

UNIVERSIDADE ESTADUAL DE CAMPINAS
FACULDADE DE ODONTOLOGIA DE PIRACICABA

ORLANDO PEREIRA
Cirurgião-Dentista

**INFLUÊNCIA DA RESINA COMPOSTA DE BAIXA
VISCOSIDADE NO SELAMENTO MARGINAL EM
RESTAURAÇÕES DE COMPÓSITO ODONTOLÓGICO**

*Tese apresentada à Faculdade
de Odontologia de Piracicaba,
da Universidade Estadual de
Campinas, para obtenção do
**TÍTULO DE MESTRE EM
MATERIAIS DENTÁRIOS.***

Piracicaba – SP
2000

UNIVERSIDADE ESTADUAL DE CAMPINAS

FACULDADE DE ODONTOLOGIA DE PIRACICABA

ORLANDO PEREIRA
Cirurgião-Dentista

**INFLUÊNCIA DA RESINA COMPOSTA DE BAIXA
VISCOSIDADE NO SELAMENTO MARGINAL EM
RESTAURAÇÕES DE COMPÓSITO ODONTOLÓGICO**

200106895

Este exemplar foi devidamente corrigido,
de acordo com a Resolução CCPG-036/83

CPG, 21/03/02


Assinatura do Orientador

*Tese apresentada à Faculdade
de Odontologia de Piracicaba,
da Universidade Estadual de
Campinas, para obtenção do
**TÍTULO DE MESTRE EM
MATERIAIS DENTÁRIOS.***

Orientador: Prof. Dr. Mario Fernando De Goes

Piracicaba – SP
2000

UNIDADE BC
 L.º CHAMADA: TI UNICAMP
P414i
 I. Ex
 TOMBO BC/ 44294
 PROC. 16-392/01
 C D
 PREC. R\$ 11,00
 DATA 09/05/01
 N.º CPD

CM-00155012-6

Ficha Catalográfica

P414i	<p>Pereira, Orlando. Influência da resina composta de baixa viscosidade no selamento marginal em restaurações de compósito odontológico. / Orlando Pereira. -- Piracicaba, SP : [s.n.], 2000. xvi, 120p. : il.</p> <p>Orientador : Prof. Dr. Mario Fernando de Goes. Dissertação (Mestrado) – Universidade Estadual de Campinas, Faculdade de Odontologia de Piracicaba.</p> <p>1. Resinas compostas. 2. Adesivos dentários. 3. Infiltração. 4. Materiais dentários. I. Goes, Mario Fernando. II. Universidade Estadual de Campinas. Faculdade de Odontologia de Piracicaba. III. Título.</p>
-------	--

Ficha catalográfica elaborada pela Bibliotecária Marilene Girello CRB/8-6159, da Biblioteca da Faculdade de Odontologia de Piracicaba - UNICAMP.



FACULDADE DE ODONTOLOGIA DE PIRACICABA
UNIVERSIDADE ESTADUAL DE CAMPINAS



A Comissão Julgadora dos trabalhos de Defesa de Tese de MESTRADO, em sessão pública realizada em 14 de Dezembro de 2000, considerou o candidato ORLANDO PEREIRA aprovado.

1. Prof. Dr. MARIO FERNANDO DE GOES

2. Prof. Dr. SYLVIO MONTEIRO JUNIOR

3. Prof. Dr. MARIO ALEXANDRE COELHO SINHORETI

UNICAMP
BIBLIOTECA CENTRAL
SEÇÃO CIRCULANTE

Dedico este trabalho

Ao

Grande Arquiteto do Universo,

pela oportunidade de viver esta experiência nesta vida.

À minha esposa,

Márcia,

e aos nossos filhos,

Rafael e Raquel,

pela compreensão, ajuda e paciência,

em todas as etapas da realização deste trabalho.

Aos meus pais,

Braulio e Alayde,

que fizeram da educação e busca dos sonhos de seus filhos,

o objetivo maior de suas vidas.

Agradecimentos Especiais

Ao Prof. Doutor **MARIO FERNANDO DE GOES**, Titular da Área de Materiais Dentários da Faculdade de Odontologia de Piracicaba, da Universidade Estadual de Campinas, cuja seriedade e competência científica proporcionaram segura orientação na realização deste trabalho.

Meus sinceros agradecimentos

Agradecimentos

À Direção da Faculdade de Odontologia de Piracicaba, da Universidade Estadual de Campinas, na pessoa do seu diretor Prof. Dr **ANTONIO WILSON SALLUM** e do Diretor Associado Prof. Dr **FRAB NORBERTO BOSCOLO**.

Ao Prof. Doutor **SIMONIDES CONSANI**, Titular da Área de Materiais Dentários da Faculdade de Odontologia de Piracicaba, da Universidade Estadual de Campinas, pela serenidade , amabilidade e ensinamentos passados durante o desenvolvimento do curso de Pós-Graduação.

Aos Profs. da Área de Materiais Dentários da Faculdade de Odontologia de Piracicaba – UNICAMP, Dr. **LOURENÇO CORRER SOBRINHO** e Dr. **MÁRIO ALEXANDRE COELHO SINHORETI**, pela amizade e ensinamentos durante o curso

Aos Profs. da Disciplina de Clínica Integrada , da Faculdade de Odontologia da Universidade do Vale do Itajai – UNIVALI, Prof. **JOSÉ AGOSTINHO BLATT** , Prof. **MAURO URIARTE FRANCISCO**, e Prof. **MÁRIO URIARTE NETO**, meus amigos , escudeiros , e incentivadores.

Ao técnico da Área de Materiais Dentários da Faculdade de Odontologia de Piracicaba – UNICAMP, Engenheiro **MARCOS BLANCO CANGIANI**, pelo pronto auxílio durante a realização dos trabalhos em laboratório

À Sra **SELMA A . B. SOUZA** , técnica da Área de Materiais Dentários da Faculdade de Odontologia de Piracicaba – UNICAMP , pela atenção, amabilidade e auxílio prestados durante o curso.

Aos Profs. Drs. **ELLIOT W. KATAJIMA** e **BRENO LEITE** do NAP-ESALQ, por possibilitarem a utilização do Microscópio Eletrônico de Varredura.

Aos **Profs. da Faculdade de Odontologia da Univali** , meus colegas de Pós-Graduação, pela experiência, conhecimento e descontração , tão importantes ao nosso crescimento.

A todos que direta ou indiretamente contribuíram para a realização deste trabalho.

Meus sinceros agradecimentos

SUMÁRIO

RESUMO	03
ABSTRACT	05
1. INTRODUÇÃO	07
2 REVISÃO DA LITERATURA	11
2.1 SUBSTRATO DENTINÁRIO	11
2.2 CONDICIONAMENTO ÁCIDO E ADESÃO AO ESMALTE E À DENTINA	14
2.3 CAMADA HÍBRIDA	29
2.4 MICROINFILTRAÇÃO E MATERIAIS RESTAURADORES	36
2.5 CONTRAÇÃO DE POLIMERIZAÇÃO	52
2.6 MÉTODOS DE AVALIAÇÃO DA MICROINFILTRAÇÃO	70
3 PROPOSIÇÃO	81
4 MATERIAIS E MÉTODO	83
4.1 Materiais	83
4.2 Método	85
5 RESULTADOS	93
5.1 ANÁLISE PERCENTUAL E ESTATÍSTICA DOS RESULTADOS ...	93
5.2 OBSERVAÇÃO DA MARGEM DENTINA-RESTAURAÇÃO SOB MICROSCÓPIA ELETRÔNICA DE VARREDURA	97
6 DISCUSSÃO	101
7 CONCLUSÃO	109
REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS	111
ANEXOS	117

LISTA DE ILUSTRAÇÕES

Tabela 1 - Materiais utilizados no estudo, fabricantes e lotes	83
Tabela 2 - Descrição da composição dos materiais utilizados no estudo.....	84
Figura 1 - A e B- Aferição das medidas ocluso-gengival e méso-distal da cavidade através da utilização de sonda milimetrada(S).....	86
Figura 2 - A - Macrofotografia do dente restaurado (R) impermeabilizado(I). B - Macrofotografia após exposição ao nitrato de prata(N) livre do impermeabilizante.....	89
Figura 3 - Macrofotografia após secção transversal do dente podendo ser observadas as faces vestibular(V), lingual(L), esmalte(E), dentina(D) e cavidade pulpar(P).....	90
Figura 4 - A - Imagem em lupa estereoscópica, ilustrando a penetração do nitrato de prata na interface dente-restauração(setas). B- Equação matemática para o cálculo percentual da penetração do nitrato de prata na interface dente-restauração	91
Tabela 3 - Médias percentuais em valor médio, maior e menor das infiltrações do nitrato de prata para os tratamentos.....	93
Figura 5 - Ilustração gráfica comparando os valores maior, médio e menor do percentual de infiltração do traçador para os tratamentos	94
Tabela 4 - Análise de significância estatística pelo teste de Kruskal-Wallis	95
Figura 6 - A- Imagem em lupa estereoscópica(25X), ilustrando a infiltração do nitrato de prata na interface dente-restauração até a parede axial(setas) sem a interposição de outro material. B- Imagem em lupa estereoscópica(25X), ilustrando a infiltração do nitrato de prata na interface dente-restauração(setas), com a interposição da resina composta de baixa viscosidade Protect Liner F	96

Figura 7 - Aspecto morfológico, ilustrando a camada híbrida (CH), dentina(D), “ <i>tags</i> ” (T), resina composta de baixa viscosidade(RBV) e resina composta restauradora(Z250)(3000)	98
Figura 8 - Aspecto morfológico,ilustrando a camada híbrida(CH), “ <i>tags</i> ”(T),dentina(D),resina de baixa viscosidade (RBV)e resina restauradora(Z250).....	99

RESUMO

O objetivo deste estudo foi avaliar a infiltração marginal de restaurações confeccionadas com resina composta em cavidades classe V, com a interposição de resinas de baixa viscosidade entre o adesivo e a resina restauradora. Trinta e seis cavidades tipo classe V foram preparadas nas faces vestibular e lingual na região do limite amelo-dentinário-cementário com a parede oclusal em esmalte e a cervical em dentina. As cavidades foram padronizadas em 3mm(\pm 0,2mm) na altura e 3mm(\pm 0,2mm) na largura por 2mm(\pm 0,2mm) de profundidade. Utilizamos como materiais restauradores uma resina composta de média viscosidade, com seu respectivo sistema adesivo, e duas resinas de baixa viscosidade. As 36 cavidades foram divididas em 3 grupos. Os seguintes procedimentos foram executados: Grupo I - Condicionamento ácido, aplicação de Single Bond e restauração em incremento único com a resina Filtek Z 250; Grupo II – Condicionamento ácido, aplicação de Single Bond, fotoativação, uma camada da resina de baixa viscosidade Flow-It, fotoativação e restauração com a resina Filtek Z 250; Grupo III – condicionamento ácido, aplicação do adesivo Single Bond, fotoativação, uma camada da resina de baixa viscosidade Protect Liner F, fotoativação e restauração com a resina Filtek Z 250. Os dentes foram armazenados em água destilada a 37°C por 24 horas. Após o processo de acabamento e polimento, as superfícies dentais foram protegidas com verniz para unha, com exceção de 1mm da margem das restaurações e imersos em solução de nitrato de prata 50% por 24 horas sob total ausência de luz. Em seguida os dentes foram lavados e armazenados em solução fotográfica reveladora, por 12 horas sob luz visível. Em seguida, foram seccionados longitudinalmente. Cada secção foi polida com lixas d'água de granulação 320, 400, 600, 1000 e com pastas de diamante de 6, 3, 1, e ¼ de micra. Em seguida, as secções foram posicionadas em lupa estereoscópica, onde foram mensurados o comprimento total de penetração do nitrato de prata na interface dente-restauração e o comprimento total da cavidade. A divisão entre as duas mensurações multiplicadas por 100 resultou nos valores percentuais de infiltração que foram submetidos ao teste de Kruskal-Wallis ($p < 0.05$). Os valores médios resultantes foram: Grupo I=21,11%; Grupo II=7,89%; Grupo III=2,65%. O valor médio percentual apresentado pelo Grupo III foi inferior estatisticamente em relação aos valores apresentados pelo Grupo I e II, que não apresentaram diferença estatística entre si.

Palavras-Chave: Infiltração marginal; Resina composta; Sistemas adesivos

ABSTRACT

This study aimed at evaluating the marginal leakage of resin composite restorations in Class V cavities, with low-viscosity resin interposition between the adhesive and the restorative resin. Thirty-six Class V cavities were prepared on the facial and lingual surfaces at the cemental-enamel-dentine junction so that the occlusal wall was in enamel and the cervical one in dentine. The cavities were patterned as 3mm (± 0.2 mm) high, and 3mm (± 0.2 mm) wide by a 2mm (± 0.2 mm) depth. For restorative materials, we have used a medium-viscosity resin composite, and its accompanying adhesive agent, and two low-viscosity resins. All of the 36 cavities were divided up into three groups. The following procedure was carried out: Group I - Etching, Single Bond application and single-increment restoration with a Filtek Z 250 resin; Group II - Etching, Single Bond application, light curing, a low-viscosity resin layer (Flow-it), light curing, and restoration with a Filtek Z 250 resin; Group III - Etching, Single Bond adhesive application, light curing, a low-viscosity resin layer Protect Liner F, light curing, and restoration with a Filtek Z 250 resin. The teeth were stored in distilled water at 37°C for 24 hours. Following the finishing and polishing process, the dental surfaces were coated with nail varnish, except for 1mm off the restoration margins and were immersed in 50% silver nitrate for 24 hours in total darkness. Then, the teeth were rinsed and stored in developing photographic solution, for 12 hours under visible light. After that, they were sectioned longitudinally. Each section was polished with 320, 400, 600, 1000 wet sandpaper and with 6, 3, 1, and 1/4 micra diamond paste. Then, the sections were placed in stereoscopic loupe, where the total length of the silver nitrate penetration at the tooth-restoration interface and the total length of the cavity were measured. The division between the two measurements multiplied by 100 resulted in the percentages of leakage which underwent the Kuskal-Wallis ($p < 0.05$) test. The resulting mean values were: Group I = 21.11%; Group II = 7.89%; Group III = 2.65%. The mean percentage value exhibited by Group III was statistically lower as compared to those displayed by Groups I and II, which did not exhibit statistical difference between them.

Key words: marginal leakage; resin composite; adhesive agents

1 INTRODUÇÃO

A Odontologia como meio de promoção de saúde, seja preventiva ou restauradora, tem evoluído significativamente baseada não só na compreensão dos processos degenerativos do órgão dental, como também no desenvolvimento de materiais adesivos restauradores e técnicas utilizadas para a recuperação e preservação dos tecidos remanescentes (Van Meerbeek *et al.*, 1996; Van Meerbeek *et al.*, 1998).

Os materiais restauradores resinosos têm se popularizado em função da melhoria nas propriedades físicas e estéticas. Entretanto, a contração de polimerização inerente aos compósitos, e decorrente da reação química que ocorre na matriz orgânica, tem sido apontada como a principal desvantagem destes materiais (Full & Hollander, 1993; Perdigão, *et al.*, 1996; Perdigão *et al.*, 1997; Davidson & Feilzer, 1997).

Em 1955, Buonocore abriu nova perspectiva para os procedimentos adesivos ao aplicar ácido fosfórico sobre a superfície do esmalte dental, tornando-o mais receptivo à adesão. Gwinnett & Matsui (1967); Retief *et al.* (1992); Magnum Jr.*et al.* (1994); Gwinnett (1995); Studevart *et al.*, (1995) têm evidenciado que a utilização do condicionamento ácido seguido pela aplicação do sistema adesivo associado às resinas compostas em esmalte reduz com sucesso a infiltração marginal (Barkmeier & Cooley, 1992)

A dentina humana tem sido estudada com intensidade quanto à microestrutura, composição, quantidade de componentes orgânicos e inorgânicos, líquidos intrínsecos, pressão hidrostática, permeabilidade (Kanca III, 1992; Gwinnett *et al.*, 1992; Pashley, 1990; Cox, 1992) e às propriedades físicas que são consideradas determinantes nos procedimentos restauradores adesivos (Marshall Jr., 1993; Marshall Jr *et al.* 1997; Yap *et al.*, 1996).

Este conhecimento propiciou a preconização da técnica do condicionamento total associado à aplicação de monômeros hidrófilos e hidrófobos em concentrações balanceadas sobre a superfície da dentina tratada. A interdifusão do monômero para o interior da rede colágena e posterior polimerização resultou na formação de uma barreira híbrida resistente à penetração de ácidos, fluidos, bactérias e toxinas, e que tem mostrado efetividade na redução da infiltração marginal (Nakabayashi *et al.*, 1982; Kanca III, 1992; Van Meerbeek *et al.*, 1992; Gwinnett, 1995; Yap *et al.*, 1996; Swift & Bayne, 1997; Silva *et al.*, 1998).

Como as resinas compostas contraem durante a reação de polimerização, a resistência da união entre a resina e o substrato deve ser suficiente para suportar as forças geradas durante a polimerização. Em caso contrário, haverá rompimento da união com a dentina e conseqüente abertura marginal e cáries recorrentes (Derhami *et al.*, 1995; Yap *et al.*, 1996).

Davidson & Feilzer (1997) relataram que embora a contração de polimerização seja a causa, a tensão produzida por essa contração deve ser vista como o mecanismo responsável pelos problemas de falhas de união encontrados com materiais adesivos na clínica odontológica. Feilzer *et al.* (1987), demonstraram que este fenômeno está relacionado também com a forma geométrica da cavidade ao determinarem que quanto maior o número de paredes aderidas à restauração de compósito, menor a deformação da resina e maior a tensão gerada pela contração de polimerização. (Carvalho *et al.*, 1996; Unterbrink *et al.*, 1999).

Desta forma, a magnitude da tensão de contração sofre influência da força de união ao substrato e das propriedades visco-elásticas do material (Kemp-Scholt & Davidson, 1990; Davidson & Feilzer, 1997; Bayne, *et al.*, 1998). Assim, um novo conceito de relaxamento para a contração de polimerização proporcionada pela deformação tem sido explorado por diversos fabricantes de adesivos (Van Meerbeeck, *et al.*, 1996). Esta propriedade de deformar para absorver e minimizar as forças de contração está relacionada com a utilização de adesivos contendo micropartículas ou com as resinas de baixa viscosidade. Nesta resina, a incorporação de modificadores da condição reológica resultou em uma resina com maior deformação à tração (Bayne *et al.*, 1998). O mesmo processo ocorre com os adesivos contendo micropartículas ou com a aplicação de camadas de adesivo em até 300µm de espessura (Van Meerbeeck *et al.*, 1996; Choi *et*

al., 2000). Este procedimento técnico proporciona ação de “amortecedor” sob a resina que estivesse contraindo ao ser polimerizada (Labella *et al.*, 1998 ; Unterbrink *et al.*, 1999). Tolidis *et al.*, (1998) também demonstraram que a interposição de uma base de ionômero de vidro modificado por resina, reduzia em 41% os efeitos da contração de polimerização da resina composta restauradora.

Como a somatória destes fatores desempenha um papel importante no fenômeno da infiltração marginal (Cox, 1994), o objetivo deste estudo foi avaliar a influência da interposição de resinas de baixa viscosidade na infiltração marginal de restaurações confeccionadas com resina composta em cavidades classe V.

2 REVISÃO DA LITERATURA

2.1 SUBSTRATO DENTINÁRIO

MARSHALL JR. (1993), considerou a dentina como substrato fundamental para a Dentística Restauradora. Afirmou que a estrutura, características e propriedades dentinárias são a chave determinante de todos os sistemas restauradores, terapias preventivas, fraturas dentárias, conhecimento dos processos de doença, dor e sensibilidade do dente. Ressaltou que a melhor adesão à estrutura do dente implica, futuramente, na melhoria dos materiais adesivos com adequada força de adesão, sendo a sua durabilidade uma conseqüência para a prevenção da microinfiltração, causa principal do insucesso das restaurações. Esclareceu que a adesão envolve uma reação com uma camada específica da dentina e as flutuações estruturais deste substrato implicam diretamente nas diferentes composições regionais, sendo importante conhecer sua composição. Citou que brocas e outros instrumentos de preparo produzem alterações morfológicas no substrato dentinário formando a *smear layer*, camada esta que cobre a dentina cortada e penetra na dentina intertubular criando os "smear plugs". Devido à fraca força de adesão da *smear layer* à dentina, em torno de 3 a 5 MPa, sua manutenção resulta em grande desvantagem. Esclareceu, ainda, que a maioria dos sistemas adesivos atuais preconizam a remoção desta camada.

MARSHALL Jr. *et al.* (1997), em revisão da literatura sobre à microestrutura do substrato dentinário e das propriedades relacionadas com a adesão, constataram que o tecido dentinário por ser vital, hidratado, com componentes estruturais e propriedades que variam conforme sua profundidade e localização, estabelece os determinantes principais de todas as operações na Dentística Restauradora. Foram discutidas, também, as características estruturais e mecânicas das formas normais e modificadas da dentina com relação ao seu impacto na adesão. Enfatizaram a necessidade do mecanismo de adesão tornar-se devidamente esclarecido, para que a união entre o material restaurador e a dentina seja efetiva, minimizando o fator mais indesejável na prática clínica: a microinfiltração ou percolação marginal. A microscopia eletrônica de varredura, a microscopia de força atômica e a microscopia tomográfica de raio-X são, atualmente, os métodos mais utilizados para os mais recentes estudos microestruturais. Enfatizaram que o conhecimento das propriedades mecânicas do esmalte, dentina e material restaurador, são requisitos essenciais para prever o comportamento na interface dente-restauração. Fatores como a idade e lesão de cárie podem alterar igualmente a performance e a resistência da dentina. Neste estudo relataram que a força de cisalhamento é fortemente correlacionada com a microdureza, condição essencial para a compreensão do fracasso da adesão em dentina. Os estudos demonstraram que a dentina humana perde 3,3% de seu peso ou 30% em umidade, se permanecer desidratada por sete dias. O pré-requisito essencial para uma adequada adesão é a íntima

relação entre o substrato e o agente adesivo, sendo a umidade inerente da dentina considerada um problema devido ao fluxo hidrostático através dos túbulos que possuem uma pressão pulpar positiva. Relataram que a principal desvantagem apresentada pela *smear layer* é sua inerente fragilidade de adesão à superfície dentinária (5MPa). Atualmente, a maioria dos novos sistemas adesivos usam como forma de tratamento a completa remoção ou retenção da “smear plug”, para reduzirem a permeabilidade ou combinarem a incorporação dos componentes da lama dentinária à estrutura da dentina, mecanismos estes, ainda não bem esclarecidos. Como se tornou necessário o acesso dos sistemas adesivos ao substrato dentinário para a formação da camada híbrida, é essencial a qualidade da desmineralização da dentina intertubular e peritubular para que seja permitida uma efetiva penetração do adesivo sem que haja colapso das fibras colágenas. Concluíram que com maior conhecimento e compreensão do substrato dentinário, será possível descrever a estrutura e propriedades da dentina, propiciando melhor desenvolvimento dos procedimentos restauradores.

Kanca III (1992), realizou estudo com sessenta molares humanos íntegros, que foram armazenados por duas semanas a 4°C . Cinquenta dentes foram incluídos com resina acrílica em anéis de aço inoxidável. Por meio de desgaste com lixas d'água, foram expostas quantidades suficientes de dentina sendo novamente colocadas em água a 4°C por 24 horas. Em seguida, armazenados à 37° C, para seqüência dos testes. Os dentes foram

então aleatoriamente divididos em 5 grupos de dez dentes. Nos dentes restantes, a preparação ficou limitada à superfície de esmalte. Foi avaliado o sistema adesivo All Etch/All Bond (Bisco) em dentina seca e úmida, assim como no controle em esmalte. A dentina úmida proporcionou uma força de adesão significativamente mais alta do que a dentina desidratada. O autor introduziu o conceito de dentina úmida à técnica de adesão afirmando ser esta, a principal condição para preservação da integridade micromorfológica das fibras colágenas; já que a acetona presente no *primer* irá buscar a água contida na dentina, levando junto o adesivo que vai ocupar as áreas desmineralizadas entre as fibras colágenas. Concluiu, então, que estes resultados são clinicamente relevantes, tendo em vista ser a dentina um tecido inerentemente úmido.

2.2 CONDICIONAMENTO ÁCIDO E ADESÃO AO ESMALTE E À DENTINA

BUONOCORE, em 1955, apresentou um método simples para aumentar a adesão da resina acrílica à superfície do esmalte. Verificou que a adesão de discos de resina acrílica à superfície do esmalte era maior quando este tecido dental era condicionado com ácido fosfórico a 85%, por 30 segundos, em relação as amostras que não recebiam nenhum tratamento ácido previamente à colocação da resina acrílica. O autor explicou que o fenômeno ocorreu em função do grande aumento da área superficial devido

à ação do ataque ácido, além do aumento da capacidade de umedecimento da superfície, permitindo assim, contato íntimo da resina acrílica com o esmalte.

Em 1956, BUONOCORE *et al.*, relataram propriedades de uma resina capaz de se unir à superfície da dentina humana. Eles utilizaram dentes humanos que foram incluídos em resina acrílica e desgastados até se obter uma área plana de dentina sobre a qual colocaram uma folha de alumínio, delimitando a área a ser avaliada. Esta área foi coberta com uma camada de resina com cerca de 1,0 a 1,5 mm de espessura e em seguida foi deixada polimerizar. A resistência de união da resina foi obtida, em Kgf/cm^2 , pela medida da força aplicada num ângulo reto sobre a superfície da dentina até a remoção da resina. Eles observaram que o adesivo de resina acrílica se uniu fortemente à superfície dentinária. A força de união pode ser praticamente duplicada pelo ataque ácido da dentina, antes da aplicação do adesivo resinoso. Esta união também mostrou ter boa resistência após imersão em água. Para a superfície dentinária sem tratamento, inicialmente, a união foi de 28 Kgf/cm^2 e reduziu para 15 Kgf/cm^2 após 3 meses de imersão em água. Já para as superfícies tratadas com condicionador ácido, a resistência de união inicial foi de 53 kgf/cm^2 e reduziu para 28 kgf/cm^2 após 5 meses de imersão em água. Os autores concluíram que é sugestivo que esta união seja devida a uma combinação química entre um dos constituintes do adesivo e a matéria orgânica da dentina e que o tempo de

imersão afeta adversamente a resistência de união.

GWINNETT & MATSUI, em 1967, verificaram através de microscopia eletrônica de transmissão e microscopia óptica, se havia uma relação física entre o esmalte condicionado e o adesivo dental. Para isto, utilizaram 32 dentes humanos dos grupos incisivos e caninos superiores que foram divididos em 8 grupos. Cada dente teve a superfície vestibular delimitada e condicionada com o líquido de um cimento de fosfato de zinco por 2 minutos, sendo após, lavada e seca. Foram aplicados em cada grupo, um dos oito adesivos de esmalte estudados e esperado polimerizar em seguida. As amostras de cada grupo foram então desmineralizadas com ácido clorídrico 0,1 N e preparadas para a observação em microscopia óptica e eletrônica. Os autores observaram que houve a formação de filamentos ("tags") na interface material-esmalte. A origem destes filamentos foi consequência da penetração do agente adesivo dentro das bordas ou prismas do esmalte descalcificado e posterior polimerização. Ainda, segundo os autores, esta penetração pode encapsular os cristais do esmalte e promover uma efetiva e permanente união mecânica, além de proteger o esmalte contra novas dissoluções.

FUSAYAMA *et al.*, em 1979, desenvolveram um equipamento e avaliaram as propriedades adesivas do Clearfil Bond, System-F, comparando-as com as das resinas Adaptic Total System e Concise Enamel Bond. As superfícies do esmalte e dentina de incisivos centrais superiores e

oclusal de molares humanos foram preparadas por desgaste até obter uma superfície plana. Os dentes foram armazenados em água e secos imediatamente antes do uso. As superfícies foram condicionadas com ácido fosfórico a 40%, por 60 segundos e, em seguida, lavadas e secas. A aplicação dos materiais sobre as superfícies preparadas seguiram as instruções do fabricante. A maioria das amostras foi imersa em água a 37°C, 10 minutos após a restauração e armazenada por uma semana, um mês e três meses, antes de ser submetida ao ensaio de tração. Os autores concluíram que a resina Clearfil produziu um aumento significativo na adesão com o esmalte e dentina sendo superior aos outros materiais estudados. Além disso, o condicionamento ácido sobre a superfície do esmalte e dentina aumentou consideravelmente a resistência de união, sendo que no esmalte a adesão aumentou gradualmente com o tempo, quando as amostras foram armazenadas em água.

RETIEF, em 1992, relatou, em um simpósio, algumas aplicações clínicas dos adesivos em esmalte. Ele afirmou que um tratamento superficial do esmalte com ácidos é necessário para oferecer uma melhora na adesão entre a resina restauradora e o esmalte. O condicionamento ácido do esmalte resulta em um significativo aumento na superfície da área disponível para a união e aumenta o umedecimento da região. Clinicamente, a aparência do esmalte condicionado é uma área esbranquiçada e fosca. Esta aparência indica que esmalte foi devidamente condicionado. Normalmente o

ácido fosfórico é o ácido de escolha, mas é possível que outros ácidos como o pirúvico e o maleico sejam muito usados no futuro. O autor diz ainda que há controvérsia sobre qual concentração seria a mais adequada para o ácido fosfórico. Quando concentrações acima de 27% são usadas, há a formação de um subproduto chamado monohidrato fosfato monocálcio, enquanto concentrações abaixo de 27% resultam na formação de diidrato fosfato dicálcio. O primeiro subproduto é muito solúvel e seria facilmente lavado em situações clínicas. Já o segundo é menos solúvel e se não for completamente removido após a lavagem, pode interferir na união da resina composta com o esmalte condicionado. Outro aspecto ressaltado pelo autor foi o fato de que o dente a ser restaurado, deveria estar isolado com um lençol de borracha para prevenir a contaminação com a saliva antes e após o condicionamento ácido do esmalte. Se a saliva contaminar o esmalte condicionado, novo condicionamento deverá ser realizado, apesar de alguns estudos verificarem que uma leve contaminação com saliva não afeta a resistência de união com o esmalte.

Em 1992, BARKMEIER & COOLEY, descreveram os resultados de um simpósio a respeito da evolução dos sistemas adesivos em estudos feitos em laboratório. De acordo com os autores, a união dos materiais resinosos sobre a superfície do esmalte condicionado com ácido está clinicamente demonstrada nos procedimentos preventivos, restauradores e ortodônticos. A união da resina sobre o esmalte dental condicionado tem mostrado

excelente evolução na resistência à união e virtual eliminação da microinfiltração marginal. No entanto, a união à dentina tem sido mais um desafio. A primeira geração dos sistemas adesivos a dentina não produziu alta resistência de união ou preveniu a microinfiltração marginal em estudos de laboratório. As novas gerações de sistemas adesivos, geralmente usam um condicionador de dentina para modificar ou remover a *smear layer* e uma subsequente aplicação do agente de união. Os novos sistemas adesivos têm mostrado resistência à união que se aproxima aos valores de união ao esmalte. A resistência de união tem melhorado com a evolução dos sistemas de união à dentina e a microinfiltração na margem de cimento-dentina tem reduzido significativamente. Os autores concluíram que embora os ensaios de laboratório dos sistemas adesivos proporcionem um mecanismo para separar e comparar sistemas desenvolvidos recentemente, procedimentos clínicos são essenciais para documentar o desempenho clínico por longo período.

VARGAS & SWIFT (1994), desenvolveram a proposta de um estudo para comparar e avaliar a adesão seca e adesão úmida em cavidades classe V restauradas com resinas compostas. Para tanto valeram-se de 25 terceiros molares humanos extraídos, os quais foram armazenados em solução de ti mol 0,2% após selecionados e limpos. Cavidades classe V retangulares (3mmX 2mm X 1.5mm) foram preparadas nas faces vestibular e lingual, utilizando alta rotação em refrigeração ar-água, e trocando as brocas carbide

245 a cada 15 cavidades. Estando metade da altura da cavidade em esmalte e metade em cimento-dentina a partir da junção cimento esmalte. Todos os preparos foram biseladas em 0.5mm em esmalte. Foram divididos em 5 grupos : Grupo1 - A cavidade foi atacada com acido fosfórico 37% por 15s, lavada com água por 15s e seca com ar comprimido por 10s. O adesivo Scotchbond Dual-Cure foi aplicado com pincel e o solvente evaporado usando ar; após o produto foi fotoativado por 10s com o fotopolimerizador Optilux401. Grupo 2 - As amostras foram condicionadas com ácido maleico 10% por 15s, lavadas por 15s e suavemente secas com ar comprimido por 10s. O Scotchbond Multi-purpose *primer* foi aplicado (5 camadas) e levemente seca por 6s. O Scotchbond Adesivo foi então aplicado, levemente afinado com ar e fotopolimerizado por 10s. Grupo 3 - Recebeu tratamento igual ao grupo 2, porém a superfície do dente estava visivelmente úmida antes do *primer* ser aplicado. Grupo 4 - Foi atacado com acido fosfórico 10% por 15s, lavado por 15s e seco por 10s; o *primer* do All-Bond 2 foi aplicado (5 camadas consecutivas) e então a superfície seca com ar por 6s. Após isto, o adesivo era aplicado, espalhado suavemente com ar comprimido e polimerizado por 20s. Grupo 5 - Recebeu tratamento igual ao grupo 4, porém a superfície estava visivelmente úmida antes de receber o *primer*. Todos os grupos, à medida que foram preparados e recebendo o agente adesivo eram então restaurados com 2 incrementos de resina composta de micropartículas Silux Plus cor universal. Cada uma delas era curada por 40s e após 30min da restauração foram polidas. Toda a superfície dos dentes foi coberta com

duas camadas de verniz para unha, com exceção de 1mm de estrutura ao redor de toda a restauração. Os espécimes foram armazenados por 7 dias, quando foram então termociclados entre 5° e 55° com banhos de 30s com 10s de intervalo por 300x. Foram então mergulhados em solução de nitrato de prata 50% por duas horas sendo após lavados por 5min em água destilada. Os espécimes após terem sido cortados no sentido vestibulo-lingual foram avaliados através de escores para verificar a penetração do nitrato de prata. Como resultado os autores encontraram que não houve infiltração no esmalte somente no grupo controle e no do All-Bond 2, que a infiltração está confinada na interface dente-restauração, porém em poucos espécimes. Concluíram então que os grupos com All-Bond 2 e Scotchbond multi-purpose apresentaram menor porém significativa infiltração que o grupo controle, entretanto não houve diferença estatística para infiltração pela técnica úmida ou seca para os materiais estudados.

VAN MEERBEEK *et al.* (1994), avaliaram comparativamente o resultado quanto ao desempenho clínico de cinco sistemas adesivos mais antigos: o Scotchbond (3M Co. Dental Products, MN), Gluma New Bond, Scotchbond 1(3M Co. Dental Products, MN), Tenure (Den-Mat) e Tripton (ICI Dental), com os resultados de quatro sistemas adesivos mais recentes como o da Bayer exp. 1 e 2, Clearfil Liner Bond System (Kuraray) e Scotchbond Multipurpose (3M Co., Dental Products). Dividiram a amostra (pré-molares) aleatoriamente em dois grupos, A e B. Para o grupo A, conforme

especificações da American Dental Association (ADA), o esmalte não foi condicionado nem biselado, enquanto que o esmalte do grupo B foi biselado. Os resultados clínicos demonstraram de forma definitiva a superioridade dos adesivos recentes sobre seus anteriores. Os sistemas adesivos que têm como mecanismo de ação a remoção da *smear layer* e condicionamento da dentina se mostraram mais eficientes do que os sistemas adesivos que apenas a modificavam de forma desordenada, sem removê-la completamente. Observaram a formação de camada híbrida com impregnação de resina na camada de colágeno dentinário exposto, mais os “*tags*” de resina no interior dos túbulos. Entenderam que, embora a hibridização seja muito necessária para garantir a união entre o agente adesivo e a dentina, ela não é suficiente por si só. Concluíram que a formação conjunta de uma superfície de união mais flexível (elástica) compensou a contração de polimerização do compósito e que a escolha de uma resina microparticulada para a etapa restauradora garantiu um resultado clínico mais efetivo e conseqüentemente mais compensador quanto à microinfiltração marginal.

STURDEVANT *et al.* (1995), afirmaram que o conceito atual de adesão poderia ser definido como: a) **adesão física**: envolve as forças de Van der Waals ou outras interações eletrostáticas e são relativamente fracas; b) **adesão química**: envolve interação química entre os átomos do aderente e aderido; c) **adesão micromecânica**: é produzida por retenção

micromecânica entre os materiais e a interface, que envolve cortes, ranhuras e/ou outras irregularidades. Consideraram que a adesão ao dente poderia ser conseguida por condicionamento ácido, desgaste ou corte, com conseqüente formação de *smear layer*. Em dentina, o condicionamento ácido produz dissolução da matriz cortada, criando adesão por retenção micromecânica. Explicaram que para uma efetiva adesão, o aderido e aderente devem estar limpos aumentando assim a capacidade de “umedecimento”. Informaram ainda, que a força de adesão dos agentes adesivos com a dentina depende do grau de umidade do substrato, da mistura de monômeros acrílicos sem carga, colocados nesta superfície previamente condicionada com ácido e impregnada com soluções conhecidas como *primers*. Como a adesão em dentina requer agentes adesivos hidrófilos, o ingrediente chave no *primer*, na maioria dos sistemas adesivos, é baseado em um monômero hidrofílico denominado 2-HEMA ou **HEMA** (2-hydroxyethyl methacrylate). É relativamente volátil e possui alta capacidade de umedecer a superfície dentinária, com propriedades hidrófilas e hidrófobas semelhantes ao 4-META e tende a provocar possível sensibilidade. Citaram que a força de adesão, com a utilização de *primers* hidrófilos, aumentava de 22 para 35 MPa. Explicaram que os *primers* nos adesivos dentinários tem como objetivo penetrar através da *smear layer* residual e dentina intertubular, ocupar os espaços vazios, antes preenchidos pelos cristais de hidroxiapatita e criar uma rede ao redor das fibras colágenas formando uma zona de interdifusão ou camada híbrida de

desempenho do produto seja alcançado.

PERDIGÃO *et al.* (1996), avaliaram a interface de seis sistemas adesivos dentinários *in vivo* e dois tipos de resinas compostas em pré-molares. Combinaram os sistemas adesivos com resinas compostas química e fotopolimerizáveis. Após o término das restaurações, os dentes foram extraídos, fixados e avaliados em microscopia eletrônica de varredura. Apesar de não serem observadas fendas em alguns espécimes, todos os sistemas avaliados exibiram ruptura entre a camada híbrida e o adesivo, além da presença de bolhas de ar e espessa camada de adesivo. Consideraram que ainda não foi confirmada a hipótese de que o uso de compósitos quimicamente ou fotopolimerizáveis diminuiriam a contração de polimerização das resinas compostas para evitar a formação de fendas. Afirmaram que a contração de polimerização das resinas compostas é a maior desvantagem em adesão dental.

GOES *et al.* (1997), em um estudo sobre os diferentes métodos de remoção do excesso de umidade da dentina, utilizaram 60 dentes molares humanos divididos aleatoriamente em 4 grupos, nos quais foi realizada a técnica adesiva baseada em condicionamento ácido total e adesão úmida, através do adesivo de frasco único One Step e ácido fosfórico a 32%. A dentina após condicionada e lavada por 15s, foi deixada úmida no grupo 1, através de leve fluxo de ar comprimido por 3s; no grupo 2, através da colocação de lenço de papel adjacente à área condicionada; no grupo 3 com

a colocação de um pincel “Brenda Brush” por 5s; no grupo 4 foi utilizada uma pequena bolinha de algodão hidrófilo. Todos os grupos após serem retirados o excesso de água da dentina, receberam uma camada de adesivo que foi deixado em repouso por 3s e então removido o excesso com 3s de leve jato de ar, aplicando-se então a segunda camada de adesivo, cujo excesso foi retirado com leve jato de ar por mais 3s, fotopolimerizado por 10s; recebendo após uma camada de resina composta Z 100 fopolimerizada por 40s. Os espécimes foram armazenados à temperatura ambiente por 24 horas e após foram termociclados entre 5° e 55° C por 500 ciclos, tendo sido então testados em máquina universal “Instron” para medir a força de adesão de cada um dos grupos. Os autores concluíram que o uso de algodão hidrófilo ou lenços de papel absorvente proporcionam forças maiores de adesão enquanto que 3s de secagem com leve jato de ar produz diminuição das forças de adesão.

VAN MEERBEEK *et al.* (1998), avaliaram o estágio atual da performance clínica dos adesivos. Afirmaram, que as restaurações adesivas têm maiores vantagens sobre as que não utilizam os métodos adesivos porque permitem a preservação dos tecidos sadios da estrutura dental como um todo, redução da microinfiltração na interface dente-restauração, reparos em restaurações deterioradas, restaurações onde a estética esteja comprometida. Afirmaram que estes sistemas são, atualmente, classificados de acordo com seu modo de aplicação clínica: A) adesivos que visam

UNICAMP

BIBLIOTECA CENTRAL

modificar a *smear layer* e incorporá-la no processo de adesão: Hytac OSB (ESPE), Pertac Universal Bond (ESPE), Prime & Bond 2.1 (Caulk), Solist (DMG), ProBOND (Caulk). B) adesivos que removem completamente a *smear layer* (técnica do condicionamento ácido total), cujo mecanismo é baseado principalmente no efeito combinado da hibridização com a formação de *tags* de resina. São aplicados em três passos consecutivos: AElitebond (Bisco), All-Bond 2 (Bisco), Dentastic (Pulpdent), Denthesive (Kulzer), PAAMA2 (SDI), OptiBond e OptiBond II (Kerr), Permagem (Ultradent), Scotchbond MultiPurpose e Scotchbond MultiPurpose Plus (3M), Tenure 5 (Den-Mat). Já os sistemas adesivos One-Step (Bisco), Fuji Bond LC (GC), Gluma 2000 (Bayer), Optibond Solo (kerr), Syntac Single-Component e Syntac Sprint (Vivadent), TenureQuik(Den-Mat), de acordo com as orientações do fabricante são aplicados em dois passos. C) adesivos que dissolvem e removem a *smear layer*: Clearfil Liner Bond2 (Kuraray), Coltène ART Bond (Coltène), Denthesive II (Heraeus Kulzer), E cth & Primer 3.0 (Degussa), Eccusit Primer-Mono (DGM) Imperva Bond e Imperva FL Bond (Sbofu), OptiBondi e OptiBond FL/ XR-Bond (Kerr), Scotchbond I ou Single Bond (3M). Consideraram como co-variáveis do meio bucal que afetam a performance dos sistemas adesivos: os fatores relacionados diretamente com os materiais, tamanho e forma da lesão, idade do paciente, umidade da dentina, conceito da adesão elástica, flexão do dente. A variabilidade do substrato a ser aderido tem maior impacto na efetividade dos sistemas adesivos. Esclareceram que, a adesão em esmalte é relativamente fácil e

segura, mas a adesão à dentina é mais difícil devido às diferenças de composição estrutural entre esmalte e dentina. Afirmaram que os adesivos recentes parecem ser menos sensíveis ao substrato e as variáveis clínicas. Enfatizaram que são esperados maiores progressos no desenvolvimento de materiais restauradores com menor ou sem contração de polimerização e com valores de expansão térmica próxima a dos tecidos dentais. Concluíram que apesar da alta performance clínica dos atuais adesivos, nenhum garante o perfeito selamento das restaurações.

2.3 Camada híbrida

NAKABAYASHI *et al.* (1982), realizaram um estudo *in vitro* em esmalte e dentina humana e bovina. Observaram que a adesão micromecânica podia ocorrer pela infiltração do monômero de resina na superfície dentinária. Quando este monômero se polimerizou, ele produziu uma camada de dentina reforçada por resina composta, colágeno da dentina, hidroxiapatita infiltrada e circundada pelo polímero a qual denominou de “camada híbrida”. A qualidade desta zona foi avaliada em microscopia eletrônica de varredura. Observaram que esta camada estava infiltrada e polimerizada de forma homogênea entre o substrato dentinário (subsuperfície) e o polímero; os monômeros com grupamentos hidrófilo e hidrófobo impregnados na dentina intertubular e intratubular. Concluíram que estes monômeros estabeleciam

um novo horizonte para os materiais utilizados em odontologia no conceito de biocompatibilidade.

NAKABAYASHI *et al.*(1991), verificaram em seu estudo, através da utilização de microscopia eletrônica de varredura, a formação da chamada “camada híbrida” em dentina e esmalte, utilizando adesivos contendo o 4-META (4-metacriloxietil trimelitado anidrido) em sua composição. Os exames microscópicos no esmalte revelaram um achado surpreendente, segundo os autores. De acordo com a teoria normalmente aceita da formação dos *tags*, o pré-tratamento do esmalte com ácido fosfórico cria retenções mecânicas pela dissolução do material interprismático. O adesivo penetra, então, nas microrretenções e cria uma união mecânica com o esmalte. Neste estudo, os autores observaram que além disso, há uma penetração do adesivo ao redor dos prismas, encapsulando-os. Uma análise química desta interface mostrou que os *tags* são formados puramente de resina e que no final dos *tags*, há a presença de uma delgada camada, onde a resina impregna o material interprismático, formando uma mistura de resina e esmalte. Eles chamaram esta zona de transição de “camada híbrida” em esmalte. Esta camada mostrou-se, ainda, muito resistente à dissolução ácida com o ácido clorídrico, e talvez, segundo os autores confere uma certa resistência à cárie. Já em dentina, o 4-META, inicialmente mostrou-se ineficaz, pois o ácido fosfórico utilizado como condicionador de esmalte e dentina, desnaturava o colágeno dentinário. Os autores resolveram então, neste

estudo, utilizar um pré-tratamento da dentina com a solução chamada 10-3 (ácido cítrico 10% e oxalato férrico 3%). Com isso, a resistência de união aumentou 200%. A formação de *tags* dentro dos túbulos dentinários foi idêntica, seja quando foi usado o ácido fosfórico ou a solução 10-3. Quando a solução 10-3 foi usada, notou-se a formação de uma zona intermediária formada por dentina e resina, chamada também de “camada híbrida”. Os autores concluem neste estudo que quando a hibridização ocorre, a resistência de união aumenta significativamente, seja em esmalte ou dentina. Além disso, forma-se um selamento da dentina e do esmalte, prevenindo a hipersensibilidade e cáries secundárias.

Em 1992, VAN MEERBEEK *et al.*, investigaram a interface entre o adesivo resinoso e a superfície dentinária pré-tratada com 25 sistemas adesivos comerciais. Este estudo foi baseado em observações de microscopia eletrônica de varredura (M.E.V.) e categorizou os sistemas adesivos morfológicamente e esclareceu seu mecanismo de adesão. Eles utilizaram terceiros molares humanos que tiveram suas raízes seccionadas e a superfície oclusal desgastada com lixas de granulação 600 até se obter uma área plana de dentina. As superfícies das amostras foram tratadas em seguida com todos os sistemas adesivos estudados de acordo com as orientações do fabricante. Em seguida foram incluídas em resina epóxica e cortadas perpendicularmente na área tratada. As superfícies obtidas foram então polidas com lixas de granulação 600 e preparadas para a observação

em M.E.V. Pelas amostras observadas, os autores classificaram os sistemas adesivos em três grupos. No primeiro grupo de produtos, houve a remoção da camada de *smear layer* e a formação de uma camada híbrida de resina dentro da dentina. No segundo grupo de produtos, notou-se a preservação ou modificação da camada de *smear layer*. Os túbulos dentinários foram obliterados com *plugs* formado de partículas globulares de *smear layer*, envolvida pelos monômeros hidrofílicos dos adesivos, os quais têm afinidade por componentes orgânicos e inorgânicos da dentina. No terceiro grupo de produtos, a camada de *smear layer* foi parcialmente dissolvida, criando uma fina camada de dentina impregnada por resina ou por *plugs* de *smear layer*. Os autores concluíram ressaltando que neste estudo ficou claro que a aplicação dos mais recentes sistemas adesivos induzem a mudanças estruturais na morfologia da superfície dentinária, criando uma interface retentiva chamada de “camada híbrida”. Esta zona de interdifusão oferece locais para a copolimerização com a resina composta e, conseqüentemente, promove uma proteção em potencial para o tecido pulpar.

GWINNETT & KANCA em 1992, realizaram um estudo para verificar se havia uma relação entre resistência de união ao cisalhamento sobre a dentina e a criação de uma camada híbrida, que representaria a difusão da resina dentro deste substrato. Para isto, utilizaram 4 sistemas de união à dentina: 2 que preservavam e/ou modificavam a *smear layer* (Prisma

Universal Bond 3 e XR Bonding) e dois que removiam a *smear layer* (All Bond e Tenure). Também utilizaram 4 marcas comerciais de resina composta, indicada pelo fabricante para o respectivo adesivo: APH, Herculite, P-50 e Marathon. Empregaram 90 dentes molares humanos, divididos em 9 grupos, sendo 7 grupos (1-7) para o ensaio em dentina e 2 grupos (8 e 9) em esmalte. Os dentes foram incluídos em gesso pedra e desgastados com uma lixa de papel de carvão de silício de granulação 320 até se obter uma superfície plana de esmalte ou dentina (1 mm do limite amelo-dentinário). Em seguida foi delimitada uma área a ser tratada de 0,178 cm² com uma fita adesiva contendo um orifício central. Nos grupos 1 e 2 foram utilizados os sistemas adesivos All Bond e Tenure, seguindo as instruções do fabricante. Os grupos 3 e 4 foram similares aos grupos 1 e 2, mas os condicionadores ácidos foram descartados. No grupo 5, o material All Bond foi aplicado sobre a dentina umedecida com um algodão. Nos grupos 6 e 7 foram aplicados respectivamente os sistemas adesivos P.U.B.3 e XR Bonding de acordo com as instruções do fabricante. Já para os grupos 8 e 9 (esmalte) somente os materiais All Bond e P.U.B.3 foram utilizados. Após o tratamento superficial do esmalte ou dentina, foram confeccionados cilindros da resina composta correspondente ao adesivo que foram polimerizados em camadas de 1 mm com o aparelho Maxilite (Dentsply). As amostras foram então armazenadas em um banho d'água a 37°C por 24 horas, até serem levadas à máquina de ensaio universal (Instron, modelo 1123) a uma velocidade de 5 mm/min. Paralelamente, foram realizadas

observações da superfície fraturada com o auxílio de microscopia eletrônica de varredura. Os resultados obtidos foram analisados usando o método ANOVA e o teste T Students, e indicaram que os materiais que removem a *smear layer* (All Bond e Tenure) foram superiores estatisticamente ($p < 0,05$) aos materiais que preservaram e/ou removeram a *smear layer* (P.U.B.3 e XR Bonding). Em esmalte não houve diferença estatística entre os grupos 8 e 9 (All Bond e P.U.B.3). Nos grupos 3 e 4 (All Bond e Tenure sem o condicionador ácido), a resistência de união ao cisalhamento foi estatisticamente inferior àquela obtida com os grupos 1 e 2 (com o condicionador ácido). Já no grupo 5 (All Bond), cujas amostras tiveram a superfície dentinária umedecida, os valores foram estatisticamente superiores aos demais grupos, devido à natureza hidrofílica dos componentes do produto, o que levou à penetração deste material no interior da dentina, propiciando a ocorrência de falha coesiva na dentina. Para os grupos do All Bond e Tenure que seguiram as recomendações do fabricante, a falha foi adesiva na interface resina-dentina, mas as irregularidades na dentina sugeriram que a falha fosse coesiva. Já para os demais grupos em dentina, a falha sempre foi adesiva na interface resina-dentina, indicando nenhuma interação do adesivo com o interior da dentina. Com isso, concluíram que a remoção da *smear layer* é essencial para a difusão do adesivo no interior da dentina, principalmente se ela estiver úmida.

SILVA *et al.* (1998), avaliaram *in vitro* os aspectos qualitativos da

formação de camada híbrida e da microinfiltração de quatro adesivos: SingleBond (3M Co. Dental Products), Scotchbond Multipurpose Plus (3M Co.), Prime & Bond2.0 (Caulk/Dentsply) e MultiBond Alpha (Kerr). Dos quarenta molares permanentes, vinte foram divididos em quatro grupos. Após receberem o tratamento adesivo conforme instruções do fabricante, fixação do corpo de resina composta e armazenagem de trinta dias em solução fisiológica a 37°C, foram submetidos ao teste de cisalhamento e microscopia eletrônica de varredura. Os outros vinte dentes receberam dois preparos cavitários do tipo classe V, por vestibular, lingual ou palatina, na junção esmalte-dentina, procedimentos adesivos e restaurações com resina composta TPH Spectrum. Após isolamento, a amostra foi imersa em Rodamina B por um período de 24 horas e avaliados quanto ao grau de infiltração marginal. Concluíram que todos os adesivos dentinários formaram camada híbrida e mostraram eficiência nos testes de cisalhamento na seguinte ordem: Single Bond, Prime & Bond2, Scotchbond MP Plus. O adesivo MultiBond Alpha obteve valores mais altos com a interposição de uma camada de resina composta. Quanto à microinfiltração marginal o melhor resultado foi do Scotchbond Multipurpose Plus, Single Bond, Prime & Bond2 e MultiBond Alpha. Todos os espécimes apresentaram falhas adesivas e coesivas.

2.4 MICROINFILTRAÇÃO E MATERIAIS RESTAURADORES

PASHLEY (1990), afirmou que a maioria dos materiais restauradores permitem a microinfiltração de bactérias e suas toxinas provenientes do fluido bucal atingindo dentina e polpa. Enfatizou a necessidade do conhecimento das características da permeabilidade dentinária e de outras variáveis como: localização, diâmetro e número dos túbulos por unidades de área, presença ou não de *smear layer* em dentina e sua influência na escolha dos materiais restauradores adesivos, para melhor compreensão das conseqüências em clínica da microinfiltração. Ressaltou também, que a dentina quanto mais espessa menos permeável é e que na área de cornos pulpaes, paredes axiais, se apresenta mais permeável. Concluiu que a dentina coronária é mais permeável que a dentina radicular, que existe um equilíbrio entre o grau de difusão dos produtos bacterianos que penetram na dentina provenientes de microinfiltração e o grau que eles podem ser removidos pela circulação pulpar. Salientou que os estudos sobre microinfiltração *in vitro* devem ser considerados como a colocação máxima da quantidade de infiltração, que pode ou não ocorrer *in vivo*. Afirmou que, se o material colocado *in vitro* não exibiu microinfiltração, existe uma grande possibilidade de sucesso clínico.

Em 1992, COX, realizou uma revisão na literatura de 344 artigos que empregavam o termo microinfiltração desde 1966 até 1992. Enfatizou que a

Odontologia reconhecia a microinfiltração como um fenômeno multifacial biológico. Esclareceu também, que a dentina vitalizada é uma extensão pulpar, constituindo-se como a primeira linha de defesa contra as conseqüências da microinfiltração. Ressaltou também, que recentes dados mostraram a capacidade inerente de defesa e regeneração biológica da polpa na presença de vários materiais dentários, mas somente na ausência de bactérias. Demonstrou que a saúde pulpar e dentinária aumentavam quando recebiam apropriado selamento biológico, com controle e prevenção da infiltração. Segundo este autor, a primeira citação do termo microinfiltração foi provavelmente apresentado por Kidd, em 1966, onde esta autora afirmou que microinfiltração é a passagem clinicamente não detectável de bactérias e suas toxinas, fluidos, moléculas ou íons entre a parede cavitária e o material restaurador aplicado à ela. Esclareceu que dentre os vários métodos quantitativos desenvolvidos para avaliar a microinfiltração *in vitro*, ao redor de restaurações dentais, o primeiro e mais popular, foi a solução de nitrato de prata. Com relação à localização de ocorrência de maior infiltração marginal, enfatizou que esta é maior ao longo da margem cavosuperficial-gengival do que na margem cavosuperficial-oclusal. Citou ainda, serem os estudos de BRÄNNSTRÖM e NYBORG os primeiros a relacionarem microinfiltração à presença de bactérias nas paredes axiais das cavidades sob materiais restauradores. Concluiu, enfatizando a necessidade de serem exploradas novas tecnologias para interromper o progresso de cáries e prevenir o aparecimento de cáries

recorrentes.

FULL & HOLLANDER (1993), realizaram uma revisão na literatura sobre resinas compostas. Dentre os diversos tópicos abordados, ressaltaram que após a introdução do condicionamento ácido na estrutura dentária, a utilização de resinas compostas em preparos cavitários classe II em dentes posteriores e em esmalte foi enfatizada, porque além de aumentar a área de superfície também proporcionava preparos mais conservadores. Quanto à contração de polimerização apresentada pelas resinas compostas, relataram baseados na literatura consultada, que as técnicas de inserção influenciavam de maneira significativa no estresse de contração de polimerização das resinas compostas e que nenhuma das técnicas avaliadas: em um único incremento, técnica incremental gengivo-oclusal e técnica incremental buco-lingual permitiu perfeito selamento das margens e os indesejáveis efeitos da microinfiltração marginal. Quanto aos agentes adesivos utilizados em esmalte e dentina, afirmaram que estes reduziram o grau de microinfiltração marginal em esmalte. A redução de infiltração marginal em dentina foi observada com a introdução dos adesivos de terceira geração que permitiam a penetração da resina adesiva no interior dos túbulos dentinários. Afirmaram que modificações no preparo cavitário e técnicas de inserção do material restaurador com resina composta poderiam auxiliar a diminuir a microinfiltração e aumentar a longevidade da restauração.

COX (1994), exibiu dados que demonstravam a existência de uma correlação com a resposta pulpar e materiais biocompatíveis, quando o objetivo era prevenir microinfiltração. Enfatizou que ao considerar a dentina um tecido vital, o profissional deveria entendê-la como uma extensão pulpar e como a primeira barreira de defesa frente à microinfiltração e que a percolação marginal é um fenômeno biológico com importantes e severas implicações clínicas. Devido ao movimento hidrodinâmico dos fluidos dentro do complexo tubular dentinário, um efetivo componente clínico deveria ser sempre considerado: a possibilidade da hipersensibilidade pós-operatória dentinária. A efetiva resposta do complexo dentina-polpa ao processo da doença cárie é a deposição de dentina esclerosada ou reparativa. A natureza porosa, permeável e hidrodinâmica da dentina permite na interface dente-restauração a proliferação e conseqüente migração das bactérias no preparo cavitário resultando em cáries recorrentes e inflamação pulpar. Concluiu ser necessário providenciar hermético selamento no substrato dentinário que recebeu preparo cavitário, prevenindo hipersensibilidade dentinária e inflamação pulpar.

MAGNUM Jr. *et al.* (1994), estudaram a relação entre a microinfiltração de restaurações classe V realizadas pela técnica incremental ou através da técnica de matriz compressível, já que a mesma é um dos fatores que pode reduzir a longevidade de uma restauração, resultando então na confecção de uma nova restauração com conseqüente redução da estrutura dentária.

Valeram-se para este estudo de 60 molares humanos hígidos. Em 30 deles foram confeccionadas cavidades do tipo erosão /abrasão, nos restantes cavidades classe V clássicas com o limite oclusal em esmalte (biselado na classe V) e o inferior em cimento-dentina. Foram restaurados com Herculite XR e XR *Primer* e XR Bond (Kerr Mfg., Romulus, MI), sendo que metade com incremento único comprimido por uma matriz e fotopolimerizado por 40s, e a outra metade com 3 incrementos cada um deles, fotoativado por 40s. As restaurações foram então polidas, e todos dentes selados com duas camadas de esmalte para unha com exceção de 1 mm ao redor das mesmas. Após, foram termocicladas 50 X entre 5 e 50° com banhos de 20s, e banhos intermediários de 20s a 35° Celsius, quando então foram colocados por 60h em solução de nitrato de prata a 50%. Após lavados em água destilada, expostos à luz fluorescente e à luz intensa por 5 min. Todos os dentes foram limpos e seccionados longitudinalmente e examinados sob microscopia para a obtenção de um escore das infiltrações do corante. Os autores obtiveram como resultado: a penetração do corante nas margens em esmalte foram insignificantes para ambos os grupos, que 9 das 30 restaurações classe V, e 12 das tipo erosão/abrasão não apresentaram microinfiltração na margem gengival; que o uso da matriz compressível e incremento único resultou em menor número de espécimes infiltrados, além de menor profundidade de infiltração nas margem cervical (sem esmalte) do preparo, quando comparado à técnica incremental. Concluíram então que o uso de matriz compressiva e incremento único é mais fácil de realizar, poupa

tempo e reduz a infiltração marginal em ambos os tipos de restaurações cervicais, podendo esta redução ser pelo fato de a resina estar sob pressão durante sua cura, diminuindo, assim a contração de polimerização.

DERHAMI *et al.* (1995), avaliaram dois sistemas adesivos, Superbond D-Liner System (Kuraray Co., Ltd.) e Clearfil Liner Bond System (Kuraray Co., Ltd.), quanto ao grau de microinfiltração em cavidades classe II, com limites marginais cervicais um milímetro além da junção amelocementária. Na linha do ângulo axiopulpar foi realizado um sulco para reduzir a infiltração marginal associada ao preparo cavitário e resina composta com o objetivo de minimizar a contração de polimerização. A amostra de sessenta pré-molares, após preparos cavitários, foi aleatoriamente dividida em quatro grupos. O grupo A foi tratado pela técnica do condicionamento total com ácido cítrico à 10% (10-3) por 30s e após lavagem de 10s, o esmalte e a dentina foram tratados com o sistema *primer* e adesivo Superbond D-Liner, conforme determinação do fabricante. As restaurações foram feitas com resina composta fotopolimerizável Palfique (Tokuyama Soda Co.), igual para todos os quatro grupos (técnica de três incrementos). O grupo B recebeu o condicionamento total com ácido cítrico à 10% (10-3) por 40s. Após o tratamento com o sistema *primer* e adesivo Clearfil Liner Bond conforme prescrição do fabricante, recebeu tratamento restaurador. O grupo C recebeu EDTA à 0,2% como tratamento dentinário por 25s e ao nível do esmalte foi tratado com ácido fosfórico à 36% por 30s e, aplicação apenas

do adesivo do sistema Superbond D-Liner e procedimento restaurador. O grupo D recebeu igual tratamento do grupo anterior em esmalte e dentina. A aplicação do sistema adesivo sistema Clearfil Liner Bond foi realizado sem a aplicação prévia do *primer*. Recebeu igual procedimento restaurador como nos grupos anteriores. Os resultados obtidos mostraram que, em nenhum dos quatro grupos o corante se estendeu além do sulco de retenção realizado na linha do ângulo axiopulpar. A microscopia eletrônica de varredura revelou que os túbulos dentinários estavam abertos nos grupos tratados com ácido cítrico mas o grupo B exibiu granulações na superfície dentinária. A superfície dentinária tratada com EDTA 0,2% exibiu dentina moderadamente intacta com debris e no geral os orifícios dos túbulos estavam com *plugs*. A amostra neste estudo não foi submetida à tratamento térmico. Concluíram que todas as formas de tratamentos mostraram resultados similares e que nenhum pode impedir completamente a microinfiltração na margem cervical ao nível da junção amelocementária.

VAN MEERBEECK *et al.* (1996), afirmaram que as restaurações adesivas possuíam inúmeras vantagens sobre os métodos tradicionais ou não adesivos. Afirmaram que a adesão não permite a remoção de tecido sadio do dente, retém e estabiliza a restauração, reduz a microinfiltração nas interfaces dente-restauração garantindo a sua longevidade, transmite e distribui melhor os estresses na interface adesivo-dente. E têm o potencial de reforçar as estruturas dentárias fragilizadas, restabelecendo função e

aparência perdidas. Afirmaram que a etapa essencial que aumenta a capacidade adesiva dos atuais sistemas adesivos e garante sua efetividade clínica é o pré-tratamento da dentina com condicionadores e/ou *primers*, os quais tornarão a dentina naturalmente hidrófila e mais receptiva à adesão. Esclareceram que os condicionadores promovem uma alteração química na superfície dentinária através de ácidos ou agentes queladores (EDTA) de cálcio. Com o objetivo de simultaneamente removerem a *smear layer*, desmineralizam a superfície dentinária, expondo as fibras colágenas, aumentando em microporosidade a dentina intertubular. Os ácidos mais agressivos provocam efeitos em diferentes graus de profundidade dentinária. Os *primers* que contém monômeros hidrófilos dissolvidos em solventes orgânicos como a acetona ou etanol, devido a suas características voláteis podem deslocar a água da superfície dentinária e da rede de fibrilas colágenas promovendo a infiltração dos monômeros através dos nanoespaços da rede exposta de colágeno. Estes *primers* contém monômeros que possuem características hidrófobas para copolimerizarem com a resina e características hidrófilas com afinidades com as fibras colágenas. O objetivo principal desta etapa é transformar a superfície dentinária, de um certo modo, em hidrófoba e mais porosa para permitir o umedecimento e penetração eficiente da resina na rede de colágeno. O HEMA (2-hydroxyethyl methacrylate), devido as suas excelentes características de umedecimento, é essencial para uma adesão efetiva e reage também com o cálcio. Além do HEMA, os *primers* contém outros

monômeros como: NTG-GMA (N-Tolyglycine glycidyl methacrylate), PMDM (Pyromellitic acid diethylmethacrylate), BPDM (Biphenyl dimethacrylate), PEG-DMA (Polyethylene glycol dimethacrylate) e PENTA (Dipentaerythritol penta acrylate. monophosphate). Além disso, os *primers* podem induzir a desnaturação de proteínas do fluido dentinário, diminuir a permeabilidade pulpar e o fluxo pulpar externo reduzindo os sintomas clínicos de hipersensibilidade. Os agentes dentinários consistem em: monômeros hidrofóbicos, Bis-GMA (Bisfenol glycidyl methacrylate) e UDMA (Uhrethane dimetacrylate); monômeros hidrofílicos, TEG-DMA (Triethylene glycol-glycidyl methacrylate) que é um regulador de viscosidade e o HEMA um agente umidificante. O objetivo dos adesivos é criar a camada híbrida formando prolongamentos de resina no interior dos túbulos. Esclareceram também, que um inovador conceito de relaxar a contração de polimerização pela compensação elástica está sendo adotado por diversos dos atuais sistemas adesivos. Afirmaram que há um selamento hermético quando se observa na camada híbrida, *tags* vedando os túbulos firmemente.

YAP *et al.*(1996), compararam a efetividade do Scotchbond Multi-Purpose - SBMP (3M Co. Dental Products) e o Gluma System Adhesive (GLUMA Columbus Dental) em prevenirem microinfiltração, influência da armazenagem, modelos de ciclagem térmica e mecânica. Os espécimes, onde não utilizaram ciclagem térmica, apresentaram menor grau de microinfiltração, tanto em oclusal quanto nas margens cervical, em nível de

esmalte-cimento. Entretanto, onde utilizaram Scotchbond MultiPurpose e ciclagem térmica encontraram menor infiltração nas margens oclusais do que nas margens cervicais. Com o método de avaliação de ciclagem mecânica não encontraram diferenças significativas em ambas as margens. Mas, na armazenagem de três meses com tratamento combinados, a infiltração marginal foi menor nas margens oclusais. Concluíram que apesar dos esforços, o selamento marginal ainda não é efetivo no limite cimento-dentina.

DAVIDSON & FEILZER (1997), realizaram uma revisão de diversas publicações científicas, consideradas pertinentes sobre as alterações dimensionais desenvolvidas durante a polimerização de resinas compostas e cimentos de ionômero de vidro, com especial referência aos métodos que determinam a contração, tensão ou estresse de contração, alívio do estresse e efeitos clínicos da contração de polimerização dos materiais adesivos restauradores. Nesta revisão, afirmaram que a perfeita adaptação deve ser obtida durante a restauração, e mantida durante os ciclos mecânicos e térmicos exercendo a função. Porém, materiais como cimentos de ionômero de vidro e resinas compostas não preenchem plenamente estes requisitos. Explicaram, que inicialmente a estabilidade dimensional dos materiais é comprometida pela reação de polimerização da fase matriz, onde a conversão das moléculas do monômero em rede de polímero é acompanhada pela contração dos espaços entre as moléculas, o qual

precede a contração de “bulk” ou volume. A redução de volume é usualmente denominada como contração de polimerização e, embora inevitável, deve ser dirigida para as paredes das cavidades podendo desta maneira aumentar a adesão e prevenir microinfiltração marginal. Alertaram que, mesmo quando a contração de polimerização é prevenida, forças contráteis são produzidas no material que colocam tensão no dente restaurado arriscando a qualidade da adesão. Concordaram, que embora a contração de polimerização seja a causa, o estresse de contração de polimerização deve ser visto como um mecanismo, que é totalmente responsável, pelos problemas encontrados com materiais adesivos na clínica odontológica. Para eles, a magnitude da tensão de contração, não é dependente somente da aquiescência do substrato em volta, mas também, das propriedades visco-elásticas do material. Enfatizaram que o alívio do estresse poderia ser obtido de várias maneiras, entre elas a utilização de bases de cimentos de ionômero de vidro na técnica do sanduíche, habilidade do material restaurador contrair livremente na interface adesiva; o fenômeno da sorção de água pelas resinas compostas. Concluíram então, que ainda não existem métodos para o manejo dos materiais adesivos restauradores que previnam contra a microinfiltração e que os profissionais devem aceitar o problema da inerente contração do material e do efeito danoso do estresse da contração de polimerização. Recomendaram que somente a compreensão do mecanismo que causa estes problemas e avaliações das diferentes técnicas, podem reduzir estes efeitos para que o profissional obtenha o

máximo benefício dos cimentos de ionômero de vidro e resinas compostas em Dentística Restauradora.

SWIFT & BAYNE (1997), avaliaram a força de cisalhamento do adesivo monocomponente 3M Single Bond (3M Co.Dental Products), com outros dois adesivos monocomponentes, Prime & Bond 2.0 (Dentsply) e One-Step (Bisco), juntamente com o sistema adesivo convencional Scotchbond Multi-Purpose Plus (3M Co. Dental Products) em superfície dentinária de dentes bovinos. Os quatro sistemas adesivos foram avaliados sob três tipos de superfície úmidas, (úmida, molhada e excessivamente molhada). Obtiveram os seguintes resultados, para a média da força de cisalhamento para dentina úmida, molhada e muito molhada respectivamente: Single Bond - 19,2, 23,2 e 20,3 MPa ; *Primer* & Bond - 20,3, 20,6, e 22,4 MPa ; One Step - 20,5, 13,7, e 13,3 MPa, e Scotchbond M.P., 23,1, 25,3, e 23,3 MPa. Escolheram o sistema adesivo convencional ScotchBond Multi-Purpose Plus, como controle, por duas razões igualmente importantes: sua adesão é quase a mesma nas três condições de umidade do substrato dentinário e, porque existe uma extensa literatura a respeito de sua performance. Esclareceram que as diferentes forças de adesão apresentadas pelos sistemas adesivos estudados, são geralmente criados pela sensibilidade da técnica destes materiais em dentina úmida e pela manipulação de diferentes investigadores. Concluíram que as condições de umidade não afetaram significativamente o sistema adesivo Single Bond

(3M); o mesmo acontecendo com o adesivo de frasco único One Step (Bisco).

YAP *et al.* (1998), estudaram a influência do tempo de acabamento na capacidade de selamento marginal de quatro novos adesivos para esmalte e dentina, sendo eles : Scotchbond Multi-Purpose, Fugli Bond LC, Prime Bond 2.0 e Bisco One-Step. Foram realizadas cavidades classe V (3mmX2mmX2mm) na face lingual de molares recém extraídos em dentina ou esmalte, divididas em quatro grupos de 24 dentes e após receberem o adesivo correspondente ao seu grupo eram então restaurados com a resina composta Silux Plus, sendo todos os materiais manipulados de acordo com a técnica recomendada. Cada grupo formado por uma marca comercial de adesivo (dois deles adesivos de frasco único, uma resina modificada com ionômero de vidro e um adesivo de dois passos) foi então dividido em dois grupos, um deles foi polido imediatamente após a restauração usando-se pontas diamantadas em alta rotação ficando então armazenados em solução salina isotônica por uma semana a 37°. Da mesma forma, o outro grupo que foi polido somente após esta armazenagem de uma semana. Os espécimes foram então termociclados por 500 ciclos entre 5° e 65° por 2s com banhos intermediários de 10s a 34°. Todos os espécimes foram selados com esmalte para unha com exceção de 1,5 mm ao redor da restauração. Foram então mergulhados em solução de fucsina 0,5% por 24hs a 37°. Todos os espécimes foram avaliados mediante um escore, pré-determinado, por um

único avaliador sendo que foram codificados para que houvesse uma standardização. Após a análise estatística pelo teste de KRUSKAL-WALLIS os autores observaram que quando as margens estavam em esmalte não houve significância estatística entre os quatro grupos quando polidos imediatamente após a polimerização, Entretanto, quando estas estavam em dentina os espécimes que utilizaram o Fuji Bond LC tiveram menos infiltração que os outros grupos. Nos espécimes polidos somente após uma semana não houve significância estatística entre os grupos também quando as margens estavam em dentina, entretanto puderam observar diferenças nos níveis de infiltração entre cada um dos materiais e grupos estudados. Concluíram, então, que os resultados sugerem que adesivos de duplo passo, passo único, ou resina modificada com ionômero de vidro podem ser polidos imediatamente após a fotopolimerização; que atrasar o polimento não melhora e pode prejudicar o selamento marginal, e que o selamento depende muito do adesivo e do tecido específico.

BAYNE *et al.* (1998), estudaram o que eles chamaram de primeira geração de resinas *flow* com objetivo de coletar informações sobre o comportamento mecânico das mesmas avaliando : desgaste, força de compressão, força de tração, resistência à flexão, rigidez, resistência ao desgaste. As mesmas propriedades mecânicas foram determinadas em duas resinas híbridas, para comparar e melhor sugerir as aplicações clínicas das resinas *flow*. Os testes realizados avaliaram as propriedades mecânicas de

oito compósitos *flow* e dois compósitos híbridos (Prodigy /Kerr, Z100/3M), utilizando padrões ISO de testes (ISO 4049, ISO/DIS 6872). Foram também medidos a profundidade de polimerização e o conteúdo de carga dos materiais para comparar com as especificações dos fabricantes. Todas as amostras foram fotopolimerizadas com fotopolimerizador Optilux 401 (Demetron) por 40s. Após a realização de todos os testes já mencionados os autores conseguiram os seguintes resultados: quase todos os materiais tiveram profundidade de polimerização de cerca de 6mm, com a cor A2. As resinas Revolution (Kerr) e Flow-it (Jeneric/Pentron) tiveram a mesma profundidade de cura das resinas híbridas. As concentrações de carga estavam dentro dos 5% dos valores preconizados pelos fabricantes. A porcentagem do conteúdo de carga para a maioria dos materiais variou de 20 a 25% menor que o grupo controle. A resina Flow-it teve um conteúdo de carga relativamente mais alto se comparado com as outras resinas *flow*. Os resultados de escoamento (fluidez) comprovaram que nem todos os compósitos *flow* apresentam melhor escoamento que os compósitos tradicionais. O desgaste à abrasão não revelou diferenças relevantes entre compósitos *flow* e compósitos tradicionais, sendo todos os valores de desgaste relativamente baixos. De um modo geral, as propriedades mecânicas (resistência à compressão/tensão, resistência flexural biaxial, resistência flexural biaxial ao corte e dureza) dos compósitos *flow* foram significativamente menores ($p < .0,5$) do que àquelas dos compósitos híbridos. As exceções foram a Flow-it, True-look e Versaflo, que foram idênticas ao

controle quanto a resistência à compressão. A Flow-it e a True-look foram iguais ao controle quanto a resistência à tensão (tração). Diante dos resultados os autores fizeram algumas considerações, entre elas a de que é de comum acordo que os compósitos *flow* apresentam baixa viscosidade, principalmente por possuir menor quantidade de carga. Por isso, contraem mais e proporcionam maior estresse aos agentes adesivos durante sua presa, se comparados aos compósitos híbridos. Entretanto, a diminuição na sua rigidez (dureza) pode significar a capacidade em absorver energia, de modo a evitar falhas na interface, causadas por oscilação cíclica.

Concluíram então os autores que a primeira geração de resinas *flow* não foi tão robusta como as resinas convencionais, em qualquer teste mecânico, entretanto, alguns sistemas demonstraram excelente fluidez (escoamento) se comparados aos compósitos tradicionais, e que os profissionais devem limitar o uso destes materiais em aplicações que proporcionem um melhor escoamento, e que não estejam relacionadas com áreas de grande estresse.

FILTEK Z250, RESTAURADOR UNIVERSAL da 3M Co. Dental Products (1999), é um restaurador universal para dentes anteriores e posteriores, fotopolimerizável, radiopaco com qualidade estética. A união à estrutura dental é feita usando-se um sistema adesivo dental semelhante ao 3M Single Bond ou 3M Scotchbond Multi-Usado. O material é aplicado em camadas e polimerizado na cavidade, sendo a polimerização máxima obtida para incrementos de 2,5 mm de

espessura com um tempo de polimerização de 20s com intensidade de luz de 400mW/cm². A carga inorgânica deste novo produto é constituída basicamente de partículas sintéticas arredondadas de zircônio/sílica, com distribuição de tamanho que varia entre 0,01 e 3,5 micrometros, com tamanho médio de partículas de 0,6 micrometros. O novo sistema resinoso do material do 3M FILTEK Z250 é constituído por 3 componentes principais. Neste novo produto, grande parte do monômero TEGDMA foi substituído por uma mistura de UDMA (uretano dimetacrilato) e bis-EMA (6) (Bisfenol A – polietileno glicol dieter dimetacrilato). Os dois monômeros são de alto peso molecular e conseqüentemente têm poucas duplas ligações por unidade de peso. Os materiais de alto peso molecular também alteram a mensuração da viscosidade sendo que este material possui viscosidade de 350000 poise. Este alto peso molecular resulta em menor contração de polimerização, maior tempo de vida útil e uma matriz orgânica mais maleável. São também mais hidrófobas ficando menos sensíveis às alterações da umidade atmosférica. Segundo o fabricante, o material teve uma redução de 18% na sua contração de polimerização em relação ao seu predecessor Z100.

2.5 CONTRAÇÃO DE POLIMERIZAÇÃO

Em 1984, DAVIDSON & DE GEE, investigaram o escoamento de duas resinas compostas durante o estágio mais precoce da presa, ou seja, a fase em que a maior parte da contração ocorre. Relataram que o material que

contraí sob condições de restrição, no caso de adesão à parede cavitária, pode deslocar-se ou perder sua união com a estrutura dental. O resultado disto são margens fraturadas ou restaurações perdidas. Portanto, se a polimerização ocorrer gradualmente, o material poderá liberar os esforços gerados na contração, sem prejudicar a estrutura e as uniões adesivas. Neste estudo foram usadas duas resinas compostas ativadas quimicamente misturadas seguindo as instruções dos fabricante a $24^{\circ}\text{C} \pm 10^{\circ}\text{C}$. A contração de polimerização volumétrica livre foi medida com um dilatômetro modificado como descrito por De Gee et al. A fim de estudar o escoamento no momento da geleificação, um molde especial em formato de haltere foi utilizado. Este foi conectado a um tensilômetro que registrou os esforços gerados na contração desde o início da geleificação até 45 min. Foi permitido que os materiais se contraíssem sob duas condições: restrita ou não restrita. Os autores conceituaram contração rígida como sendo aquela que ocorre no momento da geleificação. A contração que acontece antes do momento da geleificação não tem relevância clínica. Já a contração rígida tem recebido muita atenção na Odontologia e é freqüentemente apontada como a causa de defeitos marginais. Pode-se concluir que a contração ocorrida tanto em um meio restritivo, quanto em um meio não restritivo não foi compensada pelo escoamento do material.

DAVIDSON *et al.* (1984), estudaram a influência dos estresses da contração de polimerização, desenvolvidos durante a polimerização de

resinas compostas aplicadas com a técnica adesiva, sendo elas química e fotoativadas. Para ambos os tipos de resinas foram realizados testes em modelos lineares e com três dimensões. No modelo linear ao longo do processo de polimerização completo, a adesão resistiu à força de contração o que é explicado pelo relaxamento do escoamento, que pode ocorrer suficientemente nesta configuração de cavidade. No modelo três dimensões, os compósitos são unidos a duas ou mais paredes dentinárias. Nesta situação, o escoamento é severamente limitado, e os valores da força de contração podem exceder à força de adesão, de onde podemos considerar que a forma da cavidade tem grande importância na conservação da adesão. A principal utilidade de forças de adesão relativamente altas é a conservação do selamento marginal durante a polimerização. Numa cavidade, se o compósito puder contrair sem criar forças de contração, não haverá nenhum problema. Entretanto, desde que as forças de contração sejam desenvolvidas na polimerização da resina, a adesão compósito-dentina pode ser rompida. Se isto ocorrer, o compósito estará unido somente ao esmalte, havendo então uma fenda ao longo da parede dentinária. Quando a resina composta foi confinada em três dimensões em vez de uma, quase nenhuma adesão compósito-dentina resistiu às forças de contração de polimerização. Uma tentativa de explicação para este rompimento pode ser dado, quando a curva calculada da força de contração é sobreposta à curva da força de adesão experimental, onde a primeira supera a segunda em valores. Concluíram, então, que com os presentes materiais, uma

durável adesão compósito-dentina pode somente ser formada em situações favoráveis, tais como, superfícies planas e em cavidades rasas. Não somente o desenvolvimento de agentes de adesivos com forças de adesão mais fortes que a força de contração, mas também resinas compostas com menor contração, e desenhos de cavidades merecem atenção para obter um selamento marginal estável para cavidades em dentina a serem restauradas com resinas compostas.

FEILZER *et al.*(1987), estudando o estresse gerado durante a contração de polimerização das resinas compostas em relação à configuração das cavidades, desenvolveram um modelo experimental baseado em discos de aço que após silanizados foram montados em um tensômetro, que teria a função de registrar a tensão provocada pelo estresse de polimerização entre os discos. Foram então inseridas resinas compostas que simularam restaurações nas várias formas de configuração de cavidade descritas por BLACK. As forças de tensão foram avaliadas segundo um fator de configuração geométrica de cavidades denominado de "FATOR C" que é a relação existente entre o número de paredes aderidas e as não aderidas em uma restauração. Assim sendo, teríamos valores de $C = 5$ para classe I e V, $C=2$ para classe II, $C= 1$ para classe III, $C= 0.5$ para classe IV. Partindo deste modelo experimental simularam restaurações com vários volumes e alturas utilizando resinas químio e fotoativadas. Após a análise dos resultados, os autores concluíram que todas as falhas foram do tipo coesiva

e que, quanto maior o número de paredes aderidas menor capacidade de escoamento terá a resina composta durante a sua presa, resultando portanto na ineficiência em neutralizar as forças de contração de polimerização e que, portanto, as forças de adesão à dentina seriam insuficientes para preservar a adesão na interface dente-restauração.

WALLS *et al.*(1988), valendo-se de um transdutor de carga mínima para monitorar as mudanças dimensionais procuraram desvendar as possibilidades pelas quais as forças de contração de polimerização ultrapassam as forças de adesão resultando na formação de *gaps* que possibilitam o processo de infiltração marginal e conseqüente falha da restauração. Tendo como objetivo principal determinar a contração volumétrica de polimerização de uma série de resinas compostas de micropartículas ativadas por luz visível assim como sua correlação entre quantidade de carga e o calor gerado durante a polimerização. Como resultado os autores concluíram que existe uma correlação entre a quantidade de carga e a contração. Logo, resinas com maior quantidade de carga inorgânica contrairiam menos, também quanto mais exotérmica a reação de presa maior a contração; sendo que a mesma também é influenciada pela tonalidade da resina composta, fonte de luz e o tempo de exposição.

KEMP-SCHOLTE & DAVIDSON (1990), estudaram a capacidade de selamento marginal de alguns sistemas adesivos e sua combinação com

vários materiais de base, em especial atenção à flexibilidade como mecanismo para compensar o estresse de contração de polimerização. Relataram que quando a margem da restauração apresenta-se somente em dentina em cavidades de classe V é difícil conseguir obter um selamento marginal apropriado. Isto é resultado da contração de polimerização da resina composta em direção incisal por conta de uma força de adesão mais forte com o esmalte, já que nas margens aderidas somente em dentina a força de contração da resina excede a força de adesão, o que conduz à separação desta interface. Uma possível solução deste problema pode ser a aplicação de materiais que trarão à restauração suficiente flexibilidade para compensar em parte a contração que desafia a adesão. Flexibilidade é definida com a habilidade do material de flexionar sem vir a ser permanentemente deformado, enquanto que a capacidade de flexão é a flexão máxima antes da fratura. A flexão pode ser proveniente das paredes cavitárias assim como da restauração. Em cavidades classe V a situação de mobilidade das paredes cavitárias é muito limitada, portanto a flexão tem de ser proporcionada pela restauração em si. De fato, tem sido demonstrado a forte relação existente entre as falhas marginais e o módulo de YOUNG” do material restaurador da cavidade classe V. A aplicação de uma camada intermediária de resina de baixa viscosidade sem carga ou ionômero de vidro fotoativado entre o adesivo e a resina de preenchimento resultou em completa adaptação marginal. Estudos prévios de laboratório já haviam demonstrado que o uso de compósitos restauradores com baixa viscosidade

provem melhor adaptação marginal, o que pode ser atribuído em parte à melhor capacidade de “molhamento” das paredes cavitárias resultando em maior força de adesão. Como resultado, os autores mensuraram um redução de 20 a 50% no estresse de polimerização para os vários materiais flexíveis intermediários. Aparentemente a redução da rigidez pela aplicação de uma base intermediária pode render à restauração suficiente flexibilidade para compensar parte do estresse que ultrapassaria a força de adesão provocando aberturas marginais.

ABDALLA & DAVIDSON em 1993, realizaram este trabalho cujo objetivo foi comparar a integridade da parede marginal e axial de restaurações classe V *in vivo* com restaurações semelhantes feitas *in vitro* para vários sistemas restauradores adesivos. Em 24 dentes que seriam extraídos para tratamento ortodôntico, cavidades classe V foram preparadas na superfície vestibular de cada dente com a margem gengival aproximadamente 1 mm acima da gengiva. Os dentes foram distribuídos em 6 grupos que foram restaurados com diversos materiais conforme especificações do fabricante. Todas as restaurações foram polidas com discos de acabamento (Soflex, 3M). Os dentes foram extraídos após 4-6 semanas e estocados em água por 2-3 semanas. Para as restaurações *in vitro*, 48 dentes humanos extraídos foram selecionados e distribuídos em seis grupos de oito amostras. Foi tomado cuidado para reproduzir os procedimentos *in vivo* tanto quanto possível. Após o período de

armazenagem, foram feitas as impressões de silicone das restaurações incluindo o contorno. Subseqüentemente, as amostras foram seccionadas bucolingualmente por toda a restauração com uma serra Isomet em baixa rotação. A comparação estatística entre a largura do *gap* de restaurações *in vitro* e *in vivo* e entre diferentes grupos dentro de cada procedimento restaurador foram realizadas usando Student's T-test. As restaurações clínicas com base de ionômero de vidro, mostraram uma redução significativa na largura axial do *gap*. Esta redução foi maior com o compósito de micropartícula do que com o híbrido. Resinas restauradoras de alta resistência à compressão possuem alto módulo elástico e a falta da propriedade elástica não permite que a restauração flexione com o dente e isso pode induzir ao deslocamento da restauração. Somente correlações fracas puderam ser demonstradas entre os resultados obtidos de restaurações realizadas *in vivo* e *in vitro*. Em geral os sistemas de adesão resinosos hidrófobos se comportaram melhor sob condições laboratoriais enquanto que a forramento de ionômero de vidro hidrófilo levou a uma integridade marginal melhor sob circunstâncias clínicas.

CARVALHO *et al.*(1996), estudaram o desenvolvimento de estresse de polimerização das resinas, em oposição ao alívio deste mesmo estresse. Os autores relatam que a competição entre as forças de adesão e o estresse de polimerização das resinas podem ser controlado por alguns aspectos como: desenho geométrico das cavidades (fator C), tamanho, o uso

de bases, forma e posição de colocação dos incrementos da resina na cavidade, além do fato da polimerização ser foto ou quimioativada. A intensidade do estresse gerado durante a polimerização da resina é relativo à restrição da contração de polimerização. A contração pode ser: restrita, que ocorre nas superfícies aderidas ou contração não restrita a qual ocorre livremente em superfícies não aderidas. Em condições de adesão marginal da dentina, somente nas restaurações onde o escoamento da contração da resina pode aliviar em grande parte o estresse desenvolvido durante a polimerização poderá a adesão ser preservada. A capacidade de escoamento da resina composta é o resultante do estresse químico nas paredes aderidas e pode ser influenciado por vários fatores que podem ultrapassar as forças de adesão à dentina, o que explica o grande número de falhas de adesão com conseqüente formação de *gaps* observado em vários estudos. Entretanto há uma série de fenômenos e procedimentos que podem reduzir as forças de contração de polimerização que deverão ser manipulados, para conseguir vantagens na prática clínica com restaurações adesivas.

SWIFT Jr. *et al.*(1996), avaliaram a infiltração marginal em restaurações de resina composta em que usaram uma resina de baixa viscosidade como agente intermediário entre o adesivo e a restauração. Para tanto foram utilizados sistemas adesivos, All-Bond 2, Clearfil Liner Bond 2, Optibond, *Primer* & Bond e Scotchbond Multi-Purpose. Foram

selecionados para este estudo 132 terceiros molares recém extraídos, que após a profilaxia receberam preparos classe V em forma de cunha com margem oclusal em esmalte e cervical em dentina e/ou cimento, tanto na face vestibular quanto na lingual. Os dentes foram divididos em 11 grupos com o mesmo número de amostras os quais foram restaurados com resina composta Z100 após terem recebido a camada de adesivo de acordo com as instruções de cada um dos fabricantes. Entretanto, metade das cavidades foi restaurada com a interposição de uma camada de resina de baixa viscosidade (67 cavidades com Optibond FL Adhesive, 67 com Protect Liner F) antes da restauração final. Para todos os materiais exceto o Clearfil que contém ácido associado ao *primer* todas as cavidades sofreram ataque ácido total, assim como as restaurações foram feitas em um único incremento e polimerizadas por 40s. As mesmas foram acabadas com brocas de 12 lâminas 10min após a cura e armazenadas à 37°C por 24 hs. Receberam ciclagem térmica entre 5 ° e 55° por 800 X com 30s para cada banho, permanecendo após, 2h em solução de nitrato de prata em total escuridão. Foram então lavadas e seccionadas permanecendo 2h sob luz intensa para proporcionar a precipitação dos íons prata. Cada secção foi examinada então sob microscopia com 10X de aumento para que fosse elaborado um escore das infiltrações. Cinco dos espécimes foram perdidos. Após a análise dos resultados, os autores concluíram que a infiltração nas margens de esmalte geralmente são muito restritas e não foram consideradas. Os autores concluíram que não são todos os agentes adesivos que são

indicados para serem associados a resinas de baixa viscosidade com o propósito de diminuir a infiltração marginal. O Optibond e Clearfil Liner Bond2 tem uma tendência a diminuir a infiltração, e que a infiltração foi significativamente menor quando o Scotchbond MP foi usado como adesivo e o Protect Liner F foi usado como agente intermediário da restauração de resina composta.

BERTSCHINGER *et al.*(1996), avaliaram o efeito de duas aplicações de adesivo em dentina e sua força de adesão com a aplicação de uma camada intermediária de cimento provisório, pois a aplicação dos mesmos em restaurações indiretas entre o término do preparo e a cimentação definitiva da restauração diminui a eficiência do selamento marginal, além de resultar em dificuldade na remoção total deste agente provisório. Para tanto, valeram-se de noventa e seis terceiros molares humanos preparados em laboratório com a manutenção da pressão intra-pulpar e simultânea exposição à ciclagem térmica. Os dentes foram aleatoriamente divididos em grupos, que após preparados foram testados com os adesivos : All-Bond2, ART Bond, Syntac e o adesivo experimental P-Bond. Os adesivos foram aplicados e fotoativados de acordo com os fabricantes. Após a aplicação do adesivo cada um dos grupos recebeu um cimento provisório sem eugenol das seguintes marcas : Temp Bond, Freegenol e Fermit. Cada adesivo foi combinado com cada um dos cimentos. Após 24 h a 37°, os cimentos foram retirados e as superfícies de dentina foram polidas por 10s com auxílio de

bolinhas de algodão com pasta profilática sem flúor. Em seguida o respectivo adesivo foi então novamente aplicado, fotoativado, sendo em seguida aplicado em todos os espécimes o cimento resinoso Porcelite DC. O grupo controle recebeu apenas uma aplicação de adesivo somente após a retirada do cimento provisório. Ao analisar os resultados, os autores concluíram que comparados ao grupo controle todos os adesivos testados obtiveram, quando expostos à tração, uma elevação no valor de sua força de adesão em dentina. Entretanto, sugerem a realização de trabalhos *in vivo* para testar a eficiência desta afirmação.

PAUL & SCHÄRER (1997), estudando a modificação da técnica de cimentação de restaurações indiretas testaram *in vivo* a dupla aplicação de adesivo sobre o preparo. Entretanto, utilizaram um cimento provisório sobre a primeira camada já polimerizada até que a restauração definitiva estivesse pronta para cimentação. Relataram que a primeira camada de adesivo deve ser aplicada antes da moldagem e que apenas a dentina deve ser condicionada, pois o adesivo polimerizado poderá ser mais facilmente removido do esmalte durante a retirada e profilaxia do cimento provisório, melhorando assim a adaptação e selamento marginal. Para uma segunda aplicação de adesivo, o cimento provisório é retirado, o dente limpo com pasta profilática e em seguida o dente sofre condicionamento ácido total, seguida de nova aplicação do adesivo utilizado na primeira aplicação; retirado o excesso aplicasse o agente resinoso cimentante, somente após isto então realiza-se a fotoativação. Os autores concluíram que a

técnica de dupla aplicação de adesivo que em seus estudos *in vitro* haviam praticamente dobrado os valores de força de adesão em dentina, também mostraram vantagens *in vivo* para restaurações cerâmicas, tais como: as forças de adesão foram capazes de resistir às forças de contração durante a polimerização do agente resinoso cimentante, além de reduzir a sensibilidade pós-operatória

LABELLA *et al.* (1998), estudando a contração de polimerização e a elasticidade dos compósitos *flow* e adesivos com carga relataram que a quebra da união adesiva com conseqüente falha da restauração é motivo de grande preocupação, visto que antes mesmo da restauração sofrer as cargas e tenções funcionais a contração de polimerização já pode estar determinando sua falha. Esta contração volumétrica tem magnitude variável, dependendo da resina utilizada. A magnitude do estresse de polimerização parece ser dependente, da proporção entre a superfície hibridizada, a superfície não hibridizada, as propriedades da resina e a quantidade de material preconizada pelo fabricante. Uma das propriedades com capacidade de reduzir o estresse é a diminuição do escoamento plástico durante as fases iniciais da polimerização controlando a contração remanescente manifestada pela contração rígida que é prejudicial. Com introdução dos compósitos de baixa viscosidade, resinas *flow*, conclui-se que por terem menor quantidade de carga que os compósito tradicionais poderiam ter maior contração de polimerização, porém tem também maior elasticidade; o mesmo deve acontecer com os novos adesivos com carga e que poderiam

agir como amortecedores elásticos sob a resina que estivesse contraído ao ser polimerizada. Por estarem a contração de polimerização, o módulo de elasticidade, e o seu desenvolvimento tão intimamente relacionados com a manutenção da união, foram os mesmos avaliados assim como a cinética de contração de vários compósitos *flow*, e adesivos com carga, procurando compará-los com compósitos e adesivos tradicionais. Como resultado obtiveram que: as resinas *flow* apresentaram geralmente maior contração que as resinas tradicionais (híbridas e micropartículas), enquanto que os adesivos com carga apresentaram na maior parte menor contração que as resinas sem carga. As resinas *flow*, apresentaram valores médios para o módulo de elasticidade, as resinas híbridas os valores mais altos e as de micropartículas os mais baixos. Os adesivos com maior quantidade de carga mostraram-se mais rígidos que os adesivos sem carga ou com pouca carga. O comportamento cinético dependeu de alguma propriedade do material, como o coeficiente de contração linear, entre 10 e 40% da contração final e o tempo para atingir 75% da contração final. Os autores então concluíram que: a maior contração das resinas *flow* em relação às resinas híbridas pode indicar uma maior tendência ao estresse na interface. Porém, a menor rigidez delas pode ser um fator contraditório. As resinas de micropartículas apresentam menor contração e menor rigidez, uma combinação que pode levar a um menor dano na interface. O desempenho das resinas adesivas como neutralizador das tensões permanece imprevisível.

TOLIDIS *et al.*(1998), utilizando uma base de ionômero de vidro modificado por resina, antes da restauração definitiva com resina composta, mensuraram as diferenças volumétricas percentuais entre a restauração somente com compósito, e com a utilização desta base. Para tanto utilizaram o aparato descrito por WATTS & CASH (1991). Foram realizadas doze amostras para cada compósito, seis com colocação da base e seis sem. Os materiais utilizados foram : Tetric Ceram (Vivadent), Prodigy (Kerr), Z 100 MP (3M), Solitaire (Kulzer), Aeliteflo (Bisco) e Vitrebond (liner/base) (3M). Todas as amostras foram polimerizadas da mesma maneira por 40s, valendo-se de dois fotopolimerizadores XL3000 (3M) simultaneamente e com intensidade de luz \geq 400mW/cm². Os autores observaram que no modelo experimental houve diferenças nos valores percentuais de contração entre todas as resinas restauradoras sendo que o maior valor encontrado foi para o Aeliteflo e o menor o Z 100, tanto com a utilização de base, como sem a mesma. Encontraram como resultado principal uma média de redução dos efeitos da contração de polimerização entre os dois grupos de 41%, de onde concluíram que a interposição de uma base de ionômero de vidro modificado com resina composta, reduz significativamente o efeito da contração volumétrica das resinas restauradoras fotoativadas que foram testadas.

UNTERBRINK *et al.*(1999), desenvolveram estudos de revisão de literatura com o objetivo de emitir recomendações clínicas sobre o uso de

resinas de baixa densidade para melhorar a capacidade das forças de adesão em aliviar o estresse de contração de polimerização. Os autores relatam que muitos são os fatores que contribuem para a falha de adesão, entre eles estão:

1. a geometria da cavidade (fator C, tamanho da cavidade).
2. a aplicação da técnica (espessura da camada, intensidade de luz).
3. material restaurador (módulo de elasticidade, alteração dimensional).

Há uma equação direta entre a adesão dental e o estresse de contração de polimerização. Esta equação, segundo os autores, quando trabalhadas em testes de laboratório apresentam resultados os mais variados. Para cada um dos artigos publicados, e que clinicamente não são reproduzidos na sua maioria, porém baseados na literatura, realizaram técnica clínica utilizando adesivo monocomponente (Syntac sprint, Vivadent) que após a aplicação de uma camada e eliminado o excesso de solvente recebeu uma fina camada de resina composta *flow* (Tetric-flow), que foram então polimerizadas ao mesmo tempo por 40s; o que eles teoricamente sugerem resultar em uma camada elástica que durante a inserção da resina composta pela técnica incremental estará estabilizando a adesão, resultando em uma performance clínica mais duradoura. Concluíram, então, que o uso de uma resina composta de baixa viscosidade e de alta radiopacidade (a radiolucidez pode sugerir radiograficamente rompimento da adesão) como uma fina camada, pode ajudar a estabilizar a

adesão dentária, e criar uma verdadeira parede elástica que pode ser a chave para alcançar resultados clínicos aceitáveis com adesivos de dentina de componentes únicos.

BURGESS *et al.*(1999), estudando quatro unidades fotopolimerizadoras, relataram ser a polimerização com luz visível o método mais utilizado na odontologia com resinas compostas, e que este meio tem várias vantagens com relação à polimerização química. Entretanto, esta fotopolimerização pode ser afetada por vários aspectos, entre eles, cor da resina, tipo de carga inorgânica, distância e ângulo da fonte de luz em relação à restauração. A intensidade da mesma deverá estar entre 450 e 500mW/cm² de amplitude de onda, sendo de 280 mW/cm² a intensidade mínima necessária para a polimerização de 2mm de espessura de uma cor universal. Quando a resina é fotoativada existe o desenvolvimento de uma contração de polimerização na resina e esta contração ocorre para a fonte de luz e o estresse aumenta rapidamente com pouca oportunidade de alívio deste pelo escoamento da resina,o que é importante para manutenção da integridade marginal, ficando sua adaptação dependente da força de adesão do adesivo, da configuração da cavidade (fator C), e do método de fotopolimerização utilizado. Os autores após realizar testes foram mensuram as aberturas marginais em restaurações classe V fotopolimerizadas com quatro diferentes unidades de luz, variando suas intensidades ou fotopolimerizando em duas fases. Concluíram então que as unidades com

alta intensidade de luz polimerizam rapidamente a resina; entretanto, a cura em duas fazes produz significativas melhoras com relação à integridade marginal.

CHOI *et al.* (2000), realizaram um estudo onde a espessura da camada do adesivo Scotchbond Multipurpose foi sistematicamente variada em 1, 2, e 3 aplicações, quando da restauração de cavidades de classe V, com a resina composta Herculite XRV. O objetivo foi avaliar se o aumento na espessura da camada de adesivo teria relação com a capacidade de diminuir o estresse gerado durante a polimerização do compósito, reduzindo então a infiltração entre as paredes. Foram selecionados 24 dentes bovinos onde foram feitas cavidades padronizadas, sendo então testados alternando as variáveis: espessura de adesivo de 20 a 300 micrometros e "fator C" entre 2 e 3. Todos os dentes foram condicionados e as camadas de adesivo foram polimerizadas por 10s após cada aplicação, com a restauração final sendo realizada com Herculite XRV em incremento único com auxílio de matriz milar. Os espécimes imediatamente polidos foram hidratados por 24h, sendo então cobertos com verniz para unha deixando exposto apenas 2mm de superfície dental além da restauração. Após isto foram colocados em solução de nitrato de prata em vidro âmbar por 24 h em total ausência de luz. Foram então lavados e permaneceram em solução reveladora fotográfica por 24 h sob luz fluorescente quando então foram seccionados através do centro das restaurações e os fragmentos observados em lupa estereoscópica avaliando a infiltração através de escore. Foram também

feitos testes de estresse de contração utilizando uma máquina de teste mecânico MTS em conjunção com um transdutor para medir o estresse axial de contração com ambas as variáveis, porém com o auxílio de tubos de vidro. Os autores concluíram que o estresse de contração durante a polimerização diminui significativamente quando a espessura do adesivo é aumentada. Em cavidades de classe V, camadas adicionais de adesivo na área marginal reduzem a totalidade da infiltração pela diminuição da rigidez do adesivo.

2.6 MÉTODOS DE AVALIAÇÃO DA MICROINFILTRAÇÃO

Em um trabalho de revisão sobre resinas compostas e sua ação em área marginal, TAYLOR & LYNCH (1992), reviram os vários métodos de demonstrar a microinfiltração, que pode ser definida como a passagem de bactérias, fluidos, moléculas ou íons entre a parede cavitária e o material restaurador aplicado. As investigações *in vitro* dividem-se em duas categorias: aquelas que usam um modelo clinicamente relevante o qual tenta reproduzir a situação oral e aquelas em que o modelo não representa isto, sendo puramente um teste de comportamento de materiais. O uso de pressão térmica e/ou mecânica repetidamente nas restaurações, agora tem um difundido papel na demonstração da adaptação marginal e microinfiltração. Também o uso de corantes para demonstração da infiltração continua sendo a mais popular das técnicas que estão disponíveis

atualmente. Este método permite a observação do contraste entre o corante e o dente ou restauração, sem reações químicas ou radiações perigosas. Enfatizaram a necessidade da padronização das diversas variáveis para que os resultados das pesquisas sejam mais conclusivos. A escolha do material restaurador, contração de polimerização das resinas compostas, as técnicas de inserção, tamanho e forma das cavidades, localização de suas margens e tipo do substrato, são consideradas como as principais variáveis a serem analisadas e discutidas. Esclareceram que a utilização dos traçadores não-radioativos é diferente de corantes, pois estes traçadores se baseiam na reação entre um ou mais agentes químicos. O método usual envolve o uso de dois componentes sem cor para produzir um sal de prata utilizado em técnicas de laboratórios fotográficos. Estes métodos se baseiam na penetração de ambas substâncias químicas que têm evidenciado que as partículas do sal de prata podem penetrar com facilidade nos túbulos dentinários.

SANO *et al.* (1994), estudaram a microinfiltração marginal valendo-se da microscopia de varredura com congelamento "cryo-SEM", e o nitrato de prata, em cavidades classe V realizadas em 10 dentes bovinos anteriores recém extraídos, com a finalidade de avaliar a penetração da prata na interface dente-restauração. As cavidades foram condicionadas, hibridizadas e restauradas de acordo com o fabricante, permanecendo armazenadas por 24h a 37°. Cinco espécimes foram preparados valendo-se de uma fina

camada de 0.5 mm longitudinal no centro da restauração, para serem observados em crio-SEM. Os cinco dentes remanescentes foram cobertos com verniz para unha com exceção de 1mm ao redor da restauração, sendo então imersos em solução aquosa de nitrato de prata a 50% onde permaneceram por 24h em completa escuridão. Foram, depois, lavados e então colocados em solução fotoreveladora por 6h sob luz fluorescente. As restaurações foram seccionadas longitudinalmente através do seu centro, polidas com pastas de diamante, sendo então preparadas para microscopia SEM valendo-se de processo de descalcificação com HCl por 30s e recobertas com uma camada de ouro. Todos os espécimes observados em cryo-SEM apresentaram perfeita adaptação marginal, não evidenciando *gaps* entre a parede cavitária e o adesivo, ou entre o adesivo e a resina restauradora, evidenciando entretanto áreas condicionadas, porém não preenchidas por adesivo. Os espécimes observados em microscopia eletrônica convencional em sua totalidade apresentavam traços de prata ao redor das restaurações ainda que na ausência de formação de *gaps*. Entretanto, estas aberturas foram observadas com frequência, sendo que em maior aumento foi observada a penetração da prata entre o adesivo e a dentina desmineralizada, não hibridizada, que foi mostrada na cryo-SEM, tendo a prata penetrado nos túbulos dentinários destas áreas. Os autores concluíram então que este estudo identificou um novo caminho para a infiltração que não havia sido descrito, podendo haver microinfiltração sem aberturas marginais. Concluíram, ainda, que o agente adesivo usado não

conseguiu impregnar a totalidade da dentina condicionada, permanecendo microporos possíveis de serem infiltrados por corantes.

SANO *et al.*(1995), examinaram a penetração do nitrato de prata na interface entre a dentina e cinco diferentes agentes adesivos utilizados para restaurar cavidades classe V. Para cada grupo experimental foram realizados 7 preparos. Os sistemas adesivos utilizados foram o All-Bond 2, Superbond C & B, Scotchbond Multi-Purpose, Clearfil Liner Bond System e Kuraray Experimental System. O material utilizado para restauração de todos os grupos foi a resina composta Silux(3M). Após 24 horas as restaurações foram polidas com pontas de diamante ultrafinas. Os dentes foram protegidos com esmalte para unha, exceto 1 mm em volta da restauração. Em seguida foram colocados em solução de nitrato de prata por 24h. Após este período os espécimes foram lavados em água corrente e colocados em uma solução reveladora por 8h. Os espécimes foram cortados longitudinalmente no centro das restaurações usando-se um disco de diamante. Em seguida, as superfícies foram polidas com o uso de pastas de diamante para serem observadas no SEM. O escore global de infiltração do nitrato de prata foi calculado utilizando a fórmula: $\text{infiltração total} = p/L \times 100$ onde: p= comprimento da penetração do nitrato de prata entre a interface resina-dentina e L= comprimento total das paredes da cavidade dentinária. Diferentes padrões de infiltração foram vistos, mas todos eles indicam infiltração dentro da camada híbrida quando visto ao microscópio eletrônico

de varredura. Os autores propõem o termo *nanoleakage* ou *nanoinfiltração*” para distinguir um tipo especial de infiltração que ocorre na região porosa da camada híbrida e na ausência da formação do *gap*. Concluíram que este modelo de infiltração não era bem conhecida e que neste estudo todos os agentes adesivos não apresentaram habilidade de selamento hermético na camada basal da zona híbrida, mesmo livres de fendas nas margens gengivais.

SANO *et al.* (1995), usaram terceiros molares humanos dos quais foram confeccionados discos de dentina com o objetivo de estudar comparativamente a nanoinfiltração do nitrato de prata, que pode acontecer mesmo sem que haja a formação de aberturas marginais. Estes dentes foram submetidos ao processo de hibridização por sistemas adesivos Clearfil Liner Bond, e All-Bond 2. Terminada a exposição dos espécimes ao nitrato de prata, foram estes seccionados transversalmente, sendo que metade dos espécimes foi observado em microscopia eletrônica de varredura e o restante em microscopia eletrônica de transmissão. Ambas as formas de observação demonstraram a presença de prata no interior da camada híbrida. Os autores concluíram então que: o nitrato de prata pode ser usado para avaliar a qualidade da camada híbrida em restaurações adesivas; que o nitrato tem penetração variável na camada híbrida; que a microscopia eletrônica de varredura pode facilmente detectar a penetração do nitrato de prata na camada híbrida, entretanto a microscopia eletrônica de transmissão

é desejável para determinar a exata distribuição da prata dentro da camada híbrida.

ALANI & TOH (1997), estudaram cento e trinta e dois trabalhos sobre as diversas técnicas utilizadas para os estudos de avaliação de microinfiltração marginal, com o objetivo de auxiliarem os cirurgiões-dentistas a melhor classificarem a integridade marginal dos materiais restauradores e ponderaram quanto à mudança de conduta para estes profissionais caso conhecessem melhor como os estudos sobre microinfiltração são conduzidos. Ressaltaram que os estudos *in vitro* incluem o uso de corantes, traçadores químicos, isótopos radioativos, ar pressurizado, bactérias, análise de atividade de nêutrons, microscopia eletrônica de varredura, técnicas de cáries artificiais, e condutividade elétrica. Enfatizaram, no resultado destes estudos, que a microinfiltração nas margens das restaurações não é um fenômeno fixo, inerte e sim que possui microfendas dinâmicas que contém um tráfego constante de íons e moléculas. Esclareceram que os corantes são utilizados desde o ano de 1875. Após realizada a restauração, a porção não restaurada do dente é coberta por esmalte de unha e imersa em corante por um tempo determinado. Logo a seguir, realizado o seccionamento do espécime, este é avaliado quanto ao grau de microinfiltração por escores. Destacaram como principal desvantagem deste método a subjetividade. Ressaltaram que o nitrato de prata é um traçador químico muito aceito e altamente confiável. E

um teste extremamente severo, porque o íon prata é muito pequeno (0,059 nanômetros), se comparado ao tamanho de uma bactéria, cujo tamanho varia entre 0.5-1.0 micrometros. A solução de nitrato de prata a 50% é a mais utilizada. As vantagens desta técnica são: segurança e objetividade. Os dados quantitativos podem ser coletados para serem analisados pela análise estatística paramétrica. A profundidade de penetração é melhor definida, permitindo cada espécime da amostra ser observado diretamente ao microscópio. As limitações deste método são similares aos dos citados para os corantes, ou seja, além de necessitar destruir o espécime, os resultados são avaliados subjetivamente. Consideraram que a microscopia eletrônica de varredura (MEV) é um teste de visualização direta e bastante limitado e dependente do operador. Concluíram que nenhum dos métodos para detecção da microinfiltração marginal era o ideal, mas que esta revisão permitiria uma compreensão melhor de como os trabalhos de microinfiltração marginal eram conduzidos.

GALE & DARVELL (1997), idealizaram um teste com alta resolução para avaliarem microinfiltração, que permitisse resultados mais confiáveis com traçadores. Entenderam que os testes que avaliam microinfiltração em dentina com simples seccionamento são freqüentemente confundidos pela penetração do traçador na interface do túbulo dentinário. Seccionaram horizontalmente dez incisivos centrais permanentes extraídos em um terço do comprimento da raiz do limite mediano da face vestibular do esmalte,

através do ápice radicular. O sistema restaurador Scotchbond MultiPurpose/Z100 (3M Co.Dental Products), foi inserido nas cavidades cilíndricas preparadas e localizadas na porção central e mediana da face radicular da porção coronária de cinco dentes. Túbulos foram angulados em uma média de 12.5° em direção à face radicular, e mais ou menos atravessados radialmente desde a interface. Tal penetração no túbulo foi direcionada exteriormente e radialmente para que pudesse ser diferenciada da penetração vertical na interface e a solução de nitrato de prata a 50% foi aplicada a vácuo. A máquina de corte de precisão removeu aproximadamente 100 micrometros de incrementos do dente, até não existir mais o traçador e a análise dos dados na imagem do computador das dezoito superfícies reveladas, foram utilizadas para construir o mapeamento detalhado da interface do traçador. Como resultados, encontraram que a taxa de penetração na interface foi de aproximadamente de 0.3 a 1.6mm em profundidade, e 0.90 à 5.09 mm² em área. Concluíram que este método proporcionava alta resolução quantitativa estandardizada na interface da penetração do traçador e constataram que nenhuma das interfaces foi completamente selada.

PRATI *et al.* (1997), estudaram cavidades de classe V preparadas na junção cimento-esmalte as quais foram restauradas utilizando sistemas adesivos e cimento ionômero de vidro e resinas compostas. Foram preparadas cavidades não retentivas de 1.8 x 2.5 de forma circular na

junção cimento-esmalte, sendo todas restauradas com as especificações dos fabricantes, assim como várias cavidades foram confeccionadas mas não restauradas para que pudessem observar as características da dentina e esmalte. As restaurações foram acabadas e polidas com brocas de polimento e discos soft lex. Foram então moldadas com silicona e produzidas réplicas em epoxi para serem observadas em microscopia eletrônica de varredura. Trinta minutos após o polimento, as amostras foram seladas em suas raízes com resina polimerizada a frio e cobertas com camadas de verniz ácido-resistente, com exceção de 1mm ao redor da restauração e imersas em eritrosina por 24h. Após isto, foram lavadas repolidas com soft lex e os dentes foram imersos em ácido fosfórico a 10% por 10s, então finalmente observadas em lupa com 6 e 40 x de aumento, sendo avaliado o grau de penetração do corante através da desadaptação marginal. Os resultados mostraram que não havia aberturas marginais ao longo das margens de esmalte; entretanto fraturas nos prismas de esmalte ao longo da interface esmalte-compósito foram freqüentemente observadas. Aberturas foram também observadas ao longo da extensão de dentina e da junção cimento-esmalte. Não houve relação direta entre a morfologia de margens das réplicas em epoxi e os escores de infiltração. Ou seja, algumas amostras com grandes aberturas marginais apresentavam somente limitada infiltração, enquanto que outras aparentemente sem aberturas, apresentavam insignificante infiltração. A estatística mostrou diferença significativa entre a infiltração em esmalte e dentina, entretanto a

relativamente alta variação entre os grupos de materiais restauradores fez diminuir a diferença estatística entre os mesmos. Os autores concluíram que o completo selamento marginal em dentina está longe do ideal e que a presença de fendas sugere que a contração do material é suficiente para resultar em aberturas marginais definitivas que podem ter efeito negativo na permanência da restauração de resina composta.

3 PROPOSIÇÃO

O objetivo deste estudo foi avaliar o selamento marginal de restaurações confeccionadas com resina composta em cavidades classe V, com a interposição de resinas compostas de baixa viscosidade entre o adesivo e a resina restauradora.

4 MATERIAIS E MÉTODO

4.1 MATERIAIS

Foram utilizados neste estudo uma resina composta de média viscosidade, juntamente com seu respectivo sistema adesivo, e duas resinas de baixa viscosidade. Os materiais utilizados, fabricantes e lotes, estão dispostos na Tabela 1, e as características e composição estão descritas na Tabela 2.

TABELA 1 Materiais utilizados no estudo, fabricantes e lotes.

MATERIAIS	FABRICANTE	LOTE
Single Bond	3M Dental Products St. Paul, MN	8BP
Filtek Z 250	3M Dental Products St. Paul, MN	9AM
Flow-IT	Jeneric/Pentron Inc. Wallingford, CT	N05G 830972
Protect Liner F	Kuraray Co.,Ltd Japan	0033BT

TABELA 2 Descrição das características e composição dos materiais utilizados no estudo.

MATERIAL	CARACTERÍSTICA	COMPOSIÇÃO
Single Bond*	Solução	HEMA, Bis-GMA, dimetacrilatos, Ác. poliacrílico e Politacônico, etanol, água
Filtek Z 250*	Resina composta de viscosidade média	Partículas de Zircônio/ sílica com tamanho média de 0.6µm, TEGMA-UDMA e Bis-EMA(6)
Flow-IT**	Resina composta de baixa viscosidade	Partículas de Boro-Flúor-silicato de bário com tamanho médio de 1µm, TEGMA, Bis-GMA Etoxilado, Benzotriazol, Canforquinona
Protect Liner F**	Resina composta de baixa viscosidade	Partículas de Sílica coloidal silanizada, sílica coloidal em matriz pré-polimerizada, TEGDMA, Bisfenol A-dimetacrilato, Metacrilato fluor-metil Metacrilato, canforquinona

* Perfil técnico do produto (3M)

** informações do fabricante

4.2 MÉTODO

Foram utilizados para este estudo 18 terceiros molares inferiores humanos, recém-extraídos por indicação ortodôntica. Após a extração, todos os dentes foram limpos utilizando-se pasta de pedra pomes de fina granulação e água, com o auxílio de taças de borracha montadas em contra-ângulo. A integridade superficial dos dentes foi avaliada sob lupa estereoscópica (25X). Em seguida foram armazenados sob refrigeração à 4°C em água destilada e timol a 2% (Vargas & Swift, 1994) por um período não superior a sessenta dias. Durante as fases do experimento em que estavam em repouso os dentes permaneceram em água destilada sob temperatura ambiente.

Os dentes foram divididos aleatoriamente em três grupos de seis elementos, nos quais foram confeccionadas cavidades do tipo classe V na região do limite amelodentinário-cementário (Magnum Jr. *et al.*, 1994; Yap *et al.*, 1998), com a parede oclusal em esmalte e a cervical em dentina. Foram confeccionadas cavidades na face vestibular e lingual de cada um destes dentes perfazendo um total de 36 cavidades. As cavidades foram padronizadas com 3mm ($\pm 0,2$ mm) de altura por 3mm ($\pm 0,2$ mm) de largura por 2mm ($\pm 0,2$ mm) de profundidade (Figura 1). O preparo foi realizado com o uso de broca "Carbide" 330 (K.G. Sorensen) montadas em alta

rotação(Dabi Atlante-MRS 400), sob constante refrigeração ar-água. As brocas foram substituídas após a realização de seis cavidades. As paredes circundantes do preparo foram deixadas formando angulo de 90° com a superfície externa e os ângulos internos arredondados acompanhando a desenho da broca utilizada.

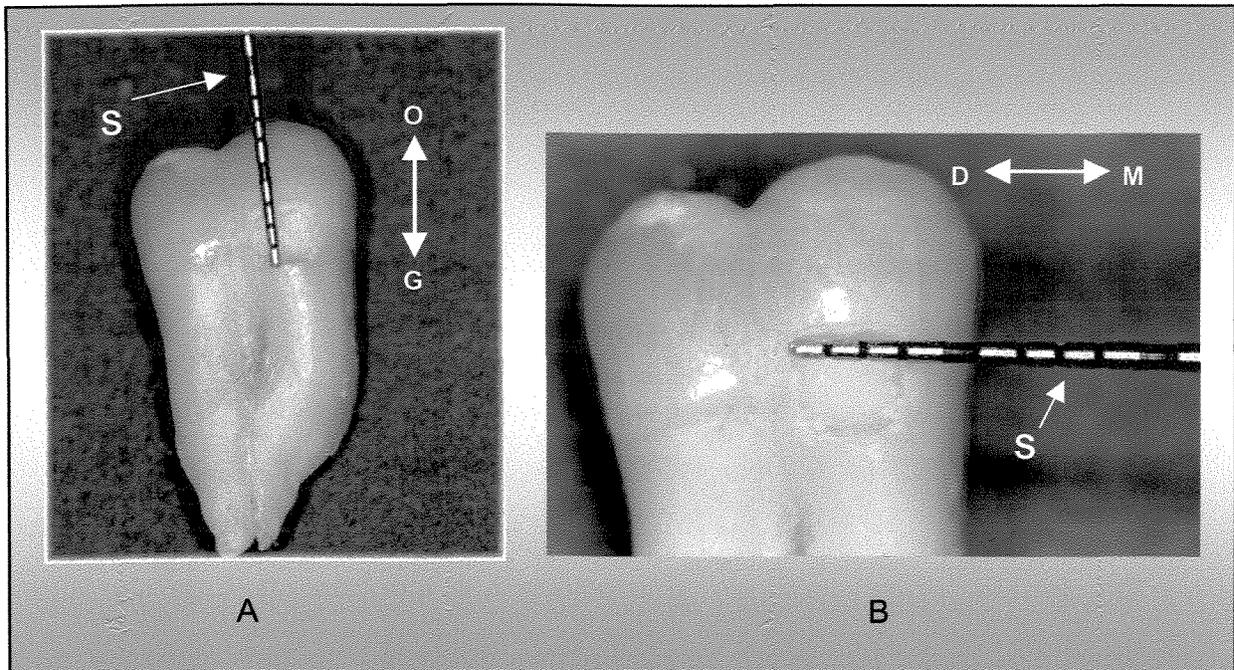


Figura 1: A- Imagem obtida por macrofotografia mostrando a aferição da cavidade, na distância ocluso-gengival de 3mm , com o auxílio de sonda milimetrada(S).

B- Imagem obtida por macrofotografia mostrando a aferição da cavidade, na distância mesio-distal de 3mm, com o auxílio de sonda milimetrada(S).

No grupo I (controle) as cavidades foram condicionadas com ácido fosfórico a 35% (3M Dental Products) iniciando-se pelo esmalte e depois sobre dentina, totalizando 15s para dentina e 20s para o esmalte(Fusayama, *et al.*,1979). Em seguida, o ácido foi removido da cavidade com spray ar-

água por igual tempo e retirado o excesso de água com auxílio de papel absorvente(De Goes *et al.*,1997), deixando a dentina levemente úmida (Kanca III, 1992; Vargas & Swift, 1994; Swift & Bayne, 1997; De Goes *et al.* 1997). Com um pincel tipo “microbrush” (Microbrush, Corp.) foram aplicadas duas camadas consecutivas do adesivo de frasco único Single Bond Adhesive sendo o excesso de solvente evaporado após 15s com leve jato de ar. Em seguida, a camada de adesivo foi fotoativada por 10s pela luz visível através da ponta ativa de um fotoativador de luz halógena XL3000 (3M.Dental Products.), com $450\text{mw}/\text{cm}^2$, aferido por meio de um radiômetro Demetron (Curing Radiometer-model 100, Demetron Research Comp.) no início e término do trabalho restaurador(Burgess *et al.*, 1999). A seguir a cavidade foi restaurada em incremento único com o restaurador dental Filtek Z 250 utilizando 20s de fotoativação.

No grupo II os procedimentos técnicos de aplicação do adesivo Single Bond foram semelhantes aqueles do grupo I, porém sobre a camada polimerizada de adesivo foi aplicada uma fina camada de resina de baixa viscosidade Flow-it em toda a extensão da cavidade, seguida pela fotoativação por 40s. Logo após, a cavidade foi restaurada com a resina Filtek Z250, em incremento único.

No grupo III, após a técnica adesiva ser executada, foi aplicada uma fina camada da resina de baixa viscosidade Protect Liner F em toda a extensão da cavidade, e fotoativada por 20s. A restauração foi efetuada

com o material restaurador Filtek Z250 nos mesmos moldes dos dois grupos anteriores.

Em seguida todos os dentes foram armazenados em água destilada a 37°C e 100% de umidade absoluta por um período de 24hs (Sano *et al.*, 1994; Sano *et al.*, 1995). Após este tempo, as restaurações foram acabadas e polidas com o auxílio de pontas diamantadas F e FF (KG Sorensen) e discos seqüenciais Soft-Lex (3m Dental Products) (Prati *et al.*, 1997; Yap *et al.*, 1998).

Todas as superfícies dentais foram protegidas com verniz para unhas (Revlon Products Corp), com exceção de 1mm ao redor das margens das restaurações, conforme mostra a Figura 2 A (Magnun Jr. *et al.*, 1994; Sano *et al.*, 1994; Sano *et al.*, 1995; Prati *et al.*, 1997; Alani & Toh, 1997). A seguir os dentes foram imersos em solução aquosa de nitrato de prata 50% e armazenados por 24h em temperatura ambiente sob total ausência de luz (Taylor & Linch, 1992; Sano *et al.*, 1994; Sano *et al.*, 1995; Magnun Jr. *et al.*, 1994; Swift Jr. *et al.*, 1996; Gale & Darvell, 1997; Alani & Toh, 1997). Findo este período, os dentes foram lavados em água corrente, sendo então armazenados em solução fotográfica reveladora, permanecendo assim por 12h sob exposição à luz visível (Sano *et al.*, 1994; Sano *et al.*, 1995).



FIGURA 2: A- Imagem macrofotográfica mostrando a restauração polida(R), e impermeabilização(I) do dente com verniz para unha respeitando a margem em 1mm.

B- Imagem macrofotográfica mostrando dentes sem o verniz para unha e com a coloração escura produzida pelo nitrato de prata (N).

Em seguida, o verniz para unha foi removido (Figura 2 B) e todos os dentes foram seccionados longitudinalmente através dos centros das distâncias mesio-distal das restaurações (Figura 3), tanto vestibulares quanto linguais, com o auxílio de um disco diamantado montado em equipamento South Bay SBT 650(South Bay Tec Inc). Cada secção obtida foi polida com lixas d'água de granulação decrescente 320, 400, 600, 1000 (Norton) e com pastas diamantadas (Buehler), de 6, 3, 1, e $\frac{1}{4}$ de micrometros (Abdalla & Davidson, 1993,;Sano *et al.*,1995). Todas as amostras foram submetidas à limpeza em água destilada com auxílio de ultra-som entre cada etapa e ao final do processo de polimento.

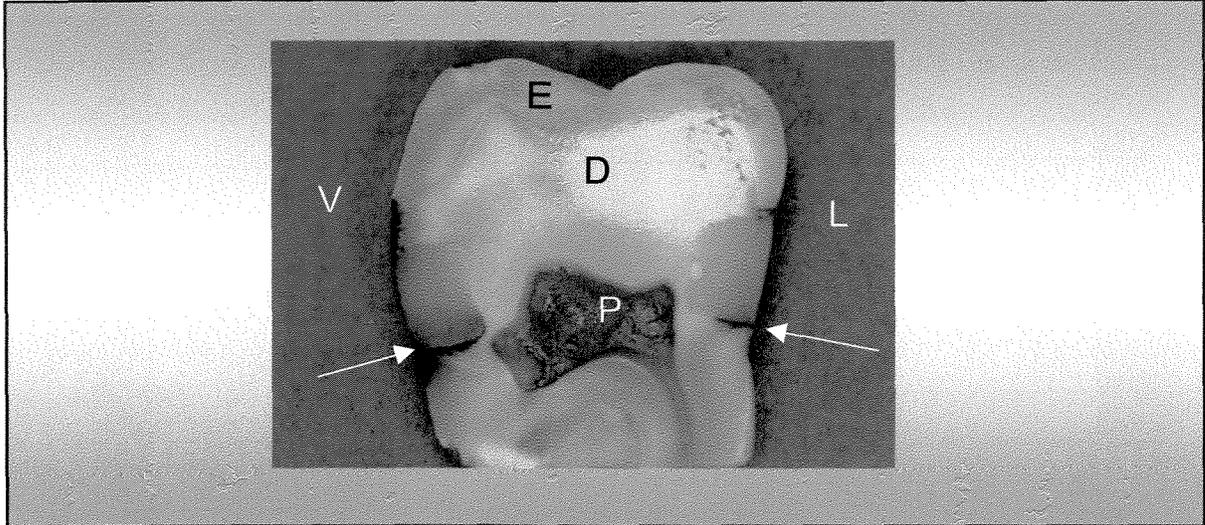


Figura 3: Macrofotografia de fragmento dental após corte transversal do dente, podendo ser observadas as faces vestibular (V), lingual (L), esmalte (E), dentina (D), e cavidade pulpar (P). Notar o traço de penetração do Ag(NO₃) nas paredes cervicais das cavidades (setas).

A mensuração da penetração do corante na interface das restaurações foi feita com o auxílio de um microscópio comparador linear com aumento de 40x (Carl Leitz, Leitz-Wetzlar, Alemanha) acoplado com aferidor micrométrico digital (L.S.Starrett Co.-USA). A medida do comprimento total de penetração do nitrato de prata na interface dente-material restaurador dividido pelo comprimento total da cavidade e multiplicado por 100, resultou no percentual de penetração em cada fragmento (Sano *et al.*, 1995). A soma da leitura dos dois fragmentos dividido por dois resultou na média percentual de infiltração do corante na interface dente restauração para cada um dos corpos-de-prova (Figura 4 A e B).

Os valores percentuais obtidos foram submetidos à análise estatística pelo teste de Kruskal-Wallis ($p > 0,05$).

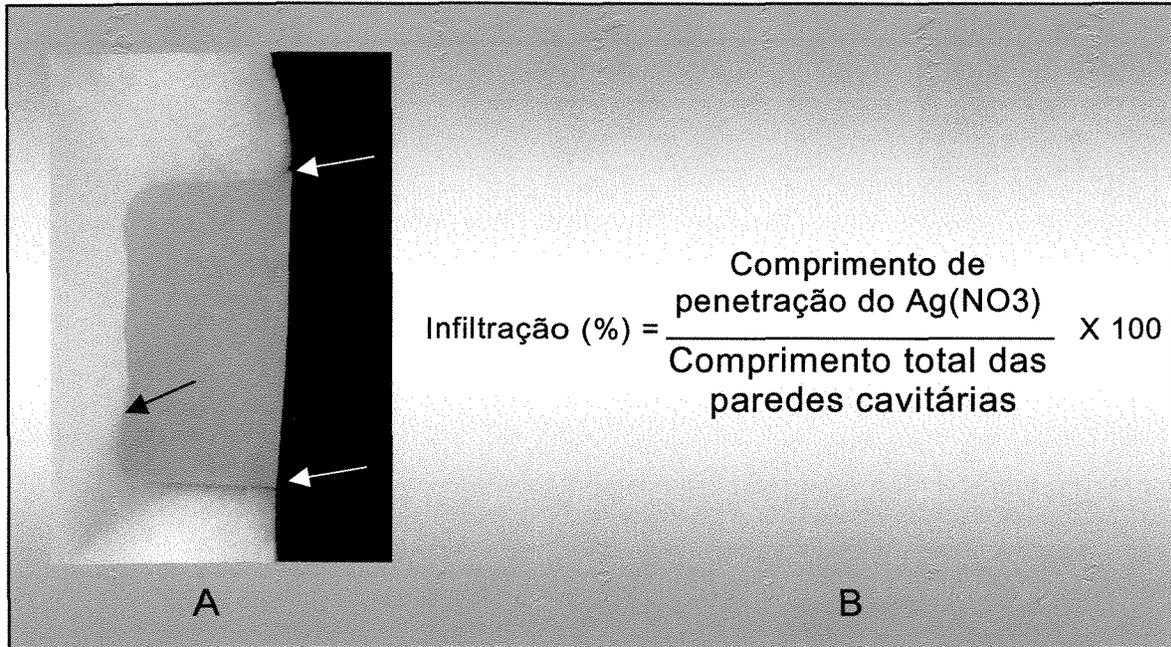


FIGURA 4: A- Imagem obtida em lupa estereoscópica 25X (Carl-Zeiss) ilustrando a infiltração do Ag(NO₃) na interface dente-restauração (Setas).
B- Equação matemática usada para o cálculo percentual da penetração do Ag(NO₃) na interface dente-restauração

Após a mensuração, as secções dentais foram submetidas à limpeza com etanol a 100% por 5min em ultra-som. Em seguida condicionadas com ácido fosfórico a 10% por 10s, lavadas em água por 30s, imersas em hipoclorito de sódio a 5% por 30s. Novamente foram submetidas à limpeza em água sob ultra-som por mais 5min, desidratadas e metalizadas com ouro-paládio para observação em microscopia eletrônica de varredura com pressão variável LEO 435 V.P.

5 RESULTADOS

5.1 ANÁLISE PERCENTUAL E ESTATÍSTICA DOS RESULTADOS

Os resultados percentuais de infiltração obtidos foram submetidos ao tratamento estatístico com o objetivo de comprovar a hipótese de existirem diferenças significantes de infiltração marginal para as três condições experimentais estudadas. As médias de infiltração de cada grupo estão apresentadas na Tabela 3 e ilustradas na Figura 5.

Tabela 3 Médias percentuais em valores médio, maior e menor das infiltrações do nitrato de prata para os tratamentos

GRUPOS	% Médio de Infiltração.	% Maior de infiltração.	%Menor de infiltração.
I -SB + Filtek Z 250	21,11%	58,01%	0,0%
II -SB+ Flow IT + FZ 250	7,89%	34,45%	1,35%
III-SB+Protect LinerF+ FZ 250	2,65%	7,49%	0,0%

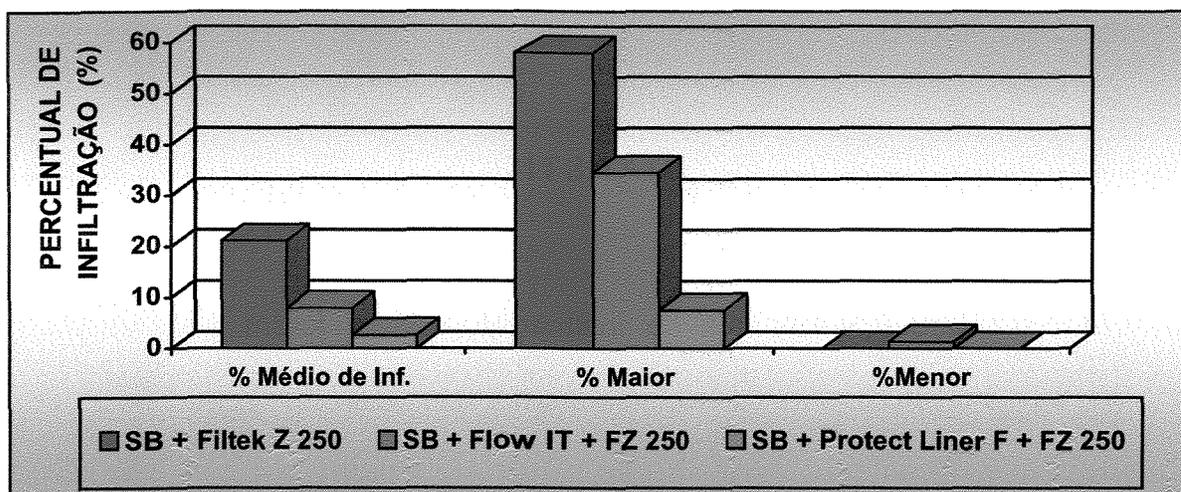


Figura 5: Ilustração gráfica comparando os valores médio, maior e menor do percentual de infiltração do traçador para os tratamentos experimentais.

Inicialmente foi definido não haver diferenças estatísticas entre os dados e, portanto, a hipótese da nulidade, caso a prova estatística acusasse um valor na região de segurança, seria rejeitada, aceitando-se então a hipótese alternativa de que existem diferenças estatísticas significantes entre as três condições experimentais. Como estão sendo estudados três grupos independentes, justifica-se o emprego de uma prova para “n” amostras independentes. Como os percentuais devem ser encarados como representando mensurações no mínimo em escala ordinal, para os valores percentuais de penetração do corante foi aplicado o teste de Kruskal-Wallis, adequado para o caso, em nível de confiança de 95%, determinado que cada amostra possuía doze elementos.

A tabela 4 mostra os resultados do teste Kruskal-Wallis, na qual foi possível detectar que os dentes do Grupo III apresentaram valores percentuais de infiltração do nitrato de prata inferiores e estatisticamente diferentes em relação

aos Grupo I e II que não apresentaram diferença estatística entre si.

Tabela 4 Ilustração da análise de significância estatística com nível de confiança de 95% pelo teste de Kruskal-wallis, mostrando o posto médio para cada tratamento

GRUPOS	Posto Médio
I- SB + Filtek Z 250	24,25 a
II- SB+ Flow IT + FZ 250	19,92 a
III- SB+ Protect Liner F+ FZ 250	11,33 b

Posto médio seguidos por letras distintas diferem estatisticamente entre si pelo Teste de Kruskal-Wallis ($p > 0,05$)

A Figura 6 A e B mostram imagens fotográficas de restaurações classe V na região do limite amelo-dentinário. A Figura 6 A ilustra a restauração em resina composta realizada diretamente sobre o sistema adesivo polimerizado (Grupo I). Neste caso, pode-se observar na parede cervical, a penetração do nitrato de prata na interface resina-dentina e estendendo-se até a parede axial. Na interface resina composta-esmalte existe um leve manchamento da estrutura dental. A Figura 6 B ilustra a restauração confeccionada sobre a superfície da resina de baixa viscosidade Protect Liner F (Grupo III). Neste caso, é possível notar na região cervical da restauração a penetração do nitrato de prata apenas na região adjacente à superfície cavosuperficial. A região de união da resina com o esmalte

também se apresenta com um leve manchamento.

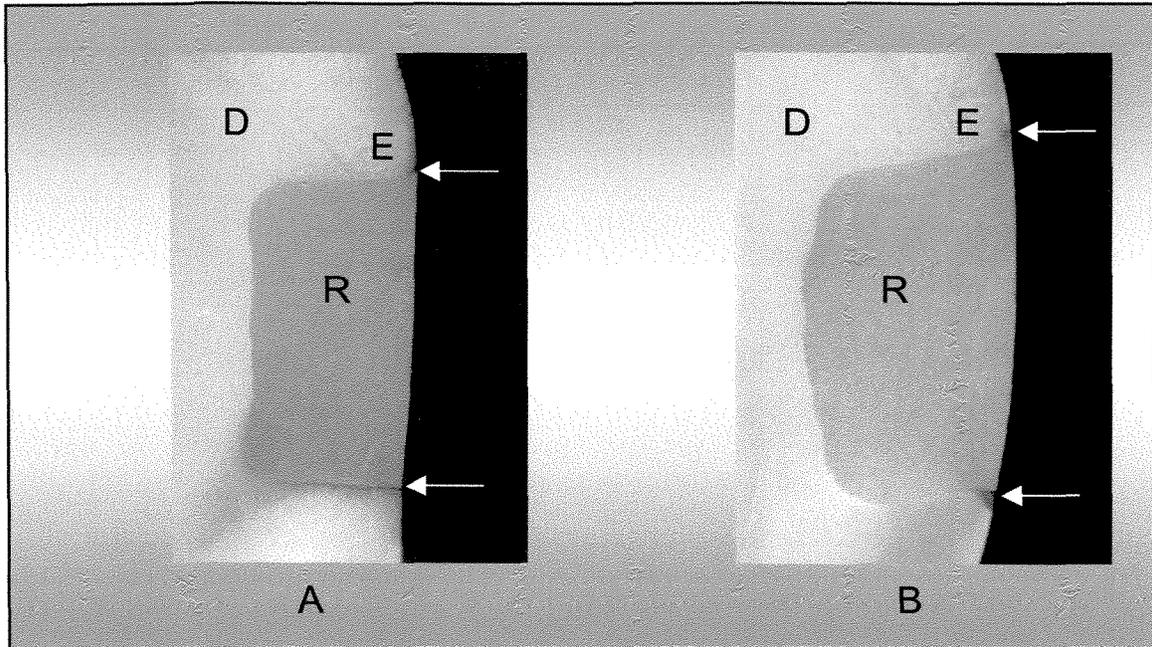


Figura 6: A - Imagem obtida em lupa estereoscópica ilustrando a infiltração do $\text{Ag}(\text{NO}_3)$ na interface dente-restauração. Restauração em resina composta confeccionada diretamente sobre o adesivo. Notar a infiltração do nitrato de prata até parede axial (25X).

B - Imagem obtida em lupa estereoscópica ilustrando a infiltração do $\text{Ag}(\text{NO}_3)$ na interface dente-restauração. Restauração em resina composta confeccionada sobre a resina de baixa viscosidade Protect Liner F. Notar a penetração do nitrato de prata na união dentina-restauração junto a margem cavosuperficial (25X).

5.2 OBSERVAÇÃO MORFOLÓGICA DA INTERFACE DENTINA-RESTAURAÇÃO SOB MICROSCOPIA ELETRÔNICA DE VARREDURA.

A Figura 7 mostra imagem da interface dentina-resina composta. A morfologia dessa região é composta pelos túbulos dentinários preenchidos pelo sistema adesivo (prolongamentos resinosos) unidos pela camada formada pela interdifusão da resina na rede colágena desmineralizada pelo condicionamento ácido (camada híbrida). É perceptível a perfeita superfície de contato da resina de baixa viscosidade (Flow-it) com a zona da mistura entre adesivo e colágeno. Também pode-se observar a resina de baixa viscosidade unida à resina restauradora de média viscosidade (Filtek Z 250). A interface de união pode ser notada pela diferença no formato e tamanho das partículas de carga que compõem as duas resinas. Enquanto, a resina Flow It apresenta partículas irregulares e maiores, a resina composta Z 250 possui partículas menores e arredondadas.

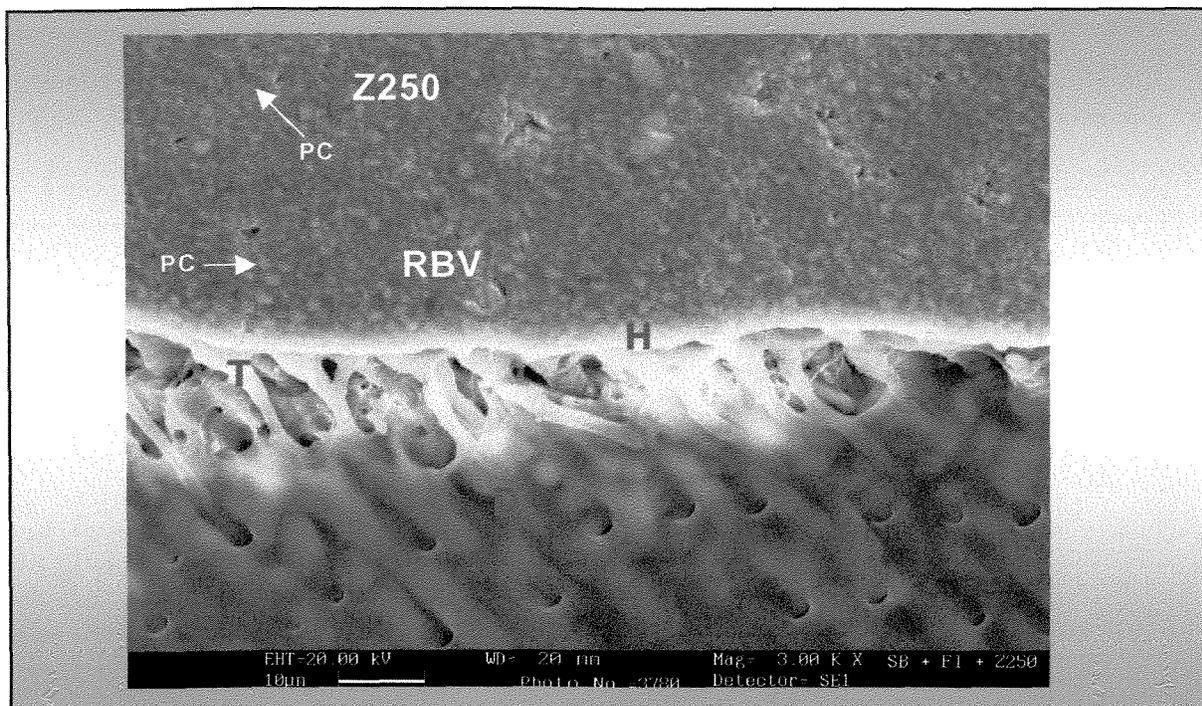


Figura 7: Aspecto morfológico obtido em microscopia eletrônica de varredura (MEV), ilustrando a camada híbrida (H) formada pelo adesivo Single Bond e dentina (D) evidenciando também a resina composta de baixa viscosidade. Flow-It (RBV). Notar diferença no formato das partículas de carga (PC) e justaposição da RBV com a resina Z250.

A Figura 8 ilustra a interface dentina-resina composta de baixa viscosidade (Protect Liner F). Nessa região pode-se observar a união entre os prolongamentos resinosos que preencheram os túbulos dentinários e a zona de interdifusão entre a resina fluida (adesivo) e o colágeno. Também pode-se observar a diferença morfológica entre as camadas de resina composta de baixa viscosidade e a resina composta restauradora de média viscosidade (Filtek Z 250). Neste caso, as diferenças na composição das partículas são mais evidentes.

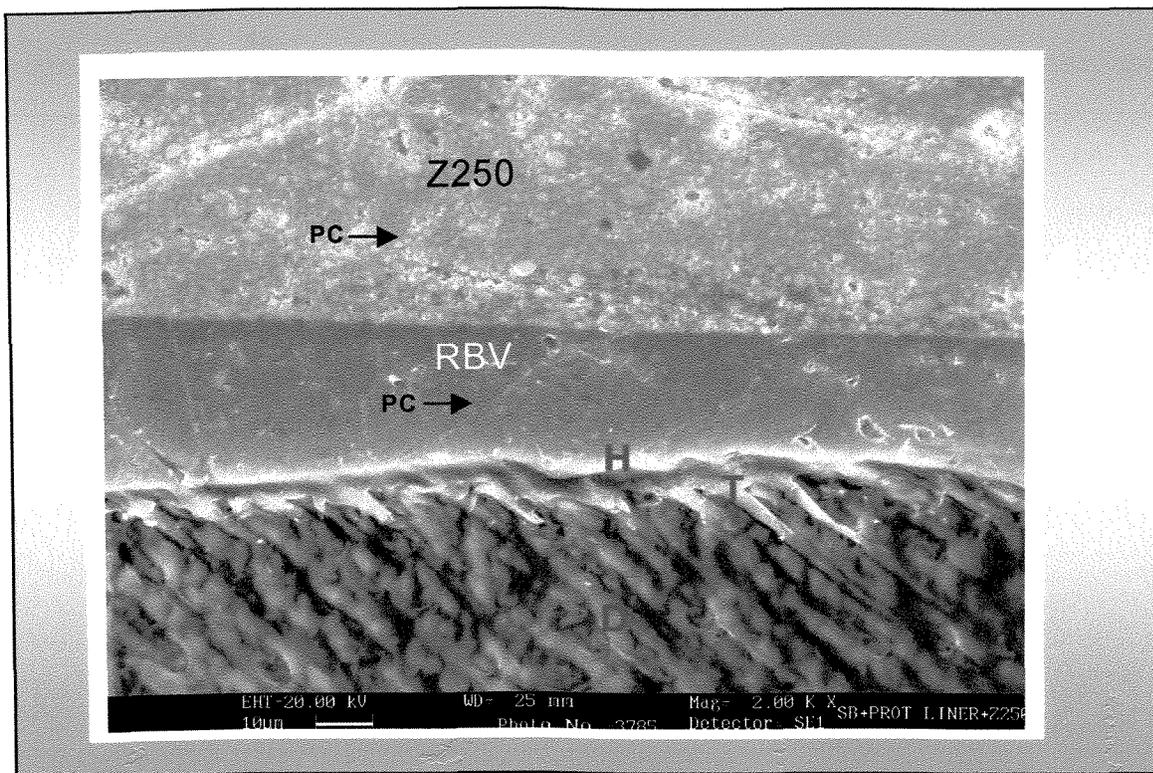


Figura 8 - Aspecto morfológico obtido em MEV, ilustrando a camada híbrida (H) e a dentina (D), com "Tags" (T) evidenciando, também a resina de baixa viscosidade (RBV) Protect Liner F. Notar a diferença morfológica entre as resinas na zona de união da RBV com a resina Z250 e partículas de carga (PC).

6 DISCUSSÃO

O advento das restaurações adesivas proporcionou à odontologia alternativas técnicas e mudanças nas atitudes clínicas direcionadas às restaurações diretas e indiretas. A compreensão dos processos biológicos, químicos e físicos que estão envolvidos na adesão tem sido a razão destas mudanças no comportamento técnico e clínico restaurador.

Quando a margem da cavidade está localizada em esmalte, a resistência de união decorrente da associação entre o procedimento técnico de condicionamento ácido e sistemas adesivos, é suficiente para suportar a força gerada pela contração de polimerização da resina restauradora. Isto somado à estabilidade na união da interface entre esmalte e resina reduziu a possibilidade da ocorrência da infiltração marginal e aumentou a longevidade das restaurações. (Buonocore, 1955; Buonocore *et al.*, 1956; Magnum Jr. *et al.*, 1994; Gwinnett, 1995; Studevart *et al.*, 1995; Swift Jr. *et al.*, 1996.). Neste estudo, foi observado leves manchamentos produzido pelo nitrato de prata nas margens da cavidade localizadas em esmalte. Isto provavelmente tenha acontecido em decorrência de pequenas fraturas na região cavosuperficial resultantes do procedimento de acabamento e polimento. Como o problema envolvendo a estrutura em esmalte é mais técnico e os estudos prévios asseguram o sucesso clínico nesta interface de união, apenas as margens das restaurações localizadas em dentina – cimento foram avaliadas. Isto porque a dentina é considerada uma estrutura biológica

complexa em função da heterogeneidade na composição química estrutural e no dinamismo de ocorrência de alterações teciduais que resulta em maior dificuldade nos procedimentos restauradores adesivos.

Em 1982, Nakabayashi *et al.*, preconizaram o condicionamento da dentina com ácido fraco e obtenção de uma região desmineralizada com exposição da rede colágena. A aplicação e difusão de uma mistura entre monômeros hidrófobos e hidrófilos em concentrações balanceadas para o interior do colágeno formou um entrelaçamento entre a resina e a dentina intertubular e peritubular, a qual foi denominada camada híbrida. Com características ácido resistente, a camada híbrida proporcionou efetiva redução na infiltração marginal e sensibilidade pós-operatória; além disso, tem sido considerada responsável pela efetividade da união entre a dentina e a resina restauradora.

O aspecto morfológico da camada híbrida e dos túbulos dentinários que foram preenchido pela resina adesiva estão ilustrados na Figura 7. Apesar disto, quando a restauração foi imersa em nitrato de prata, a interface da restauração unida pelo adesivo foi marcada em 21,11% em relação aos 100% relativos ao comprimento total da cavidade (Tabela 3 e Figura 5). Esta pigmentação marginal basicamente caracterizou o processo de infiltração marginal (Figura 6 A) que normalmente ocorre pela abertura marginal provocada principalmente pela contração da resina durante a polimerização. Entretanto, a infiltração também pode ocorrer na ausência de fendas marginais, de acordo com Sano *et al.*, (1994). A dificuldade da resina adesiva penetrar e polimerizar-se eficientemente no interior

de toda estrutura dentinária desmineralizada pelo ácido, pode produzir uma zona porosa abaixo da camada híbrida que é facilmente penetrada pelo nitrato de prata. Isto mostra uma falha na formação de uma camada híbrida uniforme e com qualidade para efetivar o selamento marginal. Assim sendo, o nitrato de prata pode difundir-se nas porosidades e espaços, na ordem de 20 a 100nm, existentes na região de interface e caracterizar o processo denominado por Sano *et al.*, (1995) como nanoinfiltração. A permeabilidade dessa região permitirá a penetração de fluidos bucais que podem degradar a união na interface e comprometer a restauração.

Uma outra razão para a ocorrência da penetração do nitrato de prata é a possível abertura marginal produzida pelas forças geradas durante a contração de polimerização da resina (Davidson *et al.*, 1984). A possibilidade de abertura marginal é exacerbada pela forma geométrica da cavidade. Feilzer *et al.*, (1987) demonstraram que, quanto maior o número de paredes unidas em relação ao número de paredes livres, tanto maior a geração de tensão durante a contração da resina. Como neste estudo, as restaurações foram confeccionadas em cavidades classe V com fator C igual a 3,5, este fato também pode ser responsável pelo nível percentual de penetração do traçador nas restaurações onde foi utilizado o adesivo e a resina composta Z 250 como material restaurador (Tabela 3 e Figura 6 A).

Desta forma, quando o fator C for maior do que 2 torna-se necessário utilizar determinadas técnicas para minimizar as forças geradas pela contração.

Uma das técnicas indicadas é a utilização de uma camada intermediária entre o adesivo e a resina restauradora que possua características de deformação elástica, cuja função seria absorver a tensão proveniente da contração de polimerização da resina composta restauradora (Davidson & De Gee, 1984; Davidson & Feilzer, 1997).

A recente introdução no mercado odontológico de resinas compostas de baixa viscosidade com indicações diversas, também incentivou o profissional a utilizar este tipo de resina sobre a camada de adesivo para aproveitar sua característica de alto escoamento. Isto criaria facilidades para a inserção e adaptação de resinas restauradoras de alta viscosidade. Neste estudo foi utilizada como camada intermediária entre o adesivo e a resina restauradora Filtek Z 250 a resina composta de baixa viscosidade Flow-It. Segundo Bayne *et al.*, (1998) esta resina composta difere de um compósito convencional de média viscosidade na quantidade de carga inorgânica que foi reduzida em aproximadamente 20%. A matriz orgânica continuou sendo formada pelo TEGMA e Bis-GMA acrescido de modificadores das condições reológicas. Assim, o grupo experimental (Grupo II) apresentou média percentual de penetração do nitrato de prata de 7,89% em relação ao comprimento total da cavidade (Tabela 3 e Figura 5). Na comparação com as restaurações sem adição da camada intermediária (Grupo I) é possível observar uma redução de 62,63% na infiltração marginal. Apesar disto, os valores percentuais não apresentaram diferença estatística significativa entre si em nível de 5% de probabilidade (Tabela 4). A não significância estatística entre os dois

grupos pode ser creditada à pequena diferença entre os postos médios apresentados nas técnicas usadas para restaurar as cavidades dos Grupos II e I. A variabilidade na capacidade de umedecimento da resina de alto escoamento sobre a camada de adesivo, mesmo resultando em um valor médio inferior àquele obtido para o Grupo1 pode ter sido uma das razões destes resultados.

Na realidade, a propriedade de escoamento da resina usada como camada intermediária na confecção da restauração foi a responsável pela maior capacidade de umedecimento e conseqüente redução da infiltração do traçador nas restaurações do Grupo II. Neste caso, o escoamento da resina foi proporcionado pela adição de modificadores da condição reológica e pela redução em 20% da quantidade de carga em peso (Bayne *et al.*, 1998). Entretanto, esta redução no conteúdo de carga não foi suficiente para reduzir também o módulo de elasticidade da resina Flow It. Com isto, esta propriedade permaneceu semelhante às da resina convencional. Como o módulo de elasticidade é indiretamente proporcional à deformação gerada pela polimerização, de acordo com a lei de Hooke, o comportamento dos dois materiais em relação à magnitude da força gerada pela contração deve ter sido similar (Walls *et al.*, 1988)

Bertschinger *et al.* (1996); Paul & Sharer (1997), demonstraram *in vitro* e *in vivo*, respectivamente, que a aplicação de uma camada de adesivo para selar a dentina, previamente ao uso dos agentes cimentantes provisórios, e de outra camada no momento da fixação da restauração à dentina, praticamente duplicou o valor de resistência de união. Além disso, o

procedimento técnico propiciou a redução na sensibilidade pós-operatória e na infiltração marginal de restaurações Classe V. Isto porque esta camada intermediária, relativamente flexível, entre a resina restauradora e a dentina, absorve as tensões produzidas pela contração de polimerização da resina e pelo esforço mastigatório. No Grupo III, deste estudo, as paredes da cavidade foram cobertas com uma camada intermediária de uma resina também considerada de baixa viscosidade, denominada Protect Liner F, mas com características diferentes na formulação química em relação à resina Flow It. Indicada para selar exposições cervicais sensíveis, a resina Protect Liner F é formada pelo Bis-GMA e TEGDMA, sílica coloidal e partículas de resina pré-polimerizada cujo conteúdo chega a 30% em peso. Com essa composição, a característica marcante desta resina é a sua capacidade de escoamento. Isto permitiu, provavelmente, maior contato entre a resina e o adesivo proporcionando melhor selamento. O resultado desta característica está disposto na Tabela 3, Figuras 5 e 6 B. O valor percentual de penetração do nitrato de prata foi 2,65%. A redução na infiltração marginal em relação ao Grupo I foi de 87,5% e de 33,93% quando comparada com o grupo em que foi usado a resina Flow it como camada intermediária. Além disso, o valor percentual médio de penetração do nitrato de prata obtido nas restaurações do Grupo que utilizou o material Protect Liner F como camada intermediária, foi estatisticamente diferente em relação ao grupo II que utilizou a resina Flow It e ao Grupo I na qual foi utilizado a resina restauradora diretamente sobre a camada de adesivo (Tabela 4). Redução

semelhante foi relatada por Swift Jr. *et al.* (1996), em pesquisa sobre infiltração marginal usando o mesmo material

Dois fatos podem explicar a redução no valor de penetração do nitrato de prata na margem da cavidade. O primeiro está relacionado com a capacidade de escoamento da resina Protect Liner F. O escoamento na fase de pré-polimerização cria condições para haver uma reorganização molecular e conseqüente redução da tensão gerada na contração mesmo sendo dependente da configuração geométrica da cavidade e das propriedades do material. O segundo fator de redução das forças produzidas pela contração pode ser atribuída ao baixo módulo de elasticidade da resina de baixa viscosidade e da zona de interdifusão adesivo-dentina (Feilzer *et al.*, 1990; Kemp-Scholte & Davidson, 1990; Van Meerbeek *et al.*, 1998; Labella *et al.*, 1998; Unterbrink *et al.*, 1999). O aspecto morfológico desta interface de união está ilustrada na Figura 8, na qual pode-se observar nitidamente a camada híbrida e os prolongamentos resinosos no interior dos túbulos dentinários, e a perfeita integração do adesivo com a resina de baixa viscosidade Protect Liner F. Choi *et al.* (2000), demonstraram que a aplicação de várias camadas de adesivo com espessura variável entre 20 e 300µm foi capaz de absorver e reduzir a tensão produzida durante a aplicação e polimerização da resina restauradora. Os autores também relataram a redução da infiltração marginal nas margens de cavidade classe V à semelhança dos resultados obtidos

neste estudo. Em resumo, este estudo demonstrou que a formação da região de interdifusão adesivo-dentina combinada com a resina de baixa viscosidade e baixo módulo de elasticidade, antes da inserção da resina restauradora em cavidades Classe V, proporcionaram a redução da penetração do nitrato de prata nas margens das restaurações. A consequência clínica direta disto seria um melhor selamento marginal e aumento da vida útil da restauração.

7 CONCLUSÃO

Com base nos resultados obtidos pode-se concluir que:

- 1- O grupo I (controle) apresentou média percentual de penetração do nitrato de prata de 21,11%, em relação ao comprimento total da cavidade. O valor médio apresentado pelo Grupo II, na qual a resina Flow It foi aplicada como camada intermediária entre o adesivo e a resina restauradora, foi de 7,89%; e no Grupo III onde foi utilizado a resina Protect Liner F como camada intermediária, o valor médio foi de 2,65%. O valor percentual do Grupo III foi estatisticamente inferior em relação aos Grupos II e I que não apresentaram diferença estatística entre si ($p > 0,05$).
- 2- A utilização de uma resina de baixa viscosidade e baixo módulo de elasticidade (Protect Liner F) como camada intermediária entre o adesivo e a resina restauradora proporcionou redução na penetração do nitrato de prata nas margens de cavidades classe V restauradas com resina composta.
- 3- A resina de alto escoamento, denominada Flow It apresentou maior variabilidade nos índices percentuais de penetração do nitrato de prata nas margens das restaurações, em relação a resina Protect Liner F.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS*

1. ABDALLA, A.I., DAVIDSON, C.L. Shear bond strength and microleakage of new dentin bonding systems. **Am J Dent**, San Antonio, v.6, n.6, p.295-298, Dec. 1993.
2. ALANI, A.H., TOH, C.G. Detection of microleakage around dental restorations : a Review. **Oper Dent**, Seattle, v.22, n.4, p.173-185, July/Aug. 1997.
3. BARKMEIER, W.W., COOLEY, R.L. Laboratory evaluation of adhesive systems. **Oper Dent**, Seattle, Suppl. 5, p.50-61, 1992.
4. BAYNE, S.C. et al. A characterization of first-generation flowable composites. **J Am Dent Assoc**, Chicago, v.129, n.5, p.567-577, May 1998.
5. BERTSCHINGER, C. et al. Dual application of dentin bonding agents : effect on bond strenght. **Am J Dent**, San Antonio, v.9, n.3, p.115-119, June 1996.
6. BUONOCORE, M.G. A simple method of increasing the adhesion of acrylic filling materials to enamel surfaces. **J Dent Res**, Washington, v.34, n.6, p.849-853, Dec. 1955.
7. _____, WILEMAN, W., BRUDEVOLD, A. A report on a resin composition capable of bonding to human dentin surfaces. **J Dent Res**, Washington, v.35, n.6, p.846-851, Dec. 1956.
8. BURGESS, J.,O. et al. An evaluation of four light-curing units comparing soft and hard curing. **Pract Periodontics Aesthet Dent**, New York, v.11, n.1, p.125-132, Jan.-Feb. 1999.
9. CARVALHO, R.M. et. al. A review of polymerization contraction : The influence of stress development versus stress relief. **Oper Dent**, Seattle, v.21, n.1, p.17-24, Jan.-Feb. 1996.
10. CHOI, K.K., CONDON, J.R., FERRACANE, J.L. The effects of adhesive thickness on polymerization contraction stress of composite. **J Dent Res**, Washington, v.79, n.3, p.812-817, Mar. 2000.

* Conforme NBR 6023, de agosto de 1989.

11. COX, C.F. Evaluation and treatment of bacterial microleakage. **Am J Dent**, San Antonio, v.7, n.5, p.293-295, Abr. 1994.
12. _____. Microleakage related to restorative procedures. **Proc Finn Dent Soc**, Helsinki, v.88, Suppl. 1, p.83-93, 1992.
13. DAVIDSON, C.L., DE GEE, A.J. Relaxation of polymerization contraction stresses by flow in dental composites. **J Dent Res**, Washington, v.63, n.2, p.146-148, Feb. 1984.
14. _____, FEILZER, A.J. Polymerization shrinkage and polymerization shrinkage stress in polymer-based restoratives. **J Dent.**, Guildford, v. 25, n. 6, p. 435-440, Nov. 1997.
15. _____, DE GEE, A.J., FEILZER, A. The competition between the composite-dentin bond strength and the polymerization contraction stress. **J Dent Res**, Washington, v.63, n.12, p.1396-1399, Dez. 1984.
16. DE GOES, M.F., PACHANE, G.C.F., GARCIA-GODOY, F. Resin bond strength with different methods to remove excess water from the dentin. **Am J Dent**, San Antonio, v.10, n.6, p.298-301, Dec. 1997.
17. DERHAMI, K., COLI, P., BRÄNNSTRÖM, M. Microleakage in Class 2 composite resin restorations. **Oper Dent**, Seattle, v.20, n.3, p.100-105, May-June, 1995.
18. 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**, Washington, v.66, n.11, p.1636-1639, Nov. 1987.
19. FULL, C.A., HOLLANDER, W.R. The composite resin restoration : A literature review part I. Proper cavity preparation and placement techniques. **ASDC J Dent Child**, Chicago, v.60, n.1, p.48-51, Jan.-Feb. 1993.
20. FUSAYAMA, T. et. al. Non-pressure adhesion of a new adhesive restorative resin. **J Dent Res**, Washington, v.58, n.4, p.1364-1370, Apr. 1979.
21. GALE, M.S., DARVELL, B.W. Controlling dentine penetration in computer microleakage tracer mapping. **J Dent**, Guildford, v.25, n.2, p.129-136, Mar. 1997.

22. GWINNETT, A.J. Adesivos dentais. In : BARATIERI, L.N. et al. **Estética** : Restaurações adesivas diretas em dentes anteriores fraturados. São Paulo : Santos, 1995. p.57-72.
23. _____, KANCA, J.A. Micromorphology of the bonded dentin interface and its relationship to bond strength. **Am J Dent**, San Antonio, v.5, n.2, p.73-77, Apr. 1992.
24. _____, MATSUI, A. A study of enamel adhesives. The physical relationship between enamel and adhesive. **Arch Oral Biol**, London, v.12, n.12, p.1615-1620, Dec. 1967.
25. KANCA III, J. Resin bonding to wet substrate. 1. Bonding to dentin. **Quintess. Int**, New Malden, v.23, n.1, p.39-41, Jan. 1992.
26. KEMP-SCHOLTE, C.M., DAVIDSON, C.L. Complete marginal seal of class V resin composite restorations effected by increased flexibility. **J Dent Res**, Washington, v.69, n.6, p.1240-1243, June 1990.
27. LABELLA, R. et al. Polymerization shrinkage and elasticity of flowable composites and filled adhesives. **Dent Mater**, Washington, v.15, n.2, p.128-137, Mar. 1999.
28. MANGNUM, F.L.Jr. et. al. Microleakage of incremental versus compression matrix bulk filling of cervical resin composite restorations. **Gen Dent**, Chicago, v.42, n.4, p.304-308, July-Aug. 1994.
29. MARSHALL, G.W.Jr. Dentin : Microstructure and characterization. **Quintessence Int**, New Malden, v.24, n.9, p.606-617, Sept. 1993.
30. MARSHALL, G.W.Jr. et al. The dentin substrate : structure and properties related to bonding. **J Dent**, Guildford, v.25, n.6, p.441-458, Nov. 1997.
31. NAKABAYASHI, N., KOJIMA, K., MASUHARA, E. The promotion of adhesion by infiltration of monomers into tooth substrates. **J Biomed Mater Res**, New York, v.16, n.3, p.265-273, May 1982.
32. _____, NAKAMURA, M., YASUDA, N. Hybrid layer as a dentin-bonding mechanism. **J Esthet Dent**, Ontario, v.3, n.4, p.133-138, July-Aug. 1991.

33. PASHLEY, D.H. Clinical considerations of microleakage. **J Endod**, Chicago, v.6, n.2, p.70-77, Feb. 1990.
34. PAUL, S.J., SCHARER, P. The dual bonding technique : a modified method to improve adhesive luting procedures. **Int J Periodontics Restorative Dent**, Chicago, v.17, n.6, p.536-545, Dec. 1997.
35. PERDIGAO, J. et al. The interaction of adhesive systems with human dentin. **Am J Dent**, San Antonio, v.9, n.4, p.167-173, Aug. 1996.
36. _____. et al. Marginal morphology of class V composite restorations. **Am J Dent**, San Antonio, v.10, n.5, p.231-236, Oct. 1997.
37. RETIEF, D.H. et al. Phosphoric acid as a dentin etchant. **Am J Dent**, San Antonio, v.5, n.1, p.24-28, Feb. 1992.
38. SANO, H. et al. Comparative SEM and TEM observations of nanoleakage within hybrid layer. **Oper Dent**, Seattle, v.20, n.4, p.160-167, July-Aug. 1995.
39. _____. et al. Microporous dentin zone beneath resin-impregnated layer. **Oper Dent**, Seattle, v.19, n.2, p.59-64, Mar.-Apr. 1994.
40. _____. et al. Nanoleakage : Leakage within the hybrid layer. **Oper Dent**, Seattle, v.20, n.1, p.18-25, Jan.-Feb. 1995.
41. SILVA, F.B.C. et al. Análise da força de cisalhamento : aspectos qualitativos da formação de camada híbrida e macroscópicos da microinfiltração. **Rev Bras Odontol**, Rio de Janeiro, v.55, n.3, p.184-191, July-Sept. 1998.
42. STURDEVANTT, C.M., ROBERSON, T.M., HEYMANN, H.O. **The art and science of operative dentistry**. 3.ed. St. Louis : Mosby, 1995. p.241-249.
43. SWIFT, E.J.Jr., BAYNE, S.C. Shear bond strength of a new one-bottle dentin adhesive. **Am J Dent**, San Antonio, v.10, n.4, p.184-188, Aug. 1997.
44. _____. et al. Effect of low-viscosity resins on the performance of dental adhesives. **Am J Dent**, San Antonio, v.9, n.3, p.100-104, June 1996.

45. TAYLOR, M.J., LYNCH, E. Microleakage. **J Dent**, Guildford, v.20, n.1, p.3-10, Feb. 1992.
46. TOLIDIS, K., NOBECOURT, A., RANDALL, R.C. Effect of a resin-modified glass ionomer liner on volumetric polymerization shrinkage of various composites. **Dent Mater**, Washington, v.14, n.6, p.417-423, Nov 1998.
47. UNITERBRINK, R.L. et al. Flowable resin composites as "filled adhesives" : literature review and clinical recommendations. **Quintessence Int**, Seattle, v.30, n.4, p.249-257, Apr. 1999.
48. VAN MEERBEEK, B. et al. Enamel and dentin adhesion. In : SCHWARTZ, R.S., SUMMITT, J.B., ROBBINS, J.W. **Fundamentals of operative dentistry**. Chicago : Quintessence, 1996. P.141- 186.
49. _____ et al. Morphological aspects of the resin-dentin interdifusion zone with different dentin adhesive systems. **J Dent Res**, Washington, v.71, n.8, p.1530-1540, Aug. 1992.
50. VAN MEERBEEK, B. et al. The clinical performance of adhesives. **J Dent**, Guildford, v.26, n.1, p.1-20, Jan. 1998.
51. VARGAS, M.A., SWIFT, E.J.Jr. Microleakage of resin composites with wet versus dry bonding. **Am J Dent**, San Antonio, v.7, n.4, p. 187-189, Aug. 1994.
52. WALLS, A.W., MC CABE, J.F., MURRAY, J.J. The polymerization contraction of visible-light activated composite resins. **J Dent**, Guildford, v.16, n.4, p.177-181, Aug. 1988.
53. YAP, A., STOKES, A.N., PEARSON, G.J. An in vitro microleakage study of a new multi-purpose dental adhesive system. **J Oral Rehabil, Oxford**, v.23, n.5, p.302-308, May 1996.
54. YAP, A.U., ANG, H.Q., CHONO, K.C. Influence of finishing time on marginal sealing ability of new generation composite bonding systems. **J Oral Reabil**, Oxford, v.25, p.871-876, Nov. 1998.
55. 3M CO. DENTAL PRODUCTS. Filtek Z250: perfil técnico do produto. St. Paul, MN, 1999. 32p.

ANEXOS

Média das infiltrações em cavidades classe V medindo 3x3x2 mm, confeccionadas na região do limite amelo-dentinário, com 1,5 mm em esmalte e 1,5mm com parede superficial em dentina.

Grupo I = SINGLE BOND + FILTEK Z 250

DENTE	MÉDIA DE INFILTRAÇÃO
D1	58,01
D2	38,40
D3	56,54
D4	00,00
D5	5,17
D6	43,73
D8	13,01
D9	00,00
D10	10,89
D11	14,76
D12	2,75
D7	10,17
MÉDIA	21,11%

GRUPO II = SINGLE BOND+ FLOW-IT + FILTEK Z250

DENTE	MÉDIA DE INFILTRAÇÃO
D1	5,82
D2	4,62
D3	15,75
D4	4,67
D5	34,45
D6	4,73
D7	4,39
D8	1,35
D9	3,05
D10	3,87
D11	2,54
D12	9,46
MÉDIA	7,89%

GRUPO III : SINGLE BOND + PROTECT LINER F +FILTEK Z 250

DENTE	MÉDIA DE INFILTRAÇÃO
D1	3,84
D2	3,04
D3	0,00
D4	2,63
D5	1,36
D6	0,69
D7	2,33
D8	3,52
D9	0,91
D10	1,21
D11	4,83
D12	7,49
MÉDIA	2,65%

TESTE DE KRUSKAL-WALLIS PARA OS TRATAMENTOS

Resultados

H= 9,3438

Graus de liberdade = 2

(p) Kruskal-Wallis = 0,0094

R 1 (posto médio) = 24,2500

R 2 (posto médio) = 19,9167

R 3 (posto médio) = 11,3333

p (1e2) = 0,3137

p (1e3) = 0,0027

p (2e3) = 0,0460

MATERIAL	POSTO MÉDIO
SINGLE BOND + FILTEK	24,25 a
S B + FLOW-IT + FILTEK	19,92 a
S B + PROTECT L + FILTEK	11,33 b