas adesivos pode ser alterada por modificações que podem ocorrer dentro dos frascos de adesivos. Estes produtos contém uma solução que serve como veículo, podendo ser água, acetona ou etanol,<sup>43, 54, 108</sup> no caso dos componentes orgânicos, os sistemas adesivos a base de acetona podem ter vida útil mais curta que os que são a base de água ou etanol, devido ao processo de evaporação que pode acontecer durante o processo de abrir e fechar o frasco, existindo o risco de alterar o comportamento do adesivo.<sup>90</sup>

No problema de microinfiltração marginal, a maioria dos estudos sobre este fenômeno assumem que as

moléculas traçadoras são capazes de se difundir ao longo da interface que existe entre o material restaurador e as paredes cavitárias<sup>107</sup> e que Alani<sup>1</sup> propõe como um método prático e confiável, porém, o comprimento da microinfiltração linear e a área de microinfiltração não mostraram correlação compatível,<sup>123</sup> assim como a correlação entre a presença de fenda e microinfiltração não é conhecida, tendo sido demonstrada a ocorrência de microinfiltração em restaurações aparentemente livres de fendas,<sup>107</sup> por esta razão a avaliação da microinfiltração não deveria ser baseada só na medida da penetração do traçador, mas também, deveriam de ser consideradas a técnica e material utilizado.<sup>1, 31</sup> Além dessas afirmações Campanella<sup>20</sup> afirma que a determinação da microinfiltração comparando vários materiais é mais complexa que simplesmente ser deduzida a partir da composição dos materiais. Sob essas considerações analisamos os resultados da microinfiltração marginal obtidos neste estudo, podendo observar as tendências de comportamento nas Tabelas 6 e 7. Nas margens oclusais onde temos presente esmalte, os sistemas adesivos Scotchbond Multiuso Plus e Prime &Bond NT se mostraram eficientes no controle da microinfiltração marginal, tanto nos preparos com fresa como nos preparos com jato de ar

abrasivo, fato que pode ser afirmado, por que das 14 amostras utilizadas em cada grupo, houve só uma ocorrência de infiltração de grau 1 na interação jato de ar abrasivo e Scotchbond Multiuso Plus, estes achados são confirmados pela literatura que estabelece que a presença de esmalte e condicionamento ácido são eficientes no controle da microinfiltração marginal quando utilizamos sistemas adesivos.<sup>2, 24, 35, 46, 63, 64, 78, 102, 111</sup> Porém, encontramos também na Tabela 6 resultados que não comprovam estas afirmações, pois, das 14 amostras do Grupo 1, onde foi utilizado o sistema adesivo Optibond Solo Plus, só 9 amostras no preparo com fresa e 11 no preparo com jato abrasivo mostraram infiltração de Grau 0, no entanto, observamos infiltração Grau 1 em 5 amostras do preparo com fresa e 2 no preparo com jato de ar abrasivo. Esta perda de eficiência de selamento mostrada por este material poderia ser explicada através dos achados de Hatibovic-Kofman<sup>59</sup> ao avaliar selantes com carga e sem carga, afirmando que a presença de carga torna o material mais viscoso diminuindo desta forma sua capacidade de escoamento e penetração dentro das estruturas de esmalte condicionadas. Este fato está relacionado com o sistema Optibond Solo Plus, já que este apresenta dentro da sua composição a incorporação de

partículas de sílica pirolítica, aluminosilicato de bário e hexafluorosilicato de sódio numa quantidade de 15% e tamanho de partícula de 400 nm, que tornam o material mais viscoso que os outros dois sistemas utilizados.

Por outro lado, dentro do mesmo preparo encontramos uma área crítica, que é a região cervical onde há ausência de esmalte. Nesta área os 3 sistemas adesivos utilizados tiveram comportamento similar quando foram utilizados sobre os preparos realizados com jato abrasivo, diminuindo a severidade da microinfiltração marginal, pois das 42 amostras avaliadas só 3 mostraram score Grau 4, ficando os demais resultados com valores intermediários. Ao contrário destes achados, nos preparos realizados com fresa as ocorrências de infiltração Grau 4 aumentaram para os sistemas adesivos Scotchbond Multiuso Plus e Prime & Bond NT, mostrando que de 28 amostras avaliadas 12 apresentaram infiltração Grau 4 e nenhuma Grau 0. Este comportamento não foi observado no Grupo 1 onde o sistema Optibond Solo Plus teve o melhor desempenho e das 14 amostras do grupo, 9 apresentaram infiltração Grau 1 e as outras 5 se mostraram livres de microinfiltração marginal, nas regiões escolhidas para serem

avaliadas, concordando com Fortin,<sup>47</sup> que utilizou Optibond Solo e obteve resultados semelhantes.

Estes resultados nos induzem a pensar que a presença de partículas na composição dos sistemas adesivos estaria tornando-os mais eficientes no controle da formação de fendas e microinfiltração marginal, sobretudo em áreas críticas dos preparos cavitários, apesar de que houve uma pequena diminuição de efetividade na área oclusal e que acreditamos poderia ser resolvida com a utilização de selante de superfície para complementar o selamento marginal. Apesar de que os achados “in vitro” são diferentes que os achados “in vivo”.<sup>7</sup>

De qualquer forma, apesar do otimismo inicial, pensamos que maiores pesquisas devam ser desenvolvidas para comprovar a real efetividade de estes sistemas adesivos que se tornam promissores no futuro da Odontologia adesiva.

