

FERNANDA DE MORAIS FERREIRA

**EFEITO DA MANIPULAÇÃO DE CIMENTOS DE IONÔMERO DE
VIDRO CONVENCIONAIS NA MICROINFILTRAÇÃO DE
RESTAURAÇÕES DE CLASSE II EM MOLARES DECÍDUOS**

**Belo Horizonte
Faculdade de Odontologia da UFMG
2003**



INTRODUÇÃO



REVISÃO DE LITERATURA



OBJETIVOS



HIPÓTESES



METODOLOGIA



RESULTADOS

DISCUSSÃO



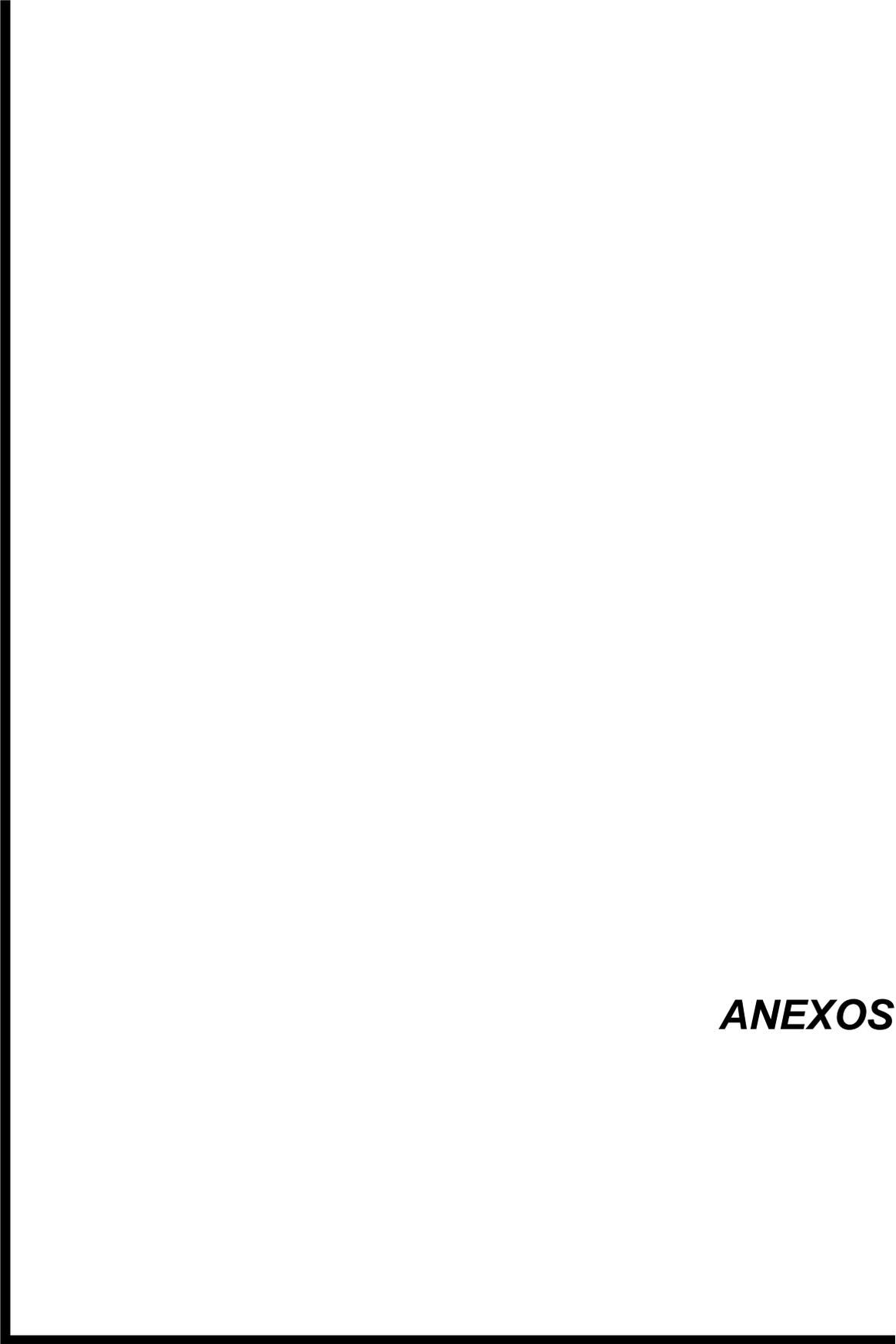
CONCLUSÕES



SUMMARY



REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS



ANEXOS

FERNANDA DE MORAIS FERREIRA

**EFEITO DA MANIPULAÇÃO DE CIMENTOS DE IONÔMERO DE
VIDRO CONVENCIONAIS NA MICROINFILTRAÇÃO DE
RESTAURAÇÕES DE CLASSE II EM MOLARES DECÍDUOS**

Dissertação apresentada ao Programa de Pós-Graduação em Odontologia da Universidade Federal de Minas Gerais, como requisito parcial para obtenção do título de Mestre em Odontologia.

Área de concentração: Odontopediatria

Orientadora: Prof^a. Dr^a. Miriam Pimenta
Parreira do Vale

Co-Orientador: Prof. Dr. Wellington Corrêa
Jansen

**Belo Horizonte
Faculdade de Odontologia da UFMG
2003**

**Dedico este trabalho aos meus pais,
sem os quais esta conquista
jamais seria possível...**

AGRADECIMENTOS

A DEUS, que me deu forças para continuar quando elas pareciam já haver se esgotado, e que me cercou de pessoas maravilhosas que me ajudaram a prosseguir.

Aos meus pais, que sempre estiveram comigo, me apoiando com atitudes e palavras, não só nesta caminhada, mas em toda a minha vida.

Aos meus irmãos que, a seu modo, estiveram sempre torcendo por mim e me ajudando nos momentos difíceis.

À Prof^a. Dr^a. Miriam Pimenta Parreira do Vale, que acreditou em mim desde o início, com palavras de encorajamento e com sábias colocações. Obrigada pela amizade e pela enorme contribuição profissional!

Ao Prof. Dr. Wellington Corrêa Jansen, que me tranquilizou em vários momentos de dúvidas, com sua experiência e profissionalismo, aprimorando em muito este trabalho.

Ao Prof. Dr. Saul Martins de Paiva, exemplo de mestre, cuja dedicação, carinho e cuidado no exercício da carreira acadêmica serão inesquecíveis.

À Prof^a. Dr^a. Isabela Almeida Pordeus, cuja competência e fibra serão sempre um estímulo para prosseguir.

Aos demais professores do Departamento de Odontopediatria e Ortodontia da FO-UFMG, pela acolhida carinhosa e incentivo.

À Prof^a. Dr^a. Cláudia Silami de Magalhães, que participou da avaliação deste trabalho enquanto este ainda era um projeto, com valiosas sugestões.

Ao Prof. Dr. João Batista Novaes Júnior, que aceitou contribuir com este trabalho, participando da pré-defesa.

À Prof^a. Dr^a. Marivalda Magalhães Pereira, ao acadêmico Bruno Romão Pedrolli Cândido e demais integrantes da Equipe do Laboratório de Biomateriais da Faculdade de Engenharia da UFMG, cuja disponibilidade e competência foram imprescindíveis para a realização deste trabalho.

À Maria Helena Santos e a Leandro Medeiros dos Santos, que muito ajudaram nas fases do estudo-piloto e leitura dos resultados, se dispondo de seu tempo para participar deste trabalho.

Ao Prof. Dr. Ricardo Santiago que auxiliou na obtenção das fotografias realizadas no microscópio.

Ao Prof. Dr. José Carlos Petorossi Imparato por ter sido tão acessível e atencioso, fornecendo valiosas contribuições para esta dissertação.

Ao colega José Flávio B. G. Giovannini, pela incrível disponibilidade e boa vontade em ajudar em todos os momentos do desenvolvimento desde trabalho.

À Dayse Gregório de Fátima, que, muito mais que uma secretária eficiente, foi amiga.

Às minhas grandes amigas, que entenderam a minha ausência neste período e me apoiaram sempre.

Ao meu querido André, que me conheceu em um momento tão difícil e desde então vem sendo meu grande encorajador. Serei eternamente grata pelo carinho, atenção e companheirismo, sem esquecer é claro do trabalho de ajudar a formatar todo esse texto... Obrigada!

Às amigas e colegas Ana Cristina, Zezé e Eliane: dividir esse fardo com vocês o tornou muito mais leve.

A Maria Letícia, Maria Luísa, Raquel, Flávia e Leandro, pela amizade, inúmeras ajudas e agradável convivência.

Aos colegas de turma dos quais guardarei ótimas lembranças.

A Wanessa e Janete, secretárias da Pós-Graduação, pela competência e disponibilidade.

Aos Odontopediatras que ajudaram na coleta dos dentes.

Às empresas Grupo Suarez, representante da GC Corporation, e SS White, que gentilmente forneceram os materiais avaliados neste estudo.

A todos que estiveram presentes nesta caminhada, meus sinceros agradecimentos!

SUMÁRIO

LISTA DE ABREVIATURAS E SÍMBOLOS	
LISTA DE FIGURAS	
LISTA DE GRÁFICOS	
LISTA DE QUADROS	
LISTA DE TABELAS	
RESUMO	
1 INTRODUÇÃO.....	14
2 REVISÃO DE LITERATURA.....	19
2.1 Cimentos de Ionômero de Vidro.....	20
2.2 Microinfiltração e metodologias desenvolvidas para a avaliação da mesma.....	35
2.3 Microinfiltração em restaurações com CIV.....	50
2.4 Considerações sobre o encapsulamento do CIV e comparações entre CIV manipulados manual e mecanicamente.....	74
3 OBJETIVOS.....	80
3.1 Objetivo geral.....	81
3.2 Objetivos específicos.....	81
4 HIPÓTESES.....	82
5 METODOLOGIA.....	84
5.1 Seleção de dentes.....	85
5.2 Limpeza e armazenamento dos dentes.....	85
5.3 Preparo cavitário.....	87
5.4 Grupos amostrais.....	88
5.5 Materiais restauradores.....	89
5.6 Procedimentos restauradores.....	92
5.6.1 Restaurações com materiais de manipulação manual (grupo 2).....	92
5.6.2 Seleção do aparelho de manipulação.....	95
5.6.3 Restaurações com materiais de manipulação mecânica (grupo 1).....	96
5.7 Impermeabilização.....	97
5.8 Imersão em corante.....	97
5.8.1 Escolha do método.....	97
5.8.2 Escolha do corante e metodologia de imersão.....	98
5.9 Embutimento.....	100

5.10 Seccionamento.....	101
5.11 Leitura dos resultados.....	101
5.12 Análise e tratamento estatístico dos dados.....	103
6 RESULTADOS.....	107
6.1 Concordância entre leitores.....	108
6.2 Análise descritiva.....	109
6.3 Comparações entre os subgrupos.....	112
7 DISCUSSÃO.....	117
8 CONCLUSÕES.....	136
9 SUMMARY.....	138
10 REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....	141
11 ANEXOS.....	148
ANEXO A – Parecer favorável do Comitê de Ética em Pesquisa da UFMG.....	149
ANEXO B - Plano Piloto – Planejamento dos trabalhos.....	150

LISTA DE ABREVIATURAS E SÍMBOLOS

ART	Atraumatic Restorative Treatment
ATA	Análise da Diferença Térmica
BGJ	Meio de Cultura Tecidual
°C	Grau (s) Celsius
CET	Coeficiente de Expansão Térmica
CETL	Coeficiente de Expansão Térmica Linear
CIV	Cimento (s) de Ionômero de Vidro
cm²	Centímetro (s) quadrado (s)
COEP	Comitê de Ética em Pesquisa
cpm	Ciclos por minuto
CRO-MG ...	Conselho Regional de Odontologia de Minas Gerais
EPI	Equipamento de Proteção Individual
FIG	Figura
FO-UFMG .	Faculdade de Odontologia da Universidade Federal de Minas Gerais
GRAF	Gráfico
g	Grama
gf	Grama força
Int	International
Corp	Corporation
h	Hora (s)
kg	Quilograma (s)
min	Minuto (s)
ml	Mililitro (s)
mm	Milímetro (s)
µm	Micrometro (s)
MPa	Mega Pascal (ais)
mW	Miliwatt (s)
NS	Não significativa
%	Percentual
pH	Potencial Hidrogeniônico
ppm	Partes Por Milhão
®	Marca Registrada

rpm.....Rotações Por Minuto
SE.....Significância estatística
s.....Segundo (s)
SEM.....Scanning Electron Microscopy
SS White...Samuel Stockton White
TAB.....Tabela
UFMG.....Universidade Federal de Minas Gerais
USPHS.....Serviço de Saúde Pública dos Estados Unidos
ZOE.....Óxido de Zinco e Eugenol

LISTA DE FIGURAS

FIGURA 1 Fluxograma dos grupos amostrais.....	89
FIGURA 2 Representação dos escores adotados para avaliação da microinfiltração.....	103
FIGURA 3 Seqüência de desenvolvimento da metodologia.....	105
FIGURA 4 Seqüência fotográfica da metodologia.....	106

LISTA DE GRÁFICOS

GRÁFICO 1 Representação da porcentagem dos escores de microinfiltração para o total de amostras.....	115
GRÁFICO 2 Representação da porcentagem dos escores de microinfiltração para cada material.....	115
GRÁFICO 3 Representação da porcentagem dos escores de microinfiltração para cada material (duas formas de manipulação analisadas em conjunto).....	116
GRÁFICO 4 Representação da porcentagem dos escores de microinfiltração para cada método de manipulação.....	116

LISTA DE QUADROS

QUADRO 1 Materiais, respectivos fabricantes, lotes, tipo e manipulação.....	93
---	----

LISTA DE TABELAS

TABELA 1 Escore de microinfiltração.....	102
---	-----

TABELA 2 Interpretação dos resultados do teste Kappa (Pereira, 1995).....	104
TABELA 3 Concordância Kappa para os três leitores.....	108
TABELA 4 Escores de microinfiltração para cada material.....	109
TABELA 5 Escores de microinfiltração para cada material (duas formas de manipulação analisadas em conjunto).....	110
TABELA 6 Escores de microinfiltração para cada método de manipulação.....	110
TABELA 7 Escores de microinfiltração para cada secção.....	111
TABELA 8 Escores de microinfiltração para cada material (amostras pareadas).....	111
TABELA 9 Escores de microinfiltração para cada material (duas formas de manipulação analisadas em conjunto / amostras pareadas).....	112
TABELA 10 Escores de microinfiltração para cada método de manipulação (amostras pareadas).....	112
TABELA 11 Resultados do teste de Mann-Whitney para comparações entre os subgrupos.....	113
TABELA 12 Resultados do teste de Wilcoxon para comparações entre os subgrupos.....	114

RESUMO

Este estudo foi desenvolvido com o intuito de avaliar, comparativamente, o efeito do método de manipulação do cimento de ionômero de vidro (CIV) restaurador convencional na microinfiltração cervical de restaurações de classe II, em molares decíduos, *in vitro*. Para tanto, foram selecionados 40 segundos molares decíduos hígidos, extraídos por indicação ortodôntica ou naturalmente esfoliados e coletados por Odontopediatras da cidade de Belo Horizonte, com consentimento da criança e da sua família. Os dentes permaneceram imersos em água destilada até o preparo cavitário e durante as fases intermediárias do experimento. Em cada dente, foram confeccionados dois preparos cavitários classe II tipo caixa vertical, um mesial e um distal. As dimensões das cavidades foram padronizadas pela espessura da broca e a parede cervical situava-se 1 mm acima do limite amelo-cementário. Foram escolhidos para avaliação dois CIV restauradores convencionais que apresentavam uma versão em frascos e outra encapsulada sob o mesmo nome. Através de sorteio simples, 20 dentes foram restaurados com CIV encapsulados: cavidades mesiais com Vidrion R Caps[®] (SS White) e distais com GC Fuji IX GP FAST[®] (GC Corporation). Os outros 20 dentes foram restaurados com CIV disponíveis em frascos: faces mesiais com Vidrion R[®] (SS White) e distais com GC Fuji IX[®] (GC Corporation). Os procedimentos restauradores foram realizados por um único operador, de acordo com as instruções de cada fabricante, a uma temperatura de 23 +/- 2°C. Todos os dentes foram, então, impermeabilizados na câmara pulpar com resina epóxica e nas demais superfícies com duas camadas de esmalte cosmético, exceto 1 mm ao redor das margens cervicais das restaurações. As amostras foram imersas em 30 ml de solução aquosa de azul de metileno a 0,5%, com pH 7,2 e mantidas em estufa a 37°C por 4 h, sendo em seguida embutidas em resina de poliéster transparente para possibilitar o seccionamento no sentido mesio-distal. Todas as superfícies de cada restauração obtidas pelos cortes foram avaliadas por três examinadores calibrados, em microscópio de comparação com aumento de 30 vezes, pelo critério de escores (0 a 3). Os dados obtidos foram submetidos aos testes estatísticos de Kruskal-Wallis, de Mann-Whitney e de Wilcoxon. Embora se imaginasse que o CIV apresentaria ótimo selamento marginal por possuir adesão à estrutura dentária, coeficiente de expansão térmica semelhante ao do dente e baixa contração de presa, neste trabalho foram verificados altos índices de microinfiltração cervical para todos os CIV convencionais avaliados, com 68% das amostras totais apresentando o escore máximo (escore 3), 22% apresentando alguma infiltração (escores 1 e 2) e apenas 10% das amostras

livres de microinfiltração. Foi observada diferença altamente significativa ($p=0,000$) entre os valores de microinfiltração cervical obtidos para os CIV de manipulação manual e mecânica. O encapsulamento e a manipulação mecânica do CIV diminuíram estatisticamente a microinfiltração, independente do material utilizado. Este resultado está dentro do esperado, uma vez que tem-se observado uma melhora nas propriedades do material quando esse é manipulado mecanicamente. Ao comparar os dois CIV de marcas diferentes, dentro de cada método de manipulação, esperava-se encontrar um melhor desempenho do GC Fuji IX[®] ao qual são atribuídas propriedades superiores. Entretanto, o Vidrion R[®] obteve menores escores de microinfiltração cervical, embora essa diferença só tenha sido estatisticamente significativa ($p=0,003$) quando os materiais foram manipulados mecanicamente.

1 INTRODUÇÃO

Durante muito tempo, as soluções restauradoras para dentes posteriores decíduos restringiram-se a restaurações de amálgama de prata ou colocação de coroas de aço (Fritscher *et al.*, 2000). O amálgama de prata foi considerado, por vários anos, como material de escolha para restaurações classe II em molares decíduos (Rino *et al.*, 1998; Rutar *et al.*, 2000).

No entanto, surgiram recentemente algumas preocupações em relação ao uso de amálgama em crianças: riscos de exposição ao mercúrio tanto para a criança quanto para o profissional e o meio ambiente; necessidade de um preparo cavitário que tenha forma de resistência e retenção, resultando em um desgaste maior da estrutura dentária; além de um resultado final “não estético” (Rino *et al.*, 1998).

Essas observações têm levado à intensificação de esforços dos fabricantes no sentido de melhorar as características dos materiais considerados possíveis substitutos ao amálgama de prata para restaurações posteriores, inclusive em dentes decíduos (Rino *et al.*, 1998).

A busca do material restaurador ideal é um desafio constante. O advento do condicionamento ácido e, posteriormente, o desenvolvimento da resina composta e do cimento de ionômero de vidro (CIV), nas décadas de sessenta e setenta respectivamente, inauguraram uma nova era: a era adesiva. Os materiais adesivos, que desde o seu surgimento vêm apresentando constantes avanços em suas propriedades, propiciaram a conservação da estrutura dentária sadia, favorecendo definitivamente a estética e a prevenção.

Os CIV foram desenvolvidos por Wilson & Kent, em 1972. O primeiro ionômero restaurador produzido comercialmente apresentava propriedades estéticas ruins, tempo de trabalho reduzido e endurecimento final muito demorado; o que levou a um desinteresse dos clínicos. Só mais tarde, com a melhora das propriedades do material, voltou a surgir um interesse pelo mesmo (Navarro & Pascolato, 1998). Outros CIV foram também introduzidos no mercado e a indústria continuou a aprimorá-lo. Surgiram os CIV modificados por prata (Ketac Silver[®]/ESPE), modificados por resina (Vitrem[®]/3M) e, mais recentemente, os CIV convencionais encapsulados, com alta proporção pó/líquido (Chemflex[®]/Dentsply, GC Fuji IX GP[®]/GC Corporation, Ketac Molar[®]/ESPE, Vidrion R Caps[®]/SS White). Estes últimos são também denominados “condensáveis” devido à alta viscosidade que apresentam após a manipulação (embora o termo não esteja correto se for considerado o significado exato da palavra),

e possuem propriedades mecânicas superiores às de seus antecessores (Rutar *et al.*, 2000).

A introdução dos CIV revolucionou a Odontologia moderna, particularmente a Odontopediatria, onde têm grande aceitação (Fritscher *et al.*, 2000). Vários autores recomendam o uso do CIV como material restaurador em dentes decíduos (Baratieri *et al.*, 1992; Carvalho, 1995; Sepet *et al.*, 1995; Al-Obaidi & Salama, 1996; Mount, 1996; Morabito & Defabianis, 1997; Virmani *et al.*, 1997; Navarro & Pascolato, 1998; Rino *et al.*, 1998; Fritscher *et al.*, 2000). Mesmo com o crescente emprego dos materiais resinosos, os CIV ainda ocupam um papel de destaque.

Através de um mecanismo de liberação de fluoretos e de boas propriedades adesivas às estruturas dentais, os CIV têm demonstrado propriedades anticariogênicas, muito interessantes para o paciente infantil. Essa capacidade de adesão torna possível ainda o emprego desses materiais para restaurar cavidades com mínima preparação, o que é particularmente vantajoso em Odontopediatria, onde a redução do uso de brocas diminui a possibilidade de trauma na criança (Baratieri *et al.*, 1992). Além disso, esse material apresenta baixa contração de presa, coeficiente de expansão térmica linear semelhante à estrutura dentária, biocompatibilidade e estética razoável. O fato de dentes decíduos apresentarem uma curta permanência na cavidade bucal ainda minimiza os efeitos das baixas propriedades físicas e mecânicas (baixa resistência à fratura e ao desgaste) apresentadas pelos CIV.

Entretanto, os CIV são extremamente sensíveis à técnica. Na clínica, todos os cuidados com a manipulação, desde o proporcionamento do pó e do líquido, a maneira e o tempo de aglutinação, a inserção do material na cavidade, a proteção superficial e o acabamento/polimento devem ser seguidos com todo o rigor, a fim de obter integralmente as boas propriedades do material e minimizar suas deficiências (Navarro & Pascolato, 1998; Dias *et al.*, 1999).

Sabe-se que um dos pontos mais críticos é o proporcionamento/manipulação do pó e do líquido (Baratieri *et al.*, 1992). A dificuldade de se conseguir uma constância nesse proporcionamento e manipulação tem levado a uma tendência atual de comercialização do material em cápsulas pré dosadas, as quais após o rompimento da membrana que separa o pó do líquido devem ser manipuladas sob ação de um manipulador mecânico, sendo que muitas vezes a própria cápsula se transforma em ponta para inserção do material na cavidade (Baratieri *et al.*, 1992; Gee

& Pearson, 1993; Navarro & Pascolatto, 1998). Há relatos de que a manipulação mecânica aumenta a reação entre o líquido e as partículas de vidro, resultando em maior quantidade de matriz e menor volume de partículas não reagidas (Brooks *et al.*, 1997). Além disso, permite uma perfeita proporção pó/líquido ou até a inclusão de uma maior quantidade de pó ao mesmo volume de líquido quando comparada à manipulação manual, com melhora das propriedades físicas (Navarro & Pascolatto, 1998). O material encapsulado é ainda mais prático e rápido, características desejáveis a um material restaurador destinado a Odontopediatria, onde muitas vezes as intervenções são realizadas em condições adversas de cooperação por parte do paciente.

Uma importante propriedade a ser analisada na escolha de um material restaurador é a sua capacidade de selamento marginal, um vez que a microinfiltração é uma das principais causas de falhas nas restaurações dentais, podendo provocar sensibilidade pós operatória, descoloração ou manchamento marginal, lesão recorrente de cárie, deterioração do material restaurador, injúria pulpar e até reinfecção de canais radiculares previamente tratados. A microinfiltração pode ocorrer devido a mudanças dimensionais do material em função de sua contração de presa, da diferença entre coeficientes de expansão térmica linear da estrutura dentária e do material restaurador, falha adesiva e pela falta de adaptação da restauração às paredes do preparo cavitário. Essa microinfiltração é mais evidente quando as faces proximais estão envolvidas na restauração (Alperstein *et al.*, 1983; Rino *et al.*, 1998; Dias *et al.*, 1999; Fritscher *et al.*, 2000).

Dificuldades particulares observadas para restaurações proximais em molares decíduos (como a menor colaboração dos pacientes em questão, a maior dificuldade de preparo classe II nestes dentes, a difícil colocação da matriz por se tratarem de dentes expulsivos, higienização deficiente destes pacientes, além da presença de câmaras pulpares mais amplas e dentina menos mineralizada e mais delgada proporcionalmente às de dentes permanentes, facilitando um envolvimento pulpar) tornam a microinfiltração marginal um problema ainda mais crítico para a dentística pediátrica.

Espera-se que os CIV apresentem um bom selamento marginal, proporcionado pela sua adesividade às estruturas dentais, pequena contração de presa e coeficiente de expansão térmica linear semelhante ao do dente (Carvalho,

1995; Sepet *et al.*, 1995; Morabito & Defabianis, 1997; Rino *et al.*, 1998; Dias *et al.*, 1999).

No entanto, a microinfiltração está presente em maior ou menor grau em restaurações com os mais diversos tipos de material. Dessa forma, testes de avaliação *in vitro* da microinfiltração são de grande valia como parâmetro para a utilização clínica dos mesmos.

Esse estudo se propôs a avaliar os possíveis efeitos da manipulação do CIV na microinfiltração de restaurações classe II, em molares decíduos, *in vitro*.

2 REVISÃO DE LITERATURA

Para facilitar a compreensão dos trabalhos, a revisão de literatura foi dividida em quatro partes: 2.1) Cimentos de Ionômero de Vidro (CIV); 2.2) Microinfiltração e metodologias desenvolvidas para avaliação da mesma; 2.3) Microinfiltração em restaurações com CIV; e 2.4) Considerações sobre o encapsulamento do CIV e comparações entre CIV manipulados manual e mecanicamente.

2.1 Cimentos de Ionômero de Vidro

Wilson & Kent (1972) relataram a invenção de um novo cimento translúcido para uso odontológico, o Cimento de Ionômero de Vidro (CIV), o qual se baseava na reação de presa entre partículas vítreas de aluminossilicato e uma solução aquosa de polímeros e co-polímeros de ácido acrílico. O CIV foi considerado como uma evolução dos cimentos de silicato: seu pó correspondia ao pó do cimento de silicato com aumentada proporção alumina/sílica de forma a tornar as partículas vítreas mais básicas e, portanto, mais reativas a um ácido. Seu líquido era uma solução aquosa de ácido poliacrílico em substituição ao fosfórico, original do cimento de silicato. Os autores imaginavam que, como o ácido poliacrílico era mais fraco, possuía moléculas maiores e formava cadeias maiores em relação ao ácido fosfórico, o novo cimento seria menos irritante para a polpa dentária. Em relação aos cimentos de silicato, o CIV apresentava resistência compressiva comparável, no entanto, resistência a tração, resistência ao ataque de ácidos fracos e ao manchamento bem superiores. Além disso, possuía uma apreciável adesão a metais. A resistência do material parecia aumentar a medida que se aumentava a concentração de ácido poliacrílico no líquido. Segundo Wilson & Kent, a reação de presa do CIV era, essencialmente, uma reação ácido-base entre o pó e o líquido, com formação de um sal hidratado correspondente ao cimento. Relataram que este cimento poderia ser considerado como um tipo especial de resina composta onde as partículas desempenhavam um papel essencial na formação da matriz. Como esta era formada durante a reação, a interface partícula/matriz se ajustaria, tornando o cimento resistente a ciclagem térmica e mecânica. De acordo com os autores, a intenção foi desenvolver um material com uma variedade de indicações clínicas como restauração de dentes anteriores e de lesões de erosão, forramento de cavidades e cimentações variadas.

