

**UNIVERSIDADE ESTADUAL DE CAMPINAS
FACULDADE DE ODONTOLOGIA DE
PIRACICABA**

**UNICAMP
BIBLIOTECA CENTRAL
SEÇÃO CIRCULANTE**

**ANADELIA BORGES SOARES
CIRURGIÃ - DENTISTA**

**INFILTRAÇÃO MARGINAL EM RESTAURAÇÕES DE
COMPÓSITOS COM DIFERENTES VISCOSIDADES
POLIMERIZADOS SOB INTENSIDADE
GRADUAL DA LUZ VISÍVEL**

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

Piracicaba

2001

UNIVERSIDADE ESTADUAL DE CAMPINAS
FACULDADE DE ODONTOLOGIA DE
PIRACICABA

ANADELIA BORGES SOARES
CIRURGIÃ - DENTISTA

INFILTRAÇÃO MARGINAL EM RESTAURAÇÕES DE
COMPÓSITOS COM DIFERENTES VISCOSIDADES
POLIMERIZADOS SOB INTENSIDADE
GRADUAL DA LUZ VISÍVEL

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

Orientador: **Prof. Dr. MARIO FERNANDO DE GOES**

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

CPG, 16/05/2001

Assinatura do Orientador

Piracicaba

2001

UNIDADE BC
 N.º CHAMADA: T/UNICAMP
58112
 V. _____ Ex. _____
 TOMBO BC/ 46150
 PROC. 16-392/01
 C D
 PREC* R\$ 11,00
 DATA 17-02-01
 N.º CPD _____

CM00158851-4

Ficha Catalográfica

So11i Soares, Anadelia Borges.
 Infiltração marginal em restaurações de compósitos com diferentes viscosidades polimerizados sob intensidade gradual da luz visível. / Anadelia Borges Soares. -- Piracicaba, SP : [s.n.], 2001. xviii, 119p. : il.

Orientador : Prof. Dr. Mario Fernando de Góes.
 Tese (Doutorado) – Universidade Estadual de Campinas, Faculdade de Odontologia de Piracicaba.

1. Polimerização. 2. Viscosidade. 3. Resinas compostas. 4. Restaurações (Odontologia). I. Góes, Mario Fernando. II. Universidade Estadual de Campinas. Faculdade de Odontologia de Piracicaba. III. Título.

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 DOUTORADO, em sessão pública realizada em 29 de Março de 2001, considerou a candidata ANADELIA BORGES SOARES aprovada.

1. Prof. Dr. MARIO FERNANDO DE GOES

2. Prof. Dr. PAULO AMARANTE ARAUJO

3. Prof. Dr. WALTER GOMES MIRANDA JUNIOR

4. Prof. Dr. PAULO CÉSAR SAQUY

5. Prof. Dr. MARIO ALEXANDRE COELHO SINHORETI

Dedico este trabalho

A **Deus**, que com amor, amparou-me nos momentos difíceis mostrando-me sempre o caminho a ser seguido, fazendo-me acreditar e nunca desvirtuar-me dele.

Aos meus pais, pela Dedicção, Amor e Preocupação dispensados em toda a minha vida. À minha mãe **Teresinha**, por acreditar nos meus sonhos e permitir que seu positivismo e alegria de viver nunca deixassem me abater pelas intempéries da vida; e ao meu pai **Luiz** por representar sempre a concretização dos meus objetivos pela segurança inabalável dispensada nos momentos necessitados.

Às minhas irmãs, pelo Carinho, Amor e Amizade dispensados em toda a minha vida. À **Cristiane**, pela meiguice, preocupação e companheirismo; e à **Andresa**, pelo incentivo, encorajamento e espírito desbravador, características peculiares a cada uma delas que me influenciaram não só profissionalmente, como também na formação do meu caráter.

Ao meu namorado **Renan**, pela Paciência, Amor, Carinho, Compreensão, Dedicção e Incentivo, sem os quais seria impossível a realização deste sonho.

AGRADECIMENTO ESPECIAL

Ao Prof. Doutor **MARIO FERNANDO DE GOES**, Titular da Área de Materiais Dentários, da Faculdade de Odontologia de Piracicaba, UNICAMP, por representar sempre um exemplo de Dedicção, Perfeccionismo, Amor à Ciência e Idealismo. No decorrer da minha formação profissional, estas características foram paulatinamente incorporadas em mim, a quem agradeço muito pela orientação e por mostrar-me sempre o verdadeiro caminho da Pesquisa e do Ensino.

Meus sinceros agradecimentos.

AGRADECIMENTOS

Ao Prof. Dr. Mário Alexandre Coelho Sinhoret, da Área de Materiais Dentários da Faculdade de Odontologia de Piracicaba -UNICAMP-; pelo auxílio na elaboração da análise estatística e conhecimentos transmitidos durante o Curso de Pós-Graduação .

Aos Professores da Área de Materiais Dentários, Prof. Dr. Simonides Consani e Prof. Dr. Lourenço Correr Sobrinho pelos conhecimentos transmitidos durante o Curso de Pós-Graduação.

Ao Prof. Dr. Elliot Watanabe Kitajima, coordenador do Núcleo de Apoio à Pesquisa (NAP) em Microscopia Eletrônica da Escola Superior de Agricultura “Luiz de Queiroz”- USP, pela utilização do referido núcleo, que possibilitou a elucidação científica deste trabalho.

Ao Engenheiro Marcos Blanco Cangiani, técnico da Área de Materiais Dentários da Faculdade de Odontologia de Piracicaba, UNICAMP, pela confecção do dispositivo metálico e pela colaboração técnica na formatação e digitação deste trabalho.

À bibliotecária Sta. Marilene Girello, da Faculdade de Odontologia de Piracicaba, UNICAMP, pela orientação na revisão e na referência bibliográfica.

À Sra. Selma A. Barbosa Segalla, funcionária da Área de Materiais Dentários da Faculdade de Odontologia de Piracicaba, UNICAMP, pela amizade e auxílio prestados no decorrer do Curso.

À Companhia Dentsply pelo fornecimento do material utilizado neste estudo.

Ao Conselho de Apoio de Pesquisa - CAPES - pela concessão da bolsa de estudos que possibilitou a realização do Curso de Pós-Graduação.

Aos colegas de Pós-Graduação, pela amizade, convívio e conhecimentos trocados durante o Curso.

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

MEUS SINCEROS AGRADECIMENTOS.

“Se não houver frutos, valeu a beleza das flores.

Se não houver flores, valeu a sombra das folhas.

Se não houver folhas, valeu a intenção da semente.”

SUMÁRIO

RESUMO.....	1
ABSTRACT.....	3
1 - INTRODUÇÃO	5
2 - REVISÃO DA LITERATURA.....	11
3 - MATERIAIS E MÉTODO.....	81
4 - RESULTADOS.....	89
5- DISCUSSÃO DOS RESULTADOS.....	95
6 - CONCLUSÃO.....	107
REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....	109
APÊNDICE.....	117

RESUMO

O propósito deste estudo foi avaliar a infiltração marginal em cavidades restauradas com resinas de diferentes viscosidades. Foram avaliados compósitos com alta viscosidade(Sure Fil), baixa viscosidade(Tetric Flow) e média viscosidade (TPH Spectrum), e resina modificada por poliácido (Dyract AP). Sessenta e cinco cavidades classe V foram preparadas em molares humanos recém-extraídos e aleatoriamente divididas nos Grupos Controle e Experimental. As cavidades foram posicionadas com a metade de cada uma delas localizada acima e a outra metade abaixo da junção cimento-esmalte. Todas as cavidades foram condicionadas com ácido fosfórico a 35%, lavadas, o excesso de água removido, e o adesivo Prime & Bond 2.1 foi aplicado de acordo com as instruções do fabricante. No Grupo controle, as restaurações foram feitas com cada compósito com dois incrementos de 1,5 mm cada e fotoativadas (XL 3000, 3M) por 40 segundos. No Grupo Experimental, cada incremento de compósito foi polimerizado inicialmente por 10 segundos, utilizando 30% da intensidade total do aparelho fotoativador ($150\text{mW}/\text{cm}^2$). Em seguida, a polimerização final foi efetuada usando-se 100% de intensidade de luz, com a ponta ativa da unidade ativadora em contato com a resina restauradora, por mais 30 segundos. Após 24 horas em água a 37°C , as restaurações foram polidas com discos Sof-Lex. Os dentes foram cobertos com esmalte cosmético, exceto nas restaurações e 1mm ao redor das margens, imersos em uma solução de nitrato de prata a 50% por 24 horas, lavados por 1 minuto, e imersos em uma solução foto-reveladora por 8 horas. Os dentes foram

cortados longitudinalmente no centro das restaurações e a penetração do nitrato de prata, foi observada em microscópio comparador. O percentual de penetração foi calculado como sendo a porcentagem total de infiltração do nitrato = comprimento de penetração do nitrato de prata / comprimento total da parede cavitárias X 100. Depois disso, as secções foram analisadas em microscópio eletrônico de varredura de pressão variável (LEO 435 VP). Os dados foram submetidos à análise de variância e ao teste de Tukey ($p < 0,05$). Os resultados médios, em porcentagem, para os Grupos Controle e Experimental, respectivamente, foram: Sure Fil (21,91 e 19,04 %), TPH Spectrum (17,31 e 17,38 %), Tetric Flow (16,78 e 14,76 %) e Dyract AP (16,80 e 17,48 %). Em nenhum dos materiais estudados foi observada a penetração do nitrato de prata na interface esmalte-restauração. Na interface dentina-compósito, fendas marginais e penetração do nitrato de prata foram detectadas em todos os dentes estudados. Apenas o compósito Tetric Flow demonstrou menores valores de infiltração ($p < 0,05$), quando foi submetido à diminuição da intensidade de luz, nos primeiros 10 seg., durante a fotoativação. A observação em microscópio eletrônico de varredura mostrou penetração do nitrato de prata ao longo da interface dentina-compósito para os compósitos de média e baixa viscosidade e na interface compósito-adesivo para o compósito de alta viscosidade.

Palavras-Chave: contração de polimerização

Microinfiltração

Viscosidade

Fotoiniciação gradual

ABSTRACT

The purpose this study was to evaluate the marginal leakage of cavities restored with resin composites of different viscosities. Composites with high viscosity (Sure Fil), low viscosity (Tetric Flow) and medium viscosity (TPH Spectrum), and polyacid modified resin (Dyract AP) were evaluated. Sixty-five class V cavities were prepared on freshly extracted human molars and randomly divided into Control and Experimental Groups. The cavities were positioned either one half above and one half below the cementum-enamel junction. The entire cavity was conditioned with 35% phosphoric acid, rinsed and the excess of water removed, and Prime & Bond 2.1 applied according to the manufacturer's instructions. In the Control Group, restorations were made with each composite in two 1.5mm increments, and polymerized by the conventional technique, with a normal light-activating unit (XL 3000-3M) for 40 seconds. In the Experimental Group, each increment was polymerized first for 10 seconds with 30% light total intensity (150 mW/cm²), followed by a final cure using 100% intensity of light during 30 seconds. After 24 hours in water at 37 °C, the restorations were polished with Sof-Lex disks (3M). The teeth were coated with nail varnish leaving a 1-mm window around the margins, immersed in a 50% aqueous silver nitrate solution for 24 hours, rinsed for 1 minute, and immersed in a photo-developing solution for 8 hours. The teeth were cut longitudinally through the center of the restorations and leakage length at each cavity was measured with a microscope. The leakage results were calculated as the whole percentage of silver nitrate leakage into the cavity as: global leakage

score = length of silver nitrate penetration / total length of cavity wall X 100. The specimens were observed on the scanning electron microscopy with variable pressure (SEM-VP LEO 435). The data were analyzed using ANOVA and Tukey's test ($p < 0.05$). The average results in %, from Control and Experimental Groups were, respectively: Sure Fil (21.91 e 19.04 %), TPH (17.31 e 17.38 %), Tetric Flow (16.78 e 14.76 %) and Dyract AP (16.80 e 17.48 %). Silver penetration was not found at the enamel-restoration interface. However, at the dentin-composite, all the interfaces showed marginal gaps and silver penetration. Only the composite Tetric Flow showed the lowest values of the infiltration ($p < 0.05$), when it was submitted to intensity of light decreased at the first 10 seconds. Silver penetration was observed along the dentin-adhesive interface for medium and low viscosity composites, and it was observed at the composite-adhesive interface for high viscosity composite.

Key-words: Polymerization shrinkage

Microleakage

Viscosity

Gradual curing

1 - INTRODUÇÃO

O aumento na demanda por restaurações estéticas propiciou a indicação de materiais restauradores poliméricos, em combinação com agentes adesivos de dentina, para uso em dentes posteriores e cavidades do tipo classe V.

Com este objetivo, as atuais gerações de materiais restauradores estéticos estão representadas principalmente pelas resinas compostas contendo micropartículas com tamanho médio de $0,04\mu\text{m}$ e compósitos contendo partículas inorgânicas pequenas com média de tamanho variando entre $0,1$ e $6\mu\text{m}$. Nesta situação, as resinas microparticuladas proporcionam superfícies altamente polidas e baixas propriedades físicas, enquanto que, os compósitos de partículas pequenas asseguram adequado polimento das superfícies, sem comprometer as propriedades físicas da restauração, garantindo assim sua indicação para uso em dentes posteriores e anteriores (VAN NOORT, 1994).

Nos últimos dois anos, foram introduzidas no mercado odontológico as resinas compostas que possuem como característica principal o alto escoamento. Entretanto, apresentam propriedades mecânicas com valores que variam entre 60 a 90% em relação aos compósitos tradicionais, por isso não são indicadas para restaurar dentes sujeitos a altos esforços mastigatórios (BAYNE *et al.*, 1998).

Além disso, também foram introduzidos os materiais denominados de resina modificada por poliácidos que combinam algumas propriedades da resina composta com as do cimento de ionômero de vidro. São formados basicamente

por vidro de aluminofluorsilicato, Bis-GMA, bisfenol – A glicidil metacrilato, fotoiniciadores e um monômero ácido reativo, que também possui grupos metacrilatos onde a reação de polimerização é iniciada pela ativação através da luz visível (McLEAN *et al.*, 1994). Os compômeros praticamente não têm um tempo de trabalho limitado, não são tão sensíveis à água quanto o cimento de ionômero de vidro, e as propriedades químicas são similares às da resina composta. Entretanto, as baixas propriedades físicas e mecânicas também os contra-indicam para uso em dentes posteriores que estão sob forças mastigatórias (PEREIRA, 1998).

Recentemente, foram introduzidos no mercado odontológico compósitos denominados de alta viscosidade. Com indicação específica para dentes posteriores sujeitos a esforços mastigatórios, a técnica de aplicação do compósito na cavidade apenas se diferencia dos demais materiais na quantidade de material aplicado (5 mm) por incremento e na capacidade de polimerização pela luz visível (DENTSPLY, 1998). Estas características proporcionam a expectativa de maior rapidez no procedimento restaurador.

Por outro lado, na maioria dos procedimentos restauradores, as cavidades possuem a margem localizada em região de cimento ou dentina e a forma de união estabelecida está baseada principalmente na capacidade de interdifusão dos monômeros hidrófilos e hidrófobos, dos sistemas adesivos, dentro do esmalte ou da dentina desmineralizados pelo prévio condicionamento ácido. Este procedimento técnico propicia a obtenção de retenção mecânica que tem sido estabelecida como mecanismo de união para todos os materiais restauradores

resinosos (GUINNETT & MATSUI, 1967; VAN MEERBEEK *et al.*, 1992; NAKABAYASHI *et al.*, 1982).

Apesar disso, os sistemas adesivos disponíveis não têm mostrado capacidade para prevenir completamente a formação de fendas na interface da dentina ou cimento com o material restaurador resinoso (SANO *et al.*, 1995b, PRATI *et al.*, 1997). A razão disso é creditada aos vetores de contração de polimerização das resinas restauradoras durante a polimerização (JENSEN & CHAN, 1985; DAVIDSON & FEILZER, 1997). Este processo está diretamente relacionado com a fração volumétrica de matriz polimérica em relação às partículas inorgânicas (O'BRIEN, 1997). Assim, independente da característica do material resinoso, a contração de polimerização volumétrica das resinas compostas varia entre 1,2 a 4,5% (VAN NOORT, 1994; O'BRIEN, 1997), enquanto que, as resinas modificadas por poliácidos apresentam contração de 3% (FEILZER *et al.*, 1988). No caso das resinas de alta viscosidade a contração de polimerização varia entre 2,1 e 2,3%*. Dessa forma, a força gerada durante a polimerização pode romper a união na interface esmalte/resina ou dentina/resina restauradora e criar fendas (VERSLUIS *et al.*, 1996). A consequência disto é a infiltração e o fracasso da restauração (LEINFELDER, 1997; SANO *et al.*, 1998).

O volume de partículas inorgânicas em relação à matriz orgânica também está relacionado com o módulo de elasticidade do material. Assim sendo, as resinas compostas microparticuladas apresentam módulos de elasticidade de

* CHAN, DCN. Comunicação pessoal.

aproximadamente metade daqueles estabelecidos para as resinas híbridas de partículas pequenas (O'BRIEN, 1997). Como a contração de polimerização é inversamente proporcional ao módulo de elasticidade do material, as resinas microparticuladas, ou de alto escoamento, deveriam apresentar um melhor desempenho em cavidades do tipo Classe V (KEMP-SCHOLTE & DAVIDSON, 1988). Além disso, deve ser considerado que a tensão gerada pela contração de polimerização das resinas também está relacionada com a forma geométrica da cavidade (DAVIDSON, 1986). O denominado "Fator C" relaciona superfícies da restauração unidas às paredes da cavidade com as superfícies livres e não unidas. Quando o "Fator C" for maior que dois, a tensão gerada pela contração do material excede a resistência de união às paredes da cavidade, gerando assim fendas marginais (FEILZER *et al.*, 1987).

Relacionando todos estes fatores, fica evidente a necessidade de usar procedimentos técnicos que possibilitem minimizar ou controlar a contração de polimerização dos materiais restauradores resinosos. Uma das formas usadas é a técnica de adição e polimerização em pequenas camadas de resina na cavidade (PODSHADLEY *et al.*, 1985). Também pode-se combinar a técnica de polimerização em camadas com a utilização de fonte de luz visível de baixa intensidade inicial (mínimo 150 mW/cm²), durante 10 segundos, seguida pela aplicação final da luz visível com alta intensidade (mínimo 300mW/cm²) para efetuar a polimerização da resina (MEHL & KUNZELMANN, 1997; BURGESS *et al.*, 1999). Este procedimento permite que as tensões inerentes ao processo de polimerização da resina sejam reduzidas (UNO & ASMUSSEN, 1991), e com isso

ocorra uma melhor integridade marginal das restaurações (MEHL & KUNZELMANN, 1997; BURGESS *et al.*, 1999; GORACCI *et al.*, 1992, 1996).

Assim, considerando o fator contração de polimerização, inerente às características físicas dos diferentes materiais restauradores resinosos, e a possibilidade de melhorar a integridade marginal da restauração em resina composta, iniciando o processo de reação de polimerização de forma gradual e progressiva usando a ativação pela luz visível, a proposta deste estudo foi avaliar a infiltração marginal em restaurações confeccionadas em cavidades com alto "Fator C" (Classe V), usando materiais resinosos de diferentes viscosidades, bem como a localização de um traçador químico ao longo da interface interna entre esmalte/dentina e a restauração. Adicionalmente, verificar se diferentes condições na intensidade de luz visível, usadas para iniciar a reação de polimerização, influenciaram na capacidade de selamento marginal dos materiais resinosos restauradores.

2 - REVISÃO DA LITERATURA

GWINNETT & MATSUI, em 1967, estudaram a interface entre vários materiais e as superfícies de esmalte tratadas ou não, em níveis microscópicos e ultramicroscópicos. Foram utilizadas as superfícies vestibulares de 32 dentes humanos. A superfície vestibular do esmalte foi isolada por um papel adesivo e toda a superfície foi coberta por um esmalte para unha. Então, o papel adesivo foi removido e uma gota do líquido do cimento de fosfato de zinco foi aplicada à área exposta do esmalte. Os dentes foram cortados em metades através de seus longos eixos. Dessa forma, cada secção foi posicionada em uma lâmina e então foi aplicada uma gota de 5% de ácido clorídrico. Após isto, a interface entre esmalte e o material adesivo foi examinada em microscopia óptica. As outras metades foram polidas e condicionadas por 7 segundos com 0,1 N de ácido clorídrico e então réplicas foram preparadas da interface esmalte/adesivos para que pudessem ser examinadas em um microscópio eletrônico de varredura. Após a duplicação, cada metade do dente foi cortada em blocos, contendo esmalte e material adesivo, e secções ultrafinas foram preparadas no plano longitudinal do dente. Dentre as secções selecionadas para serem examinadas em microscopia óptica, algumas delas foram totalmente desmineralizadas em 5% de ácido clorídrico. Da observação em microscopia óptica pode-se notar que para todas as amostras examinadas, extensões filamentosas como prolongamentos resinosos foram vistos na interface onde o material estava em contato com a superfície do esmalte condicionado. Nenhum prolongamento resinoso foi observado em áreas

não condicionadas ou naquelas sem prismas de esmalte. O discreto condicionamento da superfície do esmalte cria uma área superficial disponível para a união e abre espaços ou poros no esmalte nos quais os adesivos podem fluir e numa etapa final, polimerizarem-se. Se o material for forte intrinsecamente, a resistência de união mecânica aumentaria com o aumento da penetração do material dentro do esmalte. Já a profundidade de penetração, denominada de comprimento do prolongamento resinoso, também dependerá da velocidade de polimerização do material. Se o material polimeriza rapidamente, então qualquer monômero livre presente nos estágios iniciais da polimerização pode ter pouco tempo para penetrar. Com o intuito de alcançar a penetração do adesivo dentro do esmalte é desejável que aconteça a formação de uniões químicas e mecânicas com todos os componentes do esmalte e também conceder proteção da superfície do esmalte no caso em que o material pudesse ser perdido. Então, a encapsulação dos cristais na superfície externa do esmalte pelo adesivo é muito significativa em promover a proteção superficial.

NAKABAYASHI *et al.*, em 1982, estudaram a importância da penetração do monômero no substrato dental e também esclareceram os mecanismos de adesão dos monômeros HNPM (2 hidróxi -3- 2 - naftóxiopropil metacrilato), fenil-P (ácido fosfórico fenil 2 metacrilóxi etil) e 4-META (4 metacrilóxi etil trimetilato anidro) ao tecido duro. As superfícies do esmalte ou dentina foram cobertas com uma fita adesiva e então condicionadas com um mistura aquosa de 1% de ácido cítrico e 1% de cloreto férrico (1:1) ou 10% de ácido cítrico-3% de cloreto ferroso

(10:3) por 30 segundos e lavadas com água. Monômeros somente de MMA (monometil metacrilato) (I), ou 5% de 4-META em MMA (II) e TBB-O (tri-n-butil borano parcialmente oxidado) foram misturados com 0,1 g de pó de PMMA (polimetil metacrilato) para preparar o cimento. Um cilindro de acrílico de 5 mm de diâmetro foi fixado perpendicularmente às superfícies de esmalte ou dentina com cimento. As amostras foram observadas em um microscópio eletrônico de varredura. Prolongamentos resinosos de MMA, polimerizados nos túbulos dentinários foram expostos à descalcificação da dentina humana com 6 N de HCl (ácido clorídrico) por 48 horas. Já as superfícies dentinárias humanas condicionadas com a solução 10:3 mostraram superfícies fraturadas perpendiculares aos túbulos. Rachaduras em forma de cogumelos foram vistas nas superfícies dos túbulos e foram presumivelmente formadas pela contração durante a polimerização da resina no túbulo. A grande diferença entre o valor de 18 MPa para o cimento 4-META polimerizado com TBB-O e aquele de 5 MPa para o cimento MMA polimerizado com peróxido de benzoíla-amina terciária é o resultado da infiltração de monômeros nas dentinas intra e intertubular antes da polimerização. A infiltração de monômeros em substratos dentais ocorreu apenas após a aplicação da pasta adesiva na dentina condicionada; e a polimerização é iniciada "in situ" pelo TBB-O. Concluindo, pode-se dizer que a preparação de monômeros, que têm grupos hidrófobos e hidrófilos, promove adesão com os substratos dentais por sua penetração e infiltração. A penetração de monômeros nos tecidos dentais, seguida pela polimerização representa um mecanismo pelo qual a concentração de esforços, como um modo de falha, pode ser evitada.