# Referências

## bibliográficas\*

- 1 ALANI, A.H., TOH, C.G. Deteccion of microleakage around dental restorations. *Oper.Dent.*, v.22, p.173-85, 1997.
- 2 ARAÚJO, R.M., MELLO, J.B., HUHTALLA, M.F.R.L. Utilização dos adesivos dentinários como agente de vedamento cavitário em restaurações classe II de amálgama e resina composta posterior. *Rev.Odontol.UNESP*, v.22, p.257-65, 1993.
- 3 ASMUSSEN, E., JORGENSEN, K.D. A microscopic investigation of the adaptation of some plastic filling materials to dental cavity walls. *Acta Odontol.Scand.*, v.30, n.1, p.3-21, 1972.

---

\* UNIVERSIDADE ESTADUAL PAULISTA. Coordenadoria Geral de Bibliotecas, Editora UNESP. *Normas para publicações da UNESP*. São Paulo: Editora UNESP, 1994. 4v., v.2. Referências bibliográficas.



- 4 BAIER, R. Principles of adhesion. Oper.Dent., suppl.5, p.1-9, 1992.
- 5 BARKMEIER, W.W., COOLEY, R.L. Laboratory evaluation of adhesive systems. Oper.Dent., suppl.5, p.50-61, 1992.
- 6 BARKMEIER, W.W., HAMMESFAHR, P.D., LATTA, M.A. Bond strength of composite to enamel and dentin using Prime & Bond 2.1. Oper.Dent., v.24, p.51-6, 1999.
- 7 BARNES, D.M. et al. Microleakage of class 5 composite resin restorations: a comparison between in vivo and in vitro. Oper.Dent., n.18, p.237-45, 1993.
- 8 BAYNE, S. et al. A characterization of first-generation flowable composite. J. Am. Dent. Assoc., v.129, p.567-77, 1998.
- 9 BEN-AMAR A. et al. The effect of dentinal pretreatment on microleakage in classe V composite resin restorations with two dentinal adhesive systems. Quintessence Int., v.20, p.903-5, 1989.

- 10 BERRY, E.A., WARD, M. Bond strength of resin composite to air abraded enamel. *Quintessence Int.*, v.26, p.559-62, 1995.
- 11 BERTOLOTTI, R.L. Conditioning of the dentin substrate. *Oper.Dent.*, suppl. 5, p.131-6, 1992.
- 12 BLACK, R.G. Technic for non mechanical preparation of cavities and profilaxis. *J.Am.Dent.Assoc.*, v.32, p.955-65, 1945.
- 13 BLACK, R.G. Application and reevaluation of air abrasive technic. *J.Am.Dent.Assoc.*, v.50, p.409-15, 1955.
- 14 BOSTON, D.W., ALPERSTEIN, K.S., BOBERIEK, K. Cavosurface margin geometry in conventional and air abrasion class V cavity preparations. *Am.J.Dent.*, v.10, p.97-110, 1997.

- 15 BOUSCHLICHER, M.R., VARGAS, M.A., BAYER, D.B.  
Effect of composite type, light intensity, configuration factor and laser polymerization on polymerization contraction forces. *Am.J.Dent.*, v.10, p.88-96, 1997.
- 16 BOWEN, R.L., RAPSON, J.E., DICKSON, G. Hardening shrinkage and hygroscopic expansion of composite resin. *J.Dent.Res.*, v.65, p.654-8, 1982.
- 17 BRAGA, R.R., CESAR, P.F., GONZAGA, C.C. Tensile bond strength of filled and unfilled adhesives to dentin. *Am.J.Dent.*, v.13, p.73-6, 2000.
- 18 BRANNSTRÖM, M. Communication between the oral cavity and the dental pulp associated with restorative treatment. *Oper.Dent.*, v.9, p.57-68, 1984.
- 19 BRANNSTRÖM, m., torstenson, b., nordenval, K.J. The initial gap around large composite restorations in vitro: the effect of etching enamel walls. *J.Dent.Res.*, v.63, p.681-4, 1984.

- 20 CAMPANELA, L.C., MEIERS, J.C. Microleakage of composites and compomers in class V restorations. *Am.J.Dent.*, v.12, p.185-9, 1999.
- 21 CARVALHO, R. M. et al. A review of polymerization contraction: the influence of stress development versus stress relief. *Oper. Dent.*, v.21, n.1, p.17-24, 1996.
- 22 CHAN, D.C.N., REINHARDT, J.W., BOYER, D.B. Composite resin compatibility and bond longevity of a dentin bonding agent. *J.Dent.Res.*, v.64, p.1402-4, 1985.
- 23 CHAIN, M.C., BARATIERI, L.N. Resinas compostas. In:\_\_\_\_\_. *Restaurações estéticas com resinas compostas em dentes posteriores*. São Paulo: Artes Médicas, 1998. cap.2, p.11-26. (Série EAP-APCD, 12).
- 24 CHAPPELL, R.P. et al. Shear bond strength and scanning electron microscopic observation of current dentinal adhesives. *Quintessence Int.*, v.22, p.831-9, 1991.