Segundo Mc Lean & Wilson (1977), os CIV foram desenvolvidos na tentativa de unir as melhores propriedades dos cimentos de silicato, dos cimentos de poliacrilato e das resinas compostas em um único material. Esse feito parecia improvável, no entanto, o que se obteve foi um material com características bem interessantes como baixo coeficiente de expansão térmica, capacidade de liberação de fluoretos (assim como os cimentos de silicato); adesão físico-química à estrutura dentária e a certos metais, natureza hidrofílica, biocompatibilidade (como os cimentos de poliacrilato); resistência ao ataque de ácidos fracos e aparência estética (que, apesar de ainda perderem muito para as resinas compostas, superava a dos cimentos que o originaram). De acordo com os autores, as propriedades do CIV estavam relacionadas à sua reação de presa, que consistia em uma reação tipo ácido/base. Quando o pó e o líquido eram misturados, prótons hidratados do líquido atacavam a superfície das partículas vítreas do pó, deslocando cátions (principalmente Ca^{2+} e Al^{3+}). Esses cátions migrariam para a fase aquosa do cimento, onde estabeleceriam novas ligações, formando um sal em forma de gel, que constituiria a matriz do cimento. Obtinha-se, então, um cimento constituído por partículas de vidro entrelaçadas por uma matriz. No estágio inicial, reagem os íons Cálcio, que proporcionam uma massa endurecida a ponto de permitir escultura, porém sem resistência e bastante susceptível à umidade. Num segundo momento, uma maior dureza e resistência são alcançadas pela reação dos íons Alumínio. Essa complexa reação de presa, ocorrendo em dois momentos, seria uma das razões pelas quais o CIV foi considerado como sendo de técnica sensível.

Maldonado *et al.* (1978) testaram o CIV ASPA[®] (Amalgamated Dental Co.) quanto à liberação de fluoretos, efeito na solubilidade do esmalte dentário, adesão ao esmalte e à dentina e habilidade em selar cavidades. Compararam seu comportamento ao de um cimento de silicato e de um cimento de poliacrilato. Foram seguidas as instruções dos fabricantes para o proporcionamento pó/líquido e manipulação de cada material. Todo o processo de manipulação e preparação dos espécimes foi realizado à temperatura constante de 21 +/- 1°C. Foram utilizadas metodologias de testes já validadas em outros estudos laboratoriais. O CIV demonstrou o mesmo padrão de liberação de fluoretos do cimento de silicato: a maior liberação ocorrendo nos primeiros dias, após os quais diminuía consideravelmente e permanecia constante. No entanto, tanto a quantidade de flúor liberada diariamente quanto a quantidade total liberada após os 21 dias foi estatisticamente maior para o CIV que para o cimento de silicato. A solubilidade do esmalte ao ácido acético

diminuiu 52% quando em contato com o CIV e 39% quando o material foi o cimento de silicato, sendo esta diferença significativa. Segundo os autores, esses resultados indicavam capacidade do CIV de inibir lesões secundárias de cárie. Além disso, o CIV apresentou adesão ao esmalte e à dentina semelhante a adesão apresentada pelo cimento de poliacrilato, sendo a primeira mais forte que a última, para os dois materiais. Apesar da termociclagem (2 500 ciclos a 5°C e a 45°C, com banhos de 30 s) não ter afetado a adesão do CIV ao esmalte, quando o substrato era a dentina o processo diminuiu a adesão. Os autores afirmaram que, se o CIV aderiria à estrutura dentária e se essa adesão fosse duradoura, então era óbvio o potencial do material de inibir a microinfiltração. O CIV selou efetivamente as cavidades de classe III, mesmo quando os dentes restaurados foram submetidos à termociclagem, e as cavidades de classe V, mesmo quando a margem cervical estava situada em cimento/dentina. Para os testes de selamento marginal, foram utilizados 14 dentes extraídos com lesões de erosão cervical, nos quais nenhum preparo cavitário foi executado e outros 14 dentes que receberam preparo tipo classe III. Previamente às restaurações, as superfícies dentárias foram limpas com pasta de pedra pomes, enxaguadas, secas com ar, condicionadas com solução de ácido cítrico, lavadas e novamente secas. Foi utilizada matriz para auxiliar na adaptação do CIV.

McCabe *et al.* (1979) relataram que os CIV foram indicados para restaurações de lesões de erosão, de cavidades de classe III e V, de fissuras oclusais apresentando lesões iniciais de cárie, e de dentes decíduos; para selamento de fôssulas e fissuras; como material de base e forramento; e como agente cimentante. Os autores examinaram as propriedades físicas e mecânicas do CIV De Trey's ASPA[®] (AD International) e relacionaram as mesma à adequação do material a suas várias indicações. Foram produzidas amostras do CIV restaurador De Trey's ASPA[®], do CIV para cimentação ChemBond[®] (De Trey's) e de um cimento de silicato Silicap[®] (para comparação) para serem testadas quanto às seguintes características: tempos de trabalho e de presa; resistência ao cisalhamento; estabilidade de cor; resistência à abrasão; resistência à erosão por ácidos; resistência adesiva ao esmalte e à dentina. Todos os materiais foram manipulados de acordo com instruções dos fabricantes. Os CIV apresentaram tempo de trabalho menor que o cimento de silicato, principalmente o CIV restaurador. No entanto, esse tempo foi consideravelmente aumentado quando o material foi manipulado numa placa de vidro resfriada. O tempo de presa do cimento de silicato também foi mais longo. Os valores de resistência ao cisalhamento dos dois tipos de CIV foram menores que os valores do cimento de silicato e muito menores do

que valores médios preestabelecidos de resistência ao cisalhamento para resinas compostas restauradoras. Assim, os autores consideraram que o CIV ASPA[®] seria contra-indicado para restauração de cavidades submetidas a grandes estresses. Em relação ao comportamento do CIV em diversas restaurações em dentes decíduos, acharam mais conveniente uma avaliação baseada em experiências clínicas. O CIV ASPA[®] não apresentou alterações na coloração e aparentou ser mais opaco que o cimento de silicato. Apresentou, também, resistência à abrasão similar à do cimento de silicato, que era considerada adequada, de maneira que os autores concordaram que a principal indicação do CIV seria restauração de lesões de abrasão e erosão. Os resultados sugeriram que o CIV ASPA[®] possuía uma solubilidade em ácidos menor que a do cimento de silicato para o qual a solubilidade representava a maior desvantagem, no entanto, os autores consideraram que essa propriedade precisaria ser testada clinicamente. Tanto o CIV ASPA[®] quanto o ChemBond[®] demonstraram adesão ao esmalte e à dentina, sendo esta última considerada pelos autores como única entre os materiais restauradores diretos existentes.

Segundo Aboush & Jenkins (1986), embora algumas propriedades dos CIV restauradores ainda precisassem ser melhoradas, sua capacidade de adesão química à dentina e ao esmalte de dentes permanentes era uma grande vantagem para a prática clínica. Os autores mediram a força adesiva à dentina e ao esmalte de seis CIV restauradores: ChemFil[®] (De Trey Division, Dentsply Ltd), ChemFil II[®] (De Trey Division, Dentsply Ltd), Fuji II[®] (G. C. Dental Industrial Corporation), Fuji II-F[®] (G. C. Dental Industrial Corporation), Ketac-Fil[®] (ESPE), e ASPA[®] (De Trey Division, Dentsply Ltd); manipulados de acordo com os fabricantes. Foram utilizadas amostras de dentina de terceiros molares jovens recém extraídos, e amostras de esmalte retiradas da superfície vestibular de pré molares. Os dentes utilizados eram hígidos e armazenados em água destilada e timol. As amostras de dentina foram pré-tratadas de seis maneiras diferentes: (1) discos de papel abrasivo grosso; (2) pedra verde montada em peça reta; (3) broca multilaminada; (4) pasta de pedra pomes em taça de borracha por 10 s; (5) jato de água com pó para profilaxia por 10 s; (6) solução de ácido cítrico a 50% por 30 s. Algumas das amostras de esmalte foram pré-tratadas com ácido cítrico a 50%, por 30 s. Após a manipulação, os CIV eram aplicados às superfícies dentárias. As amostras foram testadas quanto à resistência adesiva em uma máquina de testes Instron Universal[®]. Amostras seccionadas foram observadas em microscópio eletrônico de varredura (SEM). Aboush & Jenkins concluíram que o aumento da rugosidade dentinária prejudicava a resistência adesiva do CIV, ao

mesmo tempo que a limpeza da superfície dentinária com pedra pomes ou jato profilático favorecia a adesão. Em relação ao esmalte, o uso do ácido cítrico não afetou a adesão, em relação à dentina, seu efeito variou para as diferentes marcas de CIV utilizados. De acordo com os autores, o ácido cítrico abria e alargava as aberturas dos túbulos dentinários tampadas pela *smear layer*, permitindo a entrada de CIV de forma a possibilitar um embricamento micromecânico material/dente e um aumento da força adesiva. Por outro lado, o condicionamento com ácido cítrico ocasionava perda de mineral da superfície dentária e, desta forma, reduzia a adesão química material/dente. Assim, CIV diferentes reagiam diferentemente a essas alterações, dependendo de sua constituição. O fato dos CIV restauradores aderirem à hidroxiapatita explicava o fato dos valores de resistência adesiva terem sido maiores para o esmalte do que para a dentina.

Walls *et al.* (1988) realizaram uma série de estudos sobre a adesão do CIV à dentina cujos objetivos foram: 1) determinar se as condições de armazenamento dos dentes antes dos testes de resistência adesiva influenciavam os resultados; 2) estabelecer se as ligações formadas entre um CIV e a dentina de dentes decíduos seriam mais fortes que as formadas entre o mesmo material e a dentina de dentes permanentes; 3) mensurar os efeitos da ciclagem térmica sobre a resistência adesiva de um CIV à dentina de dentes permanentes; 4) mensurar a resistência adesiva de três CIV diferentes à dentina de dentes permanentes. Um CIV (Ketac-Fil[®]/ESPE GmbH) foi utilizado nos testes das variáveis: armazenamento, tipo de tecido dentário e ciclagem térmica. Outros dois CIV (Ketac-Silver[®]/ESPE GmbH e Chemfil II[®]/De Trey Dentsply Ltd) foram comparados ao Ketac-Fil[®] sob condições padronizadas para determinar se a natureza do material tinha efeito significativo sobre os valores de resistência adesiva. Terceiros molares humanos, armazenados imediatamente após a extração em um meio adequado, foram preparados para os testes de adesão. Os CIV foram manipulados, de acordo com as instruções dos fabricantes, e inseridos num molde sobre as superfícies dentais preparadas. As metodologias variaram de acordo com a variável a ser testada. Para a variável (1), utilizou-se diferentes meios de armazenamento dos dentes: solução tamponada de formalina neutra; solução tamponada de formalina neutra por 4 semanas + água destilada a 37°C por 4 semanas; água destilada contendo cristais de timol a 37°C por 4 semanas + armazenamento em timol entre as medidas de resistência adesiva; nenhum armazenamento, apenas utilização de solução salina como meio de transporte para utilização imediata dos dentes após a extração. Para a variável (2), dez molares

decíduos hígidos foram armazenados (solução tamponada de formalina neutra por 4 semanas + água destilada a 37°C por 4 semanas), preparados e restaurados da mesma forma que os molares permanentes. Para a variável (3), dez amostras preparadas, armazenadas (solução tamponada de formalina neutra por 4 semanas + água destilada a 37°C por 4 semanas) e restauradas como descrito anteriormente foram comparadas a dez amostras que passaram por termociclagem durante 12 h (12.250 ciclos a 60°C e 10+/-2°C). Para a variável (4), dentes foram preparados, armazenados (solução tamponada de formalina neutra por 4 semanas + água destilada a 37°C por 4 semanas) e restaurados como descrito anteriormente, porém com três diferentes CIV. Os autores concluíram que a resistência adesiva é afetada pelo meio de armazenamento dos dentes previamente ao estudo, pela natureza da dentina, pela ciclagem térmica e pelo tipo de CIV. Os melhores resultados de resistência adesiva foram obtidos quando os dentes foram armazenados em solução tamponada de formalina neutra + água destilada a 37°C (média 1,62 MPa), não diferindo estatisticamente dos valores obtidos para dentes recém extraídos (média 1,74 MPa). A resistência adesiva à dentina de dentes decíduos (0,72 MPa) foi significativamente menor que à dentina de dentes permanentes (1,62 MPa). Os dentes que foram submetidos à ciclagem térmica apresentaram resistência adesiva significativamente menor (0,26 MPa) que a de dentes armazenados à temperatura constante (1,62 MPa). A resistência adesiva também variou significativamente entre os CIV utilizados, com valores mais altos para o Chemfil II® (4,65 MPa), seguido do Ketac-Silver® (2,41 MPa) e, com a mais fraca resistência adesiva, o Ketac-Fil® (1,62 MPa).

Segundo Grajower & Guelmann (1989), alterações dimensionais em restaurações de CIV poderiam ser resultado de trocas de água com o ambiente da cavidade bucal. Este processo poderia afetar negativamente tanto a adesão das restaurações à estrutura dentária como a resistência do material à fratura e deterioração. Alterações dimensionais podem ocorrer durante a presa do material ou posteriormente, durante a função do mesmo na cavidade bucal. Durante o proporcionamento/manipulação do material, um excesso de líquido pode resultar num aumento da evaporação e, conseqüentemente, da contração, em um ambiente seco. A disponibilização do CIV em cápsulas pré dosadas permite uma manipulação mecânica do material, com uma quantidade de líquido relativamente pequena e uma proporção pó/líquido precisa. Assim, os autores consideravam que as alterações dimensionais durante a presa de CIV encapsulados seriam menores do que as alterações de CIV

fornecidos em frascos. Grajower & Guelmann estudaram os efeitos do ambiente seco, úmido e da imersão em água nas alterações dimensionais durante a presa de um CIV restaurador convencional encapsulado (Ketac-Fil[®]; ESPE GmbH). Cápsulas do material foram manipuladas, de acordo com instruções dos fabricantes, e utilizadas para a confecção de amostras cilíndricas. Quatro minutos após o início da manipulação, as amostras eram removidas dos moldes e passavam por um dos seguintes tratamentos: 1) nenhum tratamento; 2) aplicação de duas camadas de verniz para CIV; 3) aplicação de um adesivo resinoso fotopolimerizável (Visiobond[®]; ESPE GmbH) e fotopolimerização; 4) revestimento com Parafilm, um material semelhante a um papel encerado. Medidas das alterações dimensionais foram realizadas, a 37°C, em um dos três meios: 1) ar seco; 2) ar com 100% de umidade; 3) água. Além disso, investigaram a estabilidade dimensional das amostras após a presa quando havia mudança no meio. Alterações dimensionais foram registradas após 3 h de imersão em água tendo as amostras tomado presa em ar seco ou após 3 h em ar seco quando tomaram presa em água. Os maiores valores de contração foram observados em meio seco e os menores em água. A contração de presa em ar seco foi reduzida pela aplicação de verniz e Visiobond[®], que inibiram a evaporação. Essa proteção não afetou a contração em ar com 100% de umidade, uma vez que a contração apresentada nesse meio foi considerada como inerente ao processo de presa. Cobertura com verniz aumentou a contração em água por impedir, em parte, a absorção de água e assim a expansão do material. Quando as amostras foram transferidas de meio, elas apresentaram alterações dimensionais após a presa inicial. As amostras que tomaram presa em ar seco e foram transferidas para água expandiram enquanto as que tomaram presa em água e foram transferidas para ar seco contraíram, mas a expansão apresentada pelas primeiras foi menor que a contração das últimas. Os autores concluíram que a proteção do CIV, com verniz ou adesivo, após a inserção deveria ser realizada na prática clínica para reduzir as alterações dimensionais durante e após a presa.

Peutzfeldt & Asmussen (1990) investigaram o efeito da concentração e do tempo de condicionamento do ácido poliacrílico na adesão do CIV à dentina e na morfologia superficial dentinária. Superfícies planas em dentina foram preparadas em diferentes partes, sem padronização, de 60 dentes humanos extraídos e armazenados em solução de cloramina a 1%. Em metade dos dentes, o desgaste foi feito com discos de *carborundum* de papel granulação 220, sob refrigeração, e, na outra metade, o desgaste foi realizado com discos de *carborundum* de papel granulação

500. As superfícies de cada rugosidade receberam quatro tipos de condicionamento: (1) ácido poliacrílico a 10%, por 10 s, (2) ácido poliacrílico a 10%, por 30 s, (3) ácido poliacrílico a 25%, por 10 s, (4) ácido poliacrílico a 25%, por 30 s. Após o condicionamento, a dentina era lavada com água deionizada por 30 s e secada com ar, sem desidratar. Uma cápsula do Ketac-Fil (ESPE) era manipulada por 10 s em um Duomat 2[®] (Degussa), de acordo com as instruções dos fabricantes, e inseridas em moldes sobre a superfície dentinária. Decorridos 10 min, o CIV era recoberto por verniz (ESPE) e as amostras inseridas em água a 37°C por 24 h, quando a resistência adesiva era determinada em uma máquina de testes universal (Instron[®] Ltd.). As superfícies fraturadas foram examinadas em SEM. Alguns dentes nos quais a superfície dentinária não recebeu condicionamento foram utilizadas como controle. O condicionamento da dentina com ácido poliacrílico só aumentou a adesão CIV/dentina quando esta foi desgastada com disco de granulação mais grossa (220), sugerindo um efeito positivo do condicionamento com ácido poliacrílico apenas quando a *smear layer* possuir uma espessura considerável. Os autores consideraram que, em condições clínicas, o condicionamento com ácido poliacrílico seja mais efetivo em aumentar a adesão, uma vez que a *smear layer* produzida por brocas e pontas adiantadas é mais espessa que a produzida por discos de *carborundum*. Em relação às amostras controle, não condicionadas, não houve diferença significativa entre os valores de resistência adesiva CIV/dentina quando a dentina foi desgastada com disco granulação 220 ou 500, resultado que não era esperado uma vez que a resistência adesiva do CIV varia de acordo com a rugosidade da superfície dentária. A concentração do ácido e o tempo de condicionamento não afetaram estatisticamente a resistência adesiva, o que, segundo os autores, pode estar relacionado ao fato da maioria das falhas ter sido coesiva no corpo do CIV (verificadas através de SEM), mascarando os verdadeiros valores de resistência adesiva.

Fricker *et al.* (1991) avaliaram os efeitos da temperatura na presa dos CIV. Amostras de um CIV desenvolvido para uso ortodôntico (G.C. Dental Industrial Corporation) foram manipuladas por 1 min em uma placa de vidro, na proporção pó/líquido recomendada pelo fabricante, em condições controladas de temperatura (23°C) e umidade relativa (50%). Quatro variações de temperatura foram utilizadas: manipulação e presa a 23°C; manipulação a 23°C e presa a 37°C; manipulação a 5°C e presa a 23°C e manipulação a 5°C e presa a 37°C. A temperatura de manipulação correspondia à temperatura da placa de vidro. A manipulação a 5°C foi obtida esfriando-se uma placa de vidro por uma hora em um refrigerador a esta temperatura.

Toda a umidade da placa era removida com um lenço de papel. A reação de presa do CIV em diferentes temperaturas foi registrada em um reômetro oscilatório (aparato que permite monitoramento contínuo do processo de presa e fornece um registro da rigidez do material a cada intervalo de tempo). Os autores concluíram que o tempo de trabalho do CIV relacionava-se à temperatura: elevação na temperatura diminuía o tempo de trabalho e o de presa. Resfriar a placa de vidro antes da mistura do pó e do líquido aumentava o tempo de trabalho fora da boca sem, contudo, retardar o tempo de presa à temperatura bucal (37°C), o que pareceu conveniente aos autores que recomendaram tal procedimento.

Baratieri *et al.* (1992), Carvalho (1995), Mount (1996) e Navarro & Pascolato (1998) realizaram revisões de literatura sobre os CIV, nas quais enfocaram definição, evolução histórica, classificação, reação de presa, propriedades, indicações e apresentação comercial. Algumas de suas considerações sobre as propriedades dos CIV que podem se relacionar ao selamento marginal e à microinfiltração serão revistas.

Carvalho (1995) afirmou que os CIV são tidos como materiais que se aderem quimicamente à estrutura dentária mineralizada, sendo essa uma das suas maiores vantagens. De acordo com Baratieri *et al.* (1992), a significância clínica desse fato é a possibilidade desses materiais apresentarem um selamento marginal ótimo, reduzindo a microinfiltração e todas as suas possíveis conseqüências. Além disso, esta adesão torna possível o emprego desses materiais para restaurar cavidades com mínima preparação, o que é particularmente vantajoso em Odontopediatria, onde a diminuição do emprego de brocas reduz o trauma sobre a criança. A adesão dos CIV às estruturas dentárias ocorre de maneira semelhante ao que acontece na reação ácido-base entre o líquido e o pó desses cimentos. A superfície dentária é atacada pelo ácido poliacrílico: os íons hidrogênio reagem com a superfície mineralizada, deslocando íons de cálcio e fosfato que ficam ligados aos grupos carboxila e ao dente. Inicialmente essas ligações são frágeis, mas conforme se maturam, vai ocorrendo a substituição da união do hidrogênio por uniões do tipo iônico/polar. A união adesiva dos cimentos ionoméricos é mais forte com o esmalte do que com a dentina. A adesão dos CIV à estrutura dentária é considerada baixa quando comparada aos valores obtidos com resinas compostas associadas a sistemas adesivos (Baratieri *et al.*, 1992; Carvalho, 1995; Navarro & Pascolato, 1998). Ainda de acordo com Baratieri *et al.* (1992) e Navarro & Pascolato (1998), a qualidade e a intensidade dessa adesão podem ser afetadas por alguns fatores tais como: a resistência física do material, a

natureza do substrato, a contaminação superficial, o tipo de tratamento e/ou limpeza executada na superfície sobre a qual o cimento será colocado, técnica de aglutinação pó/líquido e inserção do material na cavidade. A consistência da mistura deve estar plástica e brilhante no momento de inserção do material na cavidade, denotando a disponibilidade de líquido suficiente para que ocorra adesão ao dente. A aplicação de pressão sobre o cimento também é importante para que haja uma adaptação adequada à cavidade e seja evitada a formação de bolhas de ar. Segundo Carvalho (1995) e Mount (1996), a medida da resistência adesiva dos CIV é limitada, em várias situações, pela resistência coesiva dos mesmos, marcadamente baixa.

Segundo Mount (1996), os CIV convencionais mostram um grau limitado de contração de polimerização (até 2-3%) por um curto período. Entretanto, por ser uma reação de presa química, a contração ocorrerá internamente em direção ao assoalho da cavidade e a união de troca iônica com a estrutura do dente não estará sujeita a estresse indevido. A subsequente incorporação de água compensará a contração e a restauração se estabilizará em aproximadamente uma semana após a colocação. De acordo com Carvalho (1995), esta estabilidade dimensional é muito importante, pois resulta em menor formação de fendas nas margens, contribuindo para o ótimo selamento marginal verificado nas restaurações de ionômero e diminuindo a microinfiltração das mesmas.

Carvalho (1995) declarou que os CIV e os cimentos de silicato são os materiais restauradores diretos que apresentam o coeficiente de expansão térmica mais próximo ao da estrutura dentária. Isso faz com que eles se alterem dimensionalmente de maneira semelhante à estrutura do dente, gerando menos tensões na interface e contribuindo para a manutenção de um ótimo selamento marginal.

Andrade *et al.* (1997) consideraram a adesividade do material restaurador ao dente como um desafio, uma vez que depende de características próprias de dentina, como a sua umidade e presença de fluidos intratubulares, e das condições superficiais desta dentina no momento da adesão, como presença de *smear layer* (camada constituída de debris orgânicos resultantes da ação de instrumentos de corte durante o preparo cavitário). Relataram que a adesividade dos CIV à dentina era acentuada pelo condicionamento da superfície com solução de ácido poliacrílico a 10% durante 10 s, para remoção da *smear layer*. Porém, se a cavidade fosse

profunda, os autores aconselhavam a utilização de ácido tânico a 25%, pois este não removia e sim fixava a *smear layer*, obliterando os canalículos dentinários.

Ewoldsen *et al.* (1997) avaliaram as propriedades físicas e adesivas de um CIV convencional (Fuji IX[®]/GC America) e de dois CIV modificados por resina, com ativação química (Fuji Plus[®]/GC America) e Advance[®]/L.D. Caulk). Os autores consideravam que a confecção do preparo cavitário, a manipulação do material e as condições ambientais influenciavam o desempenho das restaurações dentais. Amostras de cada CIV foram preparadas para cada teste, manipulados em uma proporção dentro da recomendada pelos fabricantes para os CIV restauradores. Dez amostras de cada material foram submetidas a testes de resistência compressiva e outras 10 amostras de cada material foram testadas quanto a resistência à tração, em uma máquina de testes Instron Universal[®]. Para os testes de resistência adesiva, terceiros molares humanos tiveram suas superfícies vestibulares desgastadas, de forma a exibir uma superfície plana e polida, com discos de papel abrasivo. As superfícies preparadas em esmalte (10 para cada material) ou em dentina (também 10 para cada material) tinham, no mínimo, 5 mm de largura. A superfície era condicionada antes da aplicação do CIV, de acordo com instruções dos fabricantes: ácido cítrico a 10% e solução de cloreto férrico a 3% foram aplicados à dentina e ao esmalte das amostras do Fuji Plus[®] e Fuji IX[®]; já as superfícies dentinárias das amostras do Advance[®] foram preparadas com Probond[®]. Com a ajuda de um molde de Teflon posicionado em contato com as superfícies dentais preparadas, cilindros de CIV (4 mm x 4 mm) foram confeccionados. Após ciclagem térmica, a resistência adesiva era testada em uma máquina de testes Universal[®]. Os CIV modificados por resina apresentaram valores de resistência à tração e de resistência adesiva, tanto ao esmalte quanto à dentina, estatisticamente superiores aos valores encontrados para o CIV convencional. Já em relação à resistência compressiva, o CIV convencional obteve valores significativamente maiores que os demais.

Hosoya & García-Godoy (1998) avaliaram o mecanismo de adesão do Ketac-Molar[®] (ESPE) e do Fuji IX GP[®] (GC Corporation) ao esmalte e à dentina. Os autores relataram que, embora o adesão do CIV à superfície dentária já tivesse sido atribuída à forças iônicas operando na interface CIV/dente, pouco se sabia sobre a adesão dos novos CIV convencionais que foram desenvolvidos para restauração de dentes posteriores, visando a Odontopediatria e a Odontogeriatría. Seis pré-molares hígidos, armazenados em solução de cloramina a 1%, foram preparados na superfície vestibular, com um broca de aço e refrigeração, de modo que essa se tornasse plana

e expusesse na mesma superfície esmalte e dentina. Esses dentes foram divididos em dois grupos, de acordo com o CIV restaurador. No grupo (1), a superfície (esmalte e dentina) foi condicionada por 10 s com Ketac-Conditioner[®] (ESPE) antes da aplicação do Ketac-Molar Aplicap[®] (encapsulado) sobre a mesma (tempo de manipulação da cápsula de 15 s num manipulador Varimix II[®] / LD Caulk). No grupo (2), Cavity Conditioner[®] (GC Corporation) foi utilizado por 10 s para condicionamento da superfície antes da aplicação do Fuji IX GP[®] (não encapsulado, manipulado manualmente de acordo com as instruções dos fabricantes). As interfaces de adesão foram observadas em SEM. Os autores observaram uma íntima adaptação entre CIV e esmalte, tanto para o Ketac-Molar Aplicap[®] quanto para o Fuji IX GP[®]. Além disso, os dois materiais aderiram à dentina sem formação de fendas. Não foram verificadas formação de camada híbrida nem de *tags* de CIV na interface de nenhuma amostra.