DAVIDSON & de GEE, em 1984, investigaram a deformação de dois compósitos durante o estágio precoce de presa, no qual a maior parte da contração de polimerização ocorre. Os materiais estudados foram os compósitos Silar e Concise. A contração de polimerização volumétrica foi determinada com um dilatômetro modificado. A fim de estudar a deformação no momento da polimerização, um molde em formato de halteres foi designado. As duas extremidades de aço foram conectadas àquelas do tensilômetro. Os compósitos exerceram tensão no sistema pela contração de polimerização. A extremidade transversal superior conectada à célula de carga foi deslocada pela contração do material, e as forças correspondentes foram registradas no momento da polimerização e por um período de 45 minutos. Para as condições de contração livre e irrestrita, a extremidade de aço inferior foi desconectada da extremidade transversal do tensilômetro e contrabalançada por bandas elástica conectadas à parte superior da extremidade de aço. Na fase da polimerização ocorre a contração rígida. A contração desenvolvida antes da polimerização não tem relevância clínica, pois somente a contração rígida é associada às causas dos defeitos marginais. Entretanto, na dentística atual, devido ao pré-tratamento do esmalte e dentina, a adesão entre o material restaurador e a parede cavitária pode ser alcançada. Os autores concluíram que na presa dos compósitos, a deformação deles compensa os esforços desenvolvidos durante a contração. No estágio mais precoce da presa, a contração é máxima, mas o material está ainda fraco e é capaz de suportar deformações, pois suas moléculas podem ainda ocupar novas posições e orientações. Uma parte considerável dos esforços de

polimerização foi compensada pela deformação. Neste estudo foi demonstrado que a interface esmalte/ compósito pode resistir às forças de contração de polimerização e que o material não foi prejudicado por estes esforços de tração.

DAVIDSON *et al.*, em 1984, investigaram o desenvolvimento da resistência de união dentina-compósito, em relação aos esforços de contração de polimerização, em função do tempo de polimerização. Foram usados uma resina autoativada, Silar, uma fotoativada, Silux, e o adesivo dentinário Scotchbond. Dentes bovinos extraídos foram cortados em fatias de 2,0 mm que foram desgastados para se obter superfícies dentinárias retangulares e planas para ensaios de adesão. As amostras foram colocadas em uma alça que foi conectada a extremidade inferior de um tensilômetro. O adesivo dentinário foi aplicado. O compósito foi então injetado dentro da matriz para preencher este espaço. Em um segundo experimento, 24 cavidades classe V foram preparadas em dentes bovinos. O esmalte das cavidades foi condicionado por 60 segundos com ácido ortofosfórico (40%) e o sistema adesivo foi aplicado de acordo com as instruções do fabricante. Doze cavidades foram preenchidas com Silar e as outras 12 com Silux. As secções foram examinadas em um estereomicroscópio. Foi demonstrado que a contração de polimerização é restrita a uma única direção e uma união substancial compósito-dentina é formada. O fato de a união poder resistir às forças de contração de polimerização pode ser explicado pela capacidade do compósito deformar-se no estágio rígido. No segundo experimento em que o compósito foi retido em três dimensões ao invés de uma, quase que nenhuma

resistência de união dentina-compósito resistiu às forças de contração de polimerização, pois os esforços foram menos compensados pela deformação. Este estudo indicou que com o presente material uma união durável entre compósito e resina pode somente ser formada em circunstâncias favoráveis, tais como superfícies planas e cavidades rasas. Para restaurações largas, em formato de disco a contração ao longo da interface compósito-dentina pode também prejudicar a união. O deslizamento em direção à interface é considerado mais favorável para a união do que para fora das margens. Na maioria das cavidades côncavas a contração como um todo acontece desunindo o compósito da parte dentinária e permanecendo unido somente às paredes do esmalte.

JENSEN & CHAN, em 1985, relataram que a contração de polimerização pode ser um dos principais fatores que determinam a longevidade das restaurações confeccionadas em compósitos. As partículas de carga foram introduzidas nos materiais para reforçar o polímero. Estas partículas também têm um alto módulo de elasticidade e tendem a minimizar a contração. Entretanto, elas não previnem o desenvolvimento de esforços internos dentro do material. Em muitos casos, ocorre a falha coesiva e/ou adesiva. A falha adesiva resulta do desprendimento da matriz da estrutura dentária ou da carga. Já a falha coesiva resulta em vazios ou microrachaduras dentro da fase resinosa. Contrariamente, a matriz polimérica com nenhuma contração de polimerização deveria conter poucos vazios e microrachaduras bem como reduzir sobremaneira o desenvolvimento dos esforços internos, aumentando assim a resistência física e àquela em relação à

abrasão. No entanto, vários compósitos têm demonstrado exibir uma contração de polimerização volumétrica de 1,67 a 5,68%. Isto se dá principalmente pelo desenvolvimento dos esforços que causam microrachaduras e possivelmente fendas marginais entre a restauração e a parede cavitária. O espaço localizado entre as paredes cavitárias e a restauração, quando existe pouca ou nenhuma adesão, é menor do que os valores calculados da contração volumétrica devido à quantidade substancial de contração que pode ocorrer perpendicular à superfície, preferível do que aquela desenvolvida fora da parede cavitária. Mais recentemente foi relatado que os esforços de contração variam de 2,8 a 3,9 MPa, para resinas convencionais e microparticuladas, respectivamente. Alguns autores sugeriram que as fendas provenientes da contração ocorrem em superfícies dentinárias quando não há aderência do compósito à dentina, mas que na presença de adesivos dentinários o compósito deformará durante a polimerização e uma boa adaptação permanecerá. Os autores relataram ainda a ocorrência de um outro fenômeno definido como microinfiltração, que nada mais é senão a passagem de fluidos, bactéria moléculas ou íons ou ainda ar entre o material restaurador e o preparo cavitário.

PODSHADLEY *et al.*, em 1985, determinaram a qualidade do selamento da interface quando resina composta fotoativada é imediatamente inserida a uma superfície previamente polimerizada. Este aparato simula a técnica de inserção de uma resina fotoativada em incrementos. Foram utilizados cinco compósitos diferentes, entretanto da mesma cor e número de lote. Um aparato foi designado

para prender uma placa metálica fendida em uma posição constante para o preparo das amostras teste. As amostras foram feitas pelo posicionamento de metade da placa metálica no aparato e então se procedeu a inserção da outra metade até que o lado detrás da placa unisse com a primeira metade. Duas tiras de poliéster foram posicionadas entre as metades e esta seção foi preenchida com o compósito e polimerizada. Após a remoção das tiras de poliéster e da metade superior da placa, esta foi preenchida com o mesmo compósito em contato com a superfície previamente polimerizada. Um total de cinco amostras foi confeccionado e fotopolimerizado por 30 segundos em cada lado da amostra. As amostras foram termocicladas por 25 horas em quatro banhos que continham 0,5% de solução aquosa de fucsina básica. As amostras foram removidas do corante, lavadas, secas e preparadas para o exame em um microscópio de 25 vezes de aumento por dois examinadores. As amostras foram analisadas e os escores de zero (nenhuma penetração de corante) e um (penetração do corante) foram utilizados. A presente investigação não revelou infiltração na interface de quaisquer dos materiais avaliados quando submetidos a termociclagem e à imersão em corante. Os resultados sugerem que estes materiais não pigmentar-se-ão na interface quando submetidos às mudanças que ocorrem no meio oral. Portanto, a inserção em incrementos de compósitos fotoativados é considerada um método aceitável para proporcionar ótimo contorno, particularmente em restaurações difíceis.

DAVIDSON, em 1986, relatou que em cavidades rasas, a contração é livre e a deformação é direcionada à interface adesiva, portanto a forma da cavidade é importante. Então a redução dos esforços de contração está relacionada à forma da cavidade. A contração de polimerização terá menos efeito quanto mais existirem superfícies livres, como é o caso de cavidades com somente uma superfície unida e as demais livres. Os esforços poderiam também reduzir se a polimerização fosse menos intensa. Por outro lado, a somatória destes dois fatores poderia enfraquecer o compósito e afetar a adesão, bem como a coerência mecânica do compósito. Então, a eficiência de polimerização e a forma da cavidade podem se opor um ao outro. É possível que os adesivos e os compósitos fotopolimerizáveis possam alcançar o objetivo desejável da adesão à parede pulpar pela técnica incremental. Os primeiros incrementos deveriam ser inseridos para que a contração livre e a deformação acontecessem em direção à dentina e que não fossem obstruídos pelas fortes forças oponentes da interface esmalte/compósito. Estes dados sugerem que a técnica incremental é vantajosa em compósitos fotoativados.

FEILZER *et al.*, em 1987, avaliaram o papel da configuração da cavidade nos esforços de polimerização em uma restauração de resina composta, bem como a eficácia dos agentes adesivos. O aparato experimental consistia de dois discos de aço dos quais um foi conectado a uma célula de carga e o outro a um tensilômetro. O compósito foi inserido entre os dois discos e conformados em um cilindro. O aparato proporcionou um registro contínuo do esforço de contração das

restaurações simuladas, com Fatores C conhecidos. O esforço de contração foi determinado para os vários Fatores C e para os vários volumes das amostras em fatores de configuração fixos. As restaurações simuladas e os vários valores de Fator C mostraram que para a situação clínica, a razão da superfície unida à desunida (livre), atingiu um valor máximo em $C = 5$. Exemplos clínicos são restaurações classe I e V. A maioria das restaurações clínicas tem valores C aproximadamente de 1-2. Restaurações classe II e III podem enquadrar-se nestas razões. Valores de $C \leq 1$ referem-se às restaurações classe IV e camadas de compósito aplicadas a superfícies curvadas rasas ou planas. Houve duas situações distintas, onde os esforços de contração desenvolveram-se vagorosamente levando a amostras intactas, e aquelas nas quais os esforços desenvolveram-se tão rápido que levaram à falha espontânea. A situação anterior sempre ocorreu quando o Fator C foi ≤ 1 . A liberação dos esforços pela deformação, fornecida pela superfície livre, foi suficiente para manter a coerência da amostra e sua união. Isto indicou que a adesão à dentina com os atuais adesivos, resiste em casos clínicos quando $C \leq 1$. Em valores $C > 2$, todas as amostras falharam coesivamente. Para as situações clínicas, pode ser esperado que a precoce maturação da interface de união da resina à dentina será a primeira a falhar sob o rápido desenvolvimento dos esforços de contração, devido à união incompleta e a separação parcial e prematura desta união. A separação parcial da união contribuirá para a capacidade de deformação da restauração, visto que o Valor C diminuirá, e, portanto resultará em um menor esforço de contração. Em

geral, o aumento da taxa de esforços de contração desenvolvidos com um elevado valor C, leva a uma diminuição da capacidade de deformação.

FEILZER *et al.*, em 1988, determinaram o desenvolvimento da contração de presa livre e os valores de contração final em uma série de compósitos e em dois cimentos de ionômero de vidro, no estudo do desenvolvimento de esforços em restaurações diretas que foram unidas às paredes cavitárias. O cimento de ionômero de vidro teve um desenvolvimento de contração relativamente lento, quando comparado aquele da resina composta. Ao mesmo tempo, o material pode absorver uma quantidade substancial de água dos fluidos orais, que contribui para a liberação dos esforços desenvolvidos na presa final. Houve um processo contínuo de contração para todos os materiais restauradores dentro das 24 horas. Medidas de contração de polimerização volumétrica foram registradas com um dilatômetro. Os materiais avaliados foram 26 compósitos, um cimento de ionômero de vidro forrador e um cimento de ionômero de vidro restaurador. Todos materiais fotopolimerizáveis foram ativados com uma fonte de luz halógena por 60 segundos. A contração de presa foi registrada continuamente por 24 horas em intervalos de 0,5, 1, 5, 10 e 30 minutos; 1, 12 e 24 horas após o início da polimerização. Nos compósitos polimerizados quimicamente a contração foi registrada por 24 horas. Os autores relataram que a combinação da taxa de contração, capacidade de deformação, esforços não aliviados, configuração, o preparo da cavidade e a técnica de aplicação são fatores determinantes para o sucesso do selamento cavitário. Dessa forma, os autores concluíram que houve

similaridade percentual na contração volumétrica (aproximadamente 3 %) apresentada tanto para as resinas compostas como para os materiais restauradores ionoméricos.

KEMP-SCHOLTE & DAVIDSON, em 1988, usaram as propriedades intrínsecas do material para calcular os esforços de contração de polimerização desenvolvidos nas cavidades cervicais preparadas com sistemas adesivos, por três diferentes técnicas de inserção. Dessa forma, fatores envolvidos na deficiência no selamento marginal são: contração de polimerização, adesão às paredes cavitárias, viscosidade, tenacidade do compósito e flexibilidade das paredes cavitárias. Devido ao fato de que a resistência de união dos compósitos ao esmalte excede àquela da dentina, então os vetores de força de contração nas restaurações cervicais estarão direcionados à parede cavitária em esmalte, levando ao aparecimento da fenda cervical. Na técnica de inserção única, a resistência de união dentinária pode obter um valor de 5 MPa, então o esforço induzido sempre excederá a resistência de união, resultando em ruptura e deficiente selamento marginal para todos os compósitos deste estudo. Como a contração de polimerização é inversamente proporcional ao módulo de elasticidade do material, as resinas microparticuladas, ou de alto escoamento, deveriam apresentar um melhor desempenho em cavidades do tipo classe V.. No laboratório, 20 cavidades cilíndricas foram preparadas na área cervical de dentes bovinos. O sistema adesivo Scotchbond fotoativado foi aplicado e então 10 cavidades foram preenchidas com Silux e as outras 10 com P-30, polimerizadas

por 40 segundos e depois as margens das restaurações foram seladas com o sistema de união ao esmalte Silux. Clinicamente, 20 cavidades cervicais foram restauradas como descrito acima, com o compósito Silux. A técnica de inserção única, a incremental e o método de preenchimento da fenda, com uma resina sem carga de baixa viscosidade, foram estudados. Foi demonstrado que, independente do material de escolha, os dois primeiros métodos de inserção resultaram em ruptura da união à dentina. Então melhorias na técnica poderiam ser encontradas com a utilização de materiais restauradores, que apresentem baixa tenacidade e baixa contração de polimerização. Dependendo da configuração da restauração, o alívio dos esforços de contração podem vir da deformação plástica no primeiro estágio rígido da reação de polimerização.

FEILZER *et al.*, em 1990, relataram que durante a polimerização, o material restaurador é submetido a condições de restrição e ocorre a contração, que induz ao desenvolvimento de esforços. Se estes esforços excedem o limite elástico, então eles induzem à deformação plástica. Quando a polimerização ocorre, a contração e a deformação diminuem gradualmente, enquanto que a tenacidade aumenta. Entretanto, a capacidade do compósito unido de deformar-se elástica ou plasticamente e a magnitude dos esforços de contração de polimerização são dependentes da configuração. Então, o propósito deste estudo foi estabelecer a atual redução do esforço pela deformação dos compósitos em várias configurações da cavidade, através da comparação de um esforço de contração calculado. Para avaliar a quantidade de deformação de compósitos

autoativados em várias configurações, foi usado um modelo experimental que consistia de dois discos de aço idênticos e opostos entre os quais foi inserido o compósito. Cada configuração foi fixada pelo denominado Fator C., que variou de 0,5; 2,0; 2,5; e 5,0. Um disco foi conectado à célula de carga e o outro a um tensilômetro. A contração de polimerização volumétrica (livre) foi determinada durante um período de 60 minutos por um dilatômetro de mercúrio modificado. Silar teve o menor esforço de contração de polimerização calculado, que deve ser atribuído ao seu baixo módulo de Young. Em um baixo Fator C, os esforços podem ser desenvolvidos sem a interferência da fratura, mas para altos Fatores C, a falha dos materiais resulta da capacidade insuficiente de deformação. Para amostras com Fator C de 0,5, em 10 minutos de presa, 71% dos esforços de polimerização foram aliviados pela deformação, enquanto que em Fator C de 2,0 o alívio foi de apenas 35%. Para amostras com um Fator C de 2,5 ou 5,0, a redução dos esforços pela deformação das amostras (24% e insignificante, respectivamente) não foi suficiente para prevenir a fratura, visto que a capacidade de deformação e de tensão foram excedidas. Então concluiu-se que a redução do esforço pela deformação é dependente da capacidade de deformação do material, assim como da configuração da cavidade. Embora não existam dados suficientes disponíveis para compósitos fotoativados, pode esperar-se que devido ao rápido desenvolvimento da reação de polimerização, a redução do esforço pela deformação é mais restrita do que para materiais autoativados. Portanto, preservar a união à estrutura dental poderia ser mais difícil com compósitos fotoativados do que com aqueles quimicamente ativados.

UNO & ASMUSSEN, em 1991, investigaram o efeito de uma taxa de polimerização reduzida na adaptação marginal das paredes dentinárias, o efeito da resistência de união à dentina e da resistência compressiva. Para tanto, foi utilizado um transformador que foi conectado à fonte de luz, com intuito de reduzir a intensidade de luz, minimizando assim a taxa de polimerização. Foram preparadas cavidades cilíndricas nas superfícies dentinárias vestibular e lingual de molares humanos. Foram realizados os procedimentos restauradores habituais. A superfície da restauração foi irradiada conforme os procedimentos descritos na TAB. 1 abaixo:

TABELA 1

Tempo e Potência de Irradiação para os Diversos Grupos

Tempo de Irradiação (segundos)	Controle 1	Controle 2	Grupo A	Grupo B	Grupo C	Grupo D	Grupo E
110V	0	0	5	10	20	30	60
0V	0	0	25	20	10	0	0
220V	60	30	30	30	30	30	0

A largura da fenda de contração marginal máxima foi medida através do microscópio óptico com uma ocular mensuradora e a extensão da fenda foi avaliada como sendo a porcentagem do total da periferia da restauração. Neste estudo a polimerização foi iniciada em 110 V, ou seja, em baixa intensidade de luz. A polimerização em taxa reduzida permite um aumento na deformação do material e uma concomitante liberação dos esforços de contração de

polimerização. O mais alto grau de adaptação marginal foi obtido quando as restaurações não foram pós-polimerizadas em 220 V, mas somente polimerizadas em baixa intensidade (Grupo E). No entanto, este resultado deve ser visto em associação com aqueles das resistências de união e de compressão diametral, que demonstraram baixos valores, indicando uma modesta conversão das duplas ligações. Por outro lado, no caso onde a polimerização em baixa intensidade foi seguida pela irradiação na intensidade total, uma redução significativa na largura e extensão das fendas marginais foi observada. Sob tais condições, nenhuma perda das resistências de união ou da compressão diametral foi observada. Este estudo indicou que a pré-polimerização em baixa intensidade seguida por uma pós-polimerização em intensidade total, pode ser um meio alternativo para produzir restaurações de resina compostas com melhorada adaptação marginal.

GORACCI *et al.*, em 1992, relataram que o tempo necessário para a conversão de um compósito fotoativado é inversamente proporcional à intensidade da fonte de luz, então se pensou em reduzir a intensidade desta fonte, aumentando assim o tempo de conversão para proporcionar uma polimerização gradual do compósito. Controlando a reação através da utilização de um fotopolimerizador com intensidade de luz gradual, é possível retardar o aumento da viscosidade na fase de polimerização e permitir a deformação interna do compósito, reduzindo desta maneira a formação da fenda marginal. Para tanto foi utilizada uma lâmpada munida de um sistema que aumentava progressivamente a intensidade de luz, proporcionando então uma polimerização do compósito de maneira lenta e gradual

(100% de conversão em 4 minutos), a fim de minimizar o problema previamente citado. Foram confeccionadas cavidades, em molares humanos, em formato retangular com as margens em esmalte. Foi utilizado Tubulicid como agente de limpeza, um agente adesivo e um compósito. Este foi inserido nas cavidades usando-se a técnica incremental. Na face vestibular foi utilizado este novo sistema de polimerização (Grupo Experimental), sendo que na lingual foi utilizada a polimerização convencional (Grupo Controle). Então os dentes foram observados em um microscópio eletrônico de varredura. Nas fotomicrografias observou-se fendas tanto no esmalte, quanto na dentina, de diversos tamanhos e em diferentes locais formadas pelo efeito da desidratação necessária para a metalização das amostras. Além disso, observou-se também fendas localizadas na interface dentina/compósito em diferentes tamanhos, variando de menos que 10 e 15 μm , evidenciadas no Grupo Experimental. Já as fotomicrografias do Grupo Controle mostraram fendas entre o compósito e a dentina, nos diversos aumentos, com magnitude de 40 μm , revelando ainda uma discreta desadaptação da superfície do material da restauração e da parede da dentina. Observou-se, portanto que a magnitude da fenda formada na técnica de fotopolimerização lenta e gradual foi inferior àquela formada no método convencional de polimerização.

TAYLOR & LYNC, em 1992, fizeram uma revisão sobre microinfiltração. Na tentativa de delinear um perfil do material restaurador, a maioria dos pesquisadores não hesitou em incluir em suas especificações a habilidade do material restaurador unir-se à estrutura dental de tal maneira que existisse um

completo e perfeito selamento entre a margem da restauração e o dente. Microinfiltração pode ser definida como a passagem de bactérias, fluidos, molécula ou íons entre a parede cavitária e o material restaurador aplicado a ela. Muitas técnicas diferentes têm sido usadas para demonstrar que as margens das restaurações permitem o movimento ativo de íons e moléculas. Estas técnicas incluem o uso de bactéria, ar comprimido, traçadores químicos e radioativos, investigações eletroquímicas, microscopia eletrônica de varredura e, o mais comum de todos, o estudo do uso da penetração de corantes. O uso da análise microscópica das margens cavitárias ajuda a correlacionar achados de outros métodos de determinação da infiltração e proporciona uma fotografia global do comportamento dos materiais restauradores. A disponibilidade do microscópio eletrônico de varredura na pesquisa odontológica tem implicações importantes para a investigação da adaptação marginal, particularmente quando comparado com os resultados dos estudos de infiltração. O uso de traçadores químicos é distinto do uso de corantes, pois a utilização de traçadores baseia-se na reação entre um ou mais agentes químicos incolores que produzem um precipitado opaco, normalmente um sal de prata. Na prática, as partículas de prata têm penetrado nos túbulos dentinários com facilidade, causando uma interpretação difícil dos resultados. O mais freqüentemente utilizado é a solução de nitrato de prata a 50%, para imergir amostra "in vitro" que subseqüentemente reage com um revelador fotográfico tal como o benzeno 1.4 diol (hidroquinona). A utilização de agentes corantes permite a produção de secções mostrando a infiltração em cores contrastantes tanto no dente quanto na restauração, sem a necessidade de futura

reação química ou exposição à radiação potencialmente perigosa. As principais desvantagens desta forma de avaliação é que ela está associada com a utilização de um sistema numérico de escore de crescentes graus de infiltração e, portanto esta avaliação é subjetiva. Outra fonte de erro está presente com qualquer corante que se une com a estrutura dental ou com o material restaurador, sendo impraticável o uso de uma partícula de corante que tenha um diâmetro maior do que o diâmetro interno dos túbulos dentinários (1-4 μm) e da bactéria que penetra nestes tecidos que está sendo investigada.