- 25 CHARLTON, D.G., BEATTY, M.W. The effect of dentin surface moisture on bond strength to dentin bonding agents. *Oper.Dent.*, v.19, p.154-8, 1994.
- 26 CHRISTENSEN, G.J. Clinical factors affecting adhesion. *Oper.Dent.*, suppl.5, p.24-31, 1992.
- 27 CHRISTENSEN, G.J. Cavity preparation: cutting or abrasion. *J.Am.Dent.Assoc.*, v.127, p.1651-5, 1996.
- 28 CHRISTENSEN, G.J. Air abrasion tooth cutting: state of the art 1998. *Am.J.Dent.Res.*, v.129, p.484-5, 1998.
- 29 COX, C.F. Evaluation and treatment of bacterial microleakage. *Am.J.Dent.*, v.7, p.293-5, 1994.
- 30 CRIM, G. A., GARCIA-GODOY, F. Microleakage: the effect of storage and cycling duration. *J. Prosthet. Dent.*, v.57, p.574-6, 1987.

- 31 CRIM, G. A., SWARTZ, M. L., PHILLIPS, R. W. Comparison of four thermocycling techniques. *J.Prosthet.Dent.*, v.53, p.50-3, 1985.
- 32 DAVIDSON, C.L. Resisting the curing contraction with adhesive composites. *J.Prosthet.Dent.*, v.55, p.446-7, 1986.
- 33 DAVIDSON, C. L., FEILZER, A. J. Polymerization shrinkage and polymerization shrinkage stress in polymer-based restoratives. *J. Dent.*, v.25, p.435-40, 1997.
- 34 DAVIDSON, C. L., DE GEE, A. J., FEILZER, A. The competition between the composite-dentin bond strength and the polymerization contraction stress. *J.Dent.Res.*, v.63, p.1396-9, 1984.
- 35 DE MARCO, F.F. et al. Avaliação da infiltração marginal em cavidades preparadas em cimento e esmalte e restauradas com diferentes agentes de união. *Rev.Fac.Odontol.*, v.2/3, p.32-7, 1993.

- 36 DUARTE JR., S.L.L. Avaliação da nanoinfiltração no interior da camada híbrida em cavidades de classe V restauradas com diferentes sistemas adesivos. Estudo através da microscopia eletrônica de varredura. Araraquara, 1997. 218p. Tese (Doutorado em Dentística Restauradora) – Faculdade de Odontologia, Universidade Estadual Paulista.
- 37 EICK, J.D. et al. The dentinal surface: its influence on dentinal adhesion. Part II. Quintessence Int., v.23, p.43-51, 1992.
- 38 EICK, D.J. et al. Adhesives and nonshrinking dental resins of the future. Quintessence Int., v.24, p.632-40, 1993.
- 39 EICK, D.J. et al. The dentinal surface: its influence on dentinal adhesion. Part III. Quintessence Int., v.24, p.571-82, 1993.

- 40 FEILZER, A. J., DE GEE, A. J., DAVIDSON, C. L. Setting stress in composite resin in relation to configuration of the restoration. *J. Dent. Res.*, v.66, p.1636-9, 1987.
- 41 FEILZER, A. J., DE GEE, A. J., DAVIDSON, C. L. Increased wall to wall curing contraction in thin bonded resin layers. *J. Dent. Res.*, v.68, n.1, p.48-50, 1989.
- 42 FERRARI, M., MANNOCCI, F., KUGEL, G., GARCIA GODOY, F. Standardized microscopic evaluation of the bonding mechanism of NRC/Prime & Bond NT. *Am.J.Dent.*, v.12, p.77-83, 1999.
- 43 FINGER, W.J., FRITZS, U. Laboratory evaluation of one component enamel/dentin bonding agents. *Am.J.Dent.*, v.9, p.206-10, 1996.
- 44 FINGER, W.J., OHSAWA, M. Effect of bonding agents on gap formation in dentin cavities. *Oper.Dent.*, v.12, p.100-4, 1987.



- 45 FINGER, W.J., INONE, M., ASMUSSEN, E. Effect of wettability of adhesive resins on bonding to dentin. Am.J.Dent., v.7, n.1, p.35-8, 1994.
- 46 FITCHIE, J.G. TOBERT, C.C., PUCKETT, A.D., PETTEY, D.C. Microleakage of two new "one step" primer/adhesive resin systems. J.Dent.Res., v.75, p.388, 1996. (Abstract 2963).
- 47 FORTIN, D., PERDIGÃO, J., SWIFT Jr., E.J. Microleakage of three new dentin adhesives. Am.J.Dent., v.7, p.315-8, 1994.
- 48 FUNDINGSLAND, J.W., ASIO, P.D. Microleakage characteristics of a new dental adhesive system. J.Dent.Res., v.74, p.36, 1995 (Abstract 197).
- 49 GOING, R. E. Reducing marginal leakage: a review of materials and techniques. J. Am. Dent. Assoc., v.99, p.646-51, 1979.

- 50 GOLDSTEIN, R.E., PARKINS, F.M. Air abrasive technology: its new role in restorative dentistry. J.Am.Dent.Assoc., v.125, p.551-7, 1994.
- 51 GOLDSTEIN, R.E., PARKINS, F.M. Using air-abrasive technology to diagnose and restore pit and fissure caries. J.Am.Dent.Assoc., v.126, p.761-6, 1995.
- 52 GWINNETT, A.J. Quantitative contribution of resin infiltration/hybridization to dentin bonding. Am.J.Dent., v.6, n.1, p.7-9, 1993.
- 53 GWINNETT, J.A. Dentin bonding strength after air drying and newetting. Am.J.Dent., v.7, p.144-8, 1994.
- 54 GWINNETT, J.A., KANCA III, J.A. Micromorphology of the bonded dentin interface and its relationship to bond strength. Am.J.Dent., v.5, n.2, p.73-7, 1992.
- 55 GWINNETT, A.J., YU, S. Shear bond strength microleakage and gap formation with fourth generation dentin bonding agents. Am.J.Dent., v.7, p.312-4, 1994.