Davidson & Mjör (1999), em sua revisão sobre os CIV, dividiram os ionômeros convencionais, ou seja, de presa exclusivamente química, em: (1) CIV para restaurações diretas, amplamente utilizados em procedimentos odontopediátricos e para restauração de cavidades tipo classe III e V, sendo, porém contra-indicados para restaurações permanentes de superfícies oclusais de adultos onde há uma carga excessiva, por apresentarem resistência à abrasão insuficiente (exemplo: Vidrion R[®]/SS White). (2) CIV reforçados por metais, nos quais o pó contém um vidro de fluoroaluminossilicato e uma liga de prata, ou o vidro é sinterizado com a prata, aumentando a resistência e a radiopacidade do material. Apresentam coloração acinzentada e são adequados para reconstruções e preenchimento (exemplo: Ketac Silver[®]/ESPE). (3) CIV de elevada viscosidade, designados como uma alternativa ao amálgama em dentes posteriores, que devido às suas características mecânicas e de manipulação, podem também ser empregados como restaurações intermediárias, na técnica do ART e para procedimentos de reconstrução coronária (exemplos: Ketac Molar[®]/ESPE; Fuji IX[®] e Fuji IX GP[®]/GC Corporation; Vidrion R Caps[®]/SS White). (4) CIV de baixa viscosidade, desenvolvidos para aplicação como bases, forradores, selamento de fôssulas, de fissuras e de áreas de hipersensibilidade cervical, e para uso endodôntico. São desenvolvidos com baixa relação pó/líquido e são altamente fluidos. (5) CIV para bases e forramentos, empregados como um substituto da dentina em técnicas mistas com outros materiais. (6) CIV para cimentação, que são considerados os agentes cimentantes mais adequados devido a sua facilidade de manipulação, capacidade adesiva, liberação de fluoretos e baixa solubilidade em ambiente bucal.

Thean *et al.* (2000) imaginavam que, como havia diferenças entre a dentina de um dente permanente e de um dente decíduo (incluindo diferenças no conteúdo de mineral e de água), assim como diferenças entre esmalte permanente e decíduo (em relação à microestrutura e ao conteúdo de mineral), esses dentes pudessem apresentar comportamentos diferentes frente à adesão a materiais restauradores. A confirmação desta hipótese seria de grande importância, uma vez que muitos materiais são testados apenas em dentes permanentes. Os autores investigaram a resistência adesiva de um CIV convencional e de um CIV modificado por resina à dentina de dentes permanentes e decíduos. No grupo (1), nove dentes decíduos foram restaurados com Fuji IX GP[®] (GC Corporation); no grupo (2), nove dentes permanentes foram restaurados com Fuji IX GP[®]; no grupo (3), nove dentes decíduos foram restaurados com Fuji II LC[®] (GC Corporation); e no grupo (4), nove dentes permanentes foram restaurados com Fuji II LC[®]. Os dentes tiveram o esmalte da superfície vestibular desgastado e a dentina aplainada e polida, sempre com irrigação de água. As amostras foram condicionadas por 10 s com Cavity Conditioner[®] (GC Corporation) antes da aplicação dos materiais restauradores. Foram utilizadas as versões encapsuladas para os dois materiais, de acordo com as instruções dos fabricantes. As restaurações foram confeccionadas com a ajuda de um molde plástico cilíndrico, que era adaptado sobre a superfície preparada. Para as restaurações com Fuji IX GP[®], eram aguardados 10 min para presa. Já as restaurações com Fuji II LC[®] eram fotopolimerizadas por 40 s. As amostras foram testadas quanto à resistência adesiva em uma máquina de testes Instron[®]. Análises estatísticas não demonstraram diferença significativa para resistência adesiva entre dentina de dentes decíduos e permanentes, quando restaurados com um mesmo material. As diferenças histológicas, morfológicas e a pequena variação no conteúdo mineral entre dentina decídua e permanente não pareceram afetar a resistência adesiva ao CIV. Avaliações sob SEM mostraram que o CIV permanecia na superfície dos dentes, sugerindo mais uma vez falha coesiva dos CIV ao invés de falha adesiva. O Fuji II LC[®] (CIV modificado por resina) apresentou resistência adesiva significativamente maior que o Fuji IX GP[®] (CIV convencional).

Rutar *et al.* (2000) avaliaram o desempenho clínico de um CIV convencional encapsulado, com alta proporção pó/líquido (Fuji IX GP[®]; GC International) em restaurações de molares decíduos. Cento e vinte e nove lesões cáries [56 de uma superfície (proximal ou oclusal) e 73 de duas (ocluso-proximal)] em molares decíduos de 69 crianças saudáveis, com média de idade de 6 anos e 7

meses, foram restauradas com o Fuji IX GP[®]. Todas as restaurações tinham tamanho pequeno a médio e foram confeccionadas pelo mesmo cirurgião-dentista, sob isolamento relativo, como parte do plano de tratamento global para cada paciente. As lesões cariosas eram removidas com a utilização de alta e baixa rotação e instrumentos manuais, de maneira que houvesse mínima remoção de estrutura dentária sadia. A dentina das cavidades era condicionada com ácido poliacrílico a 10% (Dentin Conditioner[®]; GC International), por 20 s, lavada e secada sem desidratar com jato de ar. Para as restaurações proximais, utilizou-se tira matriz em porta matriz Tofflemire[®], devidamente ajustada e cunhada. O CIV foi manipulado por 10 s em um manipulador mecânico (Ultramat[®]; SDI), injetado diretamente nas cavidades, adaptado e esculpido com instrumentos manuais. Após 4 min, as restaurações foram cobertas com Fuji Coat LC[®], fotopolimerizado em seguida. As restaurações foram avaliadas logo após a confecção, decorridos seis meses, um e dois anos, utilizando critérios do Serviço de Saúde Pública dos Estados Unidos (USPHS). Além disso, avaliou-se a permanência da restauração e a integridade da área de contato. A taxa de sucesso (permanência) das restaurações de uma superfície foi de 100% após dois anos e das restaurações de duas superfícies foi de 99% após seis meses e um ano e de 93% após dois anos. As taxas totais relacionadas aos critérios da USPHS, após dois anos, foram: 96% das restaurações sem descoloração marginal, 100% mantiveram a forma anatômica, 99% apresentaram adequada adaptação marginal. Não houve incidência de lesão de cárie secundária. Após dois anos, 94% das restaurações proximais mantiveram firme resistência ao fio dental. Os autores concluíram que um CIV com as características do Fuji IX GP[®] seria conveniente para restauração de cavidades oclusais e proximais, de tamanho pequeno a médio, em molares decíduos por um período de dois anos, extrapolando até mais dois ou três anos.

Tanumiharja *et al.* (2000) mediram a resistência adesiva de dois CIV modificados por resina (Photac-Fil Quick Capsule[®]/ESPE e Fuji II LC Capsule[®]/GC Dental Co) e de um CIV convencional (Fuji IX GP Capsule[®]/GC Dental Co) à dentina, utilizando quatro diferentes condicionadores de superfície. Quarenta e cinco molares humanos hígidos e armazenados por no máximo uma semana em solução salina contendo cristais de timol tiveram a face oclusal preparada de modo a expor uma superfície plana em dentina, que recebeu acabamento com lixas abrasivas de papel granulação 600, sob refrigeração. Os dentes foram divididos aleatoriamente em três grupos, de acordo com o material restaurador. Os dentes de cada grupo receberam cinco tipos de condicionamento superficial prévio: (1) condicionamento com Ketac

Conditioner[®]/ESPE (ácido poliacrílico a 25%) por 25 s, (2) condicionamento com Dentin Conditioner[®]/GC Dental Co (ácido poliacrílico a 10%) por 20 s, (3) condicionamento com Cavity Conditioner[®]/GC Dental Co (ácido poliacrílico a 20% + cloreto de alumínio) por 10 s, (4) utilização do K-930/ um condicionador experimental da GC Dental Co (ácido cítrico a 12% + cloreto de alumínio a 4%) por 15 s, (5) sem condicionamento. Todos os CIV eram encapsulados e foram utilizados de acordo com instruções dos fabricantes. Os espécimes foram armazenados em água de abastecimento por 24 h, a 37°C antes de receberem as preparações finais para serem testados quanto à resistência adesiva em uma máquina universal (Instron[®]). As médias de resistência adesiva dos espécimes que receberam condicionamento não diferiram de forma significativa das obtidas pelos espécimes nos quais a dentina não foi condicionada tanto para o Photac-Fil[®] quanto para o Fuji IX GP[®]. Para o Fuji II LC[®], os espécimes que receberam condicionamento apresentaram resistência adesiva significativamente maior que os não condicionados. Além disso, não houve diferença estatística nos valores de resistência adesiva obtidos pelos três CIV quando submetidos aos quatro diferentes tipos de condicionamento. Observações das superfícies fraturadas de todas as amostras em SEM demonstraram que 80% das fraturas foram coesivas no corpo do CIV.

Yip *et al.* (2001) avaliaram a resistência adesiva de três CIV restauradores convencionais de alta viscosidade à dentina e avaliaram a interface fraturada CIV/dentina utilizando SEM e microscopia eletrônica de transmissão (TEM). Três molares hígidos recentemente extraídos e armazenados em solução salina fosfatada tamponada, a 4 °C, foram preparados para cada material testado. A dentina destes dentes foi exposta e polida sob refrigeração de água. Todos os CIV foram manipulados de acordo com as instruções dos fabricantes. Cápsulas do Fuji IX GP[®]/GC International e do Ketac-Molar Aplicap[®]/ESPE GmbH foram manipuladas em um manipulador mecânico (Silamat-mix[®]/Vivadent) por 10 s enquanto o ChemFlex[®]/Dentsply-De Trey foi manipulado manualmente. As superfícies dentinárias foram condicionadas com ácido poliacrílico, de acordo com as instruções de cada fabricante, uma matriz foi adaptada ao redor de cada dente/superfície e os CIV inseridos, os encapsulados através da própria cápsula e o ChemFlex através de uma seringa Centrix[®], e condensados. Após a presa, Fuji IX GP[®] e ChemFlex[®] foram cobertos com GC Varnish[®] (GC International) enquanto o Ketac-Molar[®] foi coberto com Ketac-Glaze[®] (ESPE GmbH). Os autores concluíram que a adesão dos CIV testados à dentina não era fraca. O CIV de manipulação manual ChemFlex[®] apresentou resistência adesiva

superior aos CIV encapsulados Fuji IX GP[®] e Ketac-Molar[®], embora essa diferença só tenha sido estatisticamente significativa para o Ketac-Molar[®]. As análises das secções sob SEM mostraram que prevaleceram as fraturas interfaciais (interface CIV/dentina) e as mistas (combinação de falha coesiva do CIV e fratura interfacial) sobre as fraturas coesivas (no corpo do CIV). Análises da face de dentina das secções fraturadas sob TEM revelou a presença de uma camada intermediária ao longo da interface CIV/dentina. Yip *et al.* relataram acreditar que os testes de resistência adesiva disponíveis não refletiam a verdadeira resistência adesiva do CIV à dentina, pois grande parte das falhas que ocorriam eram falhas coesivas do material.

2.2 Microinfiltração e metodologias desenvolvidas para avaliação da mesma

Já em 1966, Christen & Mitchell chamavam a atenção para a microinfiltração ao redor dos materiais restauradores, que poderia causar hipersensibilidade dos dentes restaurados, descoloração nas margens das restaurações, lesões recorrentes de cárie, injúria pulpar e deterioração precoce do material restaurador. Consideravam que um material que apresentasse uma ligação química à estrutura dentária poderia produzir um selamento perfeito. Os autores testaram a microinfiltração em 87 cavidades de classe V, em dentes bovinos, restauradas com amálgama, com oxido de zinco e eugenol e com guta percha, utilizando corantes fluorescentes (fluoresceína e rodamina B). O objetivo era avaliar e comparar a eficácia e a viabilidade desse método para avaliação da microinfiltração, em estudos *in vitro*. Os corantes evidenciaram a microinfiltração de forma satisfatória, exceto nas restaurações de oxido de zinco e eugenol, onde pareceu ocorrer uma interação química que neutralizou a fluorescência dos corantes. Os autores também discutiram os outros métodos utilizados para avaliar a microinfiltração. De acordo com Christen & Mitchell, o método do ar pressurizado não reproduzia condições encontradas no meio bucal, além de ser muito trabalhoso e requerer máquinas e equipamentos elaborados. O teste de penetração de bactérias não foi considerado confiável pois dependia de muitas variáveis e requeria microbiologistas treinados. A utilização de corantes orgânicos demandava altas concentrações e longos períodos de exposição para que fosse possível visualizar a microinfiltração. Além disso, podiam manchar os materiais restauradores e alguns deles ainda eram tóxicos. O uso de isótopos radioativos como o ⁴⁵Ca requeria equipamentos especiais, pessoal treinado e permissão da *Atomic Energy Commission*, podendo ser, por vezes, de difícil

interpretação. Concluíram que a utilização de corantes fluorescentes apresentava várias vantagens sobre os demais métodos: menor tempo de imersão, não penetração em esmalte hígido (humano ou bovino), custo baixo, contraste imediato com a fluorescência natural dos dentes, alta sensibilidade à luz ultra violeta, podendo ser visualizados em baixas concentrações além de possibilitarem a avaliação da área total da interface.

Em 1972, Going fez uma revisão dos trabalhos que estudavam a microinfiltração ao redor das restaurações. Observou que o fenômeno recebia várias denominações, como: percolação marginal, microinfiltração, microinfiltração marginal, troca de fluidos, difusão de líquidos e penetração capilar. A maioria dos trabalhos ou estudava os mecanismos de difusão na estrutura dentária ou avaliavam a qualidade do selamento proporcionado pelos materiais restauradores. Enfatizavam que as margens das restaurações não eram fixas nem inertes, nem suas bordas impenetráveis, pelo contrário, representavam microfendas dinâmicas com um tráfico ativo de íons, moléculas e toxinas bacterianas. O autor reviu as várias técnicas desenvolvidas para a avaliação da microinfiltração como: imersão em isótopos radioativos, penetração de corantes, penetração de bactérias, resistência a ar pressurizado, avaliação da percolação marginal (pela saída de umidade nas margens das restaurações), observação visual direta em SEM e análise através da ativação de neutrons. Considerou como vantagens do uso de isótopos sua penetração mais profunda que a de corantes e a possibilidade de ser visualizado em pequenas quantidades. Por outro lado, por penetrarem demais, poderiam produzir resultados sem significância clínica, além da sua capacidade de detectar ausência de infiltração ser questionável. Foram, ainda, verificadas dificuldades na interpretação das autorradiografias. Penetração de corantes foi considerado um método barato, fácil e reproduzível de avaliar os selamentos marginais, porém não permitia uma avaliação quantitativa. Dentre os inúmeros corantes, os fluorescentes se sobressaíam por apresentarem ótimo contraste e serem detectados em pequenas quantidades. Penetração de isótopos e de corantes foram consideradas as duas técnicas mais viáveis. A influência da diferença entre os materiais na microinfiltração pareceu ser mais nítida no ambiente bucal do que em testes laboratoriais. O autor considerou a microinfiltração como uma falha inerente aos materiais restauradores, de modo que todos os esforços deveriam ser feitos com relação à prudência, disciplina e técnica na prática restauradora para compensar essa falha. Relatou como conseqüências clínicas da microinfiltração: antecipação do colapso e da dissolução dos materiais

restauradores, sensibilidade pós operatória, hipersensibilidade crônica, descoloração dentária embaixo das restaurações e injúria pulpar. A microinfiltração apresentada por alguns materiais como amálgama e cimento de silicato parecia diminuir com o tempo devido a deposição de sais minerais, acúmulo de produtos de corrosão, calcificação de detritos na interface ou uma mudança química na dentina causada pela lixiviação de estanho/mercúrio (amálgama) ou flúor (silicato). Going ainda salientou que a microinfiltração poderia ser aumentada por mudanças de temperatura, defeitos no esmalte marginal, pobre adaptação do material e presença de lesões cariosas nas margens. Concluiu que a microinfiltração ao redor de restaurações não era uma unidade simples, mas englobava uma série de fenômenos e, para que pudesse ser melhor compreendida, seriam necessários estudos clínicos para conectar os achados laboratoriais à prática.

Kidd (1976), em sua revisão de literatura, definiu microinfiltração como a passagem de bactérias, fluidos, moléculas e íons entre as paredes cavitárias e o material restaurador. A esta, relacionou uma série de condições clínicas, em concordância com as anteriormente mencionadas por Christen & Mitchell (1966) e Going (1972). Considerou como um material restaurador ideal aquele que possuísse adesão química a estrutura dentária, promovendo um perfeito selamento marginal capaz de resistir à umidade do meio bucal e, concomitantemente, às suas flutuações de temperatura. Reviu as várias técnicas utilizadas para testar a capacidade de selamento marginal dos materiais, salientou a técnica de indução de lesões artificiais de cárie como sendo de particular relevância clínica, uma vez que fazia ligação do fenômeno (microinfiltração) com sua conseqüência (formação da lesão). Sabendo-se que diferenças entre os coeficientes de expansão térmica do dente e do material restaurador estavam relacionadas à microinfiltração e que esta era aumentada com variações de temperatura, a autora achou imprescindível que alguma forma de estresse térmico fosse incorporado aos estudos de microinfiltração *in vitro*. Relatou a existência de uma técnica denominada termociclagem, na qual os espécimes eram alternados em soluções quentes (+/- 60°C) e frias (0 a 5°C). Os resultados dos testes de microinfiltração invariavelmente demonstraram um aumento na mesma quando os espécimes eram submetidos à termociclagem. A autora questionou o valor dos testes de microinfiltração *in vitro*, pois eliminavam os efeitos da pressão hidrostática da polpa e da placa bacteriana sobre a superfície da restauração. Em relação a restaurações de amálgama, estas apresentavam microinfiltração inicial que tendia a diminuir à medida que a restauração envelhecia. Os materiais restauradores estéticos também

apresentavam microinfiltração, sendo que esta era agravada após a ciclagem térmica para as resinas acrílicas, o mesmo não ocorrendo com os cimentos de silicato, provavelmente devidos ao seu coeficiente de expansão térmica ser mais semelhante ao do dente. Poucos estudos haviam sido desenvolvidos sobre a microinfiltração em resinas compostas, que demonstravam uma tendência a um bom selamento marginal inicial.

Causton & Johnson (1979) questionaram a validade do uso de dentes humanos extraídos para testes de adesão, uma vez que a dentina de dentes não vitais em condições laboratoriais (*in vitro*) sofre transformações físicas e provavelmente químicas em relação a um dente vital (*in vivo*). Investigaram o efeito do tempo decorrido entre a extração do dente e o procedimento adesivo na resistência adesiva do material. Utilizaram 190 terceiros molares humanos hígidos, recém extraídos de pacientes entre 18 e 25 anos. Imediatamente após as extrações, os dentes eram armazenados em solução salina isotônica e estéril, sendo que os dentes que permaneceriam armazenados por mais de 24 h o foram separadamente em 25 ml de solução salina contendo um pequeno cristal de timol para inibir o crescimento bacteriano. Os dentes foram seccionados perpendicularmente ao seu longo eixo, cerca de 1 mm acima dos cornos pulpares e a porção oclusal descartada. Oitenta dentes foram randomicamente alocados no grupo (1) e foram restaurados em um tempo inferior a 250 min após a exodontia para verificar as mudanças rápidas que ocorriam nas primeiras horas que seguem a extração. Onze dentes do grupo (1) foram imersos imediatamente após a extração num meio de cultura tecidual (BGJ), a 37,4°C, na tentativa de preservar a vitalidade dos tecidos dentais. Estes dentes foram considerados como tendo sido restaurados a tempo zero após a extração. Os demais 110 dentes foram alocados em 11 grupos que foram restaurados nos tempos de 1, 2, 3, 4, 6, 8, 15, 20, 25, 30, 45 e 65 dias após a exodontia para avaliar as mudanças ocorridas nos dentes armazenados a médio e longo prazo. O cimento de policarboxilato foi escolhido para restauração das amostras porque seu mecanismo de adesão envolvia interação química com a dentina. Após os testes de resistência adesiva, quatro estágios de alterações foram observados: uma rápida diminuição de cerca de 50% na resistência adesiva foi verificada nos primeiros 250 min, seguida de uma lenta subida até o 25º dia, uma nova queda brusca entre o 25º e o 30º dia, chegando a 45% do valor inicial de resistência adesiva. Do 30º ao 65º dia, observou-se queda bem discreta nos valores de adesão. Os autores concluíram que testes físicos e químicos utilizando dentes humanos estocados provavelmente produziam

resultados pouco confiáveis. Recomendaram a execução de estudos *in vivo* ou utilizando dentes extraídos há até 20 min.

Crim & Mattingly (1981) observaram que as pesquisas que avaliavam a microinfiltração *in vitro* podiam ser conduzidas de duas formas: a uma temperatura constante ou passando por um processo de ciclagem térmica. Os autores se propuseram a avaliar os dois métodos para determinar se estes afetariam os resultados da microinfiltração. Para tanto, utilizaram 20 pré-molares humanos armazenados em água, cujas faces vestibular e lingual receberam restaurações de classe V com resina composta Concise® (3M) e seu sistema adesivo. Após o polimento das restaurações, os dentes foram armazenados em água a 37°C, por 1 h. Decorrido este tempo, foram impermeabilizados e metade deles foi imersa em solução aquosa de fuccina básica a 0,5%, por 25 h, à temperatura constante de 37°C. A outra metade foi submetida à termociclagem na mesma solução, por 25 h (1500 ciclos representados por uma seqüência de quatro banhos: 4 s a 60°C, 23 s a 37°C, 4 s a 5°C e 23 s a 37°C). Os dentes foram seccionados e avaliados quanto à microinfiltração em microscópio, utilizando o método de escores. Foram observados valores de microinfiltração significativamente maiores nas amostras submetidas à termociclagem em relação às que permaneceram a uma temperatura constante. Os autores consideraram a termociclagem como sendo um método válido para avaliar *in vitro* a microinfiltração, considerando as diferenças existentes entre os coeficientes de expansão térmica-linear das estruturas dentárias e dos materiais restauradores. No entanto, ressaltaram a necessidade de ajustar a técnica (tempo de imersão, tempos de intervalo, temperaturas) para permitir uma melhor correlação achados laboratoriais/desempenho clínico dos materiais.

Matloff *et al.* (1982) compararam vários métodos usados para avaliar a microinfiltração nas obturações de canais radiculares, em 63 dentes humanos unirradiculares. Os dentes foram instrumentados e obturados de forma padronizada, impermeabilizados com duas camadas de esmalte de unha (com exceção do ápice) e, então, submetidos a soluções com marcadores por 48 h. Para reduzir ao mínimo possível as possibilidades de alterações nas propriedades físicas ou químicas da dentina e/ou do cimento, nenhuma tentativa foi feita no sentido de esterilização ou desinfecção dos dentes. Os marcadores foram selecionados com base em sua freqüência de uso e em suas características químicas e físicas. Escolheu-se o azul de metileno para representar os corantes e três isótopos radioativos: um sal ($^{45}\text{CaCl}_2$), uma molécula neutra (^{14}C -uréia) e uma proteína (^{125}I -albumina). Segundo os autores, o

azul de metileno é muito solúvel em água, de fácil penetração no dente sem, contudo, adsorver na matriz dentária ou nos cristais de apatita. Os isótopos foram diluídos em solução de azul de metileno a 2% de maneira que as raízes fossem expostas simultaneamente ao corante e a um dos isótopos. Três dentes foram utilizados como controle, um para cada grupo, para avaliar a eficiência do esmalte de unha em impedir a penetração de corante e isótopos na superfície dentária. Estes dentes foram preparados da mesma maneira dos demais, com exceção do momento da impermeabilização, em que toda a superfície radicular foi coberta por esmalte, inclusive o ápice. Para todas as amostras foi utilizado o mesmo volume de solução para padronização da pressão hidrostática. Decorridas 48 h, a impermeabilização foi removida, os espécimes seccionados ao meio e, então, procedeu-se a leitura. O corante azul de metileno penetrou significativamente mais no canal que qualquer um dos isótopos radioativos. Os dentes controle não apresentaram nenhuma infiltração, nem de corante, nem de isótopos, demonstrando que duas camadas de esmalte eram eficientes para a impermeabilização dentária em estudos de microinfiltração. De acordo com Matloff *et al.*, a microinfiltração evidenciada por traçadores ao redor de materiais dentários em estudos laboratoriais podem demonstrar uma tendência, mas não representam a realidade clínica.

Crim *et al.* (1985) compararam quatro metodologias empregadas em estudos de microinfiltração, com diferentes associações entre técnicas de termociclagem e meios de imersão para evidenciar a infiltração. Cinquenta pré-molares humanos hígidos, armazenados em água, receberam preparos cavitários de classe V nas superfícies vestibulares e linguais. As cavidades foram restauradas com resina composta (Concise[®]/3M) e seu respectivo sistema adesivo. Os espécimes foram selados com esmalte de unha e folha de alumínio de modo que apenas a restauração ficasse exposta, e armazenados em água a 37°C, por 1 h, antes da termociclagem. Os dentes foram randomicamente alocados em cinco grupos experimentais que passaram por 1500 ciclos térmicos em diferentes regimes. Grupo (1A): banhos em solução de fuccina básica no seguinte regime: 4 banhos de 4 s cada a 60°C seguidos por um intervalo de 23 s a 37°C antes de outros 4 banhos de 4 s, agora a 12°C e mais um intervalo de 23 s a 37°C. Grupo (1B): os espécimes eram submetidos ao mesmo regime de termociclagem do grupo (1A), porém os banhos eram em água. Após a ciclagem térmica, os dentes eram armazenados em solução de fuccina básica, à temperatura ambiente, por 24 h. Grupo (2A): banhos em água no seguinte regime: 2 banhos de 30 s cada a 60°C seguidos de 2 banhos de 30 s a 12°C.

Após termociclagem, os espécimes eram armazenados em fuccina básica por 24 h. Grupo (2B): mesmo regime do grupo (2A), com banhos em água. Porém, após a termociclagem, os espécimes eram armazenados em solução aquosa de Ca^{45} com uma concentração de 0,1 mCi/ml, pH 5,5, por 2 h. Grupo (3): grupo controle, no qual os espécimes não sofreram ciclagem térmica mas foram imersos em solução de fuccina básica por 24 h. Os dentes que foram imersos em fuccina foram seccionados longitudinalmente e avaliados quanto a microinfiltração nas margens oclusal e gengival, utilizando um microscópio, através do critério de escores. Para os dentes imersos em solução de isótopos, os escores foram aplicados a autorradiografias. A imersão em corante durante ou após a termociclagem ou a imersão em isótopos demonstraram a mesma eficácia em evidenciar a microinfiltração. De acordo com os autores, o uso de corantes pode ser mais conveniente para o pesquisador do que o uso de isótopos por não necessitar de autorização nem de cuidados especiais na manipulação e por permitir pronta visualização de sua penetração. No entanto, os isótopos têm a vantagem de proporcionar um registro permanente da infiltração através das autorradiografias. O tempo de imersão em cada banho da ciclagem térmica não influenciou a penetração do corante. Todos os regimes de termociclagem potencializaram os valores de microinfiltração em relação ao grupo controle. Segundo Crim *et al.*, o estresse térmico que ocorria nos dentes representava um problema de fadiga a longo prazo, que poderia causar um aumento nas fendas originadas pelo estresse mecânico. Os autores consideraram que havia a possibilidade da ciclagem térmica realizada em estudos *in vitro* causar mais danos dentro de poucos mil ciclos do que aconteceria *in vivo* após vários anos.

Walton (1987), numa revisão de literatura sobre microinfiltração dos materiais restauradores, questionou o real papel da toxicidade química dos materiais na injúria pulpar. Tradicionalmente, reações inflamatórias ou degenerativas da polpa dentária frente a restaurações executadas com diversos materiais eram atribuídas à difusão de substâncias químicas biotóxicas dos materiais, através dos túbulos dentinários, até atingirem o tecido conjuntivo da polpa. Para o autor, o fato de certos materiais apresentarem um potencial irritante quando em contato direto com a polpa não significava que as reações adversas da polpa frente a uma restauração se dessem a isso. Acreditava que existiam outras causas bem mais importantes para essa injúria pulpar como a falha no selamento da interface material/estrutura dentária, permitindo a microinfiltração de irritantes vindos da cavidade bucal. Outro questionamento lançado pelo autor foi sobre o quê, dentre os potenciais irritantes

capazes de penetrar na interface dente/restauração (bactérias e seus subprodutos, produtos salivares, derivados químicos de alimentos...), realmente agredia a polpa. Considerou a necessidade de padronização da metodologia empregada para avaliação da microinfiltração para possibilitar o confronto de resultados de diferentes estudos. Alegou que, embora grande atenção fosse dada aos efeitos da microinfiltração na polpa, outros problemas tão ou mais importantes que este poderiam estar associados à mesma, como deterioração das propriedades dos materiais restauradores, formação de lesões recorrentes de cárie, hipersensibilidade dentária e abreviação da duração da restauração. O autor definiu microinfiltração como sendo, simplificada, a exposição da dentina à cavidade bucal. Segundo Walton, a solução ideal para a microinfiltração seria um material que possibilitasse adesão perfeita às estruturas dentais em todas as áreas e superfícies. Questionou, também, a viabilidade e a efetividade de algumas abordagens sugeridas na literatura para eliminar ou minimizar a microinfiltração como a utilização de um segundo material entre o restaurador e o dente (uma base ou verniz); a utilização de um selante de superfície sobre a restauração já pronta e sua interface com o dente; e a aplicação de um material com propriedades antibacterianas às superfícies cavitárias.