VAN MEERBEEK *et al.*, em 1992, investigaram a interface entre o agente adesivo e a superfície de dentina pré-tratada com o método introduzido por INOKOSHI *et al.* (1990). Discos de dentina, de molares humanos, foram preparados e então o esmalte oclusal foi removido por uma segunda secção paralela. Os sistemas adesivos investigados foram aplicados de acordo com as instruções dos fabricantes. Após a aplicação do respectivo sistema adesivo, uma resina de baixa viscosidade (Clearfil Protector Liner) foi polimerizada acima do sistema adesivo, atuando como uma camada amortecedora elástica. As amostras foram preparadas para que pudessem ser observadas em um microscópio eletrônico de varredura. No presente estudo, uma distinção clara baseada nas observações morfológicas foi feita somente entre os sistemas que removeram ou dissolveram totalmente o esfregaço dentinário, sistemas que preservavam ou modificavam esta camada e finalmente sistemas que não se encaixaram em nenhuma destas categorias, visto que somente uma limitada camada de dentina

impregnada por resina e material desorganizado, dentro dos túbulos dentinários, foram detectados. Sistemas adesivos tais como o Scotchbond original e a geração do Clearfil contêm ésteres fosfatados que também dissolvem parcialmente a camada de esfregaço dentinário, e poderiam ser classificados no último grupo. Entretanto, sua união principal foi provavelmente não baseada somente na interação química com o substrato dentinário, mas também na retenção mecânica. A remoção do esfregaço dentinário presume a aplicação de ácidos ou queladores de cálcio que descalcificam a camada superficial de dentina em uma certa profundidade que os atuais sistemas adesivos podem não penetrar totalmente, deixando uma camada de dentina com fibras colágenas infiltradas fracamente que é susceptível à degradação a longo tempo. A aplicação de “primers” efetivos, que contêm monômeros hidrófilos, altera o arranjo das fibras colágenas, a elasticidade, o umedecimento e aumenta os espaços interfibrilares colágenos e desta maneira permite melhor penetração da resina adesiva. O nível da camada impregnada por resina retornou ao nível original da superfície de dentina não tratada, quando um monômero hidrófilo efetivo, tal como o HEMA (2 hidroxietil metacrilato) ou o NMSA (ácido amino salicílico 5 n metacriloxi), foi aplicado. A penetração dos prolongamentos resinosos nos túbulos dentinários apresenta somente uma pequena melhoria na resistência de união. Quando o esfregaço dentinário foi modificado ou preservado, os túbulos dentinários foram obliterados com partículas globulares em seus orifícios. A zona de interdifusão entre as estruturas mais profundas da dentina e o material restaurador está presente em todos os sistemas adesivos modernos. Esta camada de transição oferece sítios de união para

copolimerização com o material restaurador, devido à presença de monômeros disponíveis dentro da área de interdifusão, além de ter um potencial protetor à medida que bloqueia a passagem normal de microorganismos e toxinas.

WIECZKOWSKI JR. *et al.*, em 1992, compararam a extensão e o caminho da infiltração marginal de quatro sistemas compostos por adesivos dentinários e resinas compostas. Neste trabalho foi utilizado o traçador nitrato de prata. A imagem proporcionada pelo elétron retro espalhado é parcialmente determinada pelo número atômico dos elementos químicos da amostra. Elementos com altos números atômicos tais como a prata, refletem mais elétrons e dessa maneira produzem uma imagem mais brilhante. O uso do corante nitrato de prata, junto com as técnicas de microscopia eletrônica de varredura por elétrons retroespalhados e pelo EDX (análise de energia dispersiva por raios-x) proporciona uma figura clara da extensão e localização da microinfiltração. Restaurações classe V foram confeccionadas nas superfícies vestibulares e linguais de 20 dentes humanos extraídos. As margens oclusais dos preparos estavam localizadas em esmalte e as margens gengivais em cimento. Para realização da restauração foi utilizado ácido fosfórico a 37% por 15 minutos na margem em esmalte. Os adesivos dentinários foram aplicados seguindo as instruções dos fabricantes. Os preparos foram restaurados em dois incrementos, 1mm cada, e fotopolimerizados por 40 segundos cada. Dez preparos foram restaurados para cada um dos quatro compósitos e respectivos sistemas adesivos. Os ápices de todas as amostras foram selados com Prisma Micro-Fine,

e todo dente recebeu uma cobertura de esmalte para unha que estendeu-se a 1 mm da margem da restauração. As amostras foram expostas ao esforço térmico e então posicionadas em uma solução de nitrato de prata (50% em peso) armazenadas no escuro por 2 horas para prevenir a redução dos íons prata e posteriormente imersas por 6 horas em uma solução foto-reveladora, sob luz fluorescente, para facilitar a redução do íon prata. Nenhuma infiltração foi detectada nas margens de esmalte. O íon prata foi detectado tanto no EDX quanto no microscópio eletrônico de varredura por elétrons retroespalhados. Todo sistema restaurador exibiu um padrão diferente de microinfiltração. Em todos os sistemas estudados o íon prata foi detectado quer seja no esfregaço dentinário, nos túbulos dentinários, em algumas áreas da superfície de união e/ou na interface dentina adesivo.

BARNERS *et al.*, em 1994, compararam os padrões de microinfiltração exibidos em restaurações classe V em resina composta. Além disso, duas técnicas de avaliação da microinfiltração foram estudadas. Preparos classe V foram realizados, nas superfícies vestibulares e linguais, com o auxílio de uma broca de carboneto de tungstênio número 330 em alta rotação e sob refrigeração. Foi então realizada a técnica adesiva conforme as instruções do fabricante. Então, a resina composta foi aplicada em dois incrementos de 1 mm e fotopolimerizada por 40 segundos em cada incremento. Os dentes foram termociclados e imersos no traçador nitrato de prata. O grau de infiltração avaliado na metade mesial foi mensurado, utilizando um sistema de escore, em uma lupa estereoscópica com

aumento de 25 vezes. Já na metade distal ele foi avaliado medindo as profundidades de penetração do corante e do preparo cavitário em um microscópio de luz transmitida. A profundidade de penetração do corante foi dividida pela profundidade do preparo cavitário e o escore resultante foi registrado em porcentagem. Não houve diferença estatisticamente significativa ($p \leq 0,05$) na infiltração entre os valores encontrados nas superfícies vestibulares e linguais na metade mesial dos dentes tanto em esmalte como em cimento. Na superfície distal dos dentes, também não houve diferença estatisticamente significativa na infiltração encontrada nas faces vestibular e lingual dos dentes, tanto no esmalte quanto no cimento. Houve diferenças significantes na penetração do corante quando comparou-se as margens de esmalte e cimento usando as duas técnicas avaliadas.

HAMMESFAHR, em 1994, descreveu alguns conceitos sobre o desenvolvimento nos sistemas resinômeros. Em relação às formulações “anidras”, eles exemplificaram o produto Dyract sendo um exemplo típico, pois a porção líquida da pasta de um componente inclui um monômero ácido novo que é o produto de reação do ácido tetracarboxílico butano e o 2-hidroxiethyl metacrilato, conhecido como TBC. Este material contém dois grupos acídicos e dois carboxílicos (COOH) dentro da mesma molécula. Então este material não somente toma presa por ligação cruzada, com os compômeros adicionais e os pré-polímeros do líquido (UDMA), mas também por uma reação ácido-base com as

partículas vítreas reativas do pó quando a água está presente. No caso do Dyract, o produto é fornecido na forma anidra, então prevenindo que a reação ácido base ionomérica ocorra. Entretanto, uma vez posicionados na cavidade e subseqüentemente hidratados pela umidade do dente e do meio oral, os grupamentos carboxílicos da molécula TCB geleificam-se por uma reação iônica ácido-base. Isto representa uma reação ionomérica controlada que é adiada em relação à reação de polimerização dada pelo radical livre fotoativado pela luz.

McLEAN *et al.*, em 1994, propuseram uma nomenclatura para os cimentos de ionômero de vidro, devido à polêmica questão de como classificar os novos materiais ionoméricos híbridos. A palavra ionômero foi inventada pela companhia Dupont para descrever a taxa de polímeros que contêm uma pequena proporção de grupos ionizados ou ionizáveis, geralmente na ordem de 5 a 10%. Embora esta definição tenha sido reconhecida por autoridades, não pode ser apropriadamente aplicada aos componentes do cimento odontológico ionômero de vidro. Por esta razão, o termo cimento poliacenoato de vidro foi proposto, mas é menos agradável do que o nome original e falhou em tornar-se popular entre os clínicos. Então, o cimento de ionômero de vidro verdadeiro deve ter um vidro ionizável em ácido, geralmente um fino pó que no tratamento com ácido aquoso libera os íons formadores do cimento: cálcio, alumínio e possivelmente também estrôncio, lantânio ou zinco, dependendo da composição. O polímero ácido é tipicamente o ácido poliacrílico, mas pode também compreender polímeros e copolímeros dos ácidos acrílicos, itacônico, maléico e vinil fosforados. Assim

sendo, a nomenclatura sugerida para o ionômero de vidro deveria consistir de um cimento contendo partículas vítreas e um polímero acidífero que geleifica por uma reação ácido-base entre estes componentes. Nos cimentos de ionômero de vidro híbridos a presa do material ocorre parcialmente por uma reação ácido-base, e parcialmente por polimerização fotoquímica. Por isso, foi adotado o termo usado originalmente por Antonucci et al. cimento de ionômero de vidro modificado por resina. O termo fotoativado implica que a reação de presa pode ser foto iniciada. Em alguns casos a nomenclatura de tripla ativação é determinada. No entanto, estes materiais utilizam dois mecanismos de polimerização por processos químicos e podem ser chamados de cimentos “duais”. Esta nomenclatura proposta deveria ser usada para todos os novos cimentos nos quais a reação do tipo ácido-base dos cimentos de ionômero de vidro verdadeiros é suplementada por uma reação de polimerização física através de radicais livres provenientes de monômeros como Bis-GMA (bisfenol – A glicidil metacrilato) e HEMA. Uma outra classe de material onde a composição é formada por um vidro solúvel em ácido (poliácidos), mas em concentrações insuficientes para iniciar uma reação ácido-básica, recebeu a sugestão para ser chamada de resinas modificadas por poliácidos.

SANO et al., em 1994, examinaram e localizaram o caminho atual da microinfiltração em um sistema adesivo que utiliza a formação da camada híbrida em comparação com aqueles em que a infiltração marginal ocorre mediante a formação de uma fenda. Cavidades classe V, em forma de pires, foram

preparadas e restauradas seguindo a técnica adesiva preconizada pelo fabricante. Cinco amostras foram preparadas para serem observadas no microscópio eletrônico de varredura de baixo vácuo, com o intuito de preservá-las e protegê-las dos efeitos danosos causados pela severa desidratação da dentina exposta ao alto vácuo requerido para operar o microscópio eletrônico de varredura convencional, e as outras cinco foram utilizadas com o traçador de prata. Cada dente restaurado foi selado com um esmalte para unha, deixando sem cobertura 1mm além das margens das restaurações, e então imersos em uma solução aquosa de 50% de nitrato de prata, por 24 horas, no escuro. Os dentes foram então lavados por 1 minuto, imersos em uma solução foto-reveladora e expostos à luz fluorescente por 6 horas. Nas amostras observadas em microscópio eletrônico de varredura de baixo vácuo, não houve a evidência de qualquer fenda formada entre o material restaurador e a resina ou entre a resina e a dentina. Já no microscópio eletrônico de varredura convencional, finas partículas de prata foram observadas como glóbulos brilhantes entre a resina e a dentina subjacente ainda que na ausência da formação da fenda. Em maiores aumentos da interface resina/dentina o nitrato de prata penetrou entre o adesivo e a dentina mineralizada subjacente e também dentro dos túbulos dentinários. A fenda encontrada neste estudo possivelmente ocorreu devido a contração que foi causada pela desidratação mediante o alto vácuo do microscópio eletrônico de varredura. Já para as amostras analisadas no microscópio eletrônico de varredura de baixo vácuo, as possíveis causas para a ausência da formação da fenda poderiam ser o formato e/ou a presença de uma espessa camada de adesivo. As cavidades rasas

e em formato de pires empregadas neste estudo podem ter tido uma menor força de contração do que àquelas em forma de caixa. A espessa camada de adesivo agiria como um amortecedor elástico que reduz os esforços causados pela contração. Eles concluíram que a camada de dentina infiltrada por prata falhou por não ter sido penetrada por resina durante os procedimentos adesivos. O nitrato de prata poderia penetrar lateralmente através dos espaços ou canais previamente ocupados pela apatita mineral ao redor das fibras colágenas. A penetração do fluido através desta camada porosa causaria hidrólise do colágeno e afetaria a durabilidade do adesivo.

VAN NOORT, em 1994, classificou os compósitos em cinco grupos principais, de acordo com a natureza e o tamanho da partícula de carga. Os compósitos tradicionais contêm partículas de vidro com um tamanho médio de 10-20 μm e a maior partícula mede 40 μm . Estes compósitos têm a desvantagem de serem difíceis de realizar o acabamento superficial, pois têm aparência grosseira devido as partículas destacarem-se desta superfície quando a matriz resinosa foi seletivamente removida ao redor delas. As resinas microparticuladas contêm sílica coloidal com tamanho médio de partícula ao redor de 0,02 μm . Este pequeno tamanho permite que o compósito seja polido, obtendo-se uma superfície lisa e acabada e proporciona uma maior área de carga superficial em contato com a resina. Já as resinas híbridas contêm partículas de carga, com um tamanho médio de 15-20 μm e também um pequena quantidade de sílica coloidal, tendo um tamanho médio de 0,01-0,05 μm . Embora elas contenham uma pequena

quantidade de sílica coloidal, seu comportamento é preponderantemente determinado pelas partículas maiores. Uma outra classe de material trata-se dos compósitos de partículas pequenas, com partículas de carga com um tamanho médio ao redor de 1 μm e uma variação do tamanho das partículas de 0,1-6,0 μm . Os menores tamanhos permitem aos compósitos serem polidos e proporcionam uma superfície mais lisa do que com partículas maiores, mas isto vai a detrimento da resistência ao desgaste. Além disso, tem sido reconhecido um sério obstáculo nos compósitos: a contração de polimerização. Os valores de contração de polimerização, em volume, variam de 1,2-2,1 para as resinas tradicionais; 1,3-3,5 para as híbridas e 2,0-4,5 para as microparticuladas. Idealmente, a contração de polimerização dos compósitos deveria ser a mais baixa possível, pois isto aumenta a adaptação marginal e reduz a possibilidade do aparecimento de cáries recorrentes. No entanto, durante o processo de presa, esforços de contração desenvolvem-se porque o material está restrito, pela adesão, às paredes cavitárias. Estes esforços podem ser suficientes para causarem a falha da união interfacial, então a vantagem do procedimento adesivo é perdida, principalmente quando se trata de união à dentina, que é menos intensa do que àquela alcançada ao esmalte. Outro problema sério é que a contração permitirá que as cúspides sofram deflexão em direção a parte interna do dente, quando submetidas a grande esforço, sendo o principal motivo da sensibilidade pulpar decorrente da inserção de restaurações de compósitos em dentes posteriores.

FEILZER *et al.*, em 1995, determinaram a influência da intensidade de luz na integridade da interface compósito-cavidade, em restaurações classe V realizadas “in vitro”, durante a contração de polimerização, assim como mediram o grau de conversão do material e o efeito de uma camada resiliente, dada pelo material forrador, que absorve esforço. O adesivo Clearfil Liner Bond, o compósito restaurador Clearfil e um forrador resiliente, Protector Liner, foram usados neste estudo. Foram preparadas 24 cavidades classe V, em forma de V, em dentes humanos extraídos nas superfícies vestibulares e linguais. Para cada grupo, metade das amostras foi polimerizada com intensidade de luz de 250 mW/cm² e a outra metade com 650 mW/cm². Os dentes foram termociclados, seccionados no meio da restauração e réplicas foram confeccionadas e cobertas com ouro para serem observadas em um microscópio eletrônico de varredura. Para julgar a extensão da integridade da interface restauração-cavidade, a interface foi dividida em cinco zonas de igual comprimento. Para cada grupo, escores médios por zona foram calculados em porcentagens de perfeita integridade. A influência da intensidade de luz na contração de polimerização foi determinada com um linômetro em amostras com 1,5 mm de espessura para intensidades de luz de 250 mW/cm² e 650 mW/cm². Os resultados das observações em microscopia eletrônica de varredura mostraram uma continuidade aceitável da integridade da interface restauração-cavidade para ambas intensidades. Entretanto, a integridade da interface restauração-cavidade das restaurações polimerizadas com baixa intensidade foi significativamente melhor do que aquela polimerizada com alta intensidade. Isto pode ser explicado pela diferença nas taxas de polimerização

resultantes da ativação com diferentes intensidades de luz já que a taxa de polimerização, assim como as taxas de contração caíram significativamente quando a intensidade de luz foi reduzida. Durante a polimerização, o comportamento viscoelástico do compósito muda de viscoso para viscoelástico para elástico. No estágio viscoso, nenhum desenvolvimento de esforço ocorrerá ao passo que esforços podem parcialmente ser aliviados pela deformação, resiliência e flexibilidade das estruturas circundantes, no estágio viscoelástico. Além disso, o período de tempo para o material deformar é estendido.

SANO *et al.*, em 1995a, afirmaram que a utilização de moléculas traçadoras, como o nitrato de prata, determina a localização e a morfologia de porosidades com tamanho nanométrico. Nanoinfiltração é um termo que descreve a difusão de pequenos íons ou moléculas dentro da camada híbrida na ausência da formação de fenda. Foram confeccionados discos de dentina de molares humanos, onde os sistemas adesivos All-Bond 2 e Clearfil Liner Bond System foram aplicados conforme as instruções dos fabricantes. As amostras experimentais foram imersas em uma solução de nitrato de prata (50%) por 24 horas no escuro, enquanto que as amostras controle foram imersas em água por 24 horas. Decorrido este período, as amostras experimentais foram imersas em uma solução foto-reveladora sob luz fluorescente por 8 horas para facilitar a redução dos íons prata a prata metálica. Cada amostra foi condicionada em ácido fosfórico (10%) por 3 a 5 segundos. As amostras foram levadas a um microscópio eletrônico de varredura, que proporcionou imagens através de elétrons secundário

e retroespalhado, e a um microscópio eletrônico de transmissão. Clearfi Liner Bond System mostrou tanto em microscopia de varredura, quanto de transmissão, partículas de prata espalhadas nos 2/3 inferiores da camada híbrida na base da camada híbrida, no topo da dentina mineralizada, na interface entre os prolongamentos resinosos e a dentina mineralizada. Já o All Bond 2 exibiu estruturas semelhantes a fibras coradas dentro de toda a espessura da camada híbrida. Quando as amostras são expostas ao nitrato de prata previamente ao seccionamento e polimento, a prata é depositada dentro das porosidades da camada híbrida. Uma vez depositada, ela permanece mesmo após os procedimentos de seccionamento, polimento e condicionamento ácido. Estas porosidades podem ser criadas durante a infiltração e polimerização dos monômeros adesivos. Não é claro se estas porosidades se formam devido a incompleta infiltração da resina, ou à contração de polimerização ou ainda à extração de monômeros hidrófilos parcialmente polimerizados durante o período de imersão em água de 24 horas. Se a contração do adesivo foi grande o suficiente para contrair a camada híbrida, o líquido deveria ter sido retirado da interface adesiva e poderiam então aparecer estruturas como se fossem vazios. O etanol presente nos adesivos, como solvente, nem sempre é removido totalmente e pode restringir a conversão de monômeros solúveis a polímeros insolúveis, ou tornar-se aprisionado como uma fase divisória durante a polimerização.

SANO et al., em 1995 b, relataram que o método tradicional de avaliar se a microinfiltração falhou em detectar sua exata localização. Recentemente estes autores sugeriram a existência da infiltração através de uma zona porosa na interface camada híbrida-adesivo sem a formação de fenda. Foram confeccionadas cavidades classe V, em molares humanos, em sete dentes dos cinco grupos. Os dentes foram restaurados usando a técnica adesiva e o compósito Silux, sendo que em dois grupos foi usada uma camada intermediária de resina de baixa viscosidade microparticulada. Os ápices foram selados com Silux e os dentes foram cobertos com esmalte para unha, exceto na restauração e a 1 mm ao redor dela. As amostras foram imersas em uma solução de nitrato de prata a 3 mol/L, por 24 horas e mantidas no escuro. Os dentes foram lavados em água corrente e imersos por 8 horas em uma solução foto-reveladora. Secções de 0,5 mm de espessura foram cortadas longitudinalmente através do centro de cada restauração e estas superfícies foram polidas com pastas diamantadas em granulações decrescentes: 6, 3 e 1 μm —Buehler. As amostras foram examinadas em microscopia eletrônica de varredura por meio de elétrons secundários e retroespalhados. O escore global da infiltração de cada amostra foi calculado mediante a seguinte fórmula: escore global de infiltração = $p/L \times 100$, onde p= comprimento da penetração do nitrato de prata ao longo da interface resina/dentina e L= comprimento total das paredes cavitárias dentinárias da superfície cortada. Os resultados mostraram que não houve penetração de prata ou formação de fenda na margem do esmalte (parede oclusal). A maioria dos sistemas restauradores falhou em demonstrar qualquer formação de fenda

marginal à penetração de nitrato de prata ao longo das paredes dentinárias. Foram utilizados elétrons retroespalhados para melhor demonstrar a distribuição da prata metálica vista como um material branco ao longo da interface dentina-adesivo e nos túbulos dentinários. As fotomicrografias da interface dentina/resina demonstraram um acúmulo de prata em toda a extensão da camada híbrida, ou em sua metade inferior e dentro dos túbulos dentinários ou em seus interiores. Já os íons prata são facilmente reduzidos a íons metálicos por material orgânico especialmente na presença de fibras colágenas, então em uma área rica em fibras colágenas e onde os espaços foram insuficientemente preenchidos por resina polimerizada, um acúmulo intenso de prata será encontrado.

BUDAVARI *et al.*, em 1996, descreveram ser o nitrato de prata incolor, inodoro, apresentando-se como largos cristais ou como pequenos cristais brancos. Não é fotossensível quando puro, mas na presença de materiais orgânicos promovem a fotorredução. É reduzido pelo ácido sulfídrico no escuro. É decomposto em prata metálica, nitrato de oxigênio e óxidos de nitrogênio. Cuidado deve ser tomado por ser cáustico e irrita a pele, mucosa e membranas. A deglutição pode causar severos problemas gastrintestinais que podem ser fatais. É utilizado em fotografia, na produção de espelhos, outro sal de prata para laminar a prata, em tinturas indelévels, para pintar porcelanas, no ataque ácido ao marfim, e é um reagente muito importante e extensivamente utilizado em química analítica. Em relação à terapêutica é um antiinfecioso tópico e em veterinária é utilizado como anti-séptico e adstringente intramamário para destruir o tecido secretório.

CARVALHO *et al.*, em 1996, relataram que a quantidade de esforço gerado durante a polimerização está relacionada à restrição da contração de polimerização. Esta contração restrita ocorre em superfícies unidas, enquanto que a contração não restrita ocorre nas superfícies livres, desunidas. Cavidades classe V, em forma de pires, têm quase tantas superfícies livres como unidas e então têm Fator C < 1, sendo as únicas capazes de se manter sob os esforços da contração de polimerização. Quando o Fator C > 1, os resultados são imprevisíveis sob situações clínicas. As resinas fotoativadas sofrem uma reação de polimerização rápida e imediata que permite menor deformação, quando comparadas as autoativadas. Estas têm muitos poros, devido à incorporação de bolhas de ar durante a mistura, o que aumenta a área de superfície livre, permitindo maior deformação da resina durante a polimerização e diminuindo o esforço de contração induzido. Várias soluções têm sido propostas para estes problemas. Uma delas é o desenvolvimento de agentes de união à dentina que sejam capazes de desenvolver resistências de união imediatas maiores do que àquelas desenvolvidas pela contração de polimerização e iguais àquelas obtidas ao esmalte condicionado. Outra maneira é cobrir as superfícies da dentina unida com um forrador cavitário resiliente que atue como um absorvedor de tensão ou posicionar um material de baixo módulo de elasticidade entre a dentina relativamente rígida e a resina composta. A camada híbrida pode também funcionar como uma camada resiliente, visto que ela tem um menor módulo de elasticidade do que a dentina mineralizada subjacente. Uma terceira solução é inserir os compósitos em incrementos para reduzir o volume de resina que contrai

durante a polimerização, além dos incrementos contribuírem para redução do Fator C para menos que 1.