- 56 GWINNETT, A.J. et al. Quantitative contribution of the collagen network in dentin hybridization. *Am.J.Dent.*, v.9, p.140-4, 1996.
- 57 HANNING, M., FEMERLING, T. Influence of air-abrasion treatment on the interfacial bond between composite and dentin. *Oper.Dent.*, v.23, p.258-65, 1998.
- 58 HANSEN, E.K. Effect of cavity depth and application technique on marginal adaptation of resins in dentin cavities. *J.Dent.Res.*, v.65, p.1319-21, 1986.
- 59 HATIBOVIC-KOFMAN, S., WRIGHT, G.Z., BRAVERMAN, I. Microleakage of sealants after conventional bur and air abrasion preparation of pits and fissures. *Pediatr. Dent.*, v.20, p.173-6, 1998.
- 60 HEYMANN, H.O., BAYNE, S.C. Current concepts in dentin bonding: focusing on dentinal adhesion factors. *J.Am.Dent.Assoc.*, v.124, n.5, p.27-36, 1993.

- 61 HIRASAWA, T. et al. Initial dimensional change of composites in dry and wet conditions. *J. Dent. Res.*, v.62, n.1, p.28-31, 1983.
- 62 HORIGUCHI, S. et al. Selective caries removal with air abrasion. *Oper.Dent.*, v.23, p.236-43, 1998.
- 63 IANZANO, J.A., GWINNETT, A.J. Clinical evaluation of class V restorations using a total etch technique: 1 year result. *Am.J.Dent.*, v.6, p.207-10, 1993.
- 64 KANCA III, J. A method for bonding to tooth structure using phosphoric acid as a dentin enamel conditioners. *Quintessence Int.*, v.25, p.285-90, 1991.
- 65 KANCA III, J. Resin bonding to wet substrate. I. Bonding to dentin. *Quintessence Int.*, v.25, p.285-90, 1991.
- 66 KANELLIS, M.J., WARREN, J.J., LEVY, S.M. Comparison of air abrasion versus acid etch sealant techniques: six month retention. *Pediatr. Dent.*, v.4, p.258-61, 1997.

- 67 KEEN, D.S., PARKINS, F.M., CRIM, G.A. Microleakage of composite restorations prepared with air abrasive techniques. J.Dent.Res., n.74, p.36, 1995. (Abstract 199).
- 68 KEEN, D.S., VON FRAUMHOFER, J.A., PARKINS, F.M. Air abrasive "etching": composite bond strength. J.Dent.Res., v.73, p.131, 1994.(Abstract 238).
- 69 LABELLA, R. et al. Polimerization shrinkage and elasticity of flowable composites and filled adhesives. J.Dent.Res., v.77, p.639, 1998. (Abstract 68)
- 70 LAURELL, K., CARPENTER, W., BECK, M. Pulpar effects of abrasion cavity preparation in dog. J.Dent.Res., v.72, p.273, 1993. (Abstract 1360).
- 71 LAURELL, K., CARPENTER, W., BECK, M. Pulpar effect of composite and amalgam removal with air-abrasion. J.Dent.Res., v.73, p.318, 1994. (Abstract 1730).

- 72 LAURELL, K.A., HESS, J.A. Scanning electron micrographic effects of air-abrasion cavity preparation on human enamel and dentin. *Quintessence Int.*, v.26, p.139-44, 1995.
- 73 LEINFELDER, K.F. Posterior composite resins. *J.Am.Dent.Assoc.*, v.117, p.21-E-26-E, 1988.
- 74 LOS, S.A., BARKMEIER, W.W. Effects of dentin air-abrasion with aluminium oxide and hidroxiapatite on adhesive bond strength. *Oper.Dent.*, v.19, p.169-75, 1994.
- 75 LUTZ, F., KOREJCI, I., OLDENBURG, T.R. Elimination of polimerization stresses at the margins of posterior composite resin restorations: a new restorative technique. *Oper.Dent.*, v.17, p.777-84, 1986.
- 76 LUTZ, F. et al. Improved proximal margin adaptatiton of class II composite resin restorations by use of lighth-reflecting wedges. *Quintessence Int.*, v.17, p.659-64, 1986.

- 77 MARSHALL JR., G.W. Dentin: microstructure and characterization. Quintessence Int., v.24, p.606-17, 1993.
- 78 MAY, K.N. et al. Effects of resin sealant on microleakage of class V restorations. J.Dent.Res., v.75, p.388, 1996. (Abstract 2961).
- 79 MIXSON, J.M., RICHARDS, N.D., MITCHELL, R.J. Effects of dentin age and bonding on microgap formation. Am.J.Dent., v.6, p.72-6, 1993.
- 80 MORRISON, A.H., BERMAN,L. Evaluation of the Airdent unit: preliminary report. J.Am.Dent.Assoc., v.46, p.299, 1953.
- 81 NAKABAYASHI, N., PASHLEY, D.H. Evolution of dentin-resin bondig. In: Hibridization of dental hard tissues. Chicago: Quintessence Publishing, 1998. cap.1, p.1-20.