Retief (1987) realizou uma revisão de literatura com o objetivo de avaliar se as técnicas adesivas eram capazes de impedir a microinfiltração. Definiu a adesão como sendo um fenômeno através do qual duas superfícies eram mantidas unidas por forças interfaciais que poderiam ser químicas, mecânicas ou a associação das duas e considerou adesivo como sendo uma substância capaz de manter materiais unidos através da formação de ligações superficiais. O autor discutiu a adesão mecânica ao esmalte, os efeitos do condicionamento com ácido ortofosfórico na morfologia superficial, a interface resina/esmalte condicionado e a habilidade umectante da superfície do esmalte. Concluiu que o condicionamento ácido do esmalte eliminava efetivamente a microinfiltração em restaurações de resina composta, desde que houvesse esmalte em quantidade suficiente, principalmente na região cervical das restaurações. O autor discutiu também a adesão à dentina e considerou os CIV e os adesivos dentinários como materiais com adesão à dentina por físicas e/ou químicas interações. Apesar disso, Retief considerou os CIV como incapazes de impedir a microinfiltração ao redor de suas restaurações. Em relação aos adesivos dentinários, o autor ressaltou que, embora alguns deles tenham demonstrado potencial para prevenir a microinfiltração, mais estudos seriam necessários para se confirmar isso.

Triadan (1987) estudou os problemas clínicos associados à microinfiltração, suas causas, e sugeriu algumas soluções. Chamou a atenção para a dificuldade de se obter uma adesão duradoura entre materiais restauradores e as estruturas dentais, levando a formação de fendas ou microfendas na interface dente/restauração. O autor relatou que a formação de microfendas na margem de restaurações adesivas não tinha, necessariamente, implicações clínicas graves. Muitas vezes, essas fendas sequer atingiam a dentina. Além disso, outras características do material restaurador (como estabilidade dimensional, biocompatibilidade, solubilidade química, módulo de elasticidade e resistência) deveriam ser levadas em conta na avaliação de seu desempenho clínico. Sugeriu que, por vezes, as microfendas poderiam ser eliminadas simplesmente através de um polimento e subsequente selamento da restauração. No entanto, o autor admitia que muitas vezes a microinfiltração representava um sério problema clínico, principalmente quando estava relacionada à estética (causando descoloração ou manchamento marginal), ao aumento da sensibilidade dentária, à percolação (possivelmente a responsável pela dissolução de materiais forradores) e à formação de lesões secundárias de cárie. Nestes casos, o autor recomendava a troca das restaurações pois considerava que havia evidência de falha na adesão e de formação de fenda atingindo a dentina. A descoloração marginal foi associada à penetração de pigmentos exógenos, placa bacteriana ou produtos da decomposição do próprio material restaurador na interface. Já a sensibilidade a bebidas e alimentos doces, azedos ou salgados foi relatada como sendo causada pela penetração de soluções de baixo peso molecular, por capilaridade, nas microfendas, de modo a provocar uma irritação osmótica dolorosa. Em casos extremos, essa sensibilidade poderia provocar uma pulpíte. A percolação, ou deslocamento momentâneo da restauração da superfície cavitária permitindo a entrada de saliva e bactérias, pareceu ser consequência de alterações dimensionais dos materiais por mudanças térmicas ou, dependendo da forma geométrica da restauração, de estresse mecânico oclusal. Poderia provocar sensibilidade. De acordo com o autor, a formação de lesões secundárias de cárie representava o maior perigo clínico da microinfiltração pois essas lesões cariosas pareciam se propagar mais rapidamente pela dentina do que lesões primárias, além de serem de diagnóstico difícil. A presença de flúor foi considerada de grande importância na prevenção dessas lesões. Triadan sugeriu, ainda, algumas medidas para prevenir a microinfiltração, como: preparo cavitário com formato que diminuísse o estresse oclusal, pré-tratamento cavitário adequado ao material, escolha correta do

melhor material restaurador para cada caso, controle constante e polimento sempre que necessário das restaurações, e monitoramento da higiene bucal do paciente.

Em 1987, Trowbridge definiu microinfiltração como sendo o ingresso de fluidos orais no espaço entre a estrutura dentária e o material restaurador. Realizou uma revisão de literatura com propósito de: discutir as causas da microinfiltração, examinar as condições em que a microinfiltração aumentava ou diminuía, rever as pesquisas técnicas desenvolvidas para examinar falhas no selamento marginal das restaurações e, por fim, estudar os efeitos adversos da microinfiltração no esmalte, na dentina e na polpa. Considerou como principal causa da microinfiltração a pobre adaptação dos materiais restauradores à estrutura dentária, que se devia a características intrínsecas do próprio material ou à inexperiência do operador. Outra causa levantada foi a alteração dimensional do material, resultante de mudanças químicas ou físicas, após a sua inserção na cavidade. A contração de presa das resinas foi dada como um exemplo de mudança química, enquanto alterações térmicas produzindo fendas seriam resultado de mudanças físicas. Alterações dimensionais nos materiais a longo prazo poderiam resultar da desintegração, corrosão ou mesmo desidratação do material. As forças mecânicas da mastigação foram relatadas como possíveis agravantes da microinfiltração por produzirem deformações elásticas de maneira a aumentar o espaço na interface. O autor relatou que todos os materiais restauradores, em maior ou menor grau, eram sensíveis à manipulação, de maneira que a habilidade do operador seria decisiva para um bom selamento marginal. Além disso, a qualidade da dentina superficial nas cavidades e o método restaurador empregado parecem influenciar a microinfiltração. A contaminação do material pela umidade foi considerada capaz de agravar a microinfiltração, principalmente para o CIV, assim como a localização da margem cervical em cimento ao invés de esmalte e preparos profundos. Segundo Trowbridge, a microinfiltração seria um processo dinâmico que poderia aumentar ou diminuir com o tempo. Após muito tempo de exposição da interface a saliva, película e placa bacteriana, poderiam ocorrer mudanças que servissem para obliterar o espaço entre o dente e a restauração. A microinfiltração foi acusada de estabelecer um ambiente propício ao desenvolvimento de lesões cariosas, além de poder resultar em patologias pulpaes, sensibilidade pós operatória, e contribuir para a corrosão, a dissolução e a descoloração do material restaurador. Os métodos para verificar a microinfiltração se enquadravam, de acordo com o autor, em três categorias: testes laboratoriais envolvendo passagem de substâncias através da interface, visualização direta da

fenda marginal e testes clínicos para verificação dos efeitos biológicos da microinfiltração. De acordo com Trowbridge, a extensão da microinfiltração observada nos espécimes termociclados em estudos laboratoriais poderia exceder o que ocorreria em situações clínicas devido a mudanças térmicas ocorridas na cavidade bucal, principalmente quando os tempos de imersão nas variadas temperaturas excedessem alguns segundos. O autor citou a utilização de vernizes, bases e forradores na tentativa de vedar a dentina. Relatou que muitas vezes a própria dentina se esclerosava frente a uma agressão, ficando menos permeável, o que poderia ser acelerado com a utilização de CaOH_2 . A presença de *smear layer* após o preparo cavitário também foi apontada como capaz de diminuir a permeabilidade dentinária, o oposto acontecendo quando essa recebia condicionamento ácido.

Bullard *et al.* (1988) estudaram o efeito do coeficiente de expansão térmica (CET) na microinfiltração. Procuraram relacionar a quantidade de expansão ou contração sofrida por seis materiais restauradores quando submetidos a mudanças térmicas à extensão da microinfiltração. Foram selecionados materiais com CET variando entre valores próximos ao coeficiente das estruturas dentais até valores bem mais altos (CIV: $\text{CET} = 14 \times 10^{-6}/^\circ\text{C}$; amálgama: $\text{CET} = 22 \times 10^{-6}/^\circ\text{C}$; resina composta posterior: $\text{CET} = 24 \times 10^{-6}/^\circ\text{C}$; óxido de zinco e eugenol: $\text{CET} = 35 \times 10^{-6}/^\circ\text{C}$; resina composta de micropartículas: $\text{CET} = 57 \times 10^{-6}/^\circ\text{C}$; resina acrílica: $\text{CET} = 80 \times 10^{-6}/^\circ\text{C}$). Sessenta molares humanos hígidos, armazenados em solução tamponada de formalina a 10% receberam cavidades de classe V com dimensões padronizadas em suas superfícies vestibulares com broca e alta rotação, sob refrigeração. Todas as margens cavitárias se localizavam em esmalte, sem bisel. Os dentes foram impermeabilizados e restaurados com os seis materiais, sempre seguindo as instruções dos fabricantes. No caso das resinas compostas, não foi realizado condicionamento ácido ou utilizado sistema adesivo. Os espécimes foram, então, termociclados em solução de fuccina básica a 0,5% (a 5°C e 55°C , com banhos de 1 min, em 150 ciclos). Após o seccionamento, a microinfiltração foi avaliada pelo critério de escores, em microscópio com aumento de 3 vezes, nas margens oclusal e cervical. Os autores discutiram várias condições que acentuavam a microinfiltração, tais como atração capilar, fraturas marginais e mudanças de pressão na interface, mas consideraram como condição principal a alternância de contração e expansão sofridas pelos materiais restauradores quando submetidos a mudanças de temperatura. Alegaram que, quando havia uma grande diferença entre os CET do dente e do material restaurador, a redução da temperatura gerava uma pressão negativa na

interface, propiciando a entrada de fluidos orais pelas margens. Se a temperatura aumentava, a pressão na interface também aumentava e forçava os fluidos para fora. Os resultados deste estudo sugeriram uma forte correlação entre a microinfiltração e o CET. Os autores concluíram que o uso de materiais restauradores com coeficiente de expansão térmica baixo como os CIV seria capaz de controlar a microinfiltração e que, apesar de haver influência do CET na microinfiltração, outros fatores estariam relacionados a este fenômeno clínico.

Gempel *et al.* (1990) analisaram a permeabilidade natural da dentina radicular intacta de dentes humanos segundo o seu grupo etário e a variação do corante indicador. Foram utilizados 61 dentes humanos anteriores com raízes intactas, dos quais 45 foram extraídos de pacientes entre 15 e 30 anos (grupo 1) e 16 foram extraídos de pacientes entre 31 e 66 anos (grupo 2). As coroas dentais foram removidas com discos de *carburundum* e o conteúdo pulpar removido com limas. Após a impermeabilização externa das raízes, o canal radicular era totalmente preenchido com corante com o auxílio de uma seringa. Em seguida, a raiz foi totalmente imersa no corante, a 37°C. Vinte raízes do grupo (1) e 6 do grupo (2) foram coradas com azul de metileno a 0,5%, pH 7,2. Vinte e cinco raízes do grupo (1) e 10 do grupo (2) foram imersas em rodamina B a 1%. Decorridas as 48 h, as raízes foram removidas dos corantes, lavadas e secadas. Foram obtidos cortes transversais das raízes, que foram fotografados com ampliação de 8,5 vezes para permitir a avaliação da penetração do corante. O corante rodamina B teve uma penetração mais acentuada e mais homogênea nos canalículos dentinários que o azul de metileno. Supôs-se que a molécula da rodamina B seria menor ou mais tensoativa que a do azul de metileno. Outra possibilidade apresentada foi a possível transformação do azul de metileno em leucotrieno, que não seria visível ao entrar em contato com a estrutura básica da dentina. Os autores chamaram a atenção para a importância de se tamponar o azul de metileno em pH neutro (7,2) devido a sua facilidade de se converter em leucotrieno, resultando em falsas leituras. A penetração de ambos os corantes foi maior nos dentes de pacientes mais novos (grupo 1) do que nos dentes de pacientes de faixa etária mais alta (grupo 2).

Vaz *et al.* (1992) estudaram a eficácia de dois materiais impermeabilizantes utilizados na avaliação da infiltração marginal. Para tanto, submeteram 40 pré-molares hígidos, recém extraídos e armazenados em soro fisiológico, à impermeabilização com esmalte para unhas e resina epóxica de rápida polimerização (Araldite®). De acordo com os autores, a impermeabilização dos dentes

tem fundamental importância para a correta análise dos resultados de pesquisas de microinfiltração que utilizam o método de penetração de corantes. Os dentes foram divididos em quatro grupos, com diferentes combinações dos dois materiais: (1) duas camadas de esmalte; (2) uma camada de esmalte seguida por uma camada de resina; (3) uma camada de resina e (4) uma camada de resina seguida por uma de esmalte. Em seguida, as amostras foram imersas em solução de azul de metileno a 2%, pH 7,2, a 37°C, por 7 dias. Após lavagem em água corrente e secagem, a impermeabilização externa foi removida e os dentes seccionados no sentido longitudinal. A infiltração de corante foi avaliada através de lupa estereoscópica com aumento de 12 vezes. De acordo com Vaz *et al.*, as impermeabilizações das superfícies externas dos elementos dentais não dependem somente dos materiais impermeabilizantes, mas também de fatores relacionados à temperatura, ao tempo de permanência em estufa bacteriológica e à solução corante indicadora. Os autores concluíram que o uso de uma camada de resina epóxica seguida de uma camada de esmalte para unhas foi o método mais eficiente para impedir a penetração do corante.

Haller *et al.* (1993) investigaram o efeito de diferentes meios de armazenamento de dentes na microinfiltração da margem gengival de restaurações de resina composta. Para tanto, foram utilizados 125 molares humanos imediatamente após a extração (grupo controle) ou após 3 a 4 semanas de armazenamento em: (1) cloramina a 1%, (2) etanol a 70%, (3) formalina a 10%, (4) timol a 0,1%. Cavidades de classe V, com término cervical em dentina/cimento, foram preparadas e restauradas com uma resina composta de micropartículas (Prisma[®]/DeTrey Dentsply), utilizando cinco diferentes adesivos dentinários. Após passarem por 1440 ciclos térmicos a temperaturas de 5°C e 55°C e serem impermeabilizados, os espécimes foram imersos em fuccina básica a 0,5%, a 37°C, por 24 h. Após seccionamento, a penetração de corante foi avaliada em um estereomicroscópio com aumento de 20 vezes, utilizando o critério de escores. As restaurações dos dentes armazenados em formalina apresentaram microinfiltração significativamente menor do que as restaurações dos dentes utilizados logo após a exodontia. Os valores de microinfiltração dos dentes armazenados em cloramina, etanol e timol não diferiram significativamente dos valores apresentados pelos dentes do grupo controle. Os autores desaconselharam o armazenamento de dentes que viessem a ser utilizados em testes relacionados à adesão em solução de formalina a 10%, pois essa pareceu afetar quimicamente as fibras colágenas. Diante dos resultados deste e de outros estudos semelhantes, Haller

et al. recomendaram o uso de solução aquosa de cloramina a 1% para este tipo de pesquisa.

Preocupações com relação ao controle de infecção cruzada originaram trabalhos de avaliação dos efeitos da desinfecção/esterilização de dentes humanos extraídos nos resultados de testes laboratoriais. DeWald (1997) realizou uma revisão de literatura para reunir e comparar os resultados desses trabalhos. A revisão foi organizada pelo método empregado para desinfecção ou esterilização de dentes. Os métodos foram avaliados na tentativa de verificar se a desinfecção/esterilização de dentes extraídos poderia ser recomendada ou se o procedimento introduzia mais uma variável através de mudanças estruturais e na permeabilidade da dentina ou mesmo em sua resistência adesiva. Foram investigados os efeitos dos seguintes métodos de desinfecção/esterilização: solução de formalina, esterilização química por calor (quimioclave), por calor úmido (autoclave), óxido de etileno e radiação gama. Os resultados dos trabalhos que examinaram o efeito do armazenamento dos dentes em formalina sobre a resistência adesiva variaram muito. O uso da autoclave e da quimioclave proporcionaram valores de resistência adesiva à dentina comparáveis aos valores obtidos pelos controles. A radiação gama pareceu não produzir mudanças estruturais na dentina, no entanto, muito pouco foi pesquisado sobre seu efeito quanto à resistência adesiva. Em relação ao óxido de etileno, também foram encontrados valores de resistência adesiva semelhantes aos valores obtidos pelos controles, no entanto, sua eficácia como esterilizante não foi comprovada. De acordo com DeWald, apesar da formalina ser efetiva para o controle de infecções, esta não deve ser utilizada em estudos de adesão devido à grande variabilidade de resultados apresentados. O autor recomenda o uso de autoclave ou de quimioclave para prevenir infecções cruzadas durante testes laboratoriais relacionados à adesão que utilizem dentes extraídos.

Witzel *et al.* (1998) compararam dois métodos utilizados para avaliar microinfiltração em restaurações adesivas: os sistema de escores e o de imagens digitalizadas. Os autores ressaltaram a existência de um grande número de métodos para esse fim descritos na literatura e a dificuldade para escolha entre eles devido à subjetividade inerente a cada um. Setenta e dois dentes foram selados com três diferentes adesivos multi-uso. Esses espécimes passaram, então, por três tratamentos distintos: ou foram armazenados em água a 37°C por 72 h, ou foram submetidos à ciclagem térmica, ou foram submetidos à ciclagem térmica e mecânica. Empregou-se o AgNO₃ para evidenciar a presença de infiltração na interface. Após o seccionamento,

amostras de cada grupo experimental foram avaliadas quanto à microinfiltração por dois métodos: (1) três examinadores aferiram a penetração do corante, através de uma lupa estereoscópica, utilizando escores de 0 a 4, de acordo com a profundidade da penetração do corante; (2) mediu-se a penetração do corante em milímetros através de uma câmara digital acoplada ao microscópio óptico e do programa de computador Diracom. Os resultados obtidos através dos dois diferentes métodos foram estatisticamente iguais. Os autores concluíram que o emprego de um metodologia mais sofisticada para este tipo de análise nem sempre indicaria a obtenção de um resultado mais confiável.

Moraes (1999) analisou o comportamento da resina composta Fill Magic[®] (Vigodent) sob intensidades luminosas diferentes, no que se refere à microinfiltração na interface dente/resina e ao grau de polimerização. Para avaliação da microinfiltração, preparos cavitários classe II em esmalte, tipo caixa, foram confeccionados em 24 pré-molares humanos extraídos, e estes foram divididos em dois grupos. As amostras do grupo 1 foram polimerizadas com intensidade em torno de 500mW/cm² e as do grupo 2 com cerca da metade deste valor. A resina foi inserida em três incrementos verticais, após a aplicação do sistema adesivo da própria resina, e polimerizada com o fotoativador Optilux 401[®], por 40 s para cada incremento. Os espécimes foram acondicionados por 24 h, enquanto se processava a impermeabilização em toda a extensão com exceção da margem gengival restaurada. Após a imersão em azul da metileno a 2% (pH 7,2), a 37°C, por 48 h, a impermeabilização foi removida e os espécimes seccionados. A leitura da penetração do corante foi feita por três examinadores calibrados, com lupa estereoscópica de 50 vezes de aumento, utilizando-se o critério de escores. Não foram observadas diferenças significativas com relação à microinfiltração na interface dente/resina para as duas diferentes intensidades luminosas, o que, segundo Moraes, desvinculava o grau de polimerização do grau de microinfiltração.

Freitas *et al.* (2002) analisaram as metodologias utilizadas nas investigações de infiltração marginal dos trabalhos apresentados durante as Reuniões da SBPqO. Para tanto, analisaram 272 trabalhos publicados no CD-ROM “18 anos de História – Memória Científica da SBPqO – 1984/2001”, selecionados a partir das palavras microinfiltração e infiltração marginal, estando relacionados a procedimentos restauradores. Nos resumos avaliados, foram identificados, quando mencionados, tipo e grupo dos dentes utilizados; tipo de cavidade realizada; margem cavitária; material restaurador; solução de armazenamento; tempo de estocagem; número de ciclos

térmicos; temperaturas de estocagem e de ciclagem térmica; agentes químicos traçadores; tempo de imersão no corante; formas de avaliação. Os autores concluíram que existiu pouca padronização entre os métodos dos testes de infiltração marginal empregados e que algumas variáveis não foram relatadas, dificultando análises comparativas dos resultados obtidos pelos diferentes estudos. Ressaltaram a necessidade de uma normatização para realização destes testes.

Considerando-se as conclusões de Freitas *et al.* (2002), a metodologia dos estudos de microinfiltração em restaurações com CIV será descrita com detalhes de técnica para que os resultados possam posteriormente ser comparados e discutidos de forma adequada.

2.3 Microinfiltração em restaurações com CIV

Alperstein *et al.* (1983) avaliaram a microinfiltração de restaurações de classe V de CIV, em comparação com restaurações de resina composta quimicamente ativada e de amálgama de prata. O experimento foi realizado em dentes humanos anteriores hígidos, estocados em solução salina. Após a preparação das cavidades com brocas *carbide* em alta rotação com refrigeração, essas foram restauradas com (1) um CIV (ASPA[®]/L. D. Caulk Co.) ou com (2) uma resina composta (Concise Enamel Bond[®]/3M Co.) ou com (3) um amálgama (Dispersalloy[®]/Johnson & Johnson Dental Products Co.), de acordo com as instruções dos fabricantes. Metade das cavidades de cada grupo recebeu pré-tratamento, respectivamente com: (1) ácido cítrico a 50%, por 60 s; (2) ácido fosfórico a 37% por 60 s e adesivo; (3) duas camadas de verniz cavitário. Cada grupo experimental possuía 20 dentes. Após manipulação manual do CIV e inserção deste na cavidade, era exercida pressão por 30 s com uma matriz metálica. Após 5 min, retirava-se a matriz e os excessos com instrumentos manuais, seguindo aplicação de verniz protetor. O acabamento e o polimento eram realizados 24 h após, com brocas multilaminadas e discos de lixa de papel. Os dentes eram impermeabilizados e imersos por 1 h em solução aquosa a 20% de corante fluorescente. Seccionou-se, então, os dentes vestibulo-lingualmente e as secções foram avaliadas com luz ultravioleta, pelo critério de escores. Os grupos que apresentaram os menores valores de microinfiltração, com diferenças estatísticas para os demais, foram os restaurados com amálgama e com resina, com pré-tratamento. Receberam valores médios de microinfiltração as restaurações de resina sem pré-tratamento e as restaurações de CIV. Um achado interessante foi que não houve diferença estatística entre os valores de microinfiltração das restaurações de CIV com

e sem pré-tratamento. Segundo Alperstein *et al.*, os altos valores de microinfiltração poderiam ser resultado de uma pobre adesão entre o CIV e o esmalte dentário ou de defeitos na interface CIV/esmalte causados pela contração de presa do material. A contração de presa causaria mais defeitos em cavidades classe V, com a presença de cinco paredes circundantes.

Welsh & Hembree Jr. (1985) avaliaram a microinfiltração de restaurações com resinas compostas e CIV em simulações de lesões de abrasão/erosão cervical. Para tanto, fizeram desgastes com discos de *carborundum* na região cervical de 72 dentes permanentes, previamente armazenados em água de abastecimento, de forma que a margem cervical da cavidade produzida se localizasse em dentina-cimento. A superfície cavitária era então polida com pasta de pedra pomes para simular um desgaste criado por abrasão a longo prazo. Foram utilizadas três resinas compostas e seus respectivos sistemas adesivos (Concise[®]/3M Dental Products; Dent-Mat[®] dentin bonding system/Dent-Mat e Clearfil[®]/Kurarary Co.) e um CIV (Fuji[®]/G-C Dental Industrial Corp.) para a restauração das cavidades, de acordo com as instruções dos fabricantes. O CIV era inserido diretamente sobre a superfície dentária preparada. As restaurações de resina eram polidas com pedras adiamantadas superfinais e discos de silicone enquanto o CIV recebia acabamento com lâmina de bisturi e discos abrasivos. Os dentes foram termociclados em água, por 100 ciclos de 1 min a 4°C e 58°C. Amostras de cada material foram testadas quanto à microinfiltração nos tempos de uma semana, três e seis meses, pela penetração de solução de isótopo ⁴⁵Ca. A leitura dos resultados foi feita através de autorradiografias dos dentes seccionados longitudinalmente, pelo critério de escores. A microinfiltração foi maior nas margens cervicais (dentina-cimento) que nas margens oclusais (em esmalte). Todas as resinas compostas apresentaram severa microinfiltração nas margens cervicais, em todos os tempos avaliados. Já o CIV apresentou ausência ou mínima microinfiltração nas margens cervicais, em todos os tempos avaliados, e uma tendência à melhora no selamento marginal com o passar do tempo.

Lim (1987) relatou que os CIV eram muito sensíveis à técnica, e que o aspecto mais crítico da sua utilização era a proteção contra a umidade nos primeiros 30 min após a inserção do material, pois um contato prematuro com umidade resultaria em pobres propriedades mecânicas e fraco desempenho clínico. Assim, o autor avaliou a microinfiltração em restaurações com CIV Ketac Fil[®] (ESPE GmbH) protegidas da contaminação imediata pela umidade por um verniz (ESPE GmbH) ou por um selante resinoso fotopolimerizável (Heliobond[®]/Vivadent), e constatou que

quando usou o verniz a microinfiltração foi significativamente menor. Para tanto, o autor utilizou 30 molares humanos sem restaurações e estocados em solução de formalina a 10%. Cavidades oclusais tipo classe I, confeccionadas com brocas de aço multilaminadas, foram restauradas com Ketac Fill[®] encapsulado, manipulado por 10 s em um manipulador e diretamente injetado nas mesmas, adaptado e esculpido com um instrumento plástico. Em 20 dentes, as cavidades receberam condicionamento com ácido poliacrílico (G-C International) por 10 s, lavagem por 30 s e secagem com jato de ar por 15 s, antes da restauração. Em 10 deste dentes, as restaurações foram protegidas superficialmente com duas camadas de verniz e nos demais 10 destes dentes, as restaurações receberam uma camada de resina. Os dois protetores foram aplicados além das margens das restaurações. Outros 10 dentes foram restaurados da mesma forma e suas restaurações protegidas com verniz, porém nestes não houve pré-tratamento cavitário. Todos os dentes foram, então, imersos em água em um umidificador, por 1 h, secos e avaliados quanto a microinfiltração usando uma técnica eletroquímica, durante 30 dias. Outro resultado interessante foi obtido ao se comparar os dois grupos cujas restaurações foram protegidas pelo verniz, porém um tendo recebido pré-tratamento e o outro não: o grupo que recebeu condicionamento apresentou significativamente menos microinfiltração.