GORACCI *et al.*, em 1996, avaliaram a possibilidade de reduzir a intensidade da fonte de luz diminuindo a velocidade de conversão e prevenindo o rápido aumento na viscosidade (efeito Trommsdorff) causado pela emissão maciça de intensidade de luz. Dessa maneira foi então possível obter uma conversão lenta e gradual do material, facilitando a deformação da resina composta durante a primeira fase da presa, quando as moléculas ainda estivessem com a possibilidade de se reestruturar para compensar os esforços internos. Cavidades classe V, em pré-molares humanos foram preparadas. Foi empregada a técnica adesiva e o sistema adesivo utilizado foi o Scotchbond Multipurpose. Todas as cavidades foram restauradas com a resina composta Z 100, em incrementos de no máximo 2 mm. As amostras foram então divididas em dois grupos de seis dentes cada. No Grupo 1 cada uma destas camadas foram polimerizadas com a técnica convencional, com uma unidade de luz convencional (Visilux 2, 3M). No segundo grupo a técnica da polimerização lenta foi utilizada somente na primeira camada do compósito, para ativar um tipo de polimerização que foi capaz de proporcionar que o material atingisse um ponto de presa com aproximadamente 100% de conversão em 4 minutos. Para este propósito, um mecanismo regulador da intensidade de luz, aplicado a mesma fonte de luz, permitiu que a luz alcançasse uma emissão de intensidade máxima pelo aumento gradual da intensidade. Um radiômetro foi usado para medir a intensidade e a

potência da luz emitida pela lâmpada até que as operações de polimerização pudessem ser reproduzidas. Então a polimerização lenta foi realizada pelo aumento gradual da intensidade de luz de 30 a 250 mW/cm² em 4 minutos. Foram confeccionadas réplicas das amostras para que elas pudessem ser examinadas em microscópio eletrônico de varredura. O Grupo 1 revelou continuidade estrutural da interface resina composta/esmalte. Já a interface dentina/resina composta mostrou a presença de microfendas. A dimensão delas foi de aproximadamente 10 µm e elas foram encontradas entre a camada híbrida e a resina composta. Já no Grupo 2, a camada híbrida apresentou maiores dimensões (3,5 µm) do que no Grupo 1. Foi encontrada uma continuidade estrutural na interface esmalte-compósito e já a interface dentina-compósito revelou uma excelente adaptação da resina composta à dentina em todas as amostras.

OPDAM *et al.*, em 1996, relataram que uma adequada manipulação dos adesivos e dos compósitos contribui para o sucesso da união da restauração e deveria proporcionar uma restauração com adaptação as paredes cavitárias perfeitas, livre de porosidades e vazios. Os vazios nas margens da restauração podem levar à uma infiltração e pigmentação, à uma concentração de esforços. Tem sido relatado que compósitos de alta viscosidade dificultam a obtenção de uma boa adaptação do material restaurador. Houve falha em um compósito condensável posterior experimental devido à quantidade de matriz insuficiente disponível para o umedecimento das paredes cavitárias e para a difusão com as subseqüentes camadas. Dessa forma, o objetivo deste estudo foi avaliar a

influência da consistência dos compósitos e o modo de aplicação na incidência de vazios e porosidades em restaurações adesivas Classe I. Foram selecionados três compósitos, sendo um de alta viscosidade, um de viscosidade média e um de viscosidade fluida. Foram feitos preparos classe I na fossa distal e mesial de terceiros molares humanos. Os procedimentos restauradores foram executados conforme as instruções dos fabricantes. O compósito foi inserido na cavidade de três maneiras distintas: técnica por injeção, técnica incremental e pela técnica de condensação. Na primeira, o compósito foi injetado na cavidade através de uma seringa Centrix. Na segunda, com a utilização de um instrumento manual. A terceira técnica foi realizada igualmente à segunda, com exceção que o compósito foi pressionado pelo instrumento em uma ação de condensação. Após estes procedimentos de inserção, as restaurações foram acabadas, embutidas em resina acrílica, seccionadas e imersas em uma solução de fucsina básica por 15 segundos para melhorar a visibilidade de vazios. Estas seções foram fotografadas com uma câmera acoplada a um microscópio e a circunferência de cada secção e a dos vazios e porosidades foram medidas. O método que utilizou a seringa Centrix apresentou os melhores resultados para todos os compósitos, pois o desenho dela propicia um bom acesso à parte mais profunda da cavidade. O compósito de alta viscosidade teve a maior prevalência de vazios ao longo da parede cavitária, tanto na técnica de injeção quanto na de condensação. Isto pode ter ocorrido devido a inabilidade destes compósitos em alcançarem uma boa adaptação às paredes cavitárias. Embora estes compósitos são denominados de “condensáveis”, melhores resultados foram obtidos neste estudo quando

compósitos de média e baixa viscosidade foram condensados. A técnica incremental resultou em menos vazios, entretanto mais largos do que na de condensação, principalmente para os compósitos de consistência baixa e média, devido a incorporação de ar no momento da inserção. A condensação parece eliminar o ar presente no material e resultou em uma adaptação melhorada às paredes cavitárias comparada com a técnica incremental. Pode ser concluído que tanto a consistência do material quanto a maneira de aplicação influenciam na presença de vazios na restauração.

SWIFT JR. *et al.*, em 1996, avaliaram o uso de resinas de baixa viscosidade como camada intermediária entre o sistema adesivo e o material restaurador como forma de melhorar o selamento marginal de restaurações de resina composta. Os sistemas adesivos foram usados em três condições: de acordo com as instruções dos fabricantes; de acordo com as instruções, mas com a introdução do adesivo Optibond FL e; de acordo com as instruções, mas com a adição do Clearfil Protect Liner F, como passo final após a aplicação do sistema adesivo sem carga e antes da inserção do material restaurador. Cavidades classe V, em forma de cunha, foram feitas nas superfícies vestibular e lingual de cada dente, unidas com o mesmo sistema adesivo. Todos preparos cavitários foram restaurados com um único incremento do material restaurador Z100 na cor A2 e submetidos a termociclagem. Então, as amostras foram imersas em uma solução aquosa de 50% (em peso) de nitrato de prata e armazenadas no escuro por 2 horas. Após a lavagem, as amostras foram seccionadas longitudinalmente e

posicionadas sob luz fluorescente por 2 horas. Um escala de zero a três foi usada para quantificar a microinfiltração nas margens de esmalte e dentina. As resinas de baixa viscosidade com carga atuam como uma camada relativamente resiliente que absorve esforços, ou age como “amortecedor elástico”, entre a resina composta contraída e o substrato dentinário rígido, aliviando parcialmente os esforços de contração de polimerização, ajudando a manter o selamento marginal. A zona de interdifusão resina-dentina, também tem um relativamente baixo módulo de Young e pode os esforços de contração de polimerização. A zona de interdifusão resina-dentina não é tão larga quanto à resina adesiva (ou combinação do sistema adesivo e da resina de baixa viscosidade com carga) que fica acima desta, então é esperado que a camada híbrida desempenhe uma menor função, do que a resina de baixa viscosidade com carga, no alívio dos esforços e na manutenção da integridade marginal. Este estudo indicou que o uso de resinas intermediárias de baixa viscosidade proporcionou um efeito mínimo na infiltração de restaurações de resina compostas unidas.

VERSLUIS *et al.*, em 1996, avaliaram o conceito popular que a técnica incremental reduz os esforços residuais de contração, através da utilização do elemento finito, que pode usar dados experimentais obtidos de várias formas e tamanhos de amostras para o cálculo das distribuições dos esforços em estruturas complexas. Para demonstrar o efeito da técnica incremental no desenvolvimento do esforço e no módulo de elasticidade, foi usada secção transversal vestibulo-lingual digitalizada de uma cavidade MOD (mésio-ocluso-lingual) de um pré-molar

superior, que foi mapeado e a distribuição do esforço foi monitorada por meio de um analisador MARC. Quatro técnicas incrementais foram utilizadas para demonstrar o efeito dos esforços de contração residual: incremento vestibulo-lingual, incremento gengivo-oclusal, incremento oblíquo e uma combinação de uma técnica com incremento oblíquo e em formato de U. Além destas formas, o compósito foi aplicado em inserção única. Para a simulação do elemento finito da contração de polimerização e do desenvolvimento do módulo de elasticidade, três propriedades mecânicas do material foram requeridas: o coeficiente de contração linear, a razão de Poisson e o módulo de elasticidade. O deslocamento horizontal cuspidal foi também usado neste estudo para comparar os efeitos totais das técnicas incrementais. Os cálculos do elemento finito relataram que as técnicas incrementais resultaram em maior esforço de contração de polimerização do que a de inserção única, o que contradiz o difundido conceito que esta técnica diminui os esforços de polimerização. Isto se deve ao fato de existir o mínimo contato com as paredes cavitárias durante a polimerização, assim como a contração reduzida produzida por um pequeno volume do material. Embora isto seja válido para cada incremento individual, a contração total e seu esforço são o resultado do efeito combinado da contração de todos os incrementos e a deformação da estrutura dental circundante da restauração final quando esta está em total contato com a cavidade. A quantidade total do material requisitado para preencher a cavidade é menor para a técnica incremental comparada com a inserção única, o que pode resultar em maiores esforços do complexo restauração-dente onde o deslocamento da cúspide aumenta. A contração de polimerização de cada

incremento causará alguma deformação da cavidade, forçando as paredes cavitárias a inclinarem-se e deslocarem-se para baixo, diminuindo o volume da cavidade. Um volume diminuído significa que menos compósito pode ser inserido no próximo incremento. A técnica mais vantajosa para a distribuição dos esforços foi a de inserção única, enquanto que a gengivo-oclusal e a oblíqua resultam nos maiores esforços superficiais coronários. Os clínicos apontam outros fatores que favorecem a utilização da técnica incremental em relação à de inserção única, tais como a adaptação, a compactação, a completa polimerização e a formação da união. Portanto, é muito difícil provar que a técnica incremental necessita ser mantida devido à redução dos efeitos da contração.

DAVIDSON & FEILZER, em 1997, revisaram os métodos para determinar a contração de polimerização, os esforços gerados durante a contração e os efeitos clínicos da contração de polimerização dos materiais restauradores adesivos. Determinações da contração onde o deslocamento do transdutor requer ativação por uma força, pode somente monitorar a parte “pós-polimerização” da contração de polimerização, quando o material está suficientemente rígido para exercer forças. Embora a contração de polimerização seja a causa, os esforços de contração podem ser vistos como um mecanismo responsável pelos problemas com restaurações adesivas. Isso pode ser a causa da separação das paredes cavitárias ou das fraturas coesivas em uma das estruturas. A não ser que as estruturas circundantes, nas quais o material está unido, forneça flexibilidade elástica, alguma estrutura fraturará a fim de compensar o volume reduzido e então

criar-se-ão espaços de abertura. A magnitude dos esforços de contração é dependente não somente da flexibilidade das estruturas adjacentes, mas também da natureza do material e de suas propriedades viscoelásticas. Outro importante fator que influencia nos resultados dos testes é a adesão da amostra à superfície adesiva. Portanto, quando se tem uma adesão micromecânica, esforços reduzidos estão presentes, devido a maior possibilidade de deformação da camada adesiva. Uma consideração similar diz respeito ao grau de porosidade dentro da resina composta. Enquanto o volume de um material denso não pode ser expandido pela força, um poroso pode, devido à presença de vazios internos maiores. Já o alívio do esforço pode ser obtido de várias maneiras. Um procedimento envolve o desenho da restauração, em outras palavras, a habilidade da restauração contrair livremente na interface adesiva. Isto explica porque restauração adesiva classe IV têm tido sucesso, enquanto que em outros casos, onde a restauração é mais limitada pelas paredes cavitárias, freqüentemente apresentam defeitos marginais. Foi demonstrado experimentalmente que existe uma relação entre a configuração da cavidade e o desenvolvimento de esforço. Se as paredes cavitárias, com um fator de configuração desfavorável, estão preenchidas por uma camada resiliente, a contração em massa da restauração pode resistir ao movimento nos lados adesivos. Então, a efetividade destes materiais, que servem como forradores, é devido a sua capacidade de deformação inicial, dado pelo baixo módulo de elasticidade, e à sua porosidade intrínseca.

DE GOES et al., em 1997, avaliaram a resistência de união ao cisalhamento de adesivo à dentina comparando diferentes métodos para remover o excesso de água da dentina. Sessenta molares humanos foram embutidos em resina acrílica e a superfície oclusal dos dentes foi desgastada para expor uma adequada superfície de dentina para união. As amostras foram divididas em quatro grupos de tratamento. O adesivo One-Step e a técnica de união úmida foram usados variando o método de remoção do excesso de água da dentina. No Grupo 1 a técnica adesiva foi usada como recomendada pelo fabricante (Grupo Controle). As superfícies dentinárias foram condicionadas com ácido fosfórico 32% por 15 segundos e lavadas por 15 segundos. Estas superfícies foram secas por 3 segundos com ar comprimido a 2 cm de distância da superfície dentinária. Duas camadas de “primer”/adesivo One-Step foram aplicadas e secas por ar comprimido durante 3 segundos a 1 cm para remover o excesso do solvente. Os dentes do Grupo 2 a 4 foram tratados igualmente ao 1, sendo que o que os diferenciou foi o método utilizado para a remoção do excesso de água da dentina: com um papel absorvente (Grupo 2), com um pincel (Grupo 3) e/ou com uma bolinha de algodão seca (Grupo 4). A dentina foi mantida visivelmente úmida em todos os procedimentos. A técnica de união úmida deriva da habilidade da água em manter os espaços interfibrilares dentro da cadeia de colágeno colapsada durante a infiltração do “primer”. Entretanto a quantidade de água presente na superfície dentinária pode ser um fator negativo e existe um limite na quantidade de umidade necessária para manter a estabilidade do colágeno desmineralizado. Os resultados do estudo mostraram que a secagem com ar por 3 segundos

reduziram a resistência de união ao cisalhamento, pois houve uma incompleta difusão de resina na região intertubular, devido ao colapso da matriz orgânica dentinária. Concluiu-se que o uso de bolinhas de algodão hidrófilos ou de papel absorvente produziu as mais altas resistências de união do adesivo One Step enquanto que a secagem de ar por 3 segundos produziu os menores valores de resistência de união.

LEINFELDER, em 1997, discutiram novas melhorias na resistência ao desgaste e no desempenho clínico de sistemas resinosos indiretos. Então os autores relataram a introdução de sistemas restauradores resinosos indiretos, tal como o Artglass, um polímero não convencional que é usado para confecção de “inlays”, “onlays” e coroas. Enquanto os compósitos convencionais têm em sua formulação polímeros como o Bis-GMA ou UDMA, (uretano dimetacrilato) no Artglass a formulação é bem mais complexa. Além destas moléculas bifuncionais, ele contém seis grupos funcionais, o que proporciona a conversão de mais duplas ligações. Dessa forma, isto pode melhorar a resistência ao desgaste e outras propriedades mecânicas e físicas da matriz resinosa. O componente inorgânico é essencialmente um vidro de bário radiopaco e uma moderada quantidade de sílica coloidal. Artglass é fotoativado em uma unidade especial usando uma luz estroboscópica com xenônio, onde uma alta intensidade de luz é emitida por somente 20 milissegundos seguida por 80 milissegundos de não exposição. Este fato permite que as moléculas se rearranjem parcialmente, aumentando assim o potencial de polimerização. Um outro sistema foi introduzido denominado

Belleglass HP, caracterizado pelo fabricante como um material atraente esteticamente e altamente resistente ao desgaste. A matriz resinosa é quimicamente similar àquela dos sistemas restauradores à base de Bis-GMA. Este material é polimerizado sob pressão em elevada temperatura e na presença de nitrogênio. Já no campo dos sistemas restauradores diretos, os problemas de contração de polimerização, adaptação marginal, contato proximal inadequado, infiltração e cáries secundárias e baixa resistência ao desgaste ainda persistem. Devido a esta problemática, resinas compostas para dentes posteriores ainda são pouco utilizadas para confecção de restaurações classe I e II. Para suprir estas falhas um novo material foi proposto (PRIMM) que consiste também de um componente resinoso e outro cerâmico. A fase inorgânica consiste de uma contínua cadeia de fibras cerâmicas, compostas de alumina e dióxido de silício, que são superficialmente fundidas juntas em locais selecionados, que geram uma contínua cadeia de pequenas câmaras ou cavidades, onde, após a silanização, moléculas de Bis-GMA ou UDMA são inseridas. Existe uma relação entre a contração linear de polimerização da parte resinosa e a porcentagem de adição de estrutura fibrosa. O nível de incorporação da cadeia cerâmica também tem um efeito significativo no módulo de flexão. Então, todas estas mudanças na formulação do material, com a introdução de materiais cerâmicos, tornam os materiais resinosos menos abrasivos, mais fáceis de manipular e mais resistentes ao desgaste.

MEHL & KUNZELMANN, em 1997, investigaram a influência de diferentes condições iniciais de polimerização seguida pela polimerização final com intensidade total nas propriedades (módulo de flexão, resistência à flexão e microdureza Vickers) de dois compósitos, além da formação da fenda marginal em cavidades classe V antes e depois da termociclagem. A intensidade inicial de polimerização variou de acordo com a distância entre a fonte de luz e o compósito. Para cada distância, a intensidade da superfície das amostras foi medida com um radiômetro. A intensidade de 100% correspondeu a 450mW/cm^2 (0 mm de distância), as distâncias de 2, 4, 6, 8, 10, 20 e 50 mm corresponderam a 80, 70, 62, 56, 50, 37 e 13%, respectivamente. As amostras foram então conduzidas até a Máquina de Teste Universal para que fossem calculados o módulo e a resistência à flexão. Cavidades classe V foram preparadas. O Grupo Controle foi polimerizado com a intensidade total de luz (100%) por 60 segundos. Os outros três Grupos foram polimerizados por 20 segundos com as intensidades iniciais de polimerização de 70, 50 e 37%, seguidos pela polimerização final com 100% de intensidade por 40 segundos. A intensidade de luz variou pela distância entre a superfície da restauração e a fonte de luz monitorada por um computador. A análise quantitativa marginal foi realizada separadamente para a junção compósito-esmalte e compósito-dentina. Um teste de penetração por azul de metileno foi realizado. Uma parte do dente foi analisada na junção dentina-resina com um microscópio óptico. A análise estatística mostrou que não houve diferença significativa entre os diferentes grupos em relação à junção esmalte-compósito. Nestes casos o comprimento percentual de margem perfeita foi maior que 98%.

Na junção dentina-compósito o grupo pré-polimerizado com 37% de intensidade mostrou um comprimento de fenda marginal significativamente maior quando comparado com os outros grupos antes da termociclagem, ao passo que após a termociclagem, houve um comprimento de fenda marginal significativamente maior nos Grupos pré-polimerizados com 100 e 37% comparados com os Grupos com 70 e 56%. A geometria das cavidades utilizada neste estudo resultou em um Fator C de aproximadamente 4, com esforços de contração altos. O maior grau de adaptação marginal foi alcançado quando a restauração foi pré-polimerizada com 56 e 70% de intensidade por 20 segundos e pós-polimerizada com 100% de intensidade por 40 segundos. A maior intensidade de polimerização inicial não permite suficiente deformação para reduzir os esforços internos, ao passo que a menor intensidade não pode ativar suficientes moléculas para iniciarem uma adequada reação.

O'BRIEN, em 1997, relatou que a ocorrência da contração durante a polimerização cria esforços (aproximadamente 18 MPa) na interface dente/compósito que podem exceder a resistência de qualquer união entre o compósito e o esmalte e/ou dentina. Esta falha de união, localizada na interface, permite o influxo de fluidos orais e contribui com a possibilidade de coloração marginal, cáries recorrentes e sensibilidade pós-operatória. A contração está em direta correlação à fração volumétrica da matriz polimérica no compósito, e, portanto ocorre em maior grau nos compósitos microparticulados do que naqueles de partículas pequenas ou híbridas. Os compósitos microparticulados mostram

contração de presa de 2 a 4 % quando comparados aos menores valores variando de 1 a 1,7% para compósitos de partículas pequenas. Já o módulo de elasticidade (Young) é a medida da tenacidade do material. Um material com um baixo módulo de elasticidade deflete sob esforço. Materiais de partículas pequenas têm um módulo de elasticidade (1,3 - 2,9 GPa), próximo ao da dentina. Sob altas cargas, como ocorre em dentes posteriores durante a mastigação, a deflexão da restauração resiste à união dente/compósito. O menor conteúdo de carga dos compósitos microparticulados resulta em um módulo de elasticidade (0,44 - 1,0 GPa) de um quarto à metade daquele apresentado pelos compósitos de partículas pequenas (1,3 - 2,9 GPa), e portanto são recomendados para restaurações classe V visto que a deflexão poderia reduzir os esforços desenvolvidos na interface dente/compósito. Já os compósitos híbridos apresentam valores intermediários de módulo de elasticidade (1,0-2,0 GPa) entre aqueles apresentados pelos compósitos microparticulados e os de partículas pequenas.

PRATI *et al.*, em 1997, avaliaram a morfologia das margens em restaurações classe V preparadas na junção cimento-esmalte (JCE) em microscopia eletrônica de varredura. Cavidades classe V em forma de V, em molares humanos, sendo que metade da margem cavitária estava em esmalte e a outra metade na porção radicular. Foi avaliada a morfologia da margem ao longo da dentina cervical e da área incisal de esmalte e também a porcentagem de margens que apresentaram fenda, porosidade, fratura de esmalte ou do compósito e/ou saliências (excessos), comparada ao comprimento total da margem. Cada

dente foi imerso em solução de eritrosina e, duas secções longitudinais foram avaliadas em um estereomicroscópio óptico. Foram encontradas fraturas nas margens de esmalte, ao longo dos prismas, e os compósitos exibiram-nas dentro de sua estrutura. Isto pode ser devido à diferença no módulo de elasticidade do esmalte e da dentina e dos materiais restauradores, já que o esmalte é muito friável para suportar as fortes forças de contração. Não houve fendas marginais ao longo das margens de esmalte, devido à boa adesão encontrada nesta região. Na configuração cavitária usada neste estudo a contração do material foi muito grande e muito rápida para prevenir a desadaptação. Já na margem de dentina, foram observadas numerosas fendas. Portanto, estes novos sistemas adesivos mostraram defeitos marginais complexos, fraturas e alguns tipos de vazios entre a camada de adesivo e o compósito ou ao longo da interface do compósito. Em muitos casos estes adesivos não falharam na interface adesiva, mas sim dentro do compósito (falha coesiva dada pela formação de rachadura).

SAKAGUCHI & KARREN, em 1997, avaliaram o efeito do mecanismo de polimerização, em resinas fotoativadas e autoativadas, e o efeito da redução da intensidade de luz na polimerização de um compósito posterior. A variável medida foi a microinfiltração nas margens oclusal e gengival. Vinte e cinco molares extraídos foram divididos em cinco Grupos e "slot" proximais foram preparados nas superfícies mesial e distal. O primeiro Grupo Controle e todos os três Experimentais foram tratados com o agente de união All Bond 2 e restaurados com três incrementos fotopolimerizados por 40 segundos cada. Um segundo

Grupo Controle foi restaurado com o agente de união e uma resina autoativada posicionada em um único incremento. A intensidade de luz foi atenuada com filtros de densidade neutra posicionados sobre o guia de luz da unidade fotoativadora. O primeiro Grupo controle foi polimerizado sem atenuação. Três intensidades (63, 40 e 25% da transmissão) foram usadas nos Grupos Experimentais. Os dentes foram termociclados e imersos em 3 M de nitrato de prata, revelados sob luz fluorescente por 24 horas, embutidos em resina epóxica e seccionados no meio do plano méso-distal. Uma escala ordinal foi usada para servir de escore da extensão da microinfiltração ao longo das margens oclusal e gengival. Não houve diferença significativa na microinfiltração marginal entre qualquer um dos cinco Grupos. O Grupo Controle da resina autoativada mostrou menos infiltração oclusal do que o controle da resina fotoativada. Todas as restaurações mostraram microinfiltração na margem gengival estendendo-se à metade da distância da parede axial. A redução da intensidade da luz não alterou significativamente a microinfiltração na margem gengival ou oclusal neste estudo.

BAYNE *et al.*, em 1998, coletaram informações no comportamento mecânico (deformação, desgaste, resistência compressiva, resistência à tração diametral, resistência à flexão biaxial e tenacidade) de vários compósitos de alto escoamento. As mesmas propriedades foram determinadas para dois compósitos híbridos que serviram como controle para sugerirem um potencial de aplicações clínicas para os materiais de alto escoamento. Foram medidos também a profundidade de polimerização e o conteúdo de carga comparando-se aqueles

valores apresentados pelos fabricantes. O peso percentual do conteúdo de carga dos materiais foi determinado. Compósitos tradicionais demonstraram melhor desempenho em todas as propriedades mecânicas do que as resinas de alto escoamento. Já a porcentagem de conteúdo de carga por peso da maioria dos materiais foi de 20 a 25% menor do que daquela dos compósitos híbridos controles. A resistência à abrasão, não mostrou quaisquer diferenças estatisticamente significantes entre os compósitos de alto escoamento ou entre estes e os convencionais. Embora as propriedades mecânicas demonstradas pela primeira geração dos materiais de alto escoamento mostraram bons resultados, eles ainda não podem ser substitutos adequados para os compósitos altamente carregados que são usados em aplicações de altos esforços, pois apresentam valores de 60 a 90% das propriedades mecânicas dos compósitos tradicionais. Um consenso é que os compósitos de alto escoamento apresentam baixa viscosidade primariamente devido a eles terem menor quantidade de carga. Portanto, seria esperado que eles contraíssem mais e criassem mais esforços nos agentes adesivos durante a polimerização dos compósitos do que os compósitos tradicionais. Entretanto sua maior tenacidade poderia significar que eles absorvem energia suficiente para ajudar a adiar as falhas interfaciais causadas pelo carregamento cíclico. Então, o baixo módulo de elasticidade do material forrador de alto escoamento poderia prematuramente permitir a deflexão da camada localizada acima, formada pelo compósito convencional de alto módulo de elasticidade.

Em 1998, a **DENTSPLY** lançou no mercado o compósito fotoativado, condensável, radiopaco, disponível em doses individuais e designado para restaurações posteriores em áreas de esforços de dentes decíduos e permanentes. Este compósito foi denominado Sure Fil. É indicado para ser usado em classes I, II e IV como material restaurador direto e para a fabricação de “inlays” e “onlays”. Está contra-indicado, assim como seu adesivo Prime & Bond 2.1, para ser usado em pacientes alérgicos às resinas de metacrilatos e para aplicação direta ao tecido pulpar. Este material, juntamente com o seu condicionador ácido (ácido fosfórico 34%) e o seu sistema adesivo devem ser utilizados seguindo alguns passos. Depois de ter realizado o preparo cavitário, realiza-se a proteção pulpar (se necessária), faz-se o condicionamento ácido do esmalte e dentina e a aplicação do sistema adesivo. Deve-se aplicar uma quantidade generosa de Prime & Bond às superfícies do esmalte e dentina, deixando-o agir por 20 segundos. Depois, remova o excesso do solvente por um leve jato de ar por 5 segundos e a superfície dentária deve apresentar-se com aparência lisa e uniforme. Então, fotopolimerize-o por 10 segundos e aplique uma segunda camada do adesivo em todas as superfícies cavitárias. Remova imediatamente o excesso do solvente com um jato de ar por 5 segundos e então insira o compósito Sure Fil, com o auxílio de um instrumento de inserção semelhante ao porta amálgama, sobre esta camada não polimerizada do adesivo. O material deve ser aplicado em camadas de 5 mm de espessura. Adapte firmemente o material nas paredes cavitárias. Recomenda-se que o instrumento usado para contornar as margens cavosuperficiais (oclusal e proximal) deveria ser

lubrificado de tempo em tempo com uma fina camada de Prime & Bond residual para assegurar uma ótima adaptação marginal. Quando utilizar este adesivo, após dispensá-lo em um recipiente, aplique ar para que haja a evaporação da acetona contida no solvente antes de usá-lo como um agente modelador. Fotopolimerize cada área da superfície da restauração por no mínimo 40 segundos.

KORAN & KÜRSCHNER, em 1998, compararam um método de fotoativação de dois passos com um convencional, em termos do desenvolvimento e do grau de profundidade de polimerização, quantidade de contração, viscosidade e dureza superficial de um compósito. Todos os protocolos que se seguem somaram um tempo final de 40 segundos, com a combinação de intensidade de luz/tempo ($\text{mW}/\text{cm}^2/\text{segundos}$) = dose total (mW/cm^2): Grupo 1 (150/10) + (500/30)= 16.500; Grupo 2 (150/10) + (700/30)= 22.500; Grupo 3 (500/40)=20.000; Grupo 4 (700/40)= 28.000. Cinco amostras foram polimerizadas na combinação (150/10) + (700/30). As outras cinco foram polimerizadas com o método convencional (700/40). Os melhores valores de adesão foram alcançados no Grupo 2 (150/10)+ (700/30). Os piores valores foram demonstrados pelo Grupo 4 (700/40). Entre os dois grupos que usaram irradiação contínua a melhor adesão foi alcançada com o de menor intensidade de luz, 500 do que com 700 mW/cm^2 . O compósito polimerizado em dois passos revelou uma menor viscosidade e permitiu melhor deformação do material durante os estágios precoces da polimerização, enquanto mantiveram o tempo total de polimerização razoavelmente curto. Isto levou a uma melhor adaptação marginal. Os valores de contração final também

não diferiram entre os dois métodos, embora a dinâmica da contração tenha sido superior com os dois passos. O sucesso da restauração de um compósito depende da combinação da taxa de contração, boa capacidade de deformação, adequada polimerização e boa resistência. Além disso, uma irradiação seqüencial pode reduzir a possibilidade do dano à polpa causada por excessivo calor gerado pelas unidades fotoativadoras.

PEREIRA, em 1998, relatou que um novo tipo de material, que combina a reação ácida com a tecnologia do metacrilato, contido na resina, tem sido desenvolvido. Estes materiais denominam-se cimento de ionômero de vidro modificado por resina, ou ainda “dual”, pois tomam presa tanto por sistemas fotoiniciadores quanto por reação ácido-base. Um produto comercial Vitremer (3M) tem um sistema de ativação tripla, visto que a polimerização do grupo metacrilato também ocorre com a reação de sistemas iniciadores redox (amina/peróxido; ácido ascórbico/persulfato) no escuro. Estes cimentos proporcionam um longo tempo de trabalho e uma estética melhorada, polimeriza-se imediatamente quando fotoativado são menos sensíveis à água, possuem propriedades adesivas e mecânicas melhoradas, são radiopacos e biocompatíveis com a estrutura dental. Além disso, preservam as vantagens dos cimentos convencionais, que tem uma reação química com o substrato dental, liberam flúor e têm expansão térmica similar à estrutura dental. Embora as resistências de união foram melhoradas pela aplicação de condicionadores/ “primers”, elas ainda são baixas quando comparadas às resinas compostas. Recentemente uma nova classe de

compômeros híbridos que combina compósitos e a tecnologia do ionômero de vidro foi desenvolvida. Há somente um componente, que contém vidro de aluminofluorsilicato, Bis-GMA, fotoiniciadores e um monômero ácido reativo. Diferente dos ionômeros de vidro modificados por resina, os compômeros têm tempo de trabalho ilimitado e não são sensíveis à água, mas são susceptíveis à degradação em baixo pH, liberando flúor, íons metálicos e sílica. Suas propriedades químicas são similares às daquelas dos compósitos, entretanto possuem menores resistências à flexão e à abrasão em restaurações oclusais.

PRATI *et al.*, em 1998, relataram que dois grupos de sistemas adesivos foram desenvolvidos, um denominado de componente único, ou de um único frasco, e um outro chamado de auto-condicionante. O primeiro recebeu esta nomenclatura porque as misturas de compômeros de sistemas adesivos são armazenadas em um mesmo frasco. Estes desempenham as funções tanto de “primers” quanto de adesivos, ocorrendo ao mesmo tempo usando estes sistemas de frasco único. Entretanto há a possibilidade de que a falta do “primer” separado possa reduzir a profundidade de infiltração ou o umedecimento dos sistemas adesivos, reduzindo a adesão e a capacidade de selamento. O outro grupo, os agentes auto-condicionantes, foi desenvolvido para eliminar o condicionamento, a lavagem e a remoção do excesso de água. Dessa forma, o propósito deste estudo foi avaliar a morfologia e a espessura da camada de dentina infiltrada por resina destes novos sistemas adesivos e observar se existem diferenças na morfologia apresentada por microscopia eletrônica de varredura entre os sistemas adesivos

de frasco único, os de múltiplos passos e o auto-condicionante. Cavidades classe I e V foram preparadas. Além destas, foram obtidos discos de dentina após a remoção da raiz e do esmalte oclusal. Os materiais foram usados de acordo com as instruções dos fabricantes. Os dentes e os discos de dentina, após os procedimentos restauradores terem sido realizados, foram seccionados e divididos em dois Grupos, sendo que o Grupo 1 foi subdividido em A e B. No Subgrupo A todas amostras foram expostas a 10% de ácido fosfórico por 2 minutos. No Subgrupo B todas amostras foram tratadas com gel de glutaraldeído a 1,5% por 2 minutos. As amostras neste Grupo foram usadas para medir a espessura da camada de dentina infiltrada por resina na dentina intertubular e a infiltração dos prolongamentos resinosos que preencheram a luz do túbulo, e na zona de dentina peritubular desmineralizada circundante. A outra metade das amostras seccionadas foram imersas em 20% de ácido fosfórico por 70 horas para remover a parte mineral da dentina, e armazenadas em 12,5% de glutaraldeído por 24-30 horas para dissolver todo o tecido dentinário. Isto permitiu a avaliação do número e morfologia dos prolongamentos resinosos hibridizados. A profundidade da dentina infiltrada por resina (peritubular e intertubular) de sistemas adesivos de um único frasco e de múltiplos passos foi geralmente mais delgada na dentina superficial do que na profunda. Os sistemas adesivos de frasco único mostraram uma morfologia da camada de dentina infiltrada por resina e valores de resistência de união similares aqueles de vários passos; apesar da presença de uma camada de dentina infiltrada por resina muito delgada e menor, mas com prolongamentos

resinosos mais largos; sugerindo que eles foram capazes de infiltrar na dentina desmineralizada sem requerer a aplicação prévia de um “primer”.

SANO *et al.*, em 1998, revisaram alguns conceitos referentes às considerações clínicas de adesão à dentina. Relataram que em relação à hibridização, a penetração de monômeros dentro da dentina desmineralizada superficialmente e subsequente polimerização dos compósitos de alto peso molecular é indispensáveis para criarem uma camada híbrida ideal. A microinfiltração é um fator significativo com respeito à longevidade da restauração. Se ela ocorrer, poderá causar sensibilidade pós-operatória, pigmentação marginal e cáries recorrentes. Os recentes sistemas adesivos algumas vezes mostram restaurações sem qualquer separação ao longo da parede cavitária, mas com alguma infiltração. Quando observações foram feitas em microscopia eletrônica de varredura, traçadores com alto número atômico, tais como a prata, aparecem como uma imagem branca. A penetração de prata foi observada abaixo do adesivo, sem mostrar nenhuma formação de fenda ao longo desta interface. Esta penetração revela a falta de um perfeito selamento, mas não é microinfiltração no sentido clássico. Para distinguir esta infiltração da típica microinfiltração, o termo nanoinfiltração tem sido sugerido. Os possíveis caminhos da nanoinfiltração são dentro do adesivo, na camada híbrida e na dentina parcialmente ou totalmente desmineralizada. O caminho mais importante é a camada híbrida que não tem sido totalmente penetrada pela resina, deixando espaços para a penetração da água que causa a degradação da união resina/dentina. A nanoinfiltração

demonstra indiretamente a inabilidade dos sistemas adesivos de preencher totalmente a zona desmineralizada, deixando a camada híbrida com uma grande quantidade de porosidade que pode ser revelada usando esta técnica. As implicações clínicas ligadas a nanoinfiltração estão relacionadas à lenta absorção de água pelos constituintes unidos, podendo levar à degradação da resistência de união, hidrólise dos sistemas adesivos e ao ataque hidrolítico das fibras colágenas que se encontram na base da camada híbrida.

TYAS *et al.*, em 1998, relataram que uma das desvantagens associada às resinas convencionais é a falta de condensabilidade que é pertinente ao amálgama, e que é necessária a fim de obter boa adaptação às paredes cavitárias bem como para otimizar as áreas de contato proximal. Dessa forma, avaliaram um método para mensurar a consistência de compósitos não polimerizados de forma que se aproximasse do uso clínico em cavidades posteriores usando aplicação rápida de força no material com um dispositivo com extremidade plana. Treze compósitos e uma resina modificada por poliácidos, de variadas consistências, foram selecionados para este estudo, respectivamente: Herculite XR, Herculite XR dose única, P-50, de Prisma-Fil, Prodigy, Silar "A", Silar "B", Silux Plus, Solitaire, Sure Fil, Tetric Ceram, TPH, Z 100 e Dyract. Foi feito o teste de consistência para os diversos materiais. A quantidade de carga para os diversos materiais foi determinada por meio de uma análise termo-gravimétrica, usando um analisador Perkin-Elmer TGS-2. Houve uma diferença significativa na consistência entre os quatro materiais com as mais altas consistências, em ordem

decrecente: Sure Fil, Herculite XR dose única, Solitaire e Tetric Ceram. Em relação ao conteúdo de carga houve também uma diferença significativa para aqueles materiais que apresentaram os maiores valores, em ordem decrescente: P-50 (85%), Z-100 (82%) e Sure Fil (78%), aproximadamente. O comportamento reológico destes materiais à base de resina, no presente estudo, é influenciado pelo volume de carga, tamanho da partícula, tamanho e sua distribuição e pela área de superfície da carga inorgânica. Além disso, o comportamento reológico poderia ser influenciado por fatores adicionais tais como a presença de constituintes orgânicos sólidos (modificadores químicos) e por outras técnicas de aglomeração. Na restauração clínica de cavidades posteriores proximais, a obtenção de boas áreas de contato é facilitada pela alta viscosidade e materiais que apresentem um alto empacotamento. Entretanto, isto não significa que eles propiciem uma boa adaptação marginal, visto que eles não umedecem as paredes cavitárias facilmente. Já os materiais de alto escoamento são indicados para serem usados para o assentamento inicial ao longo das margens cavitárias externas, seguidos pela inserção dos materiais “condensáveis” para o preenchimento da restauração.

AARNTS, AKINMADE e FEILZER, em 1999, relataram que um aumento na quantidade de carga em um compósito reduz o componente da matriz, responsável pela contração de polimerização volumétrica, podendo ser concluído que a contração é inversamente proporcional ao conteúdo de carga. Além disso, os esforços de contração podem ser mais afetados pelo aumento na quantidade

de carga, pois o seu comportamento viscoelástico influenciará negativamente alterando a forma. O objetivo deste estudo foi investigar a influência do carregamento de carga na contração volumétrica e no desenvolvimento de esforços durante a polimerização de um ionômero de vidro modificado por resina experimental. Todas as amostras foram fotoativadas por 60 segundos com intensidade de 500 mW/cm². A contração volumétrica foi monitorada por um dilatômetro. O desenvolvimento de esforço e o módulo de elasticidade foram monitorados por uma máquina de teste universal. O desenvolvimento do esforço foi mensurado com um Fator C de 0,875. Este estudo mostrou que a redução da contração volumétrica não necessariamente leva a redução do desenvolvimento de esforço devido à ampla influência do módulo de elasticidade nesta propriedade.

BARKMEIER, HAMMESFAHR e LATTA, em 1999, determinaram as resistências de união ao esmalte e dentina usando Prime & Bond 2.1 com várias técnicas e seqüências de polimerização. As faces de união à dentina e ao esmalte foram preparadas nas superfícies vestibulares de 90 molares humanos. O primeiro tratamento seguiu as recomendações do fabricante do Dyract PSA e Prime & Bond. O segundo representou as recomendações atuais do Prime & Bond 2.1. Já no terceiro tratamento, houve um Grupo Experimental que não incluiu a segunda aplicação do “primer”/adesivo. No esmalte a única variável foi o tipo de tratamento para o “primer”/adesivo. Já na dentina, existiam duas variáveis: o tratamento e condicionamento ácido da dentina versus nenhum tratamento ácido. A técnica da união úmida foi usada para os Grupos da dentina. Após os procedimentos de

adesão terem sido realizados, um material restaurador foi aplicado. As amostras foram termocicladas e submetidas ao cisalhamento em uma máquina universal Instron. Os sistemas adesivos usados em estudos anteriores continham um agente de união a base de Bis-GMA, que eram geralmente mais viscosos e apresentavam valores de resistência de união ao esmalte que variavam de 16 a 24 MPa. O Prime & Bond 2.1 usa a acetona como solvente que permite excelente umedecimento da superfície de esmalte condicionada, resultando em maiores valores de resistência de união (29,2-29,8 MPa) do que aqueles apresentados pelos sistemas adesivos recentes que possuem Bis-GMA. Isto acontece devido a presença do PENTA (dipentaeritritol pentacrilato monofosfato) que tem um baixo pH, que atua como um agente auto-condicionante quando entra em contato com a superfície dentinária. O condicionamento ácido e a remoção do excesso de água, da dentina, proporcionaram maiores valores de resistência de união do que aqueles apresentados quando a dentina foi seca ou não condicionada. Os produtos do Prime & Bond têm altos valores de união tanto na dentina seca quanto na úmida e também na dentina condicionada e úmida. Não houve nenhuma diferença entre as resistências de união à dentina e ao esmalte usando os três diferentes tratamentos.

BURGESS *et al.*, em 1999, relataram que os esforços de contração gerados na interface marginal fraturam o compósito, rompem a estrutura do dente ou deformam-no pela deflexão das cúspides. Para solucionar estes problemas, unidades de luz com alta intensidade de luz têm sido desenvolvidas para reduzir o

tempo, requerido para polimerizar adequadamente os incrementos de resina em um tempo de 10 segundos comparado aquele de 40 segundos da unidade de luz convencional. Um exemplo deste tipo de aparelho seria unidades de luz a laser. No entanto, como a resina polimeriza-se quase que instantaneamente, há pouco tempo para que ocorra a deformação necessária para proporcionar o alívio do esforço e melhorar a integridade marginal. Então, o objetivo deste estudo foi medir a intensidade de luz e a temperatura de quatro fotopolimerizadores, a resistência à flexão, o módulo de elasticidade, a dureza, a profundidade e a contração de polimerização da resina composta Herculite na cor A1. Além disso, a microinfiltração e a fenda marginal de 40 restaurações classe V de resina composta foram medidas seguida da polimerização com as quatro unidades de luz. A intensidade de luz, de cada fotopolimerizador, foi medida com o auxílio de três radiômetros distintos. Quarenta cavidades classe V foram preparadas e os dentes divididos em quatro Grupos. No Grupo 1 foi usado um fotopolimerizador a laser (AccuCure) e o primeiro incremento de compósito foi aplicado na margem gengival e polimerizado por 10 segundos e o segundo na margem de esmalte pelo mesmo período. Para o Grupo 2 a cavidade foi tratada similarmente ao Grupo 1, exceto que o fotoativador usado foi o Optilux 500 (Grupo 2). No Grupo 3, foi usado um fotoativador de alta intensidade de luz halógena (KCP Whisperjet) para polimerizar cada incremento por 20 segundos durante o preenchimento da cavidade. Já no Grupo 4 foi usado o Elipar Highlight realizando o ciclo em duas etapas: uma fase inicial de 10 segundos com 150 mW/cm^2 seguida pela polimerização final de 700 mW/cm^2 durante 30 segundos. Entretanto, a técnica de

polimerização de duas fases não elimina a contração de polimerização, mas fornece tempo para o compósito deformar-se na superfície livre e melhorar a adaptação marginal. Esta técnica também é vantajosa em restaurações classe V já que elas têm um pequeno potencial para deformar durante a polimerização. O fotopolimerizador de duas fases (Elipar Highlight) produziu menor abertura marginal do que o de laser de argônio, Optilux 500 e do Whisperjet em restaurações classe V.

LABELLA *et al.*, em 1999, relataram que acredita-se que uma das propriedades do material que possa reduzir o precoce desenvolvimento do esforço interfacial, é a habilidade do material sofrer deformação plástica durante as fases iniciais da polimerização. Esta deformação permite que parte da contração ocorra sem o desenvolvimento de esforço na interface e determinará a proporção da contração remanescente que se manifesta como contração rígida deletéria. Então, o propósito deste estudo foi avaliar o módulo de elasticidade, a polimerização e a cinética da contração de alguns novos compósitos de alto escoamento e dos adesivos com carga e compará-las com àquelas dos compósitos de viscosidade normal e dos adesivos sem carga. A contração volumétrica foi obtida "in vitro" usando um protótipo de Acu Vol. (Bisco Inc., Scahumburg IL, USA). Para avaliar a cinética de contração de polimerização foi usado um método desenvolvido e patenteado por Watts e Cash. Pode-se observar que os compósitos de alto escoamento tenderam a contrair mais do que compósitos de viscosidade normal e menos do que os sistemas adesivos. Dessa forma, o menor módulo de

elasticidade (aproximadamente metade daquele apresentado pelas resinas de média e alta viscosidade) e a maior contração de resinas de alto escoamento (3,6 a 6,0 %) do que de seus predecessores de viscosidade normal são evidências indiretas de que a deformação é alcançada principalmente pelo aumento da proporção do monômero na formulação da pasta do compósito. Concluiu-se que os compósitos de alto escoamento e os híbridos tendem a se comportarem em extremidades opostas em relação aos valores de rigidez e ao espectro de contração.

KESLSEY *et al.*, em 2000, avaliaram a resistência à tração diametral, a resistência transversa, o módulo de elasticidade e a tenacidade de três materiais “condensáveis” e comparou-as com àquelas de duas resinas híbridas convencionais. Os compósitos “condensáveis” Alert, Sure Fil e Solitaire e os convencionais híbridos Prodigy e Z 100 foram usados neste estudo. A resistência à tração diametral, transversa e do módulo de elasticidade foram conduzidos. De acordo com os fabricantes, um artefato técnico foi acompanhado de modificações na carga de cada sistema nestas resinas “condensáveis”. Sure Fil emprega uma tecnologia patenteada como “Entrelaçamento de Partículas” que é uma união de diferentes tamanhos de partículas, que quando comprimidas mecanicamente as maiores cargas entrelaçam-se com as menores para alcançarem o empacotamento. Os resultados do teste de tração diametral mostraram que todas as três resinas “condensáveis” foram estatisticamente similares umas as outras e também àquelas convencionais normalmente utilizadas. Em relação à resistência

transversa os valores apresentados por Sure Fil foram comparáveis aqueles apresentados pelos produtos convencionais, enquanto que Alert e Solitaire tiveram valores significativamente menores do que aqueles apresentados pelo Sure Fil e pelos Controles. O valor relativamente alto do módulo de elasticidade do Alert e o valor médio do Sure Fil (16,82 MPa), que aproximou-se daquele apresentado pela resina Z 100 (18,94 MPa), são favoráveis para estes dois produtos em relação a esta propriedade. Os valores de tenacidade, relativamente altos, e estatisticamente superiores aqueles dos compósitos convencionais, obtidos por Alert e Sure Fil denotam que estes materiais deveriam resistir à propagação de rachaduras e demonstram uma adequada resistência ao desgaste no meio oral. Além disso, foi observado que durante o preparo das amostras, todas as três resinas “condensáveis” exibiram empacotamento e pouco, ou nenhuma deformação. Isto favoreceu a confecção do contato proximal, já que até então as resinas híbridas tradicionais não obtinham esta propriedade, quando comparadas ao amálgama.

LI *et al.*, em 2000a, investigaram a nanoinfiltração das restaurações cervicais restauradas com um dos quatro sistemas adesivos: Single Bond, One Coat Bond (ambos de um frasco só), Prime & Bond NT/NRC, um sistema combinando um condicionador não lavável e fraco com um adesivo de frasco único, e Perma Quik, um sistema convencional de três passos. Vinte cavidades cervicais em formato de pires foram preparadas nas superfícies vestibulares e linguais na junção cimento esmalte (CEJ). Os 40 preparos foram divididos

aleatoriamente entre os quatro grupos de tratamento, diferenciando-se pelo sistema adesivo usado. A aplicação dos sistemas adesivos seguiu as recomendações dos fabricantes e a resina Silux Plus foi inserida em um único incremento. Os dentes foram imersos em uma solução de nitrato de prata 50% (peso/volume) por 24 horas no escuro. Após isto a solução foi removida, os dentes foram imersos em uma solução foto-reveladora e expostos à luz fluorescente por 8 horas. As amostras foram cobertas com carbono e observadas em um microscópio eletrônico de varredura usando o modo de elétrons retroespalhados. Os escores de cada restauração foram calculados como sendo a porcentagem do comprimento total da superfície de dentina cortada que foi penetrada por nitrato de prata (razão entre o comprimento da penetração do nitrato de prata ao longo da interface resina-dentina em relação ao comprimento total da parede cavitária dentinária da superfície cortada). Perma Quick produziu o menor escore e Prime & Bond NT/NRC o maior, enquanto que entre os materiais Single Bond e One Coat não houve diferença estatística. Nenhuma penetração ou formação de fenda foi detectada nas margens da interface esmalte/restauração para cada sistema adesivo. Todas as interfaces dentina/adesivo mostraram penetração da prata em diferentes graus. Foi notado que em todos os sistemas nas regiões onde a penetração da prata parou, houve uma intensa deposição de prata dentro da camada híbrida e em outros casos as partículas de prata diminuíram gradualmente. Prime & Bond contém UDMA e PENTA ao invés do HEMA. A mistura de UDMA e HEMA em acetona têm um alto potencial para agirem como adesivos efetivos de esmalte e dentina, enquanto que não é claro se o PENTA

contido neste sistema é menos efetivo do que o HEMA para unir-se à dentina desmineralizada. As cavidades em forma de pires têm muito mais área de superfície livre em relação à unida, então o Fator C é <1 . Com a utilização do método de traçador químico as fendas artificiais criadas durante o preparo da amostra em alto vácuo podem ser facilmente diferenciadas pela ausência da prata ao longo da borda da fenda com o modo de elétrons retroespalhados. Os cristais de prata têm um diâmetro mínimo de 3 a 5 nm; pela atividade redutora da solução foto-reveladora e após este tratamento estes pequenos cristais fundem-se e formam agregados de 15 a 50 nm de diâmetro. O padrão difuso de infiltração das partículas de prata pode indicar regiões onde mais fibras colágenas foram encapsuladas pela resina, ao passo que o padrão intenso de penetração pode indicar áreas de colágeno exposto e pior infiltração da resina.

LI *et al.*, em 2000 b, determinaram se ocorreram diferenças nos padrões de infiltração de quatro sistemas adesivos: Single Bond, One Coat Bond (ambos sistemas de único frasco), Prime & Bond Nanotecnologia/Condicionador não lavável (NT/NRC) e Perma Quick, um sistema convencional. O esmalte das superfícies lingual ou vestibular, de 28 molares humanos extraídos, foi removido para expor a superfície dentinária. Os dentes foram divididos aleatoriamente em quatro grupos de tratamento e unidos com sistemas adesivos. Os dentes foram imersos em uma solução de nitrato de prata 50% (peso/volume) por 24 horas no escuro. Após isto a solução foi removida, imersa em uma solução foto-reveladora e exposta à luz fluorescente por 8 horas. As amostras foram cobertas com

carbono e observadas em microscopia eletrônica de varredura usando o modo de elétrons retroespalhados. Comparado aos outros métodos de corantes, o nitrato de prata pode identificar a exata localização de onde a microinfiltração ocorreu: dentro, acima ou abaixo da camada híbrida e do agente adesivo, ou entre o agente adesivo e o material restaurador. Já as imagens por elétrons retroespalhados forneceram informação complementar, visto que o contraste evidencia informação a respeito da composição química da amostra, sendo que elementos de número atômico alto, tal como a prata, refletem mais elétrons e aparecem como imagens mais claras. Os resultados deste estudo demonstraram diferentes padrões de infiltração dependendo dos sistemas adesivos testados, sendo que o acúmulo do íon prata foi notado na base da camada híbrida para todos os materiais. A penetração ideal da resina na camada híbrida pode não ser sempre alcançada devido ao conteúdo residual de colágeno, colapso da cadeia de colágeno, incompleta infiltração e/ou polimerização da resina. A descontinuidade da prata no meio da camada híbrida indicou que algumas porções foram provavelmente bem polimerizadas e outras não. O monômero residual ou pequenas cadeias poliméricas permaneceram desunidas no material polimerizado, que pode ser piorada pela presença do álcool, levando à infiltração e à propagação de microrachaduras na interface e na resina penetrada pelos íons prata. No entanto, a maioria dos sistemas adesivos atuais, quando avaliados clinicamente, alcançaram retenção em dois ou três anos, mesmo na possível presença de zonas porosas dentro da interface resina-dentina.

TUNG *et al.*, em 2000, relataram que os novos compósitos “condensáveis” prometem eliminar os problemas referentes às características de manipulação: adaptação marginal difícil e por o material ser pegajoso dificultando a inserção do material no preparo). Além disso, eles não são pegajosos, devido à modificação nas partículas de carga; não escorregam e sua alta viscosidade permite um empacotamento. Dessa forma, o propósito deste estudo foi investigar a microinfiltração do compósito “condensável” Sure Fil em preparos cavitários classe II e avaliar o uso de diferentes sistemas adesivos com este compósito. Sessenta cavidades foram preparadas em pré-molares e molares hígidos e aleatoriamente divididas em quatro grupos. No Grupo 1 os preparos receberam um condicionamento ácido total com o ácido fosfórico a 35% por 15 segundos. O sistema adesivo Prime & Bond NT foi aplicado. A resina “condensável” Sure Fil foi aplicada e fotopolimerizada de acordo com as instruções dos fabricantes. No Grupo 2 o único procedimento que diferiu do Grupo 1 foi a aplicação do agente adesivo PQ1. Já o Grupo 3 só diferiu dos dois anteriores porque foi aplicada uma resina composta fluida Perma Flow inserida na parede pulpar, axial e na margem cavosuperficial da parede gengival. O Grupo 4 serviu como Controle, onde os preparos receberam o mesmo tratamento condicionador do Grupo 1. O sistema adesivo Syntac, de um único frasco, foi aplicado. A resina composta Heliomolar foi aplicada. Os dentes foram termociclados e imersos em uma solução corante de fucsina básica a 0,2% por 24 horas. A penetração nas margens do esmalte e cemento/dentina foi examinada e julgada conforme pertencentes a dois escores: infiltradas ou não infiltradas. Neste estudo nenhuma infiltração foi observada

quando a resina fluida com carga foi usada junto com a resina condensável (Grupo 3). A utilização desta resina fluida com baixo módulo de elasticidade pode ter aumentado a flexibilidade do material unido, permitindo a ela agir como um amortecedor de esforço. Outro fator para explicar a falta de infiltração, poderia ser o conteúdo de carga da resina fluida, que diminui o coeficiente de expansão térmica desta resina em direção à dentina. Além disto, esta camada forradora de resina fluida abaixo da resina condensável pode ter diminuído o Fator C e, dessa forma os esforços internos. No Grupo 4 (Controle) a penetração do corante ocorreu em 33% das amostras. Nos Grupos 1, 2 e 4 a microinfiltração foi comparável, talvez devido a utilização somente do agente adesivo sem a posterior aplicação da resina fluida. Outro parâmetro que deve ser considerado inclui a utilização do corante usado neste estudo que tem uma molécula menor do que a maioria dos microorganismos encontrados na flora oral.

3 - MATERIAIS E MÉTODO

Trinta e três molares hígidos recém extraídos foram selecionados para este estudo. Os dentes foram limpos usando pasta de pedra pomes com auxílio de taça de borracha montada em contra-ângulo e, em seguida, armazenados em soro fisiológico a 4°C. Cavidades classe V foram preparadas usando brocas de carboneto de silício nº 330 montadas em alta rotação e sob constante refrigeração com água, delimitando metade do preparo cavitário acima e a outra metade abaixo do limite cemento-dentinário, na face vestibular e lingual dos dentes (BARNERS *et al.*, 1994). As cavidades foram padronizadas com $3,0 \pm 0,1$ mm de comprimento, $3,0 \pm 0,1$ mm de largura por 2,0 mm de profundidade. Para aferição das medidas da cavidade foi usada uma sonda milimetrada. O acabamento foi feito com uma broca de fissura reta montada em baixa rotação. As brocas foram substituídas após a realização de cinco preparos cavitários.

Sessenta e cinco preparos cavitários foram divididos aleatoriamente em Grupos Controle e Experimental. Todas as cavidades foram condicionadas com ácido fosfórico a 35%, durante 15 segundos, lavadas e o excesso de água foi removido da cavidade usando bolinhas de algodão hidrófilas aplicadas junto às margens da cavidade (DE GOES *et al.*, 1997). Quatro materiais restauradores resinosos com diferentes viscosidades e um sistema adesivo foram selecionados para o estudo (TAB. 2). Em todas as cavidades foi aplicada uma camada do adesivo Prime & Bond 2.1 nas superfícies do esmalte e dentina com o auxílio de

um pincel. Depois de 30 segundos, foi aplicado um leve jato de ar comprimido durante 5 segundos a uma distância de aproximadamente 1 cm, com o intuito de remover o excesso de solvente, e o adesivo foi polimerizado pela exposição à luz visível emitida por um aparelho fotoativador (XL 3000, 3M Co.) durante 10 segundos. Em seguida, uma segunda camada do adesivo foi aplicada em todas as paredes da cavidade; o solvente foi removido imediatamente, usando-se ar comprimido, e efetuou-se a polimerização por 10 segundos (DENTSPLY, 1998).

Para o Grupo 1, nove cavidades foram restauradas com a resina de média viscosidade TPH Spectrum em dois incrementos de 1,5 mm cada. A primeira camada da resina composta TPH Spectrum foi aplicada na região da margem oclusal da cavidade e foto ativada por 40 segundos. O restante da cavidade foi preenchido e polimerizado da mesma forma. Utilizando o mesmo procedimento restaurador, 10 cavidades foram restauradas com a resina composta de baixa viscosidade Tetric Flow e oito cavidades foram restauradas com a resina modificada por poliácido Dyract AP. Em outros sete preparos cavitários foi aplicada a resina de alta viscosidade Sure Fil. Para este material a segunda camada do adesivo Prime & Bond 2.1 não foi polimerizada antes da aplicação do compósito, conforme recomendação do fabricante. Assim, as cavidades também foram restauradas em dois incrementos, nas quais o primeiro foi aplicado sobre o adesivo na região relativa à margem oclusal e polimerizado por 40 segundos. O segundo incremento completou a restauração.

TABELA 2

Características, Lote e Fabricantes dos Materiais Usados no Estudo.

Material	Viscosidade	Composição*	Lote e Cor	Fabricante
Sure Fil	Alta	Bis-GMA Uretano modificado, Vidro de borossilicato de flúor alumínio e bário e Sílica Coloidal.	980226 A	L.D. Caulk – Div. Dentsply Int. Inc. Milford, DE
Tetric Flow	Baixa	Bis-GMA, UDMA, TEGDMA (trietilenoglicol dimetacrilato), vidro de bário silanizado, trifluoreto de itérbio, óxido misturado silinizado, vidro fluorsilicato de bário e alumínio silanizados, sílica dispersa silanizada, aditivos, catalisadores, estabilizadores e pigmentos.	920042 A3	Vivadent Schaan, Liechtenstein
TPH Spectrum	Média	Bis-GMA modificada, borossilicato de alumínio e bário silanizado, sílica pirolítica silanizada, canforoquinona, EDAB, hidroxitolueno butilado e corantes minerais.	35169 A2	L.D. Caulk – Div. Dentsply Int. Inc. Milford, DE
Dyract AP	Média	Resinas polimerizáveis, resina TCB, vidros de fluorsilicato de estrôncio, fluoreto de estrôncio, fotoiniciadores e estabilizadores.	97090007 49 A3	L.D. Caulk – Div. Dentsply Int. Inc. Milford, DE
Prime & Bond 2.1	Fluida	PENTA, UDMA, dimetacrilatos, fotoiniciadores, estabilizadores, hidrofluoreto de cetilamina e acetona.	49329	L.D. Caulk – Div. Dentsply Int. Inc. Milford, DE

* Informações do fabricante

Para o Grupo Experimental, nove cavidades foram restauradas com a resina de média viscosidade TPH Spectrum, sete com a resina de baixa viscosidade Tetric Flow, oito com a resina modificada por poliácido Dyract AP e, sete com a resina de alta viscosidade Sure Fil. Os procedimentos restauradores foram os mesmos discriminados para o Grupo Controle, exceto que cada incremento de resina foi polimerizado inicialmente por 10 segundos, utilizando 30% da intensidade total ($150\text{mW}/\text{cm}^2$) de um aparelho fotoativador emitindo $500\text{mW}/\text{cm}^2$ (KORAN & KÜRSCHNER, 1998). Esta intensidade foi obtida afastando a ponta ativa do aparelho a uma distância de 27 mm em relação à cavidade e aferindo a intensidade de luz utilizando um radiômetro Demetron modelo 100 (Demetron Research Corp., Danbury, CT, USA). Para isto, foi confeccionado um dispositivo metálico circular, com 8 mm de diâmetro, que foi adaptado na ponta ativa da unidade foto ativadora. Em seguida, a polimerização final foi efetuada usando-se 100% de intensidade de luz, com a ponta ativa da unidade ativadora em contato com a resina restauradora, por mais 30 segundos (FIG. 1 e 2).

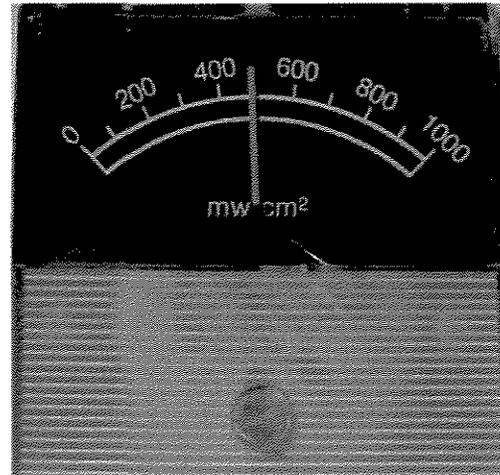
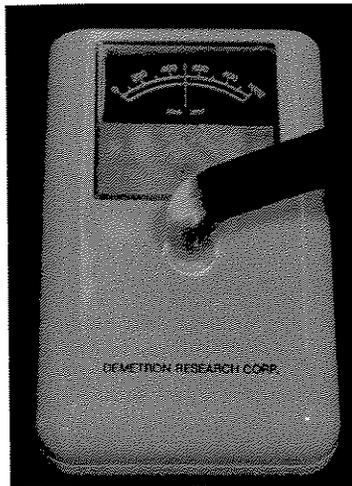


Figura 1- Radiômetro registrando a intensidade total de luz visível (500 W/cm^2) emitida pelo foto ativador XL 3000 (3M Co.).

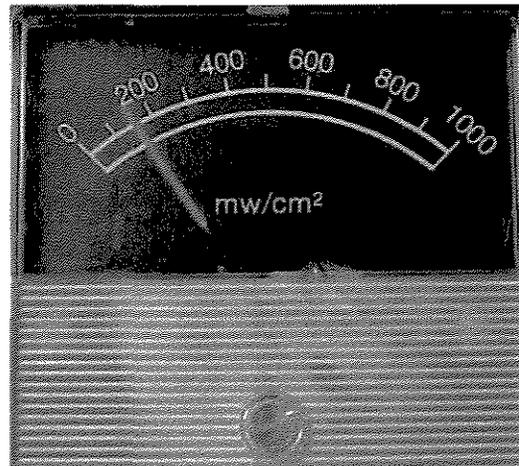
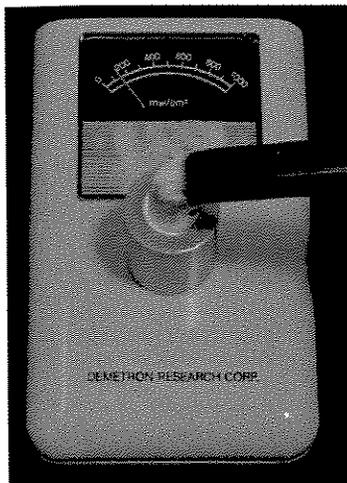


Figura 2 – Radiômetro registrando a emissão de 30% da intensidade total da luz visível emitida pelo foto ativador XL 3000 (3M Co.).

Após a confecção das restaurações, os excessos de material restaurador foram removidos e as restaurações polidas por meio de discos Sof-Lex (3M Co.). Em seguida, os dentes foram armazenados em água a 37⁰C. Após 24 horas, as superfícies dos dentes foram protegidas com esmalte cosmético para unha, deixando desprotegido apenas 1mm ao redor da margem das restaurações. A seguir, os dentes foram imersos em solução aquosa de nitrato de prata, Ag (NO₃), a 50% por 24 horas em ambiente escuro e fechado. Após isso, os dentes foram lavados em água corrente por 5 minutos e imersos em solução foto-reveladora sob exposição direta de luz fluorescente por 8 horas, para completar a redução do íon prata. (TAYLOR & LYNCH, 1992; SANO *et al.*, 1995 a, b; BUDAVARI *et al.*, 1996). Após a remoção da solução foto-reveladora, os dentes foram lavados em água corrente.

Em seguida, todos os dentes foram seccionados longitudinalmente através do centro da restauração usando um disco diamantado montado em uma cortadeira multi-uso South Bay, modelo SBT 650. Cada secção foi polida com lixas de granulação 600 e 1000 e com pastas diamantadas de 6, 3, 1, e ¼ µm. As secções foram submetidas à limpeza, por ultra-som em água destilada, entre cada fase do polimento. A penetração do nitrato de prata nas margens da restauração foi observada com aumento de 40 vezes e mensurada utilizando-se um microscópio comparador (Leitz–Wetzlar, Alemanha) equipado com um micrômetro digital (L.S.Starrett Co. - USA). Os valores de infiltração do nitrato de prata em cada restauração foram calculados em porcentagem e obtidos pela proporção

entre o comprimento da infiltração do nitrato de prata pelo comprimento total da cavidade, multiplicado por cem (SANO *et al.*, 1995b; LI *et al.*, 2000a) (FIG. 3). A soma da mensuração da penetração do nitrato de prata das duas secções obtidas, dividida por dois, resultou na média de infiltração do corante na interface dente/restauração para cada corpo-de-prova. Os valores foram submetidos à análise de variância e ao teste de Tukey, em nível de 5% de probabilidade.

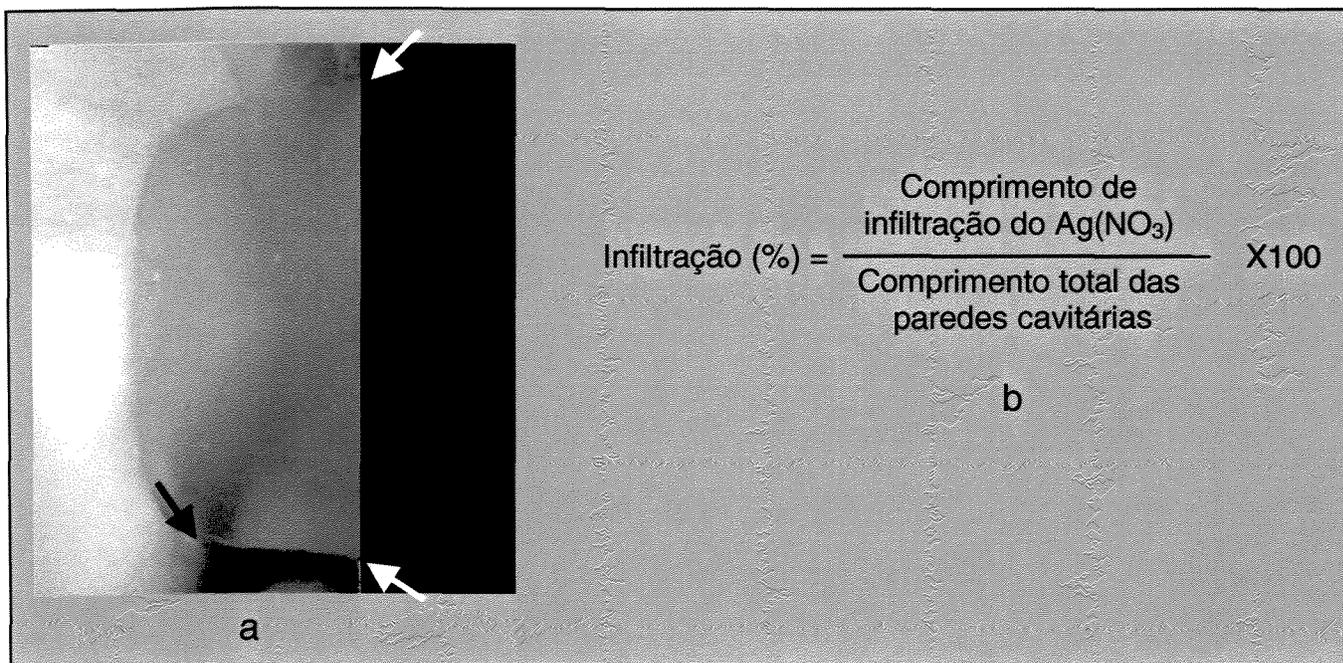


FIGURA 3. a - Imagem obtida em lupa estereoscópica (Carl Zeiss) e usada para ilustrar a infiltração do Ag (NO₃) na interface dente-restauração (40X). Setas brancas indicam as margens da restauração e a seta preta o limite da infiltração.

b- Equação matemática usada para o cálculo percentual da infiltração do Ag (NO₃) na interface dente-restauração.

Após a mensuração, as superfícies das secções foram condicionadas com ácido fosfórico a 50%, durante 3-5 segundos, lavadas em água destilada e desproteinizadas em uma solução de hipoclorito de sódio a 5% por 10 minutos. Em seguida, as secções foram montadas em porta-amostras de alumínio e receberam cobertura de ouro/paládio. O outro lado da secção do mesmo dente não recebeu a cobertura metálica. A adaptação marginal e a morfologia da interface, entre o material restaurador e a superfície da dentina ou esmalte, foram observadas em um microscópio eletrônico de varredura de pressão variável LEO 435 VP. Este modelo de microscópio eletrônico de varredura permitiu a observação das secções que não foram cobertas com ouro/paládio em baixo vácuo. As secções também foram observadas em microscopia eletrônica de varredura usando elétrons retro espalhados (“backscattered”), com a finalidade de visualização da penetração dos íons de prata na interface dente-material restaurador (WIECZKOWSKI JR. *et al.*, 1992).

4 - RESULTADOS

Os valores originais, em porcentagem, da penetração do nitrato de prata nas margens da cavidade para cada material nos Grupos Controle e Experimental foram transformados segundo o arco seno da raiz de $X/100$ e submetidos à análise de variância que mostrou diferença estatisticamente significativa, $p < 0,05$, (TAB. 8 – Apêndice). Os valores médios foram submetidos ao teste de Tukey ($p < 0,05$) e estão listados nas TAB. 3 e 4, respectivamente. A TAB. 5 mostra a comparação entre os valores percentuais obtidos para os materiais nos Grupos Controle e Experimental.

O material Sure Fil apresentou valor percentual médio de penetração do nitrato de prata superior e estatisticamente diferente em relação ao material Tetric Flow e ao Dyract AP. Entretanto, não apresentou valor com diferença estatística significativa quando comparado ao material TPH Spectrum (TAB. 3).

Quando os materiais foram submetidos à ativação por intensidades de luz visível gradual (Grupo Experimental), o material Tetric Flow apresentou o menor valor médio de penetração do nitrato de prata e foi diferente estatisticamente em relação ao do material Sure Fil e ao Dyract AP (TAB. 4). Na comparação entre os Grupos Controle e Experimental apenas o material Tetric Flow apresentou redução estatisticamente significativa no valor percentual da penetração marginal do nitrato de prata, quando submetido à ação da luz visível com intensidade menor nos primeiros 10 segundos de ativação. Os valores de infiltração

registrados pelos demais materiais não apresentaram diferença estatística significativa (TAB. 5 e FIG. 4).

Em nenhum dos materiais analisados foi observada a penetração do nitrato de prata na interface esmalte-restauração (FIG. 5 e 6). Por outro lado, todas as interfaces dentina-resina composta mostraram fendas marginais e penetração do nitrato de prata, independente da viscosidade do material ou da utilização da intensidade reduzida da luz, conforme mostram as imagens em microscopia eletrônica de varredura nas FIG. 7, 8, 9, 10 e 11. Pode ser observado também que em todas as cavidades restauradas a penetração do nitrato de prata ficou restrita às proximidades do ângulo áxio-cervical (além ou aquém), conforme ilustrado na FIG. 7. Na região cavo-superficial da interface dentina-restauração, com resina de média e baixa viscosidade, foi possível observar a fenda marginal e a intensa deposição do nitrato de prata entre a dentina e a camada híbrida. As regiões abaixo da camada híbrida e os túbulos dentinários também aparecem com intensa deposição das partículas de prata (FIG. 8 e 9). No caso da resina de alta viscosidade, a deposição predominante de partículas de prata ocorreu na interface entre resina-adesivo/ topo da camada híbrida (FIG.10 e 11).

TABELA 3

Valores médios (%) da Infiltração Marginal no Grupo Controle

Material	N	Infiltração (%)
Sure Fil	7	21,91 (5,90) a
TPH Spectrum	9	17,31 (3,42) ab
Dyract AP	8	16,80 (6,40) bc
Tetric Flow	10	16,78 (3,65) c

Valores médios seguidos por letras diferentes diferem estatisticamente entre si, pelo teste de Tukey ($p < 0,05$).

n = Número de cavidades

() = Desvio Padrão

TABELA 4

Valores médios (%) da Infiltração Marginal no Grupo Experimental

Material	N	Infiltração (%)
Sure Fil	7	19,04 (5,89) a
Dyract AP	8	17,48 (4,00) ab
TPH Spectrum	9	17,38 (6,81) bc
Tetric Flow	7	14,76 (3,99) c

Valores médios seguidos por letras diferentes diferem estatisticamente entre si, pelo teste de Tukey ($p < 0,05$).

n = Número de cavidades

() = Desvio Padrão

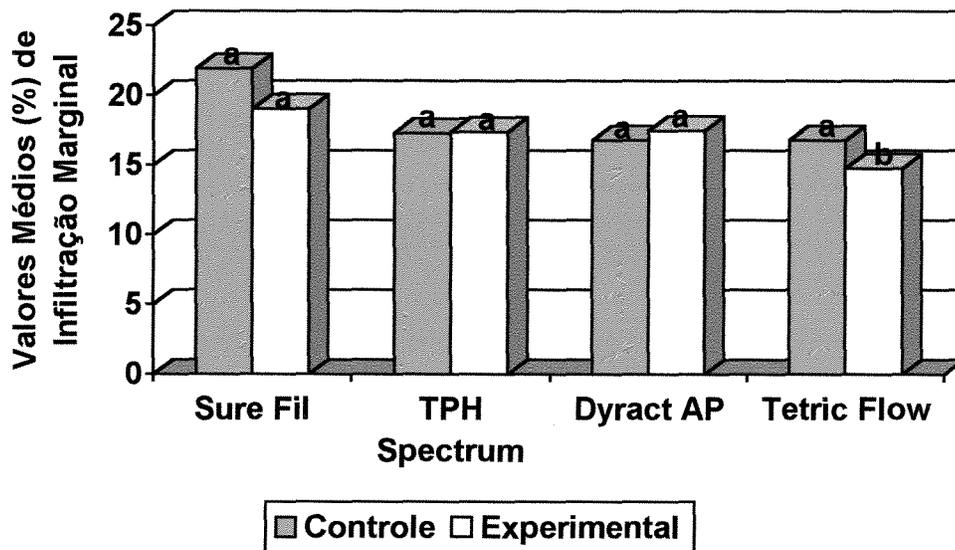
TABELA 5

Valores médios (%) da Infiltração Marginal nos Grupos Controle e Experimental

Material	Infiltração (%)	
	Controle	Experimental
Sure Fil	21,91 (5,90) a	19,04 (5,89) a
TPH Spectrum	17,31 (3,42) a	17,38 (4,00) a
Dyract AP	16,80 (6,40) a	17,48 (6,81) a
Tetric Flow	16,78 (3,65) a	14,76 (3,99) b

Valores médios seguidos por letras minúsculas diferentes, em linha, diferem estatisticamente entre si, pelo teste de Tukey ($p < 0,05$).

() = Desvio padrão



Barras com letras distintas diferem estatisticamente entre si, pelo teste de Tukey ($p < 0,05$).

FIGURA 4 – Ilustração gráfica dos valores médios (%) de Infiltração Marginal nos Grupos Controle e Experimental

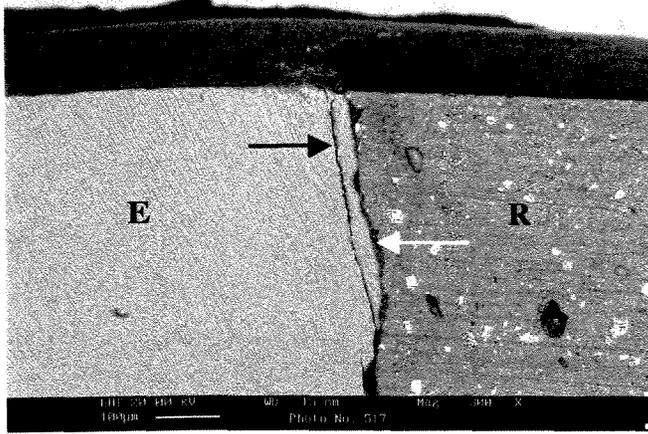


FIGURA 5. Fotomicrografia mostrando a Interface entre o esmalte dental (E) unido à resina Sure Fil (R). Notar a existência de fratura dentro do esmalte (seta escura). Não foram observadas fendas na interface esmalte / adesivo / resina restauradora (seta clara).

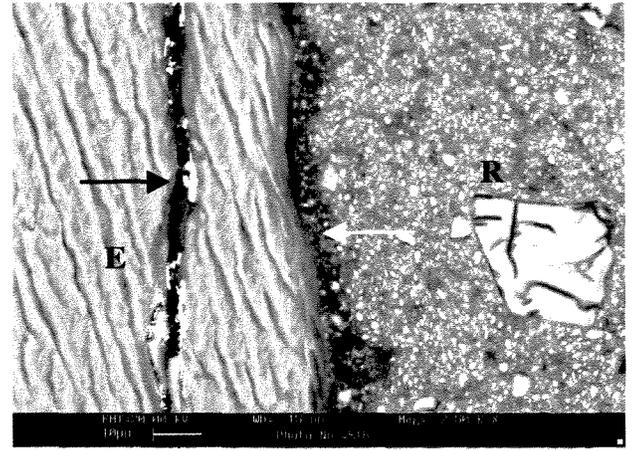


FIGURA 6. Interface entre esmalte (E) e resina Sure Fil (R). Notar a presença de nitrato de prata dentro da fratura ocorrida no esmalte (seta escura). Não foram observadas fendas na interface esmalte/adesivo/ resina restauradora (seta clara).

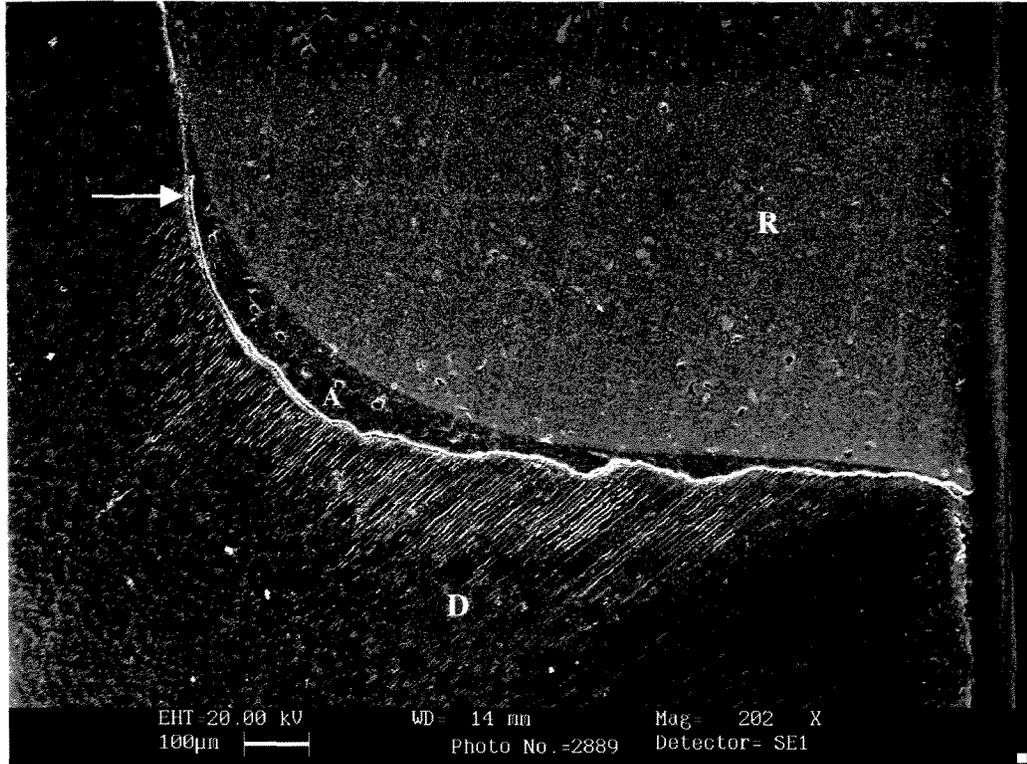


FIGURA 7. Fotomicrografia mostrando a presença de abertura marginal na interface entre a dentina (D), adesivo (A) e material restaurador (R), realçada pela deposição do nitrato de prata. Observar que a penetração do nitrato de prata ocorreu até o ângulo áxio-cervical (seta). A região abaixo da interface dentina - restauração apresenta-se com intensa deposição de nitrato de prata.

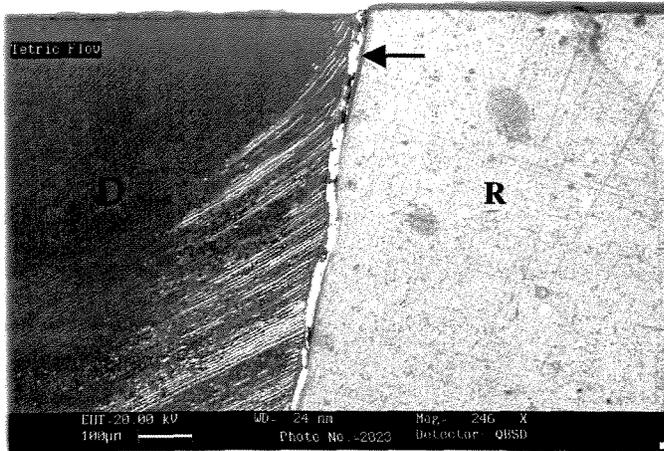


FIGURA 8. Fotomicrografia mostrando a Interface entre a dentina (D) e resina Tetric Flow (R). Notar a abertura marginal e a penetração do nitrato de prata na interface (seta), além da deposição do nitrato de prata na região dos túbulos dentinários (D).

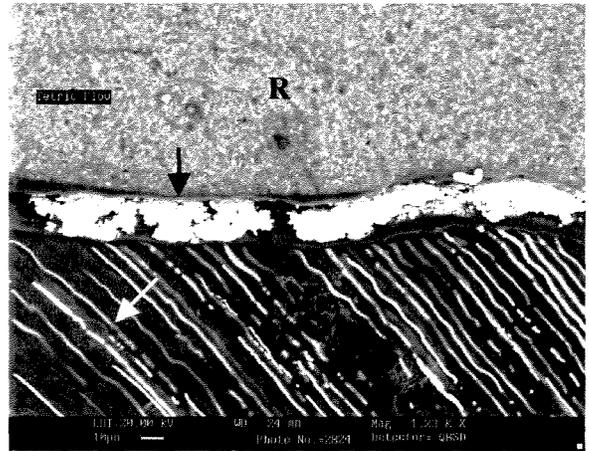


FIGURA 9. Fotomicrografia mostrando a interface dentina (D) e resina Tetric Flow (R). Observar a deposição do nitrato de prata entre a resina (seta escura) e a dentina (D). Os túbulos dentinários também aparecem impregnados pelas partículas de prata (seta clara).

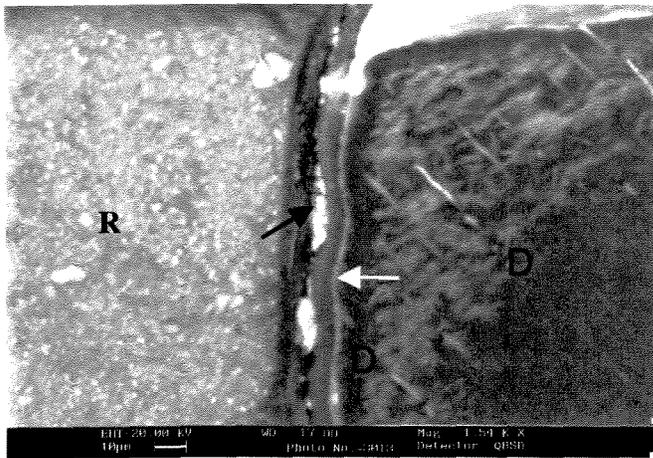


FIGURA 10. Fotomicrografia obtida sob baixo vácuo e usando elétrons retro espalhados para mostrar a Interface entre a dentina (D) e a resina Sure Fil (R). Notar a abertura marginal e a penetração do nitrato de prata na interface (seta escura). Observar que a fenda ocorreu entre a restauração/adeseivo e o topo da camada híbrida (seta clara).

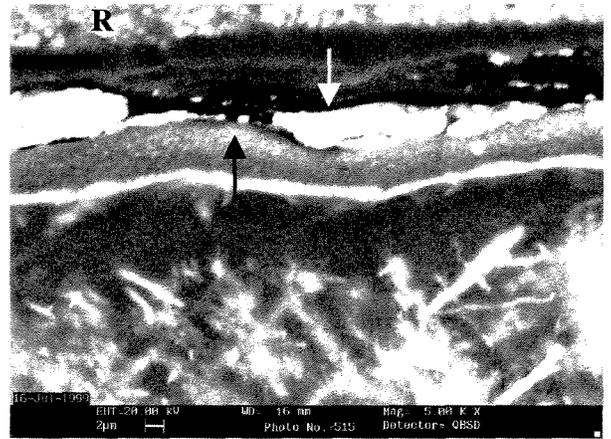


FIGURA 11. Detalhe da interface dentina-resina Sure Fil (R) mostrada na Figura 7. Notar a fenda ocorrida dentro da camada de adesivo e próxima do material restaurador, além da deposição das partículas de prata dentro da fenda (seta clara). A seta escura mostra o topo da camada híbrida.

5 – DISCUSSÃO

De maneira geral as resinas compostas têm sido alteradas em seus componentes inorgânicos e orgânicos. Isto tem-se refletido diretamente nas propriedades físicas, tempo de polimerização e na manipulação. No entanto, tem sido a diferença na viscosidade das resinas que mais tem proporcionado expectativas com relação às facilidades na reconstrução de contatos proximais (alta viscosidade), redução no tempo de trabalho, durante os procedimentos restauradores, e até mesmo em ser utilizada como base previamente à restauração definitiva com a finalidade de reduzir a infiltração marginal, como as resinas de baixa viscosidade (KELSEY *et al.*, 2000; TUNG *et al.*, 2000).

TYAS *et al.*, 1998, demonstraram que o comportamento reológico dos compósitos não é influenciado pela quantidade, forma e tamanho das partículas inorgânicas. Além disso, esclareceram que a consistência de alguns compósitos é alterada pela adição de modificadores químicos. Neste estudo, não foi observada abertura nas margens das cavidades Classe V localizadas em esmalte e restauradas com materiais resinosos com diferentes viscosidades. Da mesma forma, não foi evidenciada penetração do nitrato de prata na interface esmalte/adensivo/compósito (FIG. 5 e 6). Isto ocorreu devido à alta resistência de união desenvolvida nesta região que foi capaz de superar os vetores de força gerados durante a contração das resinas restauradoras, conforme relatados em trabalhos prévios (BARKMEIER *et al.*, 1999; LI *et al.*, 2000a; MEHL &

KUNZELMANN,1997; PRATI *et al.*, 1997). Esta estabilidade na interface de união esmalte/resina é proporcionada pela alta concentração de minerais representada pela hidroxiapatita e dissolução seletiva dos prismas de esmalte (GWINNETT & MATSUI, 1967). Dessa forma, o tipo de viscosidade do material restaurador não influenciou na capacidade de selamento da margem em esmalte. Também foi observada a existência de fratura na parede do esmalte próxima à interface de união. A FIG. 6 está mostrando a fratura e a presença de nitrato de prata dentro do espaço produzido pela fratura. Este tipo de ocorrência pode ter sido em razão da diferença entre o módulo de elasticidade do esmalte, da dentina e dos materiais restauradores. Dessa maneira, a característica friável do esmalte o torna mais sujeito às tensões de contração do compósito, principalmente neste caso onde a menor espessura do esmalte, proporcionada pela secção, também pode ter contribuído para o aparecimento da fratura coesiva (PRATI *et al.*, 1997). Na mesma FIG. 6 é possível verificar a perfeita integridade na margem esmalte-compósito, enquanto que no interior da fenda, produzida pela fratura do esmalte, aparecem alguns pontos emitindo brilho que caracterizam a presença do nitrato de prata. Elementos de alto número atômico, como no caso do nitrato de prata, refletem mais elétrons e aparecem como imagens brilhantes. Isto também facilita a identificação da localização de possíveis falhas nas regiões de interface entre a restauração e a estrutura dental (WIECZKOWSKI JR. *et al.*,1992; SANO *et al.*,1994; LI *et al.*, 2000 b).

Por outro lado, quando as margens das restaurações confeccionadas em cavidades Classe V estavam localizadas em dentina, este estudo mostrou a

ocorrência da penetração do nitrato de prata para todos os materiais restauradores resinosos avaliados, independente da viscosidade ou da utilização da intensidade reduzida de luz visível. Isto foi um indicativo de que a resistência de união produzida pelo adesivo Prime & Bond 2.1 não foi suficiente para impedir a formação de fendas na interface dentina-resina restauradora e, assim eliminar a infiltração marginal. Uma das razões para explicar o fato está na composição do sistema adesivo Prime & Bond 2.1 que contém o monômero dipentaeritritol pentacrilato monofosfato (PENTA) e uretano dimetacrilato (UDMA) em vez do hidroxietilmetacrilato (HEMA). Este último monômero em acetona tem um alto potencial de união ao esmalte e dentina, enquanto que ainda não é claro se o monômero PENTA contido no sistema Prime & Bond 2.1, é menos efetivo do que o HEMA para unir-se à dentina desmineralizada, conforme salientou LI *et al.*,2000a. Outro fator que pode ter contribuído para a formação de fendas está relacionado com a qualidade e profundidade da zona de interdifusão do monômero que pode ser afetada pela condição balanceada dos monômeros hidrófilos e hidrófobos contidos neste sistema de frasco único. Neste caso, a característica específica de umedecimento deve ser desempenhada na fase fluida, “primer”, e em seguida a viscosidade aumenta para exercer a função de adesivo. É possível que uma deficiência na separação entre estas fases no momento de aplicação do adesivo possa reduzir a capacidade de união e selamento da dentina (PRATI *et al.*, 1998).

O padrão clássico de penetração do nitrato de prata, para todos os materiais, está evidenciado nas FIG. 7 e 8. Em geral, a penetração do nitrato de

prata ocorreu por capilaridade até o ângulo cérvico-axial, podendo ir além ou aquém deste local, mas sempre diminuiu à medida que se aproximou deste ângulo (FIG.7). A redução da penetração ocorreu em função da precipitação e redução dos íons prata a compostos de prata metálica (BUDAVARI *et al.*,1996). Além disso, nas FIG. 7 e 8 também pode ser observada a deposição dos compostos de prata na região dos túbulos dentinários. Os cristais de prata têm diâmetro mínimo de 3 a 5 nm e podem penetrar em espaços previamente ocupados pela hidroxiapatita (LI *et al.*,2000a; SANO *et al.*, 1994), ou nos espaços decorrentes da formação da fenda ou ainda no interior dos túbulos dentinários, como mostram as FIG. 7 e 8 deste estudo. SAKAGUCHI & KARREN,1997, também relataram um padrão similar a este na penetração do nitrato de prata.

O compósito de alta viscosidade Sure Fil produziu percentual superior, de infiltração do nitrato de prata, e estatisticamente diferente em relação à resina de baixa viscosidade Tetric Flow e a resina modificada por poliácido Dyract AP para as restaurações que receberam a intensidade total imediata da luz visível (TAB. 3). Para as restaurações onde a intensidade da luz foi reduzida nos primeiros 10 segundos de exposição, o compósito Sure Fil apresentou valor percentual estatisticamente maior aqueles apresentados pelos materiais TPH Spectrum e Tetric Flow (TAB. 4). Considerando que todas as resinas compostas contraem durante a polimerização e isto contribui para o rompimento da união com a parede dentinária, conforme afirmaram DAVIDSON *et al.*,1984, pode-se inferir que isto foi uma das principais causas das falhas marginais e subsequente infiltração nas cavidades restauradas com as resinas compostas, independente de suas

consistências. Durante a cinética de polimerização, os compósitos passam por três estágios identificados como pré-polimerização, ponto de polimerização e pós-polimerização (DAVIDSON & FEILZER, 1997). Somente no primeiro estágio a resina está em um estado visco-elástico e é capaz de deformar-se. Isto reduz parcialmente as tensões de contração geradas pela polimerização (DAVIDSON & De GEE, 1984). Na fase ponto de polimerização, as macromoléculas são formadas e sua movimentação, dentro da matriz orgânica, é inibida. Neste ponto a resina tende a não mais deformar-se. No estágio de pós-polimerização, a resina está em um estado rígido, mas ainda contrai. Neste momento, se a contração for obstruída pela união, ocorre à formação de tensão (DAVIDSON & FEILZER, 1997). Assim, as forças de resistência de união imediatas deveriam exceder àquelas provenientes da contração no segundo e terceiro estágios da reação química de polimerização. Caso contrário, a integridade na interface entre dentina-compósito será rompida, como consequência da redução volumétrica da resina e da tensão gerada durante a reação química de polimerização.

Dessa forma, a ocorrência da contração também envolve outros fatores que influenciam no desenvolvimento das tensões. Um desses fatores está relacionado com o desenho geométrico da cavidade. Neste estudo, em especial, a proporção entre o total de áreas unidas pela área livre e não unida foi de aproximadamente 3,6. O formato de caixa das cavidades Classe V proporcionou alto Fator C, impondo condições de restrição em três dimensões e apenas uma pequena superfície livre para haver a deformação do compósito e compensar a contração. SANO *et al.*, 1994, obtiveram melhores resultados em relação à adaptação

marginal, não sendo encontradas fendas marginais, por utilizarem cavidades classe V em forma de pires. Este desenho geométrico apresenta quase tantas superfícies livres como unidas, o que reduz o Fator C para menos que 1 e proporciona a redução das tensões de polimerização pela deformação em 71% (SANO *et al.*, 1994; CARVALHO *et al.*, 1996; FEILZER *et al.*, 1990).

Outro fator importante para a ocorrência da abertura marginal das restaurações confeccionadas em compósito está relacionado com o módulo de elasticidade do material restaurador. As resinas disponíveis atualmente contraem de 1,2 a 6,0% durante a polimerização (JENSEN & CHAN, 1985; VAN NOORT, 1994; O'BRIEN, 1997; LABELLA *et al.*, 1999). No entanto, a contração não é equivalente à tensão gerada. De acordo com a lei de Hooke a tensão é igual à contração (alteração dimensional) multiplicada pelo módulo de elasticidade. Dessa forma, avaliar a contração sem considerar o módulo de elasticidade do material não resulta em uma informação relevante. Assim, os compósitos que apresentam quantidade semelhantes de partículas inorgânicas, em volume, também mostraram similaridade no valor do módulo de elasticidade, independente da viscosidade do compósito (KELSEY *et al.*, 2000). Isto é um indicativo de que a tensão, gerada durante a reação de polimerização, também foi similar para os compósitos de alta viscosidade Sure Fil e de média viscosidade TPH Spectrum, avaliados neste estudo e pode explicar os valores percentuais de penetração do nitrato de prata sem diferença estatística significativa (TAB. 3)

O valor percentual médio de penetração do compósito de alta viscosidade Sure Fil diferiu estatisticamente ($p < 0,05$) daquele apresentado pela resina

modificada por poliácidos Dyract AP (TAB. 3). O volume de carga do Dyract AP proporciona similaridade percentual na contração volumétrica (aproximadamente 3%) em relação às resinas compostas tradicionais (FEILZER *et al.*, 1988), mas da mesma forma apresenta alto módulo de elasticidade e como consequência alta tensão de contração, conforme explicaram AARNTS *et al.*, 1999; LABELLA *et al.*, 1999. Entretanto, o material Dyract AP possui um monômero ácido, conhecido como TCB que têm dois grupos metacrilatos e dois grupos ácidos com terminação carboxílica (COOH) e a polimerização ocorre nos radicais metacrilatos logo após a emissão de luz visível. Por outro lado, a reação ácido/base, que se inicia por meio dos radicais carboxílicos, irá ocorrer assim que o material for hidratado pela umidade do meio bucal (HAMMESFAHR, 1994). Ao absorver água do meio bucal ocorre também a expansão higroscópica do compômero e as tensões internas, desenvolvidas na presa final do material, acabam sendo reduzidas (FEILZER *et al.*, 1988). Neste estudo, os dentes restaurados foram armazenados em umidade absoluta durante 24 horas. Isto permitiu a absorção de água pelo material Dyract e pode ter contribuído com a redução percentual de penetração do nitrato de prata na região de interface.

O material de baixa viscosidade Tetric Flow apresentou o menor valor médio percentual de penetração do nitrato de prata e foi estatisticamente diferente quando comparado com o compósito de alta viscosidade Sure Fil e a resina de média viscosidade TPH Spectrum. No entanto, não apresentou diferença estatisticamente significativa ($p > 0,05$) em relação à resina modificada por poliácidos Dyract AP (TAB. 3). O material Tetric Flow apresenta alto escoamento

devido a menor quantidade de partículas inorgânicas e a adição de modificadores químicos usados para reduzir a viscosidade. Sendo assim, este material é menos rígido, entretanto contrai mais que os compósitos de média e alta viscosidade, avaliados neste estudo. Considerando que a tensão gerada durante a polimerização possui relação direta com a contração e com o módulo de elasticidade, de acordo com FEILZER *et al.*, 1990; AARNTS *et al.*, 1999, a redução no volume de partículas inorgânicas reduziu o módulo de elasticidade para metade daquele apresentado pelas resinas de média e alta viscosidade (LABELLA *et al.*, 1999; KELSEY *et al.*, 2000), o que proporcionou capacidade de deformação para absorver a tensão gerada pela contração da resina e reduzir o percentual de penetração do nitrato de prata. Ainda assim, este material apresentou abertura marginal e penetração do nitrato de prata, como observadas nas FIG. 8 e 9.

Entretanto, além do alto módulo de elasticidade apresentado pelo compósito Sure Fil, deve-se considerar a dificuldade de um material viscoso em conseguir umedecer as paredes da cavidade durante o ato operatório restaurador. Isto geralmente conduz a pobre adaptação marginal (TYAS *et al.*, 1998; OPDAM *et al.*, 1996). No desenvolvimento deste material utilizou-se da tecnologia de “Entrelaçamento de Partículas” que é a mistura de diferentes tamanhos de partículas. Assim, quando comprimidas mecanicamente, as partículas maiores entrelaçam-se com as menores para melhorar o empacotamento entre elas (KELSEY *et al.*, 2000). Além disso, a alteração na matriz orgânica para um monômero de alto peso molecular melhorou a cinética de conversão dos monômeros. Com isso, o material tornou-se mais viscoso e com menor quantidade

de monômero residual para se unir com aqueles da camada de adesivo Prime & Bond 2.1. Foi exatamente nesta interface o ponto de falha do material Sure Fil, conforme mostrado nas FIG. 10 e 11. A microscopia eletrônica de varredura, usando o recurso de elétrons retroespalhados, permitiu identificar a presença da prata entre a camada de adesivo e o compósito de alta viscosidade Sure Fil. Este problema pode ser evidenciado tecnicamente, dado à dificuldade de inserção do material às paredes cavitárias previamente hibridizadas, devido à alta viscosidade do material, mesmo seguindo as recomendações do fabricante em umedecer a ponta do instrumento de aplicação no momento da inserção do compósito (DENTSPLY, 1998). Para solucionar este problema, a sugestão seria a aplicação de mais camadas de adesivo, para fornecer viscosidade residual suficiente, para se unirem ao compósito Sure Fil.

Dessa forma, os fatores envolvidos na deficiência do selamento marginal estão diretamente relacionados com a tensão gerada pela contração de polimerização, módulo de elasticidade do material, forma geométrica da cavidade e qualidade da união às paredes cavitárias (KEMP-SCHOLTE & DAVIDSON, 1988). Assim, a não ser que as estruturas dentais circundantes nas quais o material está unido proporcione deformação, em algum ponto da união haverá o rompimento com formação de fendas para compensar a redução do volume da resina restauradora (DAVIDSON & FEILZER, 1997). Isto tem sido observado clinicamente com a evidenciação de fendas marginais e com a flexão das cúspides (BURGESS *et al.*, 1999). Entretanto, existem maneiras técnicas disponíveis para minimizar os problemas citados acima: a inserção dos

compósitos pela técnica incremental (PODSHADLEY *et al.*, 1985), a utilização de uma camada intermediária resiliente entre o adesivo e o compósito (FEILZER *et al.*, 1995; SANO *et al.*, 1995b; CARVALHO *et al.*, 1996; SWIFT JR. *et al.*, 1996; TUNG *et al.*, 2000), e, a utilização da fotoativação de forma gradual (GORACCI *et al.*, 1996; MEHL & KUNZELMANN, 1997; BURGESS *et al.*, 1999; KORAN-KÜRSCHNER, 1998).

Neste estudo, quando foi utilizada a técnica de fotoativação com intensidade luminosa gradual, o valor percentual de penetração do nitrato de prata foi menor e estatisticamente significativo apenas para resina de baixa viscosidade Tetric Flow (TAB. 5 e FIG. 4). Dessa forma, a utilização da fotoativação com a emissão de 30% da intensidade total de luz durante os 10 primeiros segundos, com o intuito de estender o estágio de pré-polimerização e a subsequente emissão de luz, em intensidade total nos 30 segundos finais parece ter influenciado apenas a resina de baixa viscosidade. A redução de penetração do nitrato de prata na interface das restaurações feitas com a resina Tetric Flow foi de 16,78 µm para 14,76 µm que é equivalente a 12,04%.

GORACCI *et al.*, 1992, mostraram redução de fendas na interface resina-dentina de aproximadamente 75 e 62,5%, respectivamente aos valores que variavam de 40 para 10 e 40 para 15 µm. UNO & ASMUSSEN, 1991; MEHL & KUNZELMANN, 1997, e BURGESS *et al.*, 1999, também encontraram redução significativa ($p < 0,05$) na largura e extensão das fendas marginais. Na realidade estes estudos avaliaram o efeito da intensidade luminosa gradual mensurando a largura da interface dentina-resina restauradora na região externa e interna da

cavidade. Dessa forma, apesar de mostrarem redução nas dimensões da fenda, em todos os casos ela continuava presente. Neste estudo, foi mensurada a penetração do nitrato de prata em profundidade após a secção da restauração no sentido longitudinal. Assim, mesmo que tenha havido a influência da menor intensidade da luz nos primeiros 10 segundos de ativação, o efeito pode ter ocorrido na região cavo-superficial, mas foi insignificante para reduzir a extensão da penetração do nitrato de prata, para os materiais com alto módulo de elasticidade e independente da viscosidade. Para o material Tetric Flow o efeito foi significativo, provavelmente em razão do menor módulo de elasticidade que proporcionou condições de deformação no estágio de pré-polimerização mais longo permitido pela baixa intensidade de luz nos primeiros 10 segundos.

Dessa maneira, este estudo mostrou que a viscosidade tem influência na capacidade de selamento marginal do substrato dentinário de restaurações confeccionadas em cavidades com alto Fator C, sendo que no material de alta viscosidade a falha ocorreu entre o topo da camada híbrida e o sistema adesivo e nos materiais de baixa e média viscosidade ela ocorreu na interface localizada entre a camada híbrida e a dentina subjacente. Clinicamente isto significa que quando a falha da restauração acontece devido a deficiência no selamento marginal ocorrido em nível da camada híbrida e da dentina subjacente, o processo de infiltração marginal é mais severo e mais rápido. Por outro lado, quando a falha ocorre entre o sistema adesivo e o topo da camada híbrida, a implicação clínica se dá pela pigmentação e fratura marginal do material,

preservando a interface dentina-adesivo. Apesar disto, as duas situações conduzem ao insucesso clínico e estético da restauração.

6 - CONCLUSÃO

Mediante os resultados obtidos, pode-se concluir que:

- 1- As restaurações nas cavidades cujas margens estavam localizadas em esmalte não apresentaram penetração do nitrato de prata na interface esmalte-restauração.
- 2- As restaurações nas cavidades cujas margens estavam localizadas em dentina apresentaram penetração do nitrato de prata na interface dentina-restauração, independente da viscosidade do material ou do tipo de foto ativação utilizado.
- 3- No Grupo onde foi utilizada a fotoativação convencional, o material Sure Fil apresentou valor de penetração do nitrato de prata (21,91 %) estatisticamente superior, ($p < 0,05$), aos materiais Dyract AP (16,80 %) e Tetric Flow (16,78 %), mas não diferiu estatisticamente em relação ao material TPH Spectrum (17,31 %).

- 4- No Grupo onde foi utilizada a fotoativação com a intensidade de luz gradual, o material Sure Fil apresentou valor de penetração do nitrato de prata (19,04%) estatisticamente superior, ($p < 0,05$), aqueles apresentados pelos materiais TPH Spectrum (17,38%) e Tetric Flow (14,76%), entretanto não diferiu estatisticamente do valor apresentado pelo material Dyract (17,48%).
- 5 - A emissão de luz com intensidade menor nos primeiros 10 segundos de ativação, apenas reduziu estatisticamente ($p < 0,05$) o valor percentual da penetração do nitrato de prata para o material Tetric Flow. Os demais materiais não apresentaram diferença estatisticamente significativa entre os Grupos Controle e Experimental.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS *

1. AARNTS, M.P., AKINMADE, A., FEILZER, A.J. Effect of filler load on contraction stress and volumetric shrinkage. J Dent Res, Washington, v.78, p.482, Mar. 1999. [Abstract, 3014]
2. BARKMEIER, W.W., HAMMESFAHR, P.E., LATTA M.A. Bond strength of composite to enamel and dentin using Prime & Bond 2.1. Oper Dent, Seattle, v.24, n.1, p.51-56, Jan./Feb. 1999.
3. BARNERS, D.M. *et al.* Microleakage in facial and lingual class 5 composite restorations: a comparison. Oper Dent, Seattle, v.19, n.4, p.133-137, July/Aug. 1994.
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. BUDAVARI, S. *et al.* (Ed.) The merck index: an encyclopedia of chemicals, drugs and biologicals. 12th ed. Whitehouse Station: Merck, 1996. p.1462. [Monograph, 8661]
6. 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. 1999.

* De acordo com a NBR-6023 de 1989, da Associação Brasileira de Normas Técnicas (ABNT).
Abreviaturas de periódicos de conformidade com o *Index to Dental Literature (1999)*

7. 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.
8. DAVIDSON, C.L. Resisting the curing contraction with adhesive composite. J Prosthet Dent, Saint Louis, v.55, n.4, p.446-447, Apr. 1986.
9. _____, De GEE, A.J. Relation of polymerization contraction stresses by flow in dental composites. J Dent Res, Washington, v.63, n.2, p.146-148, Feb. 1984.
10. _____, _____, 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, Dec. 1984.
11. _____, FEILZER, A.J. Polymerization shrinkage and polymerization shrinkage stress in polymer-based restoratives. J Dent, Kidlington, v.25, n.6, p.435-440, Nov. 1997.
12. DE GOES, M., PACHANE, G.C.F., GARGÍA-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.
13. DENTSPLY. NEW product profile: Sure Fil - high density posterior restorative. Petrópolis : Dentsply, 1998. 2p.

14. FEILZER, A.J., De GEE, A.J., DAVIDSON, C.L. Curing contraction of composites and glass-ionomer cements. J Prosthet Dent, Saint Louis, v.59, n.3, p.297-300, Mar. 1988.
15. FEILZER, A.J., De GEE, A.J., DAVIDSON, C.L. Quantitative determination of stress reduction by flow in composite restorations. Dent Mater, Kidlington, v.6, n.3, p.167-171, July 1990.
16. _____, _____, _____. 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.
17. _____. *et al.* Influence of light intensity on polymerization shrinkage and integrity of restoration-cavity interface. Eur J Oral Sci, Copenhagen, v.103, n.5, p.322-326, Oct. 1995.
18. GORACCI, G., CASA De' MARTINIS, L., MORI, G. Compositi e polimerizzazione lenta: analisi della chiusura marginale. Dent Cadmos, Milan, v.13, p.68-83, 1992.
19. _____, _____, _____. Curing light intensity and marginal leakage of composite resin restorations. Quintessence Int, Berlin, v.27, n.5, p.355-362, May 1996.
20. GWINNETT, A.J., MATSUI, A. A study of enamel adhesives. The physical relationship between enamel and adhesive. Arch Oral Biol, Oxford, v.12, n.12, p.1615-1620, Dec. 1967.

21. HAMMESFAHR, P.D. Developments in resinomer systems. *In: HUNT, P.R. (Ed.) Glass ionomers : the next generation. Proceedings of the 2nd International Symposium on Glass Ionomers. 1994. p.47-51.*
22. JENSEN, M.E., CHAN, D.C.N. Polymerization shrinkage and microleakage. *In: VANHERLE, G., SMITH, D.C. (Ed.) Posterior composite resin dental restorative materials. Utrecht : Peter Szulc Publishing, 1985. Chap.4, p.243-262.*
23. KELSEY, W.P. *et al.* Physical properties of three packable resin-composite restorative materials. Oper Dent, Seattle, v.25, n.4, p.331-335, July/Aug. 2000.
24. KEMP-SCHOLTE, C.M., DAVIDSON, C.L. Marginal sealing of curing contraction gaps in class V composite resin restorations. J Dent Res, Washington, v.67, n.5, p.841-848, May 1988.
25. KORAN, P., KÜRSCHNER, R. Effect of sequential versus continuous irradiation of a light- cured resin composite on shrinkage, viscosity, adhesion, and degree of polymerization. Am J Dent, San Antonio, v.11, n.1, p.17-22, Feb. 1998.
26. LABELLA, R. *et al.* Polymerization shrinkage and elasticity of flowable composites and filled adhesives. Dent Mater, Kidlington, v.15, n.2, p.128-137, Mar. 1999.

27. LEINFELDER, K.F. New developments in resin restorative systems. J Am Dent Assoc, Chicago, v.128, n.5, p.573-581, May 1997.
28. LI, H., BURROW, M.F., TYAS, M.J. Nanoleakage of cervical restorations of four dentin bonding systems. J Adhes Dent, New Malden, v.2, n.1, p.57-65, 2000a.
29. LI, H., BURROW, M.F., TYAS, M.J. Nanoleakage patterns of four dentin bonding systems. Dent Mater, Kidlington, v.16, n.1, p.48-56, Jan. 2000b.
30. MC LEAN, J.W., NICHOLSON, J.W., WILSON, A.D. Proposed nomenclature for glass ionomer dental cements and related materials. Quintessence Int, Berlin, v.25, n.9, p.587-589, Sept. 1994.
31. MEHL, A., HICKEL, R., KUNZELMANN, K.H. Physical properties and gap formation of light-cured composites with and without "softstart-polymerization". J Dent, Kidlington, v.25, n.3/4, p.321-330, May/July 1997.
32. NAKABAYASHI, N., KOJIMA, K., MASUHARA, E. The promotion of adhesion by the infiltration of monomers into tooth substrates. J Biomed Mater Res, New York, v.16, n.3, p.265-273, May 1982.
33. O'BRIEN, W.J. Dental materials and their selection. 2nd ed. Chicago : Quintessence, 1997. Chap.7, p.97-113.

34. OPDAM, N.J.M. *et al.* Cavity wall adaptation and voids in adhesive Class I resin composite restorations. Dent Mater, Kidlington, v.12, n.4, p.230-235, July 1996.
35. PEREIRA, P.N.R. Glass ionomer restoratives : concepts on secondary caries inhibition and adhesion. Tokyo, 1998. 71p. Thesis (Doctor in Science) - Faculty of Dentistry, Tokyo Medical and Dental University.
36. PRATI, C. *et al.* Marginal morphology of class V composite restorations. Am J Dent, San Antonio, v.10, n.5, p.231-236, Oct. 1997.
37. _____. *et al.* Resin-infiltrated dentin layer formation of new bonding systems. Oper Dent, Seattle, v.23, n.4, p.185-194, July/Aug. 1998.
38. PODSHADLEY, A.G., GULLETT, C.E., CRIM, G. Interface seal of incremental placement of visible light-cured composite resins. J Prosthet Dent, Saint Louis, v.53, n.5, p.625-626, May 1985.
39. SAKAGUCHI, R.L., KARREN, D.D. Microleakage of posterior composite as function of curing light intensity. J Dent Res, Washington, v.76, p.73, 1997. [Abstract, 480]
40. SANO, H., UNO, S., INOUE, S. Clinical considerations of dentin adhesion *In: _____, _____, _____*. (Ed.) Modern trends in adhesive dentistry : proceedings of the adhesive dentistry forum' 98. Osaka : Dental Material Department, Medical Products Division, Kuraray, 1998. p.1-13.

41. SANO, H., *et al.* Comparative SEM and TEM observations of the nanoleakage within the hybrid layer. Oper Dent, Seattle, v.20, n.4, p.160-167, July/Aug. 1995a.
42. _____. *et al.* Microporous dentin zone beneath resin-impregnated layer. Oper Dent, Seattle, v.19, n.2, p.59-64, Mar./Apr. 1994.
43. _____. *et al.* Nanoleakage: leakage within the hybrid layer. Oper Dent, Seattle, v.20, n.1, p.18-25, Jan./Feb. 1995b.
44. SWIFT JR., E. *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, Kidlington, v.20, n.1, p.3-10, Feb. 1992.
46. TYAS, M.J., JONES, D.W., RIZKALLA, A.S. The evaluation of resin composite consistency. Dent Mater, Kidlington, v.14, n.6, p.424-428, Nov. 1998.
47. TUNG, F.F., ESTAFAN, D., SCHERER, W. Microleakage of a condensable resin composite: an in vitro investigation. Quintessence Int, Berlin, v.31, n.6, p.430-434, June 2000.
48. UNO, S., ASMUSSEN, E. Marginal adaptation of a restorative resin polymerized at reduced rate. Scand J Dent Res, Copenhagen, v.99, n.5, p.440-444, Oct. 1991.

49. VAN MEERBEEK, B. *et al.* Morphological aspects of the resin-dentin interdiffusion zone with different dentin adhesive systems. J Dent Res, Washington, v.71, n.8, p.1530-1540, Aug. 1992.
50. VAN NOORT, R. Introduction to dental material. London : Mosby, 1994. Chap.2 pt.2, p.89-105.
51. VERSLUIS, A., *et al.* Does an incremental filling technique reduce polymerization shrinkage stresses? J Dent Res, Washington, v.75, n.3, p.871-878, Mar. 1996.
52. WIECZKOWSKI JR., G. *et al.* Microleakage in various dentin bonding agent/composite resin systems. Oper Dent, Seattle, p.62-67,1992. [Supplement, 5]

APÊNDICE

TABELA 6

Valores originais (%) da Infiltração Marginal no Grupo Controle.

Materiais	Corpos-de-Prova										
	Grupo	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
Controle											
Sure Fil		30	21	12,8	28,3	20,3	23	18			
Tetric Flow		13	14,5	11	15,5	16,8	20	22	17	16	22
TPH Spectrum		22	18,5	17,5	10	17	17	18,2	20,6	15	
Dyract AP		9,3	24	20,4	27	12	17	12	12,75		

TABELA 7

Valores originais (%) da Infiltração Marginal no Grupo Experimental.

Materiais	Corpos-de-Prova										
	Grupo	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
Experimental											
Sure Fil		15,6	26	13,5	21,75	14,4	14,7	27,4			
Tetric Flow		8	13,5	11,18	18,4	16,56	18,19	17,5			
TPH Spectrum		9	15,5	19,03	9	18,65	17,79	12,69	27,4	27,42	
Dyract AP		13	17,91	14	19,6	12,46	18,38	23,58	20,95		

TABELA 8
Análise de Variância

Causas da Variação	G.L	S.Q.	Q.M.	Valor F	Prob. > F
Tratamento	1	136,9881810	136,9881810	20,1703	0,00013
Material	3	144,4926181	48,1642060	7,0918	0,00063
Trat. x Mater.	3	310,1859703	103,953234	15,2241	0,00001
Resíduo	57	387,1194054	6,7915685		
Total	64	978,7861749			

Média Geral = 24,586195

Coeficiente de Variação = 10,600%

TABELA 9
Teste de Tukey para Médias de Infiltração Marginal
dentro do Material Sure Fil

Num. Ordem	Num. Trat.	Nome	Num. Repet.	Médias	5%
1	2	Grupo Controle	7	21,91	a
2	1	Grupo Experimental	7	19,04	a

Para os grupos Controle e Experimental, o delineamento experimental foi de 10 cavidades por grupo. Entretanto, no decorrer do desenvolvimento do projeto, foram descartados seis dentes para o Grupo Controle e nove dentes para o Grupo Experimental, devido a problemas técnicos no preparo da cavidade e no seccionamento dos dentes.

TABELA 10
Teste de Tukey para Médias de Infiltração Marginal
dentro do Material Tetric Flow

Num. Ordem	Num. Trat.	Nome	Num. Repet.	Médias	5%
1	2	Grupo Controle	10	16,78	a
2	1	Grupo Experimental	7	14,76	b

TABELA 11
Teste de Tukey para Médias de Infiltração Marginal
dentro do Material TPH Spectrum

Num. Ordem	Num. Trat.	Nome	Num. Repet.	Médias	5%
1	2	Grupo Controle	9	17,31	a
2	1	Grupo Experimental	9	17,38	a

TABELA 12
Teste de Tukey para Médias de Infiltração Marginal
dentro do Material Dyract AP

Num. Ordem	Num. Trat.	Nome	Num. Repet.	Médias	5%
1	2	Grupo Controle	8	16,80	a
2	1	Grupo Experimental	8	17,48	a