- 82 NAKABAYASHI, N., ASHIZAWA, M., NAKAMURA, M.  
Identification of a resin/dentin hybrid layer in vital human  
dentin created in vivo: durable bonding to vital dentin.  
Quintessence Int., n.23, p.135-41, 1992.
- 83 OHHASHI, M., ITOH, K., HISAMITZU, H., WAKUMOTO,  
S. Duration of cleaning and priming of dentine and  
contraction gap formation. J.Dent., v.23, p.365-9, 1995.
- 84 PASHLEY, D.H. Smear layer: physiological considerations.  
Oper.Dent., v.3, p.13-29, 1984.
- 85 PASHLEY, D.H. Clinical correlations of dentin structure and  
function. J.Prosthet.Dent., v.66, p.777-81, 1991.
- 86 PASHLEY, D.H., DEPEW, D.D. Effects of the smear layer,  
Copalite, and Oxalate on microleakage. Oper.Dent., v.11,  
p.95-102, 1986.



- 87 PASHLEY, D.H., HORNER, J.A., BREWER, P.D.  
Interactions of conditioners on the dentin surface.  
Oper.Dent., v.5, p.137-50, 1992.
- 88 PASHLEY, D.H. et al. Permeability of dentin to adhesive  
agents. Quintessence Int., v.24, p.618-31, 1993.
- 89 PASHLEY, D.H. et al. In vitro bond strength and Sem  
evaluation of dentin bonding system to different dentin  
substrates. J.Dent.Res., v.73, p.44-55, 1994.
- 90 PERDIGÃO, J., SWIFT JR., E., LOPES, G.C. Effects of  
repeat use on bond strengths of one-bottle adhesives.  
Quintessence Int., v.30, p.819-23, 1999.
- 91 PERDIGÃO, J. et al. Effects of etchants, surface moisture,  
and resin composite on dentin bond strengths. Am.J.Dent.,  
v.6, p.61-4, 1993.
- 92 PERDIGÃO, J. et al. The interação of adhesive systems with  
human dentin. Am.J.Dent., v.9, p.167-73, 1996.

- 93 PERDIGÃO, J. et al. The effect of depth of dentin desmineralization on bond strengths and morphology of the hibrid layer. *Oper.Dent.*, v.25, p.186-94, 2000.
- 94 PEYTON, F.A., HENRY, E.E., MICH, A.A. The effect of high speed burs, diamond instruments and air abrasive in cutting tooth tissue. *J. Am. Dent. Assoc.*, v.49, p.429-35, 1954.
- 95 PRATI, C. et al. Shear bond strength and SEM evaluation of dentinal bonding systems. *Am.J.Dent.*, v.3, p.283-8, 1990.
- 96 PRATI, C. et al. Marginal hibrid layer in class V restorations. *Oper.Dent.*, v.25, p.228-33, 2000.
- 97 RAINEY, J., BARGHI, N. Effect of micro abrasivon on bonding dentin. *J.Dent.Res.*, v.74, p.30, 1994. (Abstract 147).
- 98 RETIEF, H.D. Are adhesive techniques sufficient to prevent microleakage. *Oper.Dent.*, v.12, p.140-5, 1987.

- 99 RETIEF, D.H., DENYS, F.R. Adhesion to enamel and dentin. *Am.J.Dent.*, v.2, sp.iss, p.133-44, 1989.
- 100 RETIEF, D.H., MANDRAS, R.S., RUSSEL, C.M. Shear bond strength requered to prevent microleakage at the dentin/restoration interface. *Am.J.Dent.*, v.7, p.43-9, 1994.
- 101 ROBERTSON, T.M. Introducción a la operatoria dental. In: STURDEVANT, C.M. Arte ay ciencia de la operatoria dental. 2 ed. Buenos Aires: Editorial Médica Panamericana, 1987. cap.1, p.11-7.
- 102 ROEDER, E.A. et al. Bond strength to air abraded enamel and dentin. *J.Dent.Res.*, v.73, p.131, 1994. (Abstract 237).
- 103 ROEDER, L.B. et al. Bond strength of composite to air-abraded enamel and dentin. *Oper. Dent.*, v.20, p.186-90, 1995.

- 104 SAKAGUCHI, R.L., DOUGLAS, W.H., PETERS, M.C.R.B.  
Curing light performance and polymerization of composite restorative materials. *J.Dent.*, v.20, p.183-8, 1992.
- 105 SAKAGUCHI, R.L. et al. Effects of polymerization contraction in composite restorations. *J.Dent.*, v.20, p.178-82, 1992.
- 106 SANO, H. et al. Microporous dentin zone beneath resin-impregnated layer. *Oper.Dent.*, v.19, p.59-64, 1994.
- 107 SANTINI, A., PLASSCHAERT, A.J.M., MITCHELL, S.  
Marginal leakage of filled dentin adhesives used with wet and dry bonding techniques. *Am. J. Dent.*, v.13, p.93-7, 2000.
- 108 SAUNDERS, W.P., SAUNDERS, E.M. Microleakage of bonding agents with wet and dry bonding techniques. *Am.J.Dent.*, v.9, n.1, p.34-6, 1996.
- 109 SPENCER, P. et al. Interfacial chemistry of the dentin/adhesive bond. *J.Dent.Res.*, v.79, p.1458-63, 2000.

- 110 SWIFT JR., E., LE VALLEY, B.D. Microleakage of etched-dentin composite resin restorations. *Quintessence Int.*, v.23, p.505-8, 1992.
- 111 SWIFT JR., E., PERDIGÃO, J., HEYMANN, H.O. Enamel bond strengths of “one-bottle” adhesive. *Pediatr. Dent.*, v.4, p.259-62, 1998.
- 112 TAY, F. et al. A method for microleakage evaluation along the dentin/restorative interface. *Am.J.Dent.*, v.8, p.105-8, 1995.
- 113 TAYLOR, M.J., LYNCH, E. Microleakage. *J.Dent.*, v.20, n.1, p.3-10, 1992.
- 114 TITLEY, K. et al. The composition and ultrastructure of resin tags in etched dentin. *Am.J.Dent.*, v.8, p.224-30, 1995.

- 115 TORSTENSON, B., BRÄNNSTROM, M. Contraction gap under composite resin restorations: effect of higroscopic expansion and termal stress. Oper.Dent., v.13, n.1, p.24-31, 1988.
- 116 UNTERBRINK, G.L., LIEBEMBERG, W.H. Flowable resin composites as “filled adhesives”. Literature review and clinical recommendations. Quintessence Int., v.30, p.249-57, 1999.
- 117 VAN MEERBEECK, B. et al. Enamel and dentin adhesion. In: SCHWARTZ, R.S., SUMMIDTT, J.B., ROBBINS, J.W. Fundamentals of operative dentistry. Illinois: Quintessence Publishing, 1996. cap.6, p.141-86.
- 118 VARGAS, M.A., COBB, D.S., SCHMIT, J.L. Polimerization of composite resins: Argon laser vs conventional light. Oper.Dent., v.23, p.87-93, 1998.

- 119 VERSLUIS, A., TANTBIROJN, D., DOUGLAS, W. H. Do dental composites always shrink toward the light? J. Dent. Res., v.77, p.1435-45, 1998.
- 120 VERSLUIS, A. et al. Does an incremental filling technique reduce polymerization shrinkage stress? J.Dent.Res., v.75, p.49-78, 1996.
- 121 WIECZKOWSKI, G., YU, X.Y., DAVIS, E.L., JOYNT, E.L. Microleakage in various dentin bonding agent/composite resin systems. Oper.Dent., suppl.5, p.62-7, 1992.
- 122 WINKLER, M.M., KATONA, T.R., PAYDAR, N.H. Finite element stress analysis of three filling techniques for class V light-cured composite restorations. J.Dent.Res., v.75, p.1477-83, 1996.
- 123 YOUNGSON, C. C., GREYG, N. J. A., JONES, G. J. In vitro marginal microleakage: examination of measurements used in assessment. J. Dent., v.18, p.142-6, 1990.

- 124 ZIEMICCKI, T.L., DENNISON, J.B., CHARBENEAU, G.T.  
Clinical evaluation of cervical composite resin restorations  
placed without retention. *Oper.Dent.*, v.12, p.27-33, 1987.
- 125 ZYSKIND, D. et al. Effect of etching on leakage of sealants  
placed after air abrasion. *Pediatr. Dent.*, v.20, p.25-7, 1998.



# Anexos

## RESULTADOS DA MEDIDA DA FENDA

### (PREPARO COM FRESA)

OPTIBOND SOLO PLUS (G1)

FOTO	1ª.MEDIDA	2ª.MEDIDA	3ª.MEDIDA	MÉDIA	
				MM	NM
1	0,41	1,02	0	0,47	0,56
2	4,50	5,18	4,79	4,82	5,78
3	0	0	0	0	0,00
4	2,97	2,92	3,19	3,02	3,62
5	0	0	0	0	0,00
6	0	0	0	0	0,00
7	0,66	0,49	1,22	0,79	0,95
8	0	0	0	0	0,00
9	0	0	0	0	0,00
10	0	0	0	0	0,00
11	0	0	0	0	0,00
12	0,80	0,60	0,70	0,70	0,84
13	0	0	0	0	0,00
14	0	0	0	0	0,00

**RESULTADOS DA MEDIDA DA FENDA****(PREPARO COM FRESA)****PRIME & BOND NT (G2)**

<b>FOTO</b>	<b>1ª.MEDIDA</b>	<b>2ª.MEDIDA</b>	<b>3ª.MEDIDA</b>	<b>MÉDIA</b>	
				<b>MM</b>	<b>NM</b>
1	4,60	2,80	2,74	3,38	4,06
2	1,94	2,52	2,20	2,22	2,66
3	1,57	3,33	0,98	1,96	2,35
4	8,04	8,75	10,25	9,01	10,81
5	2,27	1,16	1,11	1,51	1,81
6	3,84	3,04	3,34	3,40	4,08
7	0	0	0	0	0,00
8	0	0	0	0	0,00
9	0	0	0	0	0,00
10	5,60	4,75	5,13	5,16	6,19
11	6,64	6,36	7,22	6,74	8,09
12	14,78	11,18	13,04	13,00	15,60
13	3,18	3,56	3,40	3,38	405
14	6,23	7,36	7,68	7,09	8,51

## RESULTADOS DA MEDIDA DA FENDA

### (PREPARO COM FRESA)

SCOTCHBOND MULTIUSO PLUS (G3)

FOTO	1ª.MEDIDA	2ª.MEDIDA	3ª.MEDIDA	MÉDIA	
				MM	NM
1	9,18	8,65	8,71	8,84	10,01
2	3,36	3,18	3,24	3,26	3,91
3	0	1,12	3,55	1,55	1,86
4	0	0	0	0	0,00
5	5,0	2,48	2,88	3,45	4,14
6	5,52	2,56	1,72	3,26	3,91
7	0	0	0	0	0,00
8	3,61	4,82	7,52	5,31	6,37
9	4,0	4,04	5,21	4,41	5,29
10	3,14	7,16	4,71	5,00	6,00
11	0	0	0	0	0,00
12	2,40	2,50	1,62	2,17	2,60
13	3,39	3,67	3,49	3,51	4,21
14	2,50	5,57	8,14	5,40	6,48

## RESULTADOS DA MEDIDA DA FENDA

### (PREPARO COM JATO ABRASIVO)

OPTIBOND SOLO PLUS (G1)

FOTO	1ª.MEDIDA	2ª.MEDIDA	3ª.MEDIDA	MÉDIA	
				MM	NM
1	4,35	4,15	3,18	3,89	4,07
2	3,62	4,82	3,71	4,05	4,86
3	0	0	0	0	0,00
4	9,43	8,52	7,36	8,43	10,12
5	4,20	4,40	4,30	4,30	5,16
6	0	0,86	1,85	0,90	1,08
7	9,31	8,96	9,18	9,15	10,98
8	0	1,17	1,79	0,98	1,18
9	7,53	6,34	6,37	6,74	8,09
10	4,12	4,34	4,72	4,39	5,27
11	1,80	0	0	0,6	0,72
12	0	1,81	1,14	0,98	1,18
13	6,25	6,21	6,54	6,33	7,60
14	8,47	9,54	11,90	9,97	11,96

## RESULTADOS DA MEDIDA DA FENDA

### (PREPARO COM JATO ABRASIVO)

PRIME & BOND NT (G2)

FOTO	1ª.MEDIDA	2ª.MEDIDA	3ª.MEDIDA	MÉDIA	
				MM	NM
1	0	0	0	0	0,00
2	1,25	1,19	1,16	1,2	1,44
3	1,80	1,28	3,01	2,03	2,44
4	6,92	9,52	8,07	8,17	9,80
5	5,09	5,01	4,20	4,76	5,71
6	0	0	0	0	0,00
7	4,07	3,99	3,75	3,93	4,72
8	0	0	0	0	0,00
9	10,19	4,62	7,13	7,31	8,77
10	6,08	4,50	6,77	5,78	6,94
11	6,79	5,70	6,94	6,47	7,76
12	0	0	0	0	0,00
13	0	0	0	0	0,00
14	5,72	5,50	4,65	5,29	6,35

## RESULTADOS DA MEDIDA DA FENDA

### (PREPARO COM JATO ABRASIVO)

SCOTCHBOND MULTIUSO PLUS (G3)

FOTO	1ª.MEDIDA	2ª.MEDIDA	3ª.MEDIDA	MÉDIA	
				MM	NM
1	3,91	3,12	2,78	3,27	3,92
2	8,26	8,71	8,57	8,51	10,21
3	6,19	5,61	7,38	6,39	7,67
4	5,11	6,21	4,97	5,43	6,52
5	3,09	2,56	3,15	2,93	3,52
6	9,22	7,17	10,46	8,95	10,74
7	5,78	6,51	7,74	6,67	8,00
8	7,75	6,95	6,95	7,21	8,65
9	6,74	5,03	6,46	6,07	7,28
10	5,02	2,87	3,32	3,73	4,48
11	9,29	5,01	5,07	6,45	7,74
12	1,53	0,80	1,07	1,13	1,36
13	4,03	3,33	2,98	3,44	4,13
14	4,15	4,27	3,67	4,03	4,84

**RESULTADOS DA MICROINFILTRAÇÃO  
MARGINAL  
(PREPARO COM JATO ABRASIVO)**

AMOSTRA	G1		G2		G3	
	Oclusa I	Cervical	Oclusal	Cervical	Oclusal	Cervical
1	0	2	0	1	0	0
2	0	0	0	3	0	1
3	1	0	0	1	0	3
4	0	1	0	0	1	2
5	0	2	0	2	0	2
6	0	1	0	3	0	3
7	0	0	0	3	0	4
8	1	1	0	0	0	1
9	0	3	0	4	0	4
10	0	1	0	2	0	3
11	0	0	0	2	0	3
12	3	1	0	1	0	1
13	0	2	0	2	0	2
14	0	1	0	1	0	1

**G1:** OPTIBOND SOLO PLUS

**G2:** PRIME & BOND NT

**G3:** SCOTCHBOND MULTIUSO PLUS

**RESULTADOS DA MICROINFILTRAÇÃO  
MARGINAL  
(PREPARO COM FRESA nº245)**

AMOSTRA	G1		G2		G3	
	Oclusa I	Cervical	Oclusal	Cervical	Oclusal	Cervical
1	0	0	4	1	0	4
2	1	0	0	1	0	4
3	1	1	0	2	0	2
4	0	1	0	2	0	1
5	0	1	0	1	0	3
6	1	1	0	1	0	2
7	0	0	0	4	0	3
8	0	0	0	4	0	4
9	0	1	0	4	0	4
10	0	1	0	4	0	4
11	1	1	0	4	0	3
12	1	1	0	2	0	4
13	0	1	0	2	0	1
14	0	0	0	4	0	1

**G1:** OPTIBOND SOLO PLUS

**G2:** PRIME & BOND NT

**G3:** SCOTCHBOND MULTIUSO PLUS



ORBEGOSO FLORES, V.H. Avaliação “in vitro” da microinfiltração marginal e análise da fenda marginal cervical através da microscopia eletrônica de varredura, em restaurações de classe V de resina composta. Efeito dos sistemas adesivos e técnica de preparo cavitário, 2001. 249p. Tese (Doutorado em Dentística) - Faculdade de Odontologia, Universidade Estadual Paulista.

## **RESUMO**

O objetivo deste trabalho foi avaliar a formação de fendas marginais cervicais através da microscopia eletrônica de varredura, assim como, a microinfiltração marginal em preparos de classe V. foram utilizadas duas técnicas de preparo: P1 utilizando fresa carbide no 245 e P2 que utilizou o jato de ar abrasivo Mach 4.0 (80psi de pressão, 27 µm de tamanho de partícula). O tamanho das cavidades foi padronizado com 1,5 mm de profundidade, 2,0 mm de altura e 3,0 mm de largura. Os materiais utilizados foram: G1 –Optibond solo Plus, G2 – Prime & BondNT e G3 – Scotchbond Multiuso Plus (grupo controle), a resina composta Point 4 utilizada para restaurar as cavidades foi padronizada para todas as restaurações. Foram utilizados 42 dentes molares hígidos divididos em 3 grupos de 14 cada, utilizando a face vestibular e lingual sendo que os preparos mostraram a margem oclusal em esmalte e a margem cervical em cimento/dentina. Após as restaurações serem confeccionadas foram armazenadas em água deionizada durante 24 horas, para posteriormente realizar os procedimentos de acabamento e

polimento, a seguir os dentes foram isolados com araldite e esmalte para unha e submetidos a testes de ciclagem térmico (400 ciclos) e imediatamente imersos numa solução de nitrato de prata, durante 2 horas, removidos, lavados e colocados numa solução fotoreveladora durante 16 horas. Nessas condições os dentes foram limpos e seccionados no sentido méso/distal obtendo duas metades as quais por sua vez foram seccionadas no sentido vestíbulo lingual dividindo as restaurações pela metade. Assim, uma metade da restauração foi avaliada através da lupa estereoscópica para observar a microinfiltração e a outra metade preparada e metalizada para ser avaliada através da microscopia eletrônica de varredura. A análise estatística aplicada aos resultados permite concluir que: 1) o preparo cavitário com jato de ar abrasivo promove em média maior amplitude de fenda; 2) os sistemas adesivos não conseguem impedir a formação de fendas; 3) a interação preparo com fresa e sistema adesivo Optibond Solo Plus mostrou o melhor comportamento, com uma amplitude de fenda marginal cervical de 0,84  $\mu\text{m}$ ; a interação jato de ar abrasivo e o sistema adesivo Scotchbond Multiuso Plus mostrou 6,36  $\mu\text{m}$  de amplitude média de fenda marginal; 4) na região oclusal o sistema adesivo Optibond Solo Plus mostrou tendência de comportamento inferior quando comparado com os sistemas adesivos Scotchbond Multiuso Plus e Prime & Bond NT que foram eficazes no controle da microinfiltração marginal; 5) na região cervical, o sistema Optibond Solo Plus se mostrou eficiente no controle da

microinfiltração marginal, no entanto, os sistemas Scotchbond Multiuso Plus e Prime & Bond NT mostraram valores críticos de microinfiltração e similares entre si. De acordo com estas considerações, maiores pesquisas deverão ser feitas para comprovar a real efetividade dos sistemas adesivos com carga.

Palavras-chave: Adesivos dentinários; resinas compostas; microscopia eletrônica de varredura; preparo da cavidade dentária; infiltração dentária.

ORBEGOSO FLORES, V.H. In vitro evaluation of marginal microleakage and cervical gap using SEM in class V restorations with composite resin. Effects bonding systems and dental cavity techniques, 2001. 249p. Tese (Doutorado em Dentística) - Faculdade de Odontologia, Universidade Estadual Paulista.

## **ABSTRACT**

The aim of this study was to evaluate the formation of cervical gap with SEM, and the marginal microleakage in cavities class V. There were used two techniques for the preparations: P1 using a carbide # 245 and P2 using abrasive air Mach 4.0 (80 psi of pressure, 27 $\mu$ m measurement of the particle). The measurements of the cavities were standardized in 1.5mm of deepness, 2,0mm of highness and 3,0mm of lengthiness. The materials used were: G1 Optibond Solo Plus, G2 Prime & Bond NT and G3 Scotchbond Multipurpose Plus (control group), it was used the composite Point 4 as the restorative material for all cavities. Forty-two healthy molars, divided in three groups of 14 each one, were used. Cavities were prepared in the buccal and lingual faces, its occlusal margin was in enamel and its cervical margin was in dentin/cement. After that, finishing and polishing was made. Teeth were isolated with araldite and nail varnish and thermocycled (400 times). The preparations were dyed with silver nitrate for two hours. Preparations were stored in a photo developing solution for 16 hours. After that time teeth were cleaned and cut

(buccal/lingual) Half of the preparation was observed in a stereoscopic microscope and the other half in a SEM. Results: 1.Preparations with abrasive air had a bigger gap; 2.Bonding systems do not eliminate the formation of gaps; 3.Best results were found in the group prepared with bur and the adhesive Optibond Solo Plus, with a cervical gap 0,84nm, and in the other hand Scotchbond Multiuso Plus showed marginal gaps of 6,36nm; 4.In the occlusal margin Optibond Solo Plus had more microleakage tha Scotchbond Multipurpose Plus and Prime & Bond NT.; 5. In the cervical margin, Optibond Solo Plus had good behavior controlling the marginal microleakage, compared with Scotchbond Multipurpose Plus and Prime & Bond that had similar leakage between them. According to this study there must be made more research to prove the real effectiveness of bonding systems with fillers.

**Keywords:** Dental cavity preparation; Dentin-bonding agents; composite resins; Microscopyc electron scanning; dental leakage.