Scherer *et al.* (1989) avaliaram a microinfiltração nas margens oclusal e cervical de cavidades classe V restauradas com dois CIV restauradores convencionais encapsulados. Vinte e quatro dentes humanos anteriores hígidos, armazenados em solução tamponada de formalina a 10%, receberam preparos cavitários padronizados nas faces vestibular, realizados com broca *carbide*, em baixa rotação. As margens oclusais dos preparos se localizavam em esmalte e as cervicais em dentina-cimento. Os dentes foram divididos em dois grupos: (1) restaurados com Ketac Fil[®]/Espe-Premier Sales Corp. e (2) restaurados com GC Fuji Cap II[®]/GC International Corp. A dentina recebeu pré-tratamento com Ketac Conditioner[®] e GC Dentin Conditioner[®], respectivamente, por 15 a 20 s, foi lavada por 30 s e ligeiramente secada. Após terem sido ativadas e mecanicamente trituradas por 10 s, as cápsulas foram adaptadas às suas seringas e os CIV inseridos nas cavidades. Uma matriz cervical maleável de metal foi adaptada sobre cada restauração. Decorridos 5 min, a matriz era removida e a superfície da restauração cuidadosamente recoberta com um agente adesivo (Visio-Bond[®]/Espe-Premier Sales Corp.), fotopolimerizado por 20 s. As restaurações receberam acabamento e polimento de acordo com as instruções dos fabricantes: Ketac Fil[®] foi polido 10 min após a remoção da matriz com pontas adiamantadas finas

e irrigação abundante de água, já o GC Fuji Cap II[®] foi polido com pontas abrasivas de silicone, em baixa velocidade, sem irrigação, 15 min após a remoção da matriz. O agente adesivo foi novamente aplicado e fotopolimerizado e os dentes foram armazenados em soro fisiológico a 37°C, por 24 h. Em seqüência, as amostras foram impermeabilizadas e passaram por 125 ciclos térmicos a 5°C e 55°C, com banhos de 1 min, em solução de fuccina básica a 0,5%. Após a termociclagem, cada amostra foi seccionada por duas vezes, no sentido vestibulo-lingual, para que a microinfiltração do corante pudesse ser avaliada, pelo critério de escores. Os autores observaram que os dois materiais apresentaram microinfiltração tanto nas margens em esmalte quanto em dentina, sem diferenças estatísticas entre os valores encontrados para os dois materiais. As margens em esmalte infiltraram menos que as margens em dentina/cimento, para cada material. Scherer *et al.* relataram que a contração de presa dos materiais ionoméricos após 24 h seria de cerca de 3 a 4% em volume. Assim, essa contração poderia ser mais forte que a resistência adesiva dos CIV à dentina, podendo contribuir para o aumento da microinfiltração na região cervical.

Arcoria *et al.* (1990) compararam a microinfiltração em restaurações de amálgama e de CIV, sobre um forramento com um CIV cimentante, *in vitro*, após termociclagem. Quarenta e oito molares permanentes humanos hígidos, recentemente extraídos e armazenados em solução de água deionizada/glicerina/isopropanolol/peróxido de hidrogênio a 3% na seguinte proporção 50:20:20:10, receberam uma cavidade confeccionada com broca multilaminada no meio da face vestibular, com ângulos cavo-superficiais de 90°. Em 24 dentes, toda a dentina da cavidade foi recoberta com uma fina camada de CIV Shofu[®] (Shofu Dental Products Inc.) para cimentação aplicada com um instrumento de ponta arredondada, sendo, então, aguardados 4 min para a presa do material, a 37°C e 50% de umidade, antes da restauração final. Nenhum pré-tratamento foi realizado na dentina antes do CIV, nem sobre o CIV ou nas margens da cavidade, antes da restauração final. Os 48 dentes foram, então, restaurados ou com amálgama Tytin[®] (Sybron/Kerr) ou com CIV restaurador Ketac-Fil[®] (ESPE/Premier Dental), ambos os materiais encapsulados, manipulados no manipulador Vari-Mix[®] (L. D. Cauk) por 8 e 10 s respectivamente, em velocidade média. O CIV foi injetado na cavidade através da cápsula e adaptado com um instrumento plástico. Foi utilizada uma tira matriz, que era removida após 7 min da inserção do material. Imediatamente, era aplicada uma camada de verniz (Ketac-Varnish[®], ESPE/Premier Dental). As restaurações de CIV foram avaliadas em microscópio com aumento de 100 vezes e, quando não apresentavam íntima

adaptação marginal, eram substituídas por outras amostras. O amálgama foi condensado e esculpido nas cavidades com instrumentos manuais. Após a confecção das restaurações, os dentes foram armazenados em um recipiente com 100% de umidade, a 37°C, por 36 h. Não foi realizado nem acabamento nem polimento em nenhuma das restaurações. Metade das amostras de cada grupo passou por 625 ciclos térmicos a 4°C e 50°C, com banhos de 30 s em água deionizada e intervalos de 10 s. O verniz foi removido das restaurações de CIV antes da termociclagem. Todas as amostras foram impermeabilizadas e imersas em solução aquosa de azul de metileno a 0,5%, por 6 h. Após o seccionamento das amostras, a microinfiltração foi avaliada pelo critério de escores, num microscópio com aumento de 100 vezes. A utilização de um forramento com um CIV cimentante reduziu significativamente a microinfiltração nas restaurações de amálgama e nas de CIV. Só houve diferença significativa entre os valores de microinfiltração apresentados pelos dois materiais restauradores quando foi empregado o forramento. O efeito da termociclagem foi aumentar significativamente os valores de microinfiltração para todos os grupos pesquisados.

Cooley & Train (1991) compararam a resistência adesiva e a microinfiltração de dois CIV de manipulação manual e dois CIV de manipulação mecânica. Para testes de microinfiltração, 48 molares humanos, estocados em solução tamponada de formalina a 10%, receberam preparos cavitários de forma retangular nas faces vestibulares, com todas as margens em esmalte, realizados com brocas em alta rotação, sob refrigeração. As cavidades foram restauradas com quatro materiais diferentes, de acordo com as instruções dos fabricantes: Ketac-Fil[®]/ESPE-Premier (manipulação mecânica), Chelon-Fil[®]/ESPE-Premier (manipulação manual), Fuji Cap II[®]/GC International Corp. (manipulação mecânica) e Fuji II[®]/GC International Corp. (manipulação manual). Anteriormente à inserção dos CIV, as superfícies cavitárias foram pré-tratadas com um condicionador de dentina (Ketac Conditioner[®] ou GC Dentin Conditioner[®]) por 10 s. Os materiais foram cobertos por verniz dos respectivos fabricantes e polidos com discos Sof-Lex[®]/3M, como recomendado pelos fabricantes: após 24 h para os Fuji e após 15 min para o Ketac e o Chelon. Os dentes sofreram, então, termociclagem a 6 +/- 2°C e 60 +/- 2°C, com tempo de imersão de 30 s, 800 ciclos. Seguiu-se impermeabilização e imersão em azul de metileno a 5%, por 4 h. Após o seccionamento, dois examinadores avaliaram as amostras em estereomicroscópio com aumento de 10 vezes para verificar microinfiltração, utilizando o critério de escores. Não foram encontradas diferenças estatísticas na microinfiltração

para os diferentes materiais. No entanto, os autores relataram uma tendência dos CIV manipulados mecanicamente apresentarem valores menores de microinfiltração em relação aos manipulados manualmente, embora essa diferença não tenha sido significativa. Quando foram submetidos a testes de resistência adesiva, todos os materiais tiveram comportamento semelhante, com exceção do Fuji II[®] (manipulação manual), que apresentou resistência adesiva significativamente menor que os outros.

Segundo Heys & Fitzgerald (1991), o CIV quando utilizado como material forrador era capaz de minimizar a penetração bacteriana ao longo da interface dente/material restaurador. Os autores avaliaram a penetração bacteriana que ocorre na interface dente/restauração de resina, utilizando três materiais de forramento, clinicamente. Foram realizadas 107 restaurações de classe V em dentes de quatro macacos Rhesus adultos, com resina composta fotoativada de micropartículas Heliolit[®]/Vivadent, sem condicionamento ácido ou uso de adesivo prévio. As restaurações foram randomicamente divididas em quatro grupos, de acordo com o material de forramento utilizado até o limite amelo-dentinário: (1) óxido de zinco-eugenol (IRM[®]/L.D. Caulk Co.); (2) verniz cavitário (Copalite Varnish/Harry J. Bosworth Co.) mais cimento de fosfato de zinco (Modern Terracin[®]/L.D. Caulk Co.); (3) cimento de ionômero de vidro forrador (Fuji I[®]/GC International); (4) sem forramento (grupo controle). Três semanas antes de preparar as cavidades, os dentes de cada animal foram raspados, polidos e escovados com uma solução de digluconato de clorexidina a 0,2%. Imediatamente antes do preparo cavitário, os dentes a serem restaurados foram novamente polidos e isolados, com isolamento absoluto. O campo operatório era desinfetado com água oxigenada 30% e tintura de iodo a 5%. As cavidades eram preparadas 1 mm supragengival e a irrigação era feita com soro estéril. Um filtro de papel estéril era colocado na parede axial, coberto com um disco de Teflon, e as restaurações eram, então, confeccionadas. Cinco semanas e 16 semanas após as restaurações, essas eram removidas e os filtros de papel retirados (com os devidos cuidados para evitar contaminação) e cultivados para verificar a presença ou ausência de crescimento bacteriano e qual o tipo de bactéria. Na avaliação após 5 semanas, foi observado crescimento bacteriano no grupo controle e no grupo cujo forramento foi feito com verniz cavitário mais cimento de fosfato de zinco. Após 16 semanas, houve crescimento bacteriano em todos os grupos, no entanto, tanto no grupo em que o agente forrador foi o CIV quanto no grupo que utilizou o óxido de zinco-eugenol, isso ocorreu em apenas uma restauração.

Objetivando avaliar a microinfiltração de restaurações tipo classe V com CIV, Zyskind *et al.* (1991) selecionaram 20 pré-molares hígidos, recentemente extraídos, armazenados em solução salina, e os distribuíram randomicamente em quatro grupos. Cavidades tipo classe V foram preparadas (com discos de *carborundum* em baixa velocidade) na região cervical das superfícies vestibular e lingual de todos os dentes, de maneira que as margens oclusais estivessem em esmalte e as cervicais em cimento/dentina. O grupo controle foi restaurado nas faces vestibular e lingual com resina composta Silux[®]/Scotchbond[®] (3M Dental Products Div.). Nos demais grupos, as cavidades foram restauradas alternadamente com três marcas de CIV convencionais: Ketac-Fil[®] (ESPE GmbH), Fuji II[®] (GC International) e Chem-Fil[®] (De Trey/Dentsply). Antes das restaurações com CIV, as cavidades foram condicionadas com ácido poliacrílico, de acordo com as instruções de cada fabricante, e as cavidades do grupo controle tiveram suas margens de esmalte condicionadas com ácido fosfórico gel por 60 s. Todos os materiais foram manipulados e inseridos nas cavidades seguindo-se as instruções dos fabricantes, e foram utilizadas matrizes de celulóide para conter os materiais restauradores. O acabamento e o polimento foram executados com discos abrasivos. Após a proteção das restaurações de CIV com verniz, todos os dentes foram armazenados em água, à temperatura ambiente, por 10 dias, após os quais foram submetidos a 250 ciclos de termociclagem, com banhos de 1 min em água a 4 +/- 2°C e 60 +/- 2°C e intervalos de 1 min entre eles. Os dentes foram impermeabilizados e imersos em solução de fuccina básica a 2%, por 24 h. Após seccionamento, a microinfiltração foi avaliada nas paredes oclusal e gengival pelo método de escores. Em relação as margens oclusais, 70% das restaurações com CIV apresentaram microinfiltração severa, o que só aconteceu em 10% das restaurações de resina. Já nas margens cervicais, 90% das restaurações com Chem-Fil[®] e 80% das demais restaurações apresentaram microinfiltração de moderada a severa. De acordo com Zyskind *et al.*, nenhum dos CIV avaliados foi capaz de minimizar os valores de microinfiltração em relação aos apresentados pela resina composta, tanto nas margens oclusais quanto nas cervicais.

Fuks *et al.* (1992) avaliaram a microinfiltração na margem cervical de restaurações de classe II pela técnica mista CIV reforçados por prata / resina composta ou restauração total com CIV reforçados por prata, em molares decíduos. Para tanto, 52 cavidades ocluso-proximais foram preparadas com broca em alta rotação, sob refrigeração, em molares decíduos hígidos ou possuindo pequenas lesões removidas durante o preparo, armazenados em água. Todas as margens

cervicais situavam-se em esmalte. Os dentes foram randomicamente divididos em quatro grupos: (1) restaurados com Ketac Silver[®]/ESPE GMBH & Co (CIV reforçado por prata) e Estilux Posterior[®]/Kulzer & Co Gmbh (resina composta); (2) restaurados com Miracle Mix[®]/G-C Dental Industrial Corp. (CIV reforçado por prata) e Estilux Posterior[®]; (3) restauração total com Ketac Silver[®]; (4) restauração total com Miracle Mix[®]. Todos os materiais foram utilizados de acordo com as instruções dos fabricantes e foram utilizadas matrizes de celulóide em um porta-matriz Tofflemire[®]. Nos grupos (1) e (2), os CIV foram aplicados na caixa proximal até um nível pouco superior à altura da parede pulpar da caixa oclusal, inclusive cobrindo a mesma. Após 5 min, os CIV eram desgastados e condicionados, assim como as margens oclusais, por 20 s. Aplicava-se, então, um adesivo, este era fotopolimerizado e a resina era inserida em um único incremento, condensada e fotopolimerizada por 40 s. Após a remoção da matriz, a superfície exposta do CIV na face proximal era coberta por verniz (ESPE). Nos grupos (3) e (4), os CIV foram utilizados para restaurar toda a cavidade. As restaurações foram condensadas e esculpidas e cobertas por verniz, após a presa. Apenas as faces oclusais de resina receberam acabamento e polimento. Os dentes foram termociclados em 250 ciclos de 1 min a 4 +/- 2°C e 60 +/- 2°C, com intervalos também de 1 min, em temperatura ambiente. Após a termociclagem, os dentes foram impermeabilizados e imersos em solução de fuccina básica a 2%, por 24 h. Três secções obtidas pelo seccionamento mesio-distal seqüencial dos dentes foram avaliadas quanto a penetração de corante nas margens oclusal, cervical e na interface resina/ionômero, em microscópio binocular, pelo critério de score. Nenhuma ou pouca infiltração foi observada na maioria das margens oclusais. Em relação às margens cervicais, o melhor resultado foi apresentado pelas restaurações de Miracle Mix[®], seguido pelas de Miracle Mix[®] e resina, Ketac Silver[®] e resina, e, com pior desempenho, as de Ketac Silver[®]. As diferenças foram significativas, com exceção dos dois últimos grupos, que apresentaram resultados semelhante: microinfiltração severa em quase 70% de suas margens cervicais. De acordo com os autores, o CIV reforçado por prata não foi capaz de prevenir completamente a microinfiltração cervical nem quando usado isoladamente, nem quando associado a uma resina composta. Fuks *et al.* afirmaram que as altas taxas de microinfiltração encontradas nas margens cervicais poderiam estar relacionadas a diferenças nas direções dos prismas de esmalte e a espessura delgada de esmalte na região destas margens em molares decíduos quando comparados a molares permanentes. Além disso, a adesão do CIV à dentina

de dentes permanentes parece ser bem superior à adesão do CIV à dentina de dentes decíduos.

Em 1995, Pachuta & Meiers afirmaram que a microinfiltração ao redor dos materiais restauradores era o maior problema da dentística clínica, podendo causar muitos danos tanto para o dente quanto para o próprio material restaurador. Consideravam que a ocorrência de microinfiltração indicava falha na adesão do material às paredes cavitárias. Segundo os autores, a adesão do CIV ao dente, através da atração iônica entre os íons carboxilato do cimento e os íons cálcio da superfície dentária, dependia, em grande parte, da condição de “limpeza” da superfície dentária (presença ou ausência de *smear layer*). Para investigar o efeito de vários tratamentos dentinários na microinfiltração de um CIV modificado por resina, Pachuta & Meiers confeccionaram, com brocas *carbide* em alta rotação com refrigeração, cavidades tipo classe V com nas faces vestibular e lingual de 40 molares humanos hígidos. As margens oclusais situavam-se em esmalte e as gengivais em dentina, 0,5 mm abaixo do limite amelo-cementário. Os dentes foram randomicamente divididos em cinco grupos, de acordo com o tratamento dentinário empregado antes da restauração: (1) nenhum tratamento; (2) com GC Dentin Conditioner[®] [ácido poliacrílico a 10% (pH=2,0), GC America] por 20 s, e enxágüe por 30 s; (3) com ProBond Dentin Primer[®] [(pH2,5)Caulk/Dentsply] por 30 s e secagem com ar; (4) com GC Dentin Conditioner[®] e ProBond Dentin Primer[®]; (5) com ProBond Dentin Primer[®] seguido de adesivo ProBond[®] [Caulk/Dentsply], fotopolimerizado por 20 s. As cavidades foram restauradas com Fuji II LC[®] (GC America), manipulado de acordo com o fabricante, inserido com seringa Centrix[®] (Centrix Inc.), condensado com uma matriz cervical e fotopolimerizado por 60 s. As restaurações foram polidas com brocas para acabamento e discos Sof-Lex[®] (3M Dental Products) lubrificadas e os dentes armazenados em água destilada a 37°C, por 24 h antes de serem termociclados. Foram 1000 ciclos em água destilada a 5°C e 55°C, com tempo de imersão de 30 s. Seguiu-se impermeabilização e imersão das amostras em fuccina básica a 0,5%, por 24 h. Os dentes foram, então, seccionados para avaliação da microinfiltração em estereomicroscópio com aumento de dez vezes, pelo critério de escores. Cortes representativos de cada grupo foram avaliados em SEM para análise da interface dentina/CIV. Não foram encontradas diferenças significantes de microinfiltração do Fuji II LC[®] entre nenhum dos métodos de pré-tratamento dentinário, nem em esmalte, nem em dentina. Os autores consideraram que a semelhança dos resultados possivelmente se deu em função dos pHs similares entre o condicionador de dentina e a mistura do

CIV na fase inicial (pH=2,5), permitindo que os dois agissem da mesma forma, modificando a *smear layer*. Surpreendentemente, a microinfiltração foi maior nas margens em esmalte do que em dentina e os autores relacionaram esse resultado ao fato do esmalte não ter sido condicionado. As análises da SEM demonstraram excelente adaptação entre o CIV e a dentina em todos os grupos.

Sepet *et al.* (1995) avaliaram a microinfiltração em restaurações de classe II com CIV, em molares decíduos. Trinta e cinco molares decíduos hígidos, recém extraídos, armazenados em formalina neutra a 10%, receberam preparo cavitário tipo classe II, em alta rotação, com refrigeração. Os dentes foram restaurados da seguinte forma: grupo (1) – com Stand-Alloy[®] (Degussa AG), um amálgama de prata convencional; grupo (2) – com Chemfil II[®] (De Trey Dentsply), um CIV convencional; grupo (3) – com pré-tratamento por 10 s com ácido poliacrílico a 25%, lavagem com água por 5 s e secagem com ar por 5 s, depois restauração com Chemfil II[®]; grupo (4) – com Chelon-Silver[®] (ESPE), um CIV reforçado com prata; grupo (5) – pré-tratamento e restauração com Chelon-Silver[®]. Todos os materiais foram utilizados de acordo com as instruções dos fabricantes e foram contidos por uma matriz durante os procedimentos restauradores. Após a remoção da matriz e acabamento da restauração, os CIV foram cobertos por verniz. Os dentes foram armazenados em ambiente úmido por 48 h, quando as restaurações foram polidas: amálgama com borrachas de polimento, CIV com discos de silicone e CIV reforçado com prata com discos de lixa Sof-Lex[®]. Após a impermeabilização das restaurações, e 1 mm ao seu redor com um verniz ácido resistente, as amostras passaram por tratamento de 12 semanas com gel acidulado. A avaliação das simulações de lesões de cárie ao redor das restaurações foi feita em microscópio de luz polarizada. O CIV convencional Chemfil II[®] apresentou os menores índices de ocorrência de lesão na interface dente/restauração, sendo que, quando foi utilizado com pré-tratamento cavitário, o material não apresentou lesão em nenhuma amostra. Os piores resultados foram apresentados pelo amálgama. Não houve diferença estatística na ocorrência de lesões entre grupos que receberam pré-tratamento ou não.

Al-Obaidi & Salama (1996) relataram que diferentes formas de pré-tratamento cavitário não afetavam a microinfiltração de restaurações de classe V com Vitremer[®]/3M (CIV modificado por resina), em molares decíduos. Os autores confeccionaram cavidades padronizadas utilizando brocas *carbide*, com margens em esmalte, em faces vestibulares hígidas de 24 molares decíduos recém extraídos e armazenados em solução de Rodamina 1%. Os dentes foram randomicamente

divididos em três grupos, de acordo com o pré-tratamento empregado antes da inserção do CIV: (1) condicionamento com Ketac Conditioner[®]/ESPE Dental Medizin por 10 s, lavagem com água por 30 s e secagem por 5 s com jato de ar; (2) condicionamento com Ketac Conditioner[®], como no grupo (1), mais aplicação do *primer* do Vitremer[®] por 30 s e 20 s de fotopolimerização; (3) apenas aplicação do *primer* por 30 s e 20 s de fotopolimerização (conforme instruções do fabricante). Em todos os grupos, após a inserção do Vitremer[®] e antes da sua fotopolimerização por 40 s, uma matriz de celulóide era adaptada sobre a restauração. As restaurações foram imediatamente polidas com disco Sof-Lex[®], com refrigeração de água. Os dentes foram impermeabilizados e imersos em solução de azul de metileno a 5%, por 4 h. Após seccionamento no sentido vestibulo-lingual, as amostras foram avaliadas quanto a microinfiltração do corante, em estereomicroscópio, com aumentos de 15 e 32 vezes. Foi utilizado o critério de escores. Os autores encontraram valores de microinfiltração mais altos nas margens oclusais que nas cervicais. No entanto, considerando-se cada localização marginal separadamente, não houve diferença estatística entre os resultados dos três grupos e nenhum deles foi capaz de impedir totalmente a microinfiltração.

Andrade *et al.* (1996) avaliaram *in vitro* a microinfiltração marginal em cavidades de classe V restauradas com dois CIV modificados por resina (Variglass[®]/Caulk Dentsplay e Vitremer[®]/3M) e um CIV convencional (Vidrion R[®]/S.S. White). Sessenta cavidades foram confeccionadas, utilizando fresas de carbeto de tungstênio refrigeradas com água, nas faces vestibular e lingual de 30 terceiros molares humanos recém extraídos e armazenados em solução isotônica de cloreto de sódio a 0,9%. O término cervical dos preparos se localizou na junção amelo-cementária. As dimensões das cavidades foram padronizadas através do uso de um “aparelho de perfuração” que consistia em um microscópio adaptado. Em seguida, as cavidades foram restauradas com os três materiais, de acordo com as instruções dos fabricantes. As restaurações receberam acabamento e polimento com discos de lixa Sof-Lex[®]. Após a impermeabilização dos dentes, estes foram submetidos à ciclagem térmica a 10°C e 50°C, por 250 ciclos, com banhos de 15 s. Em seqüência, foram imersos em solução de rodamina B 0,2%, a 37°C, por 24 h. Seccionou-se, então, os dentes no sentido de seu longo eixo com discos de *carborundum* e refrigeração com água. A microinfiltração foi avaliada por inspeção visual através de uma lupa estereoscópica com aumento de 10 vezes, utilizando-se o critério de escores. Para a parede oclusal, os materiais estudados apresentaram diferentes comportamentos,

sendo que o CIV modificado por resina Variglass[®] apresentou o menor nível de infiltração e o CIV convencional Vidrion R[®] o maior, ficando o CIV modificado por resina Vitremer[®] em posição intermediária. Para a parede cervical, os materiais apresentaram comportamento semelhante, com alto índice de infiltração. A microinfiltração ocorreu em maior grau na parede cervical quando comparada com a parede oclusal.

Bouschlicher *et al.* (1996) avaliaram os efeitos do ressecamento/desidratação na microinfiltração de restaurações realizadas há algum tempo. Declararam que os CIV possuem um tempo de presa muito extenso, durante o qual ocorre uma complexa reação química que pode ser facilmente prejudicada pelo contato com umidade ou por ressecamento. De acordo com os autores, o ressecamento da restauração de ionômero poderia provocar o seu colapso, perda de translucidez e perda do material. A contração sofrida pelo CIV quando submetido à desidratação parece ser muito maior que a expansão que ocorre por absorção de água. Três CIV modificados por resina (Vitremer[®]/3M Dental Products, Photac-Fil[®]/ESPE-Premier, Fuji II LC[®]/GC America Inc), um CIV convencional (Ketac-Fil[®]/ESPE-Premier) e uma resina composta de micropartículas (Silux Plus[®]/3M Dental Products) foram comparados em relação à microinfiltração, em condições normais de hidratação e sob um período de ressecamento seguido de reidratação. Cinquenta terceiros molares humanos armazenados em solução de timol 0,02%, à temperatura ambiente, receberam preparos cavitários padronizados tipo classe V nas superfícies vestibular e lingual, com brocas *carbide* em alta rotação e refrigeração. A margem oclusal das cavidades se localizava em esmalte e a cervical em cimento/dentina. Antes da realização dos procedimentos restauradores, os ápices radiculares foram vedados com resina acrílica e duas camadas de esmalte de unha ácido-resistente foram aplicadas até 1 mm ao redor das cavidades. Os dentes foram, então, restaurados com um dos cinco materiais, de acordo com as instruções dos fabricantes inclusive no que se refere a pré-tratamento dentinário. No caso específico do CIV convencional (Ketac-Fil[®]), a cavidade foi condicionada com Ketac Conditioner (ácido poliacrílico a 25%) por 10 s, lavada por 30 s e seca por 5 s antes da inserção do material, feita através da própria cápsula após a manipulação. A proteção superficial imediata foi realizada com o Ketac-Glaze, fotopolimerizado por 10 s. Com exceção da resina composta e do CIV modificado por resina Vitremer, os demais materiais eram encapsulados e foram manipulados em um manipulador Vari-Mix II[®] (L D Caulk Dentsply), em alta velocidade. Após a confecção das restaurações, todas as amostras

foram armazenadas por 24 h antes do acabamento com brocas *carbide* e discos Sof-Lex XT Pop On[®] (3M), sob refrigeração de água. As amostras foram, então, novamente estocadas em água destilada a 37°C, por 5 dias, quando sofreram 300 ciclos térmicos a 5 +/- 5°C e 50 +/- 5°C, com tempo de imersão de 30 s. Metade das amostras de cada grupo, selecionadas randomicamente, foram secas com ar e mantidas secas por 45 min (para simular o tempo de uma consulta odontológica onde o dente restaurado permaneceria sob isolamento absoluto durante intervenção em um dente próximo). As amostras foram rearmazenadas em água destilada para reidratação, por 24 h, antes de serem imersas em solução de nitrato de prata a 50% em peso, por 2 h. Após a revelação do agente corante, os dentes foram seccionados mesio-distalmente e avaliados com aumento de 40 vezes, utilizando escores para a microinfiltração. Nenhuma microinfiltração foi observada nas margens em esmalte, nem para as amostras ressecadas nem para os controles. Todos os materiais apresentaram uma tendência de aumento da microinfiltração nas restaurações ressecadas em relação aos controles, sendo que para os CIV modificados por resina Vitremer[®] e Photac-Fil[®] e para a resina Silux Plus[®] esse aumento foi estatisticamente significativo. O CIV convencional Ketac-Fil[®] apresentou os valores mais altos de microinfiltração, tanto nas amostras ressecadas quanto nos controles. Os autores chamam a atenção para a necessidade de proteção de restaurações de CIV realizadas há menos de 6 meses contra a desidratação em caso de ficarem sob isolamento absoluto para realização de intervenções em outros dentes. Segundo os autores, os CIV aumentam sua estabilidade dimensional com o passar do tempo, pois, com a maturação da matriz, aumentam a quantidade de água incorporada ao material e diminuem a quantidade de água passível de evaporação.

Andrade *et al.* (1997) avaliaram o grau de microinfiltração em cavidades de classe V restauradas com: CIV (Vidrion R[®]/S.S. White) e CIV modificado por resina (Vitremer[®]/3M), resina composta (Z100[®]/3M) e técnica mista CIV (Vitremer[®])/resina composta (Z100[®]). Foram utilizados 40 terceiros molares humanos hígidos, armazenados em soro fisiológico, à temperatura ambiente. Foram preparadas cavidades de classe V nas faces vestibulares, com a parede cervical situada ao nível da junção amelo-cementária, utilizando fresas de carbeto de tungstênio com refrigeração. As dimensões da cavidade foram padronizadas através da utilização de um aparelho de “perfuração”. Em seguida, os dentes foram restaurados, de acordo com as orientações dos respectivos fabricantes. Após o acabamento e o polimento das restaurações, os dentes foram impermeabilizados externamente e, então,

submetidos à termociclagem em solução de rodamina B a 0,2%, a 10°C e 50°C, com banhos de 15 s em 100 ciclos após os quais permaneceram armazenados nesta mesma solução a 37°C, por 24 h. Os dentes foram seccionados no centro das restaurações e a microinfiltração foi determinada através da penetração do agente traçador, utilizando-se lupa estereoscópica com aumento de 20 vezes, segundo critério de escores. A microinfiltração ocorreu em maior grau na parede cervical quando comparada com a parede oclusal. Os autores atribuíram o resultado à carência ou até mesmo ausência de esmalte nesta região, trazendo como conseqüência um prejuízo na adesão da resina composta (por retenção mecânica) e dos CIV (por adesão química). Nenhum dos materiais avaliados foi capaz de prevenir a microinfiltração cervical. O material com melhor desempenho foi o Vitremer[®], tanto na parede oclusal como na cervical. O pior desempenho foi do Vidrion R[®] na parede oclusal e da resina Z100[®], seguida também pelo Vidrion R[®], na cervical.

Erdilek *et al.* (1997), comparando o selamento marginal obtido pelo CIV, pela resina modificada por poliácidos e pela resina composta, em dentes permanentes, observaram que a resina modificada por poliácidos apresentou valores de microinfiltração semelhantes aos apresentados pela resina composta (sem diferença estatística) e a microinfiltração de ambos os materiais foi significativamente menor que a do CIV. Os autores selecionaram 30 pré-molares humanos hígidos, armazenados em água destilada com pastilhas de timol, e neles confeccionaram, com brocas cone-invertido, cavidades de classe V padronizadas, 1,5 mm acima do limite amelo-cementário. Essas cavidades foram forradas com CIV para forramento fotoativado (Vitrebond[®]/3M Dental Product Division) e os dentes foram randomicamente divididos em três grupos experimentais, de acordo com o material restaurador, materiais esses que foram utilizados segundo instruções dos fabricantes: grupo (A) Prisma TPH Carpules Tips[®]/De Trey Dentsply (resina composta); grupo (B) Chemfil Superior[®]/De Trey Dentsply (CIV); grupo (C) Dyract[®]/De Trey Dentsply (resina modificada por poliácidos). Após confeccionadas, as restaurações foram polidas. Os dentes foram, então, impermeabilizados e imersos em solução de nitrato de prata 50%, na qual permaneceram por 4 h. Seguiu-se a imersão em solução reveladora, sob luz fluorescente. Após o seccionamento das amostras, a penetração de corante na interface dente/restauração foi avaliada independentemente por dois examinadores, em estereomicroscópio com aumento de 12 vezes, utilizando o critério de escores.

Morabito & Defabianis (1997) testaram, *in vitro*, o selamento marginal de cavidades de classe I, em molares decíduos, restaurados com CIV reforçado por prata

(grupo 1), CIV modificado por resina (grupos 2 e 3) e resina modificada por poliácidos (grupo 4). Oitenta molares decíduos hígidos, armazenados em soro fisiológico a 37°C, foram divididos em quatro grupos, após receberem preparo cavitário de classe I: (1) restaurados com Miracle-Mix[®]; (2) restaurados com Photac Fill Aplicap[®]; (3) restaurados com Vitremer[®] e (4) restaurados com Dyract[®]. As restaurações foram realizadas seguindo as instruções de cada fabricante. Todos os dentes foram submetidos a termociclagem. Após terem sido impermeabilizados externamente, os dentes foram imersos em solução aquosa de fuccina básica a 0,5%, por 24 h. Seguiu-se seccionamento dos dentes no sentido longitudinal para possibilitar avaliação microscópica da penetração do corante. Os menores valores de microinfiltração foram apresentados pelo Dyract[®], seguido pelo Photac Fill Aplicap[®] e pelo Vitremer[®] que apresentaram resultados bem semelhantes, e tendo o Miracle-Mix[®] permitido a maior microinfiltração. Os autores relataram dificuldade em proporcionar corretamente o pó e o líquido do CIV Miracle-Mix[®], assim como na sua inserção, o que pode ter influenciado os resultados.

Com o objetivo de avaliar comparativamente a resistência à fratura e a microinfiltração de três CIV, Virmani *et al.* (1997) utilizaram 110 molares decíduos hígidos ou com mínimas lesões cáries, mantidos em água destilada. Cavidades classe II convencionais foram preparadas nesses dentes (exceto em 10 deles) e, então, 50 deles foram utilizados para o teste de microinfiltração e 60 para a avaliação da resistência à fratura. Os dentes utilizados para testar a microinfiltração foram alocados em cinco subgrupos, de acordo com o material restaurador: (1) verniz cavitário sob amálgama; (2) CIV convencional Fuji IX[®]; (3) CIV modificado por resina Fuji II LC[®]; (4) CIV modificado por resina Vitremer[®]; (5) Fuji IX[®] com um selante de superfície resinoso fotoativado. Confeccionadas as restaurações, os dentes foram submetidos a 100 ciclos de termociclagem a 4°C, 37°C e 55°C, após os quais permaneceram em corante rodamina B, por 24 h. Seguiu-se seccionamento mesio-distal das amostras e avaliação da microinfiltração em microscópio com luz fluorescente, pelo critério de escores. Já os dentes utilizados para a avaliação da resistência à fratura foram divididos em seis grupos: (1) dentes restaurados com verniz cavitário sob amálgama; (2) restaurados com Fuji IX[®]; (3) restaurados com Fuji II LC[®]; (4) dentes restaurados com Vitremer[®]; (5) dentes hígidos; (6) dentes preparados, porém não restaurados. Os dentes foram testados quanto a resistência à fratura em uma máquina de testes Universal[®]. Dentre os dentes restaurados, os que foram com o Fuji IX[®] apresentaram os valores mais altos de resistência à fratura. Os autores

atribuíram o fato à alta proporção pó/líquido do mesmo (3,6:1), o que melhora significativamente a dureza superficial, a resistência compressiva e a solubilidade do material. Em relação à microinfiltração, as restaurações que mais infiltraram foram as de amálgama, seguidas pelas de Fuji IX[®], com valores altos. O Fuji II LC[®] apresentou valores médios. Valores mínimos de microinfiltração foram apresentados pelo Vitremer[®] e pelo Fuji IX[®], quando este recebeu selante de superfície. Os autores relacionaram a maior microinfiltração do amálgama em relação aos ionômeros com o fato do primeiro material possuir coeficiente de expansão térmica muito diferente do dente, gerando uma pressão negativa na interface em temperaturas reduzidas, o que promove o ingresso de fluidos. Além disso, o amálgama, ao contrário do CIV, não tem adesão às estruturas dentais.

Pin *et al.* (1998) avaliaram a microinfiltração marginal em cavidades de classe II restauradas com CIV convencional (Fuji IX[®]/GC Corporation); CIV modificado por resina (Fuji II LC[®]/GC Corporation e Vitremer[®]/3M Dental Products) e resina modificada por poliácidos (Dyract[®]/De Trey-Dentsply). As cavidades foram preparadas nas faces mesiais e distais de 40 pré-molares humanos hígidos extraídos, com brocas de aço *carbide* em alta e baixa rotação. As dimensões foram padronizadas, sendo que a parede gengival se localizava 1 mm abaixo da junção cimento-esmalte. Cada dente foi montado em blocos de gesso, ladeados por dois outros dentes hígidos para reproduzir os pontos de contato. Foram utilizadas matrizes pré-fabricadas de poliéster estabilizadas por cunhas reflexivas (TDV Dental[®]). As cavidades foram restauradas com os quatro materiais restauradores (20 cavidades para cada). Após a etapa restauradora, os espécimes foram armazenados em água destilada a 37°C, por 24 h, quando receberam acabamento e polimento com pontas Shofu[®] (Shofu Inc.) e discos Sof-Lex[®] (3M Dental Products). Após a impermeabilização, procedeu-se a termociclagem, a 5 +/- 2°C e 55 +/- 2°C, 500 ciclos. Em seguida, os dentes foram imersos em solução aquosa de fuccina básica a 0,5%, por 24 h, a 37°C. Os espécimes foram seccionados longitudinalmente, no sentido mesio-distal. Foi utilizado um microscópio de medida (Mitutoyo[®] MFG.CO.LTD) com aumento de 30 vezes, para medir linearmente em μm a infiltração do corante ao longo da parede gengival das restaurações. O CIV convencional Fuji IX[®] apresentou a maior microinfiltração marginal em comparação a todos os outros grupos. Nenhum dos materiais testados foi capaz de impedir totalmente a microinfiltração, entretanto o CIV modificado por resina Vitremer[®] apresentou-a de maneira significativamente menor. Fuji II LC[®] (também CIV modificado por resina) e Dyract[®] (resina modificada por

poliácidos) mostraram um padrão de infiltração semelhante entre si e intermediário em relação aos demais. De acordo com os autores, os CIV modificados por resina podem apresentar resultados variáveis quando comparados aos convencionais, dependendo da metodologia empregada.

Rino *et al.* (1998) acreditavam que a utilização de um sistema adesivo de quarta geração antes da restauração com um CIV modificado por resina poderia diminuir a possibilidade de infiltração marginal da mesma. Para testar essa hipótese, confeccionaram 20 preparos cavitários tipo classe II, utilizando ponta adiamantada em alta rotação, com refrigeração de água, com término cervical em esmalte, em 10 molares decíduos hígidos. Os preparos foram divididos aleatoriamente em dois grupos, de acordo com o pré-tratamento aplicado à cavidade. No grupo (1), foram seguidas as instruções do fabricante do Vitremer[®] (3M): aplicação do *primer* por 30 s e fotopolimerização por mais 30 s. No grupo (2), foi empregado um sistema adesivo: condicionamento com ácido fosfórico a 35%, por 15 s, lavagem por 15 s, aplicação do *primer* e do adesivo (Scotchbond Multi-Use Plus[®]/3M) e fotopolimerização por 20 s. Ainda antes da restauração, as amostras foram fixadas a uma base de cera utilidade para possibilitar a adaptação de uma matriz de aço em porta-matriz Tofflemire[®]. O CIV modificado por resina (Vitremer[®]/3M) foi manipulado segundo recomendações dos fabricantes e inserido nas cavidades com seringa Centrix[®], adaptado e fotopolimerizado. O acabamento e o polimento foram realizados após 48 h de imersão em água destilada, com discos de lixa Sof-Lex[®] (3M). Em seguida, os dentes foram submetidos a 700 ciclos térmicos, em banhos de 30 s a 5°C e 55°C. Depois da termociclagem, as amostras foram impermeabilizadas imersas em solução de azul de metileno a 0,5%, pH 7,2, por 4 h. Os dentes foram, então, cortados para serem avaliados quanto ao grau de infiltração marginal, por cinco examinadores, utilizando escores. Os autores concluíram que nenhum dos dois pré-tratamentos cavitários foi capaz de impedir a microinfiltração, não havendo diferenças estatísticas entre os dois. De acordo com Rino *et al.*, a capacidade de selamento marginal poderia ser influenciada pela capacidade de adesão, propriedades mecânicas e alterações dimensionais durante o período de presa ou durante a função do material. A utilização de um sistema adesivo foi uma tentativa de aumentar a adesão material/dente, diminuindo, desta forma, a microinfiltração, mas isso não foi evidenciado.

Bussadori & Muench (1999) observaram, em seu estudo, grandes diferenças de microinfiltração entre materiais comumente utilizados para restauração de molares decíduos. Foram utilizados 40 molares decíduos com preparos cavitários

tipo classe II padronizados, com término cervical em esmalte, realizados com pontas adiantadas. A eles foram adaptadas matrizes transparentes em porta-matriz TDV[®], fixados com cera utilidade. Condicionamento com ácido fosfórico a 35%, por 15 s, foi feito em metade das cavidades. Os dentes foram divididos em quatro grupos, de acordo com o material restaurador: (1) aplicação de duas camadas de Prime Bond 2.1[®], fotopolimerização, inserção da resina modificada por poliácidos (Dyract[®]/Caulk Dentsply) com seringa, em porção única; (2) aplicação do *primer*, fotopolimerização, espatulação do CIV modificado por resina (Vitremer[®]/3M) e inserção na cavidade com seringa Centrix[®], em porção única; (3) aplicação do *primer* e adesivo, fotopolimerização, inserção incremental da resina composta (Z100[®]/3M); (4) colocação do CIV modificado por resina (Fuji II LC[®]/GC) espatulado em porção única, com seringa Centrix[®]. Todos os materiais foram fotopolimerizados por 40 s em cada face e, após 7 dias de imersão em água destilada, receberam acabamento com lâmina de bisturi, discos de lixa Super Snaps[®] (Shofu) e tiras de lixa (3M). Seguiu-se ciclagem térmica das amostras em 700 ciclos, temperatura a 5°C e 55°C, em banhos de 1 min. Após a termociclagem, os dentes foram impermeabilizados e imersos em solução de azul de metileno a 0,5%, pH 7,2, por 4 h. As amostras foram seccionadas no sentido mesio-distal e a avaliação da infiltração foi realizada por três examinadores calibrados com base em diapositivos, utilizando lupa com aumento de duas vezes e critério de escores. Os autores encontraram mínimos valores de microinfiltração para Dyract[®], valores médios para Vitremer[®] e Z100[®], sem diferença estatística entre os dois, e valores muito altos para o Fuji II LC[®]. O Fuji II LC[®] foi o único material influenciado pelo condicionamento ácido, que neste caso diminuiu significativamente os valores de microinfiltração. Os autores, ao confrontarem seus resultados com valores de resistência adesiva dos mesmos materiais determinados em estudos prévios, relataram que a retentividade do material à estrutura dentária talvez não fosse a condição decisiva em providenciar selamento marginal, mas sim uma contração de polimerização menor. Isso porque materiais com resistência adesiva considerada boa apresentaram grande microinfiltração.

Dias *et al.* (1999) avaliaram a microinfiltração de restaurações de classe V de um CIV modificado por resina (Vitremer[®]/3M), em dentes decíduos, utilizando dois tipos de pré-tratamento dentinário. Vinte dentes decíduos anteriores hígidos, armazenados em solução fisiológica, receberam preparos cavitários de classe V na face vestibular realizados com pontas adiantadas em alta rotação, refrigeradas com água, e foram aleatoriamente divididos em dois grupos, de acordo com o tratamento

oferecido à superfície cavitária antes da restauração. No grupo (1), seguiu-se as instruções do fabricante: aplicação do *primer* do Vitremer por 30 s e fotopolimerização por 20 s. No grupo (2), as superfícies de esmalte e dentina foram condicionadas com ácido fosfórico semi-gel a 10% (All-Etch-Bisco[®]) por 15 s, seguiu-se aplicação do *primer* e adesivo (sistema Scotchbond Multi-Use Plus[®]/3M) e fotopolimerização. O CIV modificado por resina foi espatulado, de acordo com as recomendações do fabricante, inserido com seringa Centrix[®] e fotopolimerizado. O acabamento e o polimento foram realizados com discos de lixa Sof-Lex[®] (3M), na mesma sessão. As amostras foram, então, armazenadas em água destilada por 48 h para, em seguida, serem submetidas a 500 ciclos térmicos, a 5°C e 55°C, com 30 s de imersão em cada banho. Os dentes foram, então, impermeabilizados e imersos em azul de metileno a 0,5%, pH 7,2, durante 4 h. Após o seccionamento longitudinal, no sentido vestibulo-lingual, o grau de infiltração marginal foi avaliado por cinco examinadores calibrados, utilizando o critério de escores. Os dois diferentes tratamentos realizados sobre os preparos cavitários foram incapazes de impedir a penetração do traçador na interface dente/CIV modificado por resina, e apresentaram altos valores de microinfiltração, sem diferença estatisticamente significativa entre eles.

Fritscher *et al.* (2000) avaliaram a microinfiltração de materiais ionoméricos em esmalte e dentina de dentes decíduos. Para tanto, foram utilizadas as faces proximais (mesial e distal) de 33 molares decíduos hígidos mantidos em água refrigerada por menos de 6 meses. Os preparos cavitários foram padronizados pelas dimensões da ponta adiamantada utilizada em alta rotação, envolviam a crista marginal e a parede gengival era estendida até a junção amelo-cementária. Foram confeccionadas matrizes de metal unitária rebitadas para os dentes e estes foram divididos em três grupos de acordo com o material restaurador: (1) Dyract AP[®]/De Trey-Dentsply (resina composta modificada por poliácidos); (2) F2000[®]/3M Co. (resina composta modificada por poliácidos); (3) Vitremer[®]/3M Co. (CIV modificado por resina). As restaurações foram executadas seguindo as orientações dos fabricantes e imediatamente acabadas e polidas com discos de lixa Sof-Lex Pop On[®]. As amostras permaneceram em água a 37°C por 24 h, sendo, então, termocicladas em 500 ciclos a 5°C e 55°C, com banhos de 30 s. Os ápices dos dentes, zona de furca e reabsorções radiculares foram selados com CIV Ketac-Fil[®] e uma camada de cola Super Bonder[®]. Foram aplicados, ainda, esmalte de unha e cera utilidade em todas as faces, com exceção de 0,5 mm em torno da restauração. Seguiu-se imersão das amostras em azul de metileno a 0,5%, a 37°C, por 24 h. Após seccionamento mesio-distal, as

amostras foram avaliadas quanto a microinfiltração pela penetração de corante, em microscópio ótico com aumento de 25 vezes. Na parede gengival, avaliou-se a microinfiltração em dentina e na oclusal em esmalte. O nível de penetração de corante foi avaliado pelo critério de escores. Nenhum dos materiais impediu completamente a microinfiltração. Os autores consideraram que o fato dos materiais terem sido utilizados de acordo com as instruções dos fabricantes e esses não preconizarem técnicas de utilização diferentes para dentes decíduos e permanentes poderia ter influenciado nos resultados, uma vez que existem diferenças na composição e na morfologia dos mesmos. O desempenho dos materiais foi diferente quando a microinfiltração foi analisada em esmalte ou em dentina. Os piores resultados foram apresentados pelo Dyract[®], em todas as situações. Em esmalte, o F2000[®] infiltrou menos, já em dentina, o Vitremer[®] apresentou melhores resultados.

Wilder Jr. *et al.* (2000) avaliaram os efeitos do acabamento/polimento com e sem refrigeração na microinfiltração de dois CIV modificados por resina e um CIV convencional. Relataram que o polimento dos CIV é complicado devido à natureza heterogênea do material: partículas vítreas duras embebidas em uma matriz relativamente macia. Trinta molares humanos, desinfectados em solução de cloramina a 1% e armazenados em água destilada, receberam preparo tipo classe V nas faces vestibular e lingual, ao nível da junção cimento/esmalte, realizados com brocas *carbide* em alta rotação, com refrigeração. Os dentes foram divididos em três grupos, de acordo com o material restaurador: (1) cavidades condicionadas com ácido poliacrílico a 10% (GC Dentin Conditioner[®]) e restauradas com Fuji II LC[®]/GC America (CIV modificado por resina), manipulado por 10 s em um manipulador mecânico VariMix II[®] (Dentsply Caulk), injetado diretamente e fotopolimerizado por 40 s; (2) aplicação por 30 s e fotopolimerização por 20 s do *primer* na cavidade, restauração com o Vitremer[®] (CIV modificado por resina), manipulado manualmente e inserido com seringa Centrix[®], fotopolimerização por 40 s; (3) condicionamento da cavidade com GC Dentin Conditioner[®], restauração com Fuji II[®]/GC America (CIV convencional encapsulado), manipulado no VariMix II[®], injetado diretamente na cavidade e protegido pelo verniz Fuji Coat LC[®] fotopolimerizado por 10 s. As restaurações foram polidas com uma série de quatro discos Sof-Lex[®] (3M Dental), sendo que em cada dente uma das restaurações foi polida com refrigeração abundante de água e a outra a seco. O polimento foi realizado imediatamente após a confecção das restaurações com Fuji II LC[®] e Vitremer[®] e 15 min após para as restaurações com Fuji II[®]. As amostras foram, então, impermeabilizadas e imersas em solução aquosa de nitrato de prata a 50%, por

2 h. Em seguida, foram imersas em solução reveladora sob luz fluorescente, por 6 h. Os dentes foram seccionados e avaliados em microscópio ótico com aumento de 40 vezes, pelo critério de escores. Os autores imaginavam que o polimento a seco poderia agravar a microinfiltração, no entanto, não encontraram diferenças estatisticamente significantes entre os valores de microinfiltração obtidos quando o polimento foi realizado a seco ou com refrigeração, para cada grupo experimental. Todos os materiais apresentaram baixos valores de microinfiltração nas margens em esmalte e, nas margens em cimento, o Fuji II[®] apresentou microinfiltração severa.

Yap *et al.* (2000) investigaram o efeito de diferentes técnicas de polimento na microinfiltração de restaurações de CIV e de CIV modificado por resina. Utilizaram 80 dentes posteriores humanos, recentemente extraídos, desinfetados em solução de formalina a 10% e armazenados em água destilada a 4°C. Cavidades de classe V foram preparadas na junção cimento-esmalte da face vestibular destes dentes, de maneira que a margem oclusal estivesse em esmalte e a cervical em cimento. Randomicamente, os 80 dentes foram alocados em dois grupos, restaurados com CIV (Fuji II Capsule[®]/GC Corporation) e com CIV modificado por resina (Fuji II LC Capsule[®]/GC Corporation), manipulados por 10 s em um manipulador Promix[®] (Dentsply). Antes das restaurações, as cavidades foram limpas com pedra pomes e água e condicionadas por 10 s com Cavity Conditioner[®]/GC Corporation. Foram aguardados 3 min para a presa do CIV convencional e o CIV modificado por resina foi polimerizado por 40 s. Uma camada de selante resinoso de superfície (Fuji Coat LC[®]/GC Corporation) foi passada sobre todas as restaurações e fotopolimerizado por 10 s. Os dentes foram armazenados por uma semana em água destilada a 37°C, quando foram removidos os excessos das restaurações com brocas adiantadas para acabamento, com refrigeração de água, e subdivididos em 4 grupos, de acordo com o sistema de acabamento e polimento: (1) brocas adiantadas para acabamento (MFS[®]/Premier Dental Products Co.), em duas granulações diferentes, em alta rotação e com refrigeração de água; (2) discos de lixa Sof-Lex[®] (3M Dental Products Co.) em baixa rotação, a seco; (3) pontas para acabamento e polimento de resinas (Enhance[®]/Dentpy), em baixa rotação, a seco ou com pasta de polimento; (4) pontas para polimento de resinas do Kit Shofu[®] (Shofu) em baixa rotação, com e sem refrigeração de água. Os dentes foram impermeabilizados e imersos em solução aquosa de fuccina básica a 0,5%, a 37°C, por 24 h. Após seccionadas, as amostras foram examinadas em um estereomicroscópio com 40 vezes de aumento, por dois ou três examinadores, no caso de discordância. Foi utilizado o método de escores para

avaliar a microinfiltração. Para o CIV convencional, a microinfiltração nas margens em esmalte foi pouco influenciada pelo método de polimento, porém, nas margens em dentina a microinfiltração foi significativamente afetada, com valores bem mais altos quando o polimento foi executado em alta rotação. De acordo com os autores, a adesão relativamente fraca entre CIV convencional e a dentina pode ser negativamente afetada pelo polimento em alta rotação. Além disso, a superfície áspera das brocas adiantadas para acabamento parece prejudicar a estrutura da camada subjacente do CIV, destruindo a matriz de poligel. Independente do sistema de polimento, para o CIV convencional as margens em dentina apresentaram sempre valores mais altos de microinfiltração em relação às margens em esmalte. Segundo os autores, isso se deve à adesão mais forte apresentada pelo CIV ao esmalte (maior conteúdo mineral e morfologia mais homogênea) em relação à dentina. Outra possível explicação seria através do coeficiente de expansão térmica linear (CETL): o CETL do CIV convencional era de 11,0 ppm/°C, o do esmalte era de 11,4 ppm/°C e o da dentina era de 8,3 ppm/°C. Assim, a desigualdade entre os coeficientes do CIV e da dentina faria com que os dois se expandissem de maneira desigual quando aquecidos pelo polimento, aumentando a microinfiltração. Os autores ainda ressaltaram que os discos Sof-Lex®, por representarem uma técnica totalmente seca, sem resfriamento, poderiam gerar calor suficiente para prejudicar a adaptação marginal, principalmente no CIV modificado por resina que apresentava um CETL de 31,5 ppm/°C. O estresse gerado no polimento parece ser aliviado pela posterior sorção de água, tanto para o CIV convencional quanto para o modificado por resina.

Bijella *et al.* (2001) avaliaram quantitativamente a microinfiltração marginal em restaurações confeccionadas com um CIV modificado por resina e duas resinas compostas. Cavidades de classe II padronizadas, com término cervical localizado 1 mm abaixo da junção amelo-cementária foram confeccionadas nas superfícies proximais de 60 pré-molares humanos hígidos, que foram divididos randomicamente em três grupos, de acordo com o material restaurador empregado: grupo (1) CIV modificado por resina Vitremer®/3M; grupo (2) resina composta “semi-condensável” Ariston pHc®/Vivadent e grupo (3) resina composta “condensável” Filtek P-60®/3M. Os materiais foram utilizados de acordo com as instruções dos fabricantes. As amostras foram, então, imersas em água deionizada a 37°C, por 24 h, quando metade das amostras de cada grupo foi submetida a 500 ciclos de termociclagem, com banhos de 15 s, a 5 +/- 2°C e 55 +/- 2°C, em água destilada. A outra metade permaneceu em água deionizada, a 37°C. Nesse momento, todos os dentes foram impermeabilizados

e imersos em solução aquosa de fuccina básica a 0,5%, por 24 h, a 37°C. Em seqüência, foram lavados por 24 h em água corrente. Para a avaliação da microinfiltração, os dentes foram seccionados no sentido mesio-distal, produzindo 4 a 5 secções por dente. Cada secção foi escaniada duas vezes, o que resultou em oito superfícies de cada amostra para análise. A penetração do corante na interface foi medida no programa de computador Imagetools. Foram feitas duas análises: considerando os valores médios de microinfiltração e considerando o valor mais alto para cada dente. Neste trabalho, nenhum dos materiais estudados foi capaz de prevenir totalmente a infiltração marginal, embora tenha havido diferenças estatísticas entre eles. O Vitremer[®] apresentou os valores mais baixos de microinfiltração, seguido pelas resinas P-60[®] e Ariston pHc[®]. Em relação à termociclagem, embora ela tenha aumentado a microinfiltração para todos os materiais, esse aumento não foi estatisticamente significativo. Dentre os métodos usados para avaliar a microinfiltração, considerar os valores máximos pareceu ser mais interessante, uma vez que, de acordo com os autores, detectava mais precisamente a microinfiltração.

Raggio *et al.* (2002) avaliou a microinfiltração de cinco CIV restauradores nas paredes cervical e oclusal de cavidades de classe V na face vestibular de 50 caninos decíduos hígidos, armazenados em água de abastecimento. Preparos cavitários com dimensões padronizadas foram confeccionados com pontas adiantadas sob refrigeração, em alta rotação, de maneira que todas as margens localizavam-se em esmalte. Os dentes foram divididos aleatoriamente em 5 grupos e restaurados da seguinte maneira: grupo (1) aplicação do líquido do Fuji IX[®] (G.C. Corp.) por 10 s, lavagem e secagem, inserção do Fuji IX[®] na cavidade; grupo (2) restauração com o Vidrion N[®] (S.S. White), após o condicionamento da cavidade com condicionador de dentina do próprio fabricante por 30 s, lavagem e secagem; grupo (3) restauração com Chem Flex[®] (Dentsply), após a cavidade ser condicionada por 15 s com o próprio líquido do material, lavada e secada; grupo (4) o líquido do Ketac Molar ART[®] (ESPE) foi aplicado na cavidade e seco, sem ter sido lavado, em seguida, o Ketac Molar ART[®] foi inserido; grupo (5) aplicação do condicionador de dentina por 30 s, lavagem e secagem, restauração com o Vidrion R[®] (S.S. White). Os materiais foram utilizados de acordo com as instruções dos fabricantes, foram inseridos nas cavidades com espátulas e protegidos superficialmente com os próprios vernizes, com exceção do Ketac Molar ART que foi protegido com uma camada de esmalte de unha incolor. Após os procedimentos restauradores, os dentes foram mantidos em água de abastecimento, a 37°C, por 24 horas, quando foram submetidos a 700 ciclos térmicos,

com banhos de 1 min a temperaturas de 5°C e 55°C, e intervalos de 15 s. Em seqüência, foram impermeabilizados e imersos em corante azul de metileno a 0,5%, pH 7,2, por 4 h. As amostras foram seccionadas no sentido vestibulo-lingual e a microinfiltração foi avaliada através de cópias fotográficas em papel realizadas em estereomicroscópio com aumento de 15 vezes, por três examinadores calibrados, utilizando o critério de escores. Os materiais apresentaram comportamentos semelhantes quanto ao grau de microinfiltração, com exceção do Ketac Molar® na parede cervical, o qual demonstrou maior grau de microinfiltração, sendo estatisticamente diferente dos demais. Nenhum material foi capaz de impedir totalmente a microinfiltração e esta foi maior nas paredes cervicais que nas paredes incisais.

Silva *et al.* (2002) compararam a infiltração marginal *in vitro* de restaurações realizadas com dois CIV para restauração Vidrion R® (de manipulação manual) e Vidrion R Caps® (de manipulação mecânica) utilizados no tratamento restaurador atraumático. Para tanto, selecionaram 20 caninos decíduos nos quais foram preparadas cavidades de classe V com 2 mm de largura, 3 mm de altura e 1,5 a 2 mm de profundidade. As cavidades foram restauradas com um dos dois CIV, de acordo com as recomendações dos fabricantes. Após o armazenamento em água por 24 h, os dentes tiveram seus ápices vedados com resina epóxica Araldite de presa ultra rápida e as demais superfícies cobertas com duas camadas de esmalte cosmético, deixando expostas apenas as margens das restaurações. Em seguida, foram mergulhados por 4 h em solução de azul de metileno a 0,5%, pH 7,2, lavados por 1 min e secos. Para avaliação da penetração de corante, os espécimes foram seccionados ao meio com disco de *carborundum*. Os resultados mostraram que não houve diferença estatística entre os materiais, tanto para a parede cervical quanto para a parede incisal. Os autores concluíram que o Vidrion R® e o Vidrion R Caps® apresentaram comportamento semelhante em relação ao grau de microinfiltração marginal.

2.4 Considerações sobre o encapsulamento do CIV e comparações entre CIV manipulados manual e mecanicamente

Bass & Wing (1988) estudaram a manipulação de CIV restauradores encapsulados. Relataram que a disponibilização dos CIV restauradores em cápsulas permitiu uma boa padronização no que tange a um ponto crítico do material: o proporcionamento pó/líquido. Ressaltaram a necessidade de se estimar o tempo de trabalho efetivo do CIV, pois uma manipulação além desse tempo poderia reduzir significativamente a adesão do material à estrutura dentária, assim como reduzir a resistência, aumentar a solubilidade e abreviar o colapso da restauração. Sugerem a estimativa do tempo de trabalho através da avaliação da “perda de brilho” do material manipulado. Afirmaram que o tempo de trabalho dos CIV encapsulados está associado ao tempo de mistura/manipulação e à velocidade de vibração do manipulador mecânico. Consideraram a velocidade de vibração do manipulador como sendo o fator mais crítico uma vez que a mistura é produzida através de energia cinética, de modo que o tempo requerido para a manipulação seria indiretamente proporcional ao quadrado da velocidade.

Gee & Pearson (1993) avaliaram o efeito da velocidade de manipulação nas propriedades mecânicas de três CIV restauradores encapsulados. Foram utilizados os CIV Opusfil[®] (Schottlander), Chemfil[®] (De Trey Dentsply Ltd) e Ketac-Fil Aplicap[®] (ESPE), manipulados em quatro diferentes velocidades através do uso de manipuladores diferentes: (1) Silamat[®]/Ivoclar-Vivadent (4650 cpm), (2) Silamat adaptado (4000 cpm), (3) Capsule Mixer[®]/Schottlander (4375 cpm), (4) Dentomat[®]/Degussa (2730 cpm). Foram também avaliados os pesos do pó e do líquido em cada cápsula através da desmontagem das mesmas e pesagem individual de cada componente. Não foram encontradas diferenças significantes nos tempos de trabalho e de presa de cada material devido à variação na velocidade de manipulação. A resistência compressiva após 24 h do Ketac-Fil[®] foi aumentada de forma significativa com o aumento da velocidade de manipulação, o que não foi verificado para os outros dois CIV. Já a resistência compressiva após 7 dias não foi afetada pela variação da velocidade em nenhum dos materiais. Os autores chamaram a atenção para o fato de que a resistência compressiva verificada neste trabalho para dois dos CIV encapsulados (Opusfil[®] e Chemfil[®]) ter sido menor do que a comumente relatada resistência compressiva de seus correspondentes de manipulação manual. Relacionaram esse resultado às mudanças na composição dos materiais necessárias para viabilizar uma adequada manipulação em cápsulas, como a utilização do ácido

poliacrílico com peso molecular menor ao invés de água. Um achado interessante foi que as proporções pó/líquido encontradas para cada cápsula dos três materiais foram diferentes das relatadas pelos fabricantes. No entanto, as variações entre cápsulas de um mesmo material foram pequenas.

Segundo Verbeeck *et al.* (1993), os tempos de trabalho e de presa dos CIV, assim como suas propriedades químicas e físicas, dependiam de vários fatores como a composição do pó e do ácido utilizados em sua formulação; o tamanho das partículas de vidro do pó; a proporção entre seus constituintes na mistura; e o método de manipulação. Embora a maioria deste fatores seja determinada pelo fabricante, em se tratando de um CIV convencional de manipulação manual o dentista ainda poderia controlar o processo de manipulação e, de certa forma, também a proporção de seus constituintes através do proporcionamento pó/líquido. Como o correto proporcionamento e a manipulação manual eram complicados, podendo introduzir uma série de variações nas propriedades finais do CIV, foram lançados os CIV encapsulados. Os autores avaliaram se a variabilidade na liberação de fluoretos poderia ser reduzida utilizando-se um CIV restaurador encapsulado ao invés de um CIV disponível em frascos, porém com a mesma formulação. Foi utilizado o Fuji II[®] (GC Dental Industrial Corporation), manipulado manualmente na proporção pó/líquido de 2,7:1 (g/g), por 30 s e o Fuji Cap II[®] (GC Dental Industrial Corporation), manipulado por 10 s num manipulador mecânico Silamat[®] (Vivadent). Foram registradas as quantidades de flúor liberadas pelos CIV em água após 1,2,3,7 e 14 dias, medidas por cromatografia iônica (Dionex Ion Chromatograph 212i[®]). O CIV encapsulado apresentou uma variabilidade na liberação de fluoretos cerca de 3 vezes maior que a apresentada pelo CIV manipulado manualmente. No entanto, o valor médio de flúor liberado em cada um dos tempos analisados foi significativamente maior para o CIV encapsulado quando comparado ao manipulado manualmente. Os autores concluíram que o método de manipulação influenciava dramaticamente a liberação de flúor imediata e a longo prazo.

Kilpatrick *et al.* (1994) investigaram se seria possível aumentar a velocidade de presa do CIV aumentando o tempo de manipulação mecânica do mesmo e até que limite de velocidade de manipulação isso seria viável. Como os CIV convencionais apresentam um tempo de presa de aproximadamente 3 a 5 min e necessitam ser protegidos da contaminação com saliva durante esse período para que não percam em suas propriedades físicas, os autores consideraram interessante que se pudesse reduzir esse tempo de presa, principalmente na Odontopediatria. De

acordo com os autores, os CIV encapsulados, além de apresentarem tempo de presa reduzido, também permitem certo controle através da variação do tempo de manipulação. Foram testados cinco CIV encapsulados: dois restauradores convencionais (Ketac Fil Aplicap[®]/Espe GmbH e Chemfil II[®]/De Trey Dentsply Dental Products), um reforçado por prata (Ketac Silver Aplicap[®]/Espe GmbH) e dois CIV para base e forramento (Ketac Bond Aplicap[®]/Espe GmbH e Baseline[®]/De Trey), manipulados em condições ideais de laboratório, num manipulador mecânico (Silamat[®]) nos diferentes tempos: 8 s, 10 s, 12 s, 14 s e 16 s. Os autores não conseguiram estabelecer nenhum tipo de correlação entre tempo de manipulação e tempo de presa para nenhum dos CIV estudados. Manter a cápsula em geladeira (+/- 4°C) por 24 h antes do uso aumentou ligeiramente o tempo de trabalho (como nos CIV de manipulação manual) e aumentou significativamente o tempo de presa (ao contrário do que acontece com os CIV de manipulação manual, para os quais a refrigeração da placa de manipulação não altera o tempo de presa final), o que não foi considerado interessante. De acordo com os autores, temperaturas baixas reduzem a taxa de reação (e assim a formação do cimento não se inicia imediatamente) e neutralizam parte da energia cinética adquirida durante o processo de manipulação mecânica do material.

Em um trabalho semelhante ao de Gee & Pearson (1993), Rupp *et al.* (1996) avaliaram o efeito da variação da velocidade de manipulação nas propriedades físicas de dois CIV para cimentação encapsulados: Ketac-Cem Maxicap[®] (ESPE GmbH) e Fuji Cap I[®] (GC Dental Corporation). De acordo com os autores, a obtenção de uma manipulação adequada de CIV encapsulados depende do correto desempenho do manipulador, cuja velocidade de trabalho pode variar em decorrência de sua idade, da voltagem elétrica e até em função do peso da cápsula. Neste estudo, todas as cápsulas foram manipuladas de acordo com as instruções dos fabricantes, por 10 s, a 23 +/- 2°C, num manipulador mecânico (Kerr Automix Computerized Mixing System[®]/Kerr Mfg Co). Foram utilizadas as seguintes velocidades de manipulação: 3000 cpm, 3500 cpm, 4000 cpm e 4500 cpm. Os resultados do estudo mostraram que variações na velocidade de manipulação entre 3500 e 4500 cpm não afetaram de forma significativa os valores de resistência compressiva e de espessura de película, tanto para o Ketac-Cem Maxicap[®] quanto para o Fuji Cap I[®]. No entanto, os tempos de trabalho e de presa dos dois materiais foram aumentados quando se diminuiu a velocidade de manipulação. Rupp *et al.* relataram que velocidades mais altas permitiriam a completa mistura do pó e do líquido, além de aumentar a temperatura, o

que levaria a uma reação química mais rápida. Os autores evidenciaram freqüentemente a extrusão de pó não misturado antes da extrusão do cimento pelo bico da cápsula, quando foi utilizada a velocidade de 3000 cpm, e relacionaram o fato à utilização de uma velocidade muito baixa, que forneceria uma energia insuficiente para permitir uma adequada mistura dos componentes, diminuindo assim a relação pó/líquido, o que poderia prejudicar as propriedades físicas do cimento final.

Brooks *et al.* (1997) avaliaram os efeitos da manipulação (mecânica ou manual) na liberação de flúor de um CIV restaurador convencional (Fuji II[®]; GC Dental Industrial Corp.) e de um CIV modificado por resina (Fuji II LC[®]; GC Dental Industrial Corp.). Os CIV foram manipulados manualmente por 60 s (seis espécimes para cada CIV) ou manipulados em uma cápsula plástica utilizando um manipulador (Varimix III[®]/L.D.Caulk Co.) por 10 s (mais seis espécimes para cada CIV). A mesma proporção pó/líquido foi utilizada na manipulação manual e mecânica, que foi a sugerida pelo fabricante. A quantidade de flúor liberado por cada espécime nos períodos de 1, 2, 3, 4, 5, 6, 7, 14, 21 e 28 dias após o início da manipulação foi mensurado e registrado. A taxa diária de liberação de fluoretos e a taxa acumulada nos 28 dias foi calculada. Os autores concluíram que o método de manipulação só influenciou de maneira significativa a liberação de fluoretos pelo CIV convencional Fuji II[®], que liberou uma quantidade estatisticamente maior de flúor quando manipulado mecanicamente em relação ao manipulado manualmente.

Mitchell & Douglas (1997) mediram a área da porosidade superficial, a percentagem de porosidade, a área média da superfície de pequenas e grandes bolhas e o diâmetro de bolhas grandes de quatro CIV, dois disponíveis em frascos (Fuji I[®]/GC International e Ketac-Cem[®]/ESPE) e dois encapsulados (Fuji Cap I[®]/GC International e Ketac-Cem Maxicap[®]/ESPE). Os materiais foram manipulados de acordo com as instruções dos fabricantes. Os resultados mostraram que os cimentos encapsulados apresentaram área de porosidade superficial, número e diâmetro das grandes bolhas significativamente menores que os CIV equivalentes de manipulação manual do mesmo fabricante. No entanto, não foram encontradas diferenças significantes nos parâmetros relacionados às pequenas bolhas.

Mitchell *et al.* (1998) testaram quatro CIV convencionais para cimentação (dois disponíveis em frascos e dois encapsulados) para verificar se o método de manipulação do CIV poderia afetar os resultados obtidos em testes de retenção. Foram cimentados 200 bastões de aço inox dentro de cilindros também de aço inox

com os quatro CIV: Fuji I[®]/GC International (em frascos), Ketac-Cem[®]/ESPE (em frascos), Fuji Cap I[®]/GC International (encapsulado) e Ketac-Cem Maxicap[®]/ESPE (encapsulado). A carga máxima empregada antes da fratura das amostras era registrada para análise e comparação. Os autores imaginavam que os materiais encapsulados apresentariam melhores resultados, pois permitiriam um melhor proporcionamento do pó e do líquido. Os resultados demonstraram que os CIV fornecidos em cápsulas realmente eram capazes de resistir a forças/cargas bem maiores do que as suportadas pelos CIV disponíveis em frascos, antes de falharem.

Navarro & Pascolatto (1998), em sua revisão, teceram considerações sobre a apresentação comercial do CIV convencional, que pode ser em frascos sob a forma de pó e líquido ou acondicionado em cápsulas. O pré encapsulamento, de acordo com as autoras, proporciona uma maior padronização dos constituintes do pó e do líquido, que não ficam sujeitos à acomodação que ocorre durante a armazenagem e que prejudicaria uma ideal homogeneização na hora do uso. Além disso, a manipulação mecânica aumenta a reação entre o líquido e as partículas de vidro, resultando em maior quantidade de matriz e menor volume de partículas não reagidas. Permite, também, uma perfeita proporção pó/líquido ou até a inclusão de uma maior quantidade de pó ao mesmo volume de líquido quando comparado aos cimentos manipulados manualmente, com melhora das propriedades físicas. A manipulação com a utilização de cápsulas é também mais rápida e prática, com facilidade de inserção pois, muitas vezes, o material é inserido a partir da própria cápsula. No entanto, ainda segundo os autores, essa forma de apresentação do material possui um custo mais elevado.

Nomoto & McCabe (2001) avaliaram o efeito do método de manipulação na resistência compressiva e na porosidade do CIV. Foram testados dois tipos diferentes de CIV, Ketac-Cem[®]/ESPE (para cimentação) e Ketac-Molar[®]/ESPE (para restauração). Para o Ketac-Cem[®], dois tipos de produto encapsulado (Aplicap e Maxicap) foram comparados com o material em frascos. Para o Ketac-Molar[®], um produto encapsulado foi comparado a um produto equivalente em frascos. Todos os materiais foram manipulados de acordo com as instruções dos fabricantes. Os CIV encapsulados foram misturados por vibração vigorosa em um CAPMIX[®] (ESPE) ou por rotação no RotoMix[®] (ESPE), novo dispositivo que os autores imaginavam introduzir menos bolhas no material. Algumas das amostras manipuladas por rotação foram, em seguida, centrifugadas. Vinte amostras para cada material/método de manipulação foram preparadas e testadas quanto à resistência compressiva após 24 h em uma

máquina de testes Instron 5567. Ao autores concluíram que o método de manipulação teve influência significativa na resistência compressiva do material. Para o Ketac-Cem[®], a manipulação manual proporcionou valores significativamente mais altos de resistência compressiva. Já para o Ketac-Molar[®], a resistência compressiva foi significativamente menor quando manipulado manualmente em relação à manipulação mecânica, independente se por vibração ou rotação. Foram verificadas incorporação de bolhas em todas as amostras e baixos valores de resistência compressiva foram associados a presença de grandes porosidades. Ainda segundo Nomoto & McCabe, embora o método de manipulação possa influenciar substancialmente as propriedades do CIV, a correlação não é simples. Há variações na influência causada pelo tipo de manipulação nas propriedades entre materiais diferentes, mesmo quando se tratam de materiais do mesmo grupo e do mesmo fabricante.

3 OBJETIVOS

3.1 Objetivo geral

Esse estudo se propôs a avaliar o efeito do método de manipulação do CIV restaurador convencional na microinfiltração cervical de restaurações de classe II, em molares decíduos, *in vitro*.

3.2 Objetivos específicos

1. Avaliar, *in vitro*, a microinfiltração de quatro cimentos de ionômero de vidro restauradores convencionais na margem cervical de restaurações de classe II, em molares decíduos;
2. avaliar a influência da manipulação manual e mecânica no resultado final de microinfiltração na parede gengival de cavidades classe II de molares decíduos restaurados com CIV convencional, *in vitro*;
3. avaliar se o método de manipulação influencia da mesma forma dois CIV restauradores convencionais que apresentavam uma versão em frascos (pó e líquido) e outra encapsulada sob o mesmo nome;
4. comparar o desempenho de um CIV restaurador convencional nacional, e portanto mais acessível tanto financeiramente quanto por disponibilidade no mercado, ao desempenho de um CIV restaurador convencional importado com elevada proporção pó/líquido, frente à microinfiltração.

4 HIPÓTESES

1. Restaurações com CIV convencional em cavidades de classe II, em molares decíduos extraídos, apresentam alguma microinfiltração cervical.
2. A manipulação mecânica do CIV melhora suas propriedades gerais, portanto diminui a microinfiltração das restaurações realizadas com esse material.
3. O método de manipulação influencia da mesma maneira duas diferentes marcas comerciais de CIV, em relação à microinfiltração cervical.
4. Um CIV com anúncio de propriedades melhoradas pela alta proporção pó/líquido (GC Fuji IX[®]) apresenta menor microinfiltração, independente do método de manipulação utilizado.

6 RESULTADOS

6.1 Concordância entre leitores

Os valores de concordância inter-leitores obtidos através da utilização do teste Kappa podem ser vistos na TAB. 3.

TABELA 3
Concordância Kappa para os três leitores

Par de leitores	Secção	Kappa	Valor-p
Leitor 1 – Leitor 2	A	0,632	0,000
	B	0,598	0,000
	C	0,616	0,000
	D ¹	-	-
	Geral	0,614	0,000
Leitor 1 – Leitor 3	A	0,611	0,000
	B	0,769	0,000
	C	0,782	0,000
	D ¹	-	-
	Geral	0,711	0,000
Leitor 2 – Leitor 3	A	0,727	0,000
	B	0,773	0,000
	C	0,842	0,000
	D	0,759	0,000
	Geral	0,773	0,000

¹ O valor desta concordância não pôde ser calculado porque, para o leitor 1, na secção D, não houve nenhuma leitura com o escore 2, tornando a tabela de cruzamento não simétrica.

Através do confronto dos dados das TAB. 2 e 3, pode-se afirmar que a concordância entre os três leitores foi boa ($0,61 < \text{Kappa} < 0,80$), tanto quando a análise foi realizada para cada uma das quatro secções separadamente, quanto quando todas as secções foram analisadas em conjunto.

6.2 Análise descritiva

A TAB. 4 apresenta a frequência dos escores de microinfiltração para cada condição experimental. Foram obtidos altos índices de microinfiltração cervical para todos os CIV avaliados, em restaurações de classe II, em molares decíduos. O material com melhor desempenho foi o Vidrion R Caps[®] (apenas 30,0% das amostras com microinfiltração severa e 62,5% com microinfiltração leve ou ausente). O pior desempenho foi do GC Fuji IX[®] (94,1% das amostras restauradas com este material apresentaram microinfiltração severa).

TABELA 4

Escores de microinfiltração para cada material

Escore de Microinfiltração	Manipulação Mecânica				Manipulação Manual			
	Vidrion R Caps [®] (SG 1A)		GC Fuji IX [®] GP FAST [®] (SG 1B)		Vidrion R [®] (SG 2A)		GC Fuji IX [®] (SG 2B)	
	n	%	n	%	n	%	n	%
0	11	27,5	3	7,1	0	-	1	2,9
1	14	35,0	6	14,3	4	11,8	0	-
2	3	7,5	4	9,5	1	2,9	1	2,9
3	12	30,0	29	69,0	29	85,3	32	94,1
Total	40	100,0	42	100,0	34	100,0	34	100,0

Quando foram avaliadas conjuntamente a versão de manipulação manual e a versão de manipulação mecânica de cada material, pôde-se observar (TAB. 5) que o maior percentual de escore máximo (três) para microinfiltração cervical foi apresentado pelo GC Fuji IX[®] (80,3% contra 55,4% para o Vidrion R[®]).

Através da TAB. 6, pode-se observar que o maior percentual de escore máximo (três) para microinfiltração cervical foi encontrado quando utilizado o método de manipulação manual (89,7% contra 50% para a manipulação mecânica).

TABELA 5

**Escores de microinfiltração para cada material
(duas formas de manipulação analisadas em conjunto)**

Escore de microinfiltração	Material (CIV)					
	Vidrion R® (SG 1A + SG 2A)		GC Fuji IX® (SG 1B + SG 2B)		Total	
	n	%	N	%	n	%
0	11	14,9	4	5,3	15	10,0
1	18	24,3	6	7,9	24	16,0
2	4	5,4	5	6,6	9	6,0
3	41	55,4	61	80,3	102	68,0
Total	74	100,0	76	100,0	150	100,0

TABELA 6

Escores de microinfiltração para cada método de manipulação

Escore de microinfiltração	Método de Manipulação					
	Mecânica (SG 1A + SG 1B)		Manual (SG 2A + SG 2B)		Total	
	n	%	n	%	n	%
0	14	17,1	1	1,5	15	10,0
1	20	24,4	4	5,9	24	16,0
2	7	8,5	2	2,9	9	6,0
3	41	50,0	61	89,7	102	68,0
Total	82	100,0	68	100,0	150	100,0

Não existiu diferença entre as secções quanto ao percentual de escores máximos (três), estando todos os valores entre 66% e 70%, como pode ser verificado na TAB. 7.

Para a aplicação do teste de Wilcoxon, foi necessário parear as mostras, de maneira que n passou a ser igual a 21 em todos os subgrupos. As porcentagens para amostras pareadas podem ser vistas nas tabelas 8, 9, 10 e são semelhantes às obtidas para a amostra total.

TABELA 7

Escores de microinfiltração para cada secção

Escore de micro-infiltração	Secção									
	A		B		C		D		Total	
	n	%	n	%	n	%	n	%	n	%
0	6	11,3	6	10,2	1	4,5	2	12,5	15	10,0
1	8	15,1	9	15,3	5	22,7	2	12,5	24	16,0
2	2	3,8	5	8,5	1	4,5	1	6,3	9	6,0
3	37	69,8	39	66,1	15	68,2	11	68,8	102	68,0
Total	53	100,0	59	100,0	22	100,0	16	100,0	150	100,0

TABELA 8

Escores de microinfiltração para cada material (amostras pareadas)

Escore de Microinfiltração	Manipulação Mecânica				Manipulação Manual			
	Vidrion R Caps® (SG 1A)		GC Fuji IX ^{GP} FAST® (SG 1B)		Vidrion R® (SG 2A)		GC Fuji IX® (SG 2B)	
	n	%	n	%	n	%	n	%
0	4	19,0	2	9,5	0	0,0	0	0,0
1	9	42,9	2	9,5	2	9,5	0	0,0
2	1	4,8	2	9,5	1	4,8	1	4,8
3	7	33,3	15	71,5	18	85,7	20	95,2
Total	21	100,0	21	100,0	21	100,0	21	100,0

TABELA 9

Escores de microinfiltração para cada material

(duas formas de manipulação analisadas em conjunto / amostras pareadas)

Escore de microinfiltração	Material (CIV)					
	Vidrion R [®] (SG 1A + SG 2A)		GC Fuji IX [®] (SG 1B + SG 2B)		Total	
	n	%	N	%	n	%
0	4	9,5	2	4,8	6	7,1
1	11	26,2	2	4,8	13	15,5
2	2	4,8	3	7,1	5	6,0
3	25	59,5	35	83,3	60	71,4
Total	42	100,0	42	100,0	84	100,0

TABELA 10

Escores de microinfiltração para cada método de manipulação
(amostras pareadas)

Escore de microinfiltração	Método de Manipulação					
	Mecânica (SG 1A + SG 1B)		Manual (SG 2A + SG 2B)		Total	
	n	%	n	%	n	%
0	6	14,3	0	0,0	6	7,1
1	11	26,2	2	4,8	13	15,5
2	3	7,1	2	4,8	5	6,0
3	22	52,4	38	90,5	60	71,4
Total	42	100,0	42	100,0	84	100,0

6.3 Comparações entre os subgrupos

Uma análise para comparação das medianas dos escores de microinfiltração cervical para cada uma das secções forneceu um valor-p igual a 0,994 para o teste não-paramétrico de Kruskal-Wallis, indicando que não existiu diferença entre as secções quanto a esta variável. Portanto, análises separadas para cada uma das secções não foram realizadas, pois os resultados que poderiam ser obtidos não indicariam diferenças reais.

A TAB. 11 apresenta os resultados do teste não-paramétrico de Mann-Whitney para comparação entre os valores de microinfiltração cervical obtidos pelos materiais de diferentes métodos de manipulação.

TABELA 11

Resultados do teste de Mann-Whitney para comparações entre os subgrupos

Variável	Subgrupos comparados	Valor-p	Significância	Menores escores de Microinfiltração
Método de Manipulação	CIV GC Fuji IX [®] (SG 1B) x (SG 2B)	0,007	SE*	Manipulação Mecânica
	CIV Vidrion R [®] (SG 1A) x (SG 2A)	0,000	SE*	Manipulação Mecânica
	Total (SG 1A + SG2A) x (SG 1B + SG 2B)	0,000	SE*	Manipulação Mecânica

SE* = significância estatística.

Quando os materiais foram analisados em conjunto, pode-se afirmar que existiu diferença altamente significativa ($p=0,000$) nos escores de microinfiltração cervical entre os materiais de manipulação manual e os de manipulação mecânica, sendo os últimos os que apresentaram os menores valores.

Quando foram analisados apenas o GC Fuji IX[®] e o GC Fuji IX_{GP FAST}[®], o CIV manipulado mecanicamente (GC Fuji IX_{GP FAST}[®]) também apresentou escores de microinfiltração cervical significativamente menores ($p=0,007$) que os valores apresentados pelo seu correspondente manipulado manualmente (GC Fuji IX[®]). Resultados semelhantes foram encontrados na análise do comportamento do Vidrion R[®] e do Vidrion R Caps[®] frente à microinfiltração cervical: menores valores apresentados pelo CIV de manipulação mecânica (Vidrion R Caps[®]) em relação ao CIV de manipulação manual (Vidrion R[®]), com diferença estatisticamente significativa ($p=0,000$).

Portanto, a manipulação mecânica proporcionou menores escores de microinfiltração cervical, independente do material utilizado.

Os resultados do teste pareado de Wilcoxon para comparação dos resultados de microinfiltração apresentados pelos dois diferentes CIV podem ser vistos na TAB. 12.

TABELA 12

Resultados do teste de Wilcoxon para comparações entre os subgrupos

Variável	Subgrupos comparados	Valor-p	Significância	Menores escores de Microinfiltração
Material	CIV de manipulação manual (SG 2A) x (SG 2B)	0,102	NS*	CIV Vidrion R [®]
	CIV de manipulação mecânica (SG 1A) x (SG 1B)	0,003	SE**	CIV Vidrion R [®]
	Total (SG 1A + SG2A) x (SG 1B + SG 2B)	0,001	SE**	CIV Vidrion R [®]

NS* = não significante; SE** = significância estatística.

Análises comparativas entres os resultados de microinfiltração cervical apresentados pelos materiais, utilizando conjuntamente os dados das duas formas de manipulação, indicaram que existiu diferença altamente significativa ($p=0,001$) entre o GC Fuji IX[®] e o Vidrion R[®], sendo este último o que apresentou os menores escores.

Ao se comparar os resultados de microinfiltração cervical obtidos pelos dois CIV manipulados mecanicamente (GC Fuji IX_{GP FAST}[®] e Vidrion R Caps[®]), observou-se que os valores foram estatisticamente diferentes ($p=0,003$), e os menores escores também foram encontrados para o Vidrion R Caps[®].

Quando comparou-se os materiais de manipulação manual entre si (GC Fuji IX[®] e Vidrion R[®]), o Vidrion R[®] ainda foi o que possuiu os menores escores de microinfiltração. No entanto, a diferença entre eles não pôde ser considerada estatisticamente significativa ($p=0,102$).

Assim, o Vidrion R[®] só apresentou um comportamento significativamente mais favorável frente à microinfiltração cervical que o GC Fuji IX[®] quando a forma de manipulação utilizada foi a mecânica.

Os resultados apresentados podem ser melhor visualizados através dos GRÁFICOS 1, 2, 3 e 4.

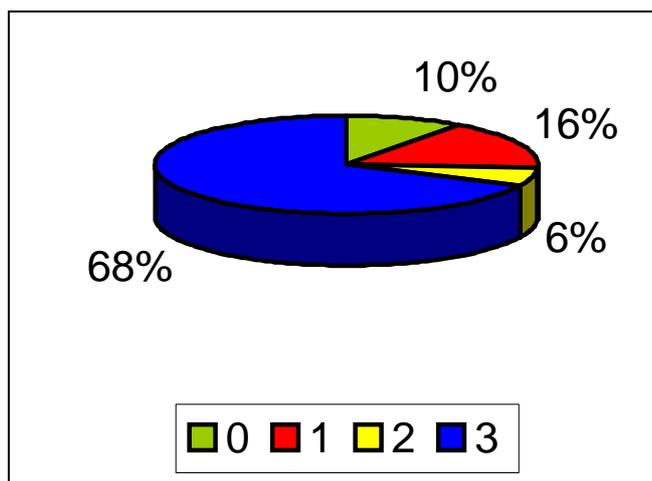


GRÁFICO 1 – Representação da porcentagem dos escores de microinfiltração para o total de amostras

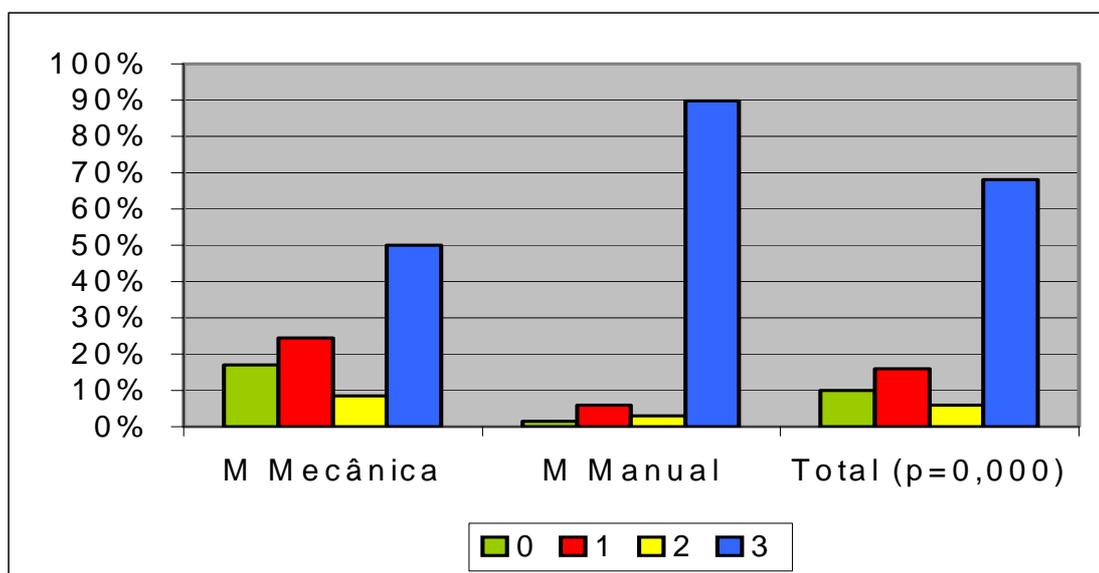


GRÁFICO 2 – Representação da porcentagem dos escores de microinfiltração para cada material

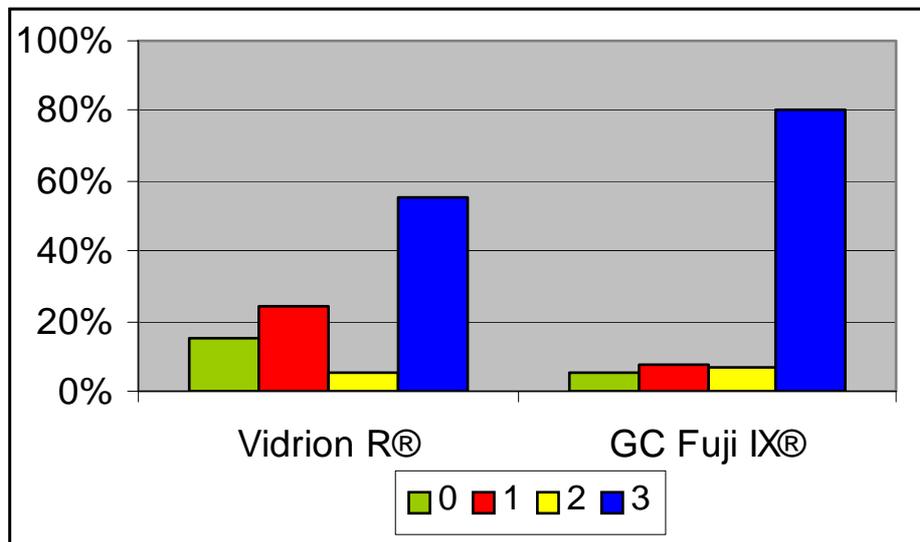


GRÁFICO 3 – Representação da porcentagem dos escores de microinfiltração para cada material (duas formas de manipulação analisadas em conjunto)

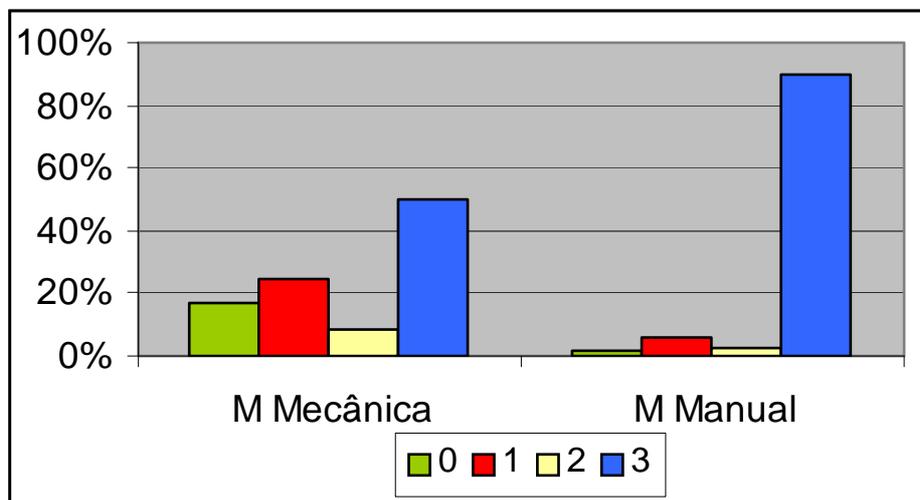


GRÁFICO 4 – Representação da porcentagem dos escores de microinfiltração para cada método de manipulação

7 DISCUSSÃO

Em 1966, Christen & Mitchell chamavam a atenção para a microinfiltração ao redor dos materiais restauradores, que poderia causar sensibilidade pós operatória, hipersensibilidade crônica, descoloração nas margens das restaurações, lesões recorrentes de cárie, injúria pulpar e deterioração precoce do material restaurador. A mesma foi considerada por Pachuta & Meiers (1995) como o maior problema da dentística clínica.

As margens das restaurações não são fixas nem inertes, nem suas bordas impenetráveis, pelo contrário, representam microfendas dinâmicas com um tráfego ativo de íons, moléculas e toxinas bacterianas. A microinfiltração parece ser uma falha inerente aos materiais restauradores, de modo que todos os esforços devem ser feitos na prática restauradora para compensar essa falha (Going, 1972).

A formação de fendas ou microfendas na interface restauração/dente e a conseqüente microinfiltração são freqüentemente relacionadas a uma falha na adesão do material às paredes cavitárias (Triadan, 1987; Pachuta & Meiers, 1995; Virmani *et al.*, 1997). Imagina-se que um material que apresente uma ligação química e duradoura à estrutura dentária possa produzir um selamento marginal perfeito, capaz de resistir à umidade e às flutuações de temperatura da cavidade bucal (Christen & Mitchell, 1966; Kidd, 1976; Maldonado *et al.*, 1978; Walton, 1987).

De acordo com Rino *et al.* (1998), além da capacidade de adesão, propriedades mecânicas e alterações dimensionais do material poderiam influenciar o selamento marginal. Como alguns materiais com boa resistência adesiva apresentam grande microinfiltração, Bussadori & Muench (1999) consideram que a adesão do material à estrutura dentária talvez não seja a condição decisiva para promover um adequado selamento marginal, mas sim uma pequena contração de presa. Se a contração de presa do material é pequena, haverá uma menor formação de fendas nas margens das restaurações, diminuindo a microinfiltração das mesmas (Carvalho, 1995).

Diferenças entre os coeficientes de expansão térmica do dente e do material restaurador são também associados à microinfiltração (Kidd, 1976; Triadan, 1987; Carvalho, 1995; Virmani *et al.*, 1997). Para Bullard *et al.* (1988), a alternância de contração e expansão sofridas pelos materiais restauradores quando submetidos a mudanças de temperatura é a principal responsável pela microinfiltração, pois quando

há uma grande diferença entre os coeficientes de expansão térmica do dente e do material restaurador, a redução da temperatura gera uma pressão negativa na interface, propiciando a entrada de fluidos bucais pelas margens. Se a temperatura aumenta, a pressão na interface também aumenta e força os fluidos para fora.

A adesão química dos CIV à dentina e ao esmalte dentários é indiscutível, embora a qualidade e a intensidade dessa adesão possam ser afetadas por vários fatores relacionados tanto ao substrato dentário quanto a características próprias do ionômero (McLean & Wilson, 1977; Maldonado *et al.*, 1978; McCabe *et al.*, 1979; Aboush & Jenkins, 1986; Retief, 1987; Walls *et al.*, 1988; Arcoria *et al.*, 1990; Peutzfeldt & Asmussen, 1990; Baratieri *et al.*, 1992; Carvalho, 1995; Pachuta & Meiers, 1995; Mount, 1996; Ewoldsen *et al.*, 1997; Hosoya & García-Godoy, 1998; Navarro & Pascolato, 1998; Tanumiharja *et al.*, 2000; Thean *et al.*, 2000; Yip *et al.*, 2001).

Além disso, os CIV convencionais apresentam uma pequena contração de presa, entre 2 e 4% em volume, e, uma vez que sua reação de presa corresponde a uma reação química, essa contração ocorrerá internamente no material sem que a união iônica com a estrutura do dente fique sujeita a estresse indevido. A subsequente incorporação de água compensa a contração e a restauração se estabiliza em aproximadamente uma semana após a inserção (Scherer *et al.*, 1989; Arcoria *et al.*, 1990; Mount, 1996; Hosoya & García-Godoy, 1998).

Os CIV convencionais apresentam ainda um baixo coeficiente de expansão térmica linear, sendo, juntamente com os cimentos de silicato, os materiais restauradores diretos que apresentam o CETL mais próximo ao da estrutura dentária (segundo Yap *et al.*, 2000: CETL do esmalte = 11,4 ppm/°C, da dentina = 8,3 ppm/°C e do CIV restaurador convencional = 11,0 ppm/°C). Isso faz com que eles se alterem dimensionalmente de maneira semelhante ao dente frente à mudanças de temperatura da cavidade bucal (McLean & Wilson, 1977; Bullard *et al.*, 1988; Carvalho, 1995).

Uma vez que as principais características intrínsecas ao material restaurador relacionadas a um bom selamento marginal são a capacidade de adesão à estrutura dentária e a estabilidade dimensional, e que o CIV convencional apresenta adesão química ao dente, coeficiente de expansão térmica linear baixo e semelhante ao da estrutura dentária e pequena contração de presa, seria de se esperar que esse material pudesse evitar a microinfiltração e todas as suas conseqüências.

No entanto, neste trabalho foram verificados altos índices de microinfiltração cervical para todos os CIV convencionais avaliados, com 68% das amostras totais apresentando o escore máximo (escore 3), 22% apresentando alguma infiltração (escores 1 e 2) e apenas 10% das amostras livres de microinfiltração. Esse resultado está de acordo com a maioria dos trabalhos encontrados na literatura que avaliaram a microinfiltração em CIV convencionais.

Embora alguns autores (Baratieri *et al.*, 1992; Carvalho, 1995) atribuam um ótimo selamento marginal ao CIV, foram encontrados apenas quatro trabalhos que pudessem suportar tal afirmativa (Maldonado *et al.*, 1978, Welsh & Hembree Jr., 1985, e Bullard *et al.*, 1988, em dentes permanentes e Sepet *et al.*, 1995, em dentes decíduos).

Sepet *et al.* (1995), ao avaliarem a microinfiltração em restaurações de cavidades de classe II, confeccionadas com broca em alta rotação sob refrigeração, em molares decíduos, através da indução da formação de lesões artificiais de cárie na interface dente/CIV restaurador convencional, encontraram baixos índices de formação de lesão, sem diferenças estatísticas entre amostras que receberam ou não pré-condicionamento cavitário com ácido poliacrílico a 25%, por 10 s. Nenhuma amostra que recebeu pré-condicionamento apresentou lesão. No entanto, como a forma utilizada neste estudo para avaliação da microinfiltração foi a formação de lesões artificiais de cárie na interface, os resultados favoráveis podem ser facilmente explicados pela capacidade do CIV de prevenir ou retardar a desmineralização de estruturas dentais, através da liberação de fluoretos.

Maldonado *et al.* (1978) relataram que, em seu trabalho utilizando dentes permanentes extraídos, o CIV foi capaz de selar efetivamente cavidades de classe III, quando os dentes restaurados foram submetidos à termociclagem, e cavidades naturais de abrasão cervical, quando a margem estava situada em cimento/dentina. As superfícies cavitárias foram condicionadas com ácido cítrico, lavadas e secas com ar antes da inserção do CIV.

No trabalho de Welsh & Hembree Jr. (1985), o CIV apresentou ausência ou mínima microinfiltração nas margens cervicais (dentina-cimento) de restaurações de simulações de lesão de abrasão confeccionadas utilizando discos de *carborundum* e polidas com pasta de pedra pomes, em dentes permanentes, após uma semana, três e seis meses. Os espécimes foram submetidos a termociclagem.

Bullard *et al.* (1988) não verificaram microinfiltração ou apenas infiltração restrita ao esmalte em cavidades de classe V realizadas com broca em alta rotação, sob refrigeração, e restauradas com CIV convencional, estando todas as margens cavitárias localizadas em esmalte de molares permanentes. Foi realizada ciclagem térmica.

A falta de relatos metodológicos mais detalhados referentes a realização ou não de condicionamento da superfície, duração deste condicionamento, concentração do agente condicionante, forma de inserção do CIV nas cavidades, e a ausência de padronização na confecção das cavidades (o que leva a formação de tipos e espessuras diferentes de *smear layer*, podendo afetar consideravelmente a adesão CIV/dentina e conseqüentemente a microinfiltração) dificulta análises mais conclusivas sobre os motivos pelos quais esses autores obtiveram ausência ou mínimos valores de microinfiltração em restaurações com CIV convencional, contrariando a maioria dos trabalhos presentes na literatura que demonstraram incapacidade do CIV de evitar a microinfiltração em torno de suas restaurações, exibindo-a nos mais variados graus.

Valores pequenos de microinfiltração foram observados para o CIV convencional quando utilizado em restaurações de classe I, em dentes permanentes (Lim, 1987) e decíduos (Morabito & Defabianis, 1997). Resultados melhores frente a microinfiltração são sempre esperados para restaurações de classe I, quando comparadas a restaurações de classe II ou V, pois nas primeiras a espessura de esmalte nas margens é bem maior que a encontrada na região cervical e é sabido que a localização das margens cavitárias em região com pouco esmalte ou em dentinamento é crítica para a microinfiltração.

Lim (1987) utilizou um CIV encapsulado e com inserção direta através da própria cápsula para restaurar cavidades de classe I, confeccionadas com broca, que receberam ou não condicionamento prévio com ácido poliacrílico por 10 s. O autor encontrou baixos valores de microinfiltração em dentes permanentes e afirmou que esta foi significativamente menor nas restaurações cuja cavidade recebeu condicionamento com ácido poliacrílico, mas não relatou a concentração do ácido utilizado.

Em molares decíduos, Morabito & Defabianis (1997) encontraram microinfiltração leve em restaurações de classe I com CIV reforçado por prata, após termociclagem. No entanto, esses valores foram superiores aos exibidos por um CIV

modificado por resina e uma resina modificada por poliácidos sob as mesmas condições. Os autores relataram que dificuldades em proporcionar corretamente o pó e o líquido e na inserção do CIV podem ter prejudicado os resultados.

Resultados menos favoráveis foram relatados por Fuks *et al.* (1992) ao avaliarem a microinfiltração na margem cervical em esmalte de restaurações de classe II utilizando dois CIV reforçados por prata, em molares decíduos, após termociclagem. Os autores relacionaram as altas taxas de microinfiltração encontradas nas margens cervicais às diferenças nas direções dos prismas de esmalte e à espessura delgada de esmalte nessa região de molares decíduos quando comparados a molares permanentes e com a menor adesão do CIV à dentina de dentes decíduos em relação à dentina de dentes permanentes.

Raggio *et al.* (2002) encontraram valores médios de microinfiltração para cinco CIV convencionais, na margem cervical (em esmalte) de restaurações de classe V confeccionadas sob refrigeração com pontas adiamantadas, em alta rotação, em caninos decíduos submetidos a termociclagem. Todas as cavidades foram tratadas antes da inserção dos CIV (feita com espátula), utilizando os condicionadores próprios, de acordo com as recomendações dos fabricantes. Dois dos CIV avaliados foram o GC Fuji IX[®] e o Vidrion R[®].

Muitos trabalhos demonstraram altos índices de microinfiltração cervical com CIV convencional em restaurações de classe V (Alperstein *et al.*, 1983; Scherer *et al.*, 1989; Zyskind *et al.*, 1991; Andrade *et al.*, 1996; Bouschlicher *et al.*, 1996; Andrade *et al.*, 1997; Erdilek *et al.*, 1997; Wilder Jr. *et al.*, 2000; Yap *et al.*, 2000) e de classe II (Pin *et al.*, 1998), em dentes permanentes. Resultados semelhantes foram obtidos por Virmani *et al.* (1997), para margens cervicais de restaurações de classe II, porém em molares decíduos.

Alperstein *et al.* (1983) encontraram valores médios a altos de microinfiltração para o CIV convencional, em restaurações de classe V preparadas com brocas *carbide* em alta rotação, sob refrigeração, em dentes permanentes. Atribuíram o resultado a uma suposta pobre adesão entre o CIV e o esmalte dentário ou a defeitos na interface CIV/esmalte causados pela contração de presa do material que seria mais danosa em cavidades de classe V, com a presença de cinco paredes circundantes. Metade das cavidades foram condicionadas com ácido cítrico a 50%, por 60 s e a outra metade não recebeu pré-tratamento, mas esse passo operatório não alterou a microinfiltração de forma significativa.

Ao utilizarem CIV encapsulados para restaurar cavidades de classe V confeccionadas com broca *carbide*, Scherer *et al.* (1989) observaram microinfiltração média a alta nas margens cervicais (dentina-cimento). Antes das restaurações, as cavidades foram condicionadas com Ketac Conditioner[®] (ácido poliacrílico a 25%) e GC Dentin Conditioner[®] (ácido poliacrílico a 10%) por 15 a 20 s, lavadas e levemente secadas. Os CIV foram inseridos nas cavidades diretamente através das cápsulas e os espécimes sofreram ciclagem térmica.

Zyskind *et al.* (1991) quando avaliaram a microinfiltração em cavidades tipo classe V confeccionadas utilizando discos de carborundum em baixa rotação, em dentes permanentes, restauradas com três CIV convencionais constataram que 80% a 90%, dependendo da marca do CIV, das restaurações apresentaram microinfiltração de moderada à severa nas margens cervicais (em cimento-dentina). As cavidades foram condicionadas com ácido poliacrílico e os dentes foram submetidos à termociclagem.

Andrade *et al.* (1996) e Andrade *et al.* (1997) observaram microinfiltração severa nas margens cervicais (junção amelo-cementária) de restaurações de classe V com um CIV restaurador convencional (Vidrion R[®]), utilizado de acordo com instruções do fabricante, em molares permanentes submetidos a termociclagem. Os preparos cavitários foram realizados com fresas de carbeto de tungstênio, em alta rotação, sob refrigeração. Os autores atribuíram o resultado cervical à carência ou até mesmo ausência de esmalte nesta região, trazendo como consequência um prejuízo na adesão química dos CIV.

Bouschlicher *et al.* (1996) encontraram microinfiltração média a severa na margem cervical (em cimento-dentina) de 70% das restaurações de classe V com um CIV restaurador convencional avaliadas, em molares permanentes submetidos a termociclagem. Quando essas restaurações passaram por ressecamento e reidratação, microinfiltração média a severa foi observada em 100% das restaurações. As cavidades foram confeccionadas com broca *carbide*, em alta rotação sob refrigeração, e condicionadas com ácido poliacrílico a 25% por 10 s. O CIV foi inserido nas cavidades através da própria cápsula.

Erdilek *et al.* (1997) verificaram valores altos de microinfiltração nas margens em esmalte de cavidades de classe V confeccionadas com broca em dentes permanentes, restauradas com um CIV restaurador convencional sobre um forramento

com um CIV fotoativado. Os materiais foram utilizados de acordo com as instruções dos fabricante.

Virmani *et al.* (1997) encontraram valores altos de microinfiltração nas margens cervicais de restaurações classe II com um CIV restaurador convencional (Fuji IX[®]), em molares decíduos, após termociclagem. No entanto, a microinfiltração foi eliminada totalmente quando foi utilizado um selante de superfície resinoso fotopolimerizável sobre o CIV, imediatamente após a restauração.

Pin *et al.* (1998) encontraram valores altos de microinfiltração na parede cervical (em cimento-dentina) de cavidades classe II, confeccionadas com brocas de aço *carbide* em alta e baixa rotações, em dentes permanentes restaurados com CIV restaurador convencional (Fuji IX[®]), após termociclagem.

Wilder Jr. *et al.* (2000) relataram baixos valores de microinfiltração nas margens oclusais (em esmalte) e microinfiltração severa nas margens cervicais (em cimento-dentina) de cavidades de classe V confeccionadas sob refrigeração, com brocas *carbide*, em dentes permanentes e restauradas com um CIV convencional encapsulado. Foi realizado pré-tratamento cavitário com ácido poliacrílico a 10% e o CIV foi inserido nas cavidades diretamente através da cápsula.

Altos índice de microinfiltração cervical também foram encontrados por Yap *et al.* (2000) ao avaliarem restaurações de classe V confeccionadas com CIV encapsulado, em dentes permanentes. As cavidades tinham margens cervicais situadas em cimento e foram condicionadas com ácido poliacrílico de 20 a 25%, por 10 s. A inserção do CIV nas cavidades se deu diretamente da cápsula.

É interessante notar que, nos estudos de Alperstein *et al.* (1983), Erdilek *et al.* (1997), Wilder Jr. *et al.* (2000) e Yap *et al.* (2000), o CIV demonstrou grande microinfiltração mesmo sem que os espécimes fossem submetidos à termociclagem, processo que sabidamente aumenta os valores de microinfiltração, o mesmo tendo ocorrido no experimento desta dissertação. Esse fato levanta a dúvida sobre quais outros fatores, além da capacidade adesiva, coeficiente de expansão térmica e contração de presa, estariam envolvidos com um bom selamento marginal inicial. Sem dúvidas, a microinfiltração ao redor de restaurações não é uma unidade simples, mas engloba uma série de fenômenos e, para que possa ser melhor compreendida, seriam necessários novos estudos que tentem desvendar cada um desses fenômenos e a sua interação, além de estudos clínicos para conectar os achados laboratoriais à prática.

Embora o CIV não tenha sido capaz de evitar a microinfiltração na interface dente/restauração *in vitro*, o material pode apresentar um bom desempenho em situações clínicas uma vez que, através da liberação de fluoretos, podem prevenir ou retardar o desenvolvimento de lesões secundárias de cárie (Maldonado *et al.*, 1978; Scherer *et al.*, 1989; Cooley & Train, 1991; Sepet *et al.*, 1995; Pin *et al.*, 1998; Raggio *et al.*, 2002). De acordo com Triadan (1987), a formação de lesões secundárias de cárie representa o maior perigo clínico da microinfiltração pois essas lesões cariosas parecem se propagar mais rapidamente pela dentina do que lesões primárias, além de serem de diagnóstico difícil.

Avaliações clínicas do CIV têm demonstrado um bom desempenho do material. Rutar *et al.* (2000) avaliaram um CIV convencional encapsulado, com alta proporção pó/líquido (Fuji IX GP[®]) em 129 restaurações (56 de uma superfície e 73 de duas) de molares decíduos, logo após a confecção, decorridos seis meses, um e dois anos. A taxa de sucesso (permanência) das restaurações de uma superfície foi de 100% após dois anos e das restaurações de duas superfícies foi de 99% após um ano e de 93% após dois anos. Após dois anos, 96% das restaurações não exibiam descoloração marginal, 100% mantiveram a forma anatômica, 99% apresentaram adequada adaptação marginal, 94% das restaurações proximais mantiveram firme resistência ao fio dental. Não houve incidência de lesão de cárie secundária.

Segundo Heys & Fitzgerald (1991), os CIV poderiam limitar a penetração bactérias através de dois mecanismos. Um deles seria através da exclusão física devido a uma adesão à dentina tão íntima que nenhuma bactéria ou seus produtos poderia atravessar a interface. O outro mecanismo seria através da atividade antimicrobiana do material, prevenindo a penetração de bactérias viáveis. Como estudos *in vitro* apresentaram infiltração de corante em restaurações com CIV, mas estudos *in vivo* não detectavam bactérias sob restaurações deste material, os autores imaginavam que ou a fenda entre CIV/dentina era muito pequena para a passagem de bactérias e seus produtos, mas suficiente para permitir a penetração de corante, ou as propriedades bacteriostáticas/bactericidas do material eram suficientes para prevenir a penetração de bactérias viáveis. Arcoria *et al.* (1990) relataram que a molécula do corante azul de metileno é muito menor que 0,5 μm , que seria o espaço necessário para permitir a passagem de bactérias e seus produtos na interface dente/restauração. Assim, a penetração do mesmo na interface em testes de microinfiltração nem sempre representa o que aconteceria em situações clínicas, podendo fornecer um resultado superestimado.

A microinfiltração é um processo dinâmico que pode aumentar ou diminuir com o tempo. As sucessivas alterações dimensionais sofridas pelo material em condições clínicas, resultante de mudanças térmicas bruscas, estresse mecânico oclusal e alterações higroscópicas são eventos tardios que afetam o selamento marginal a longo prazo, tendendo a aumentar a microinfiltração. Alterações dimensionais nos materiais a longo prazo podem também resultar da desintegração, corrosão ou mesmo desidratação do material (Trowbridge, 1987). Algumas estratégias são utilizadas para simular esses eventos em estudos de microinfiltração *in vitro* e, quando rigorosamente controladas, conseguem se aproximar do que realmente acontece na boca.

Por outro lado, Bouschlicher *et al.* (1996) afirmaram que os CIV aumentam sua estabilidade dimensional com o passar do tempo, pois, com a maturação da matriz, aumenta a quantidade de água incorporada ao material e diminui a quantidade de água passível de evaporação. Além disso, após muito tempo de exposição da interface a saliva, película e placa bacteriana, podem ocorrer mudanças que sirvam para obliterar o espaço entre o dente e a restauração, como a deposição de sais minerais, acúmulo de produtos de corrosão, calcificação de detritos na interface ou uma mudança química na dentina causada pela lixiviação de flúor, por exemplo. Muitas vezes, a própria dentina se esclerosa frente a uma agressão, ficando menos permeável (Going, 1972; Trowbridge, 1987). Esses fatores provavelmente contribuem para a diminuição da microinfiltração.

Entende-se a importância de todos esses fatores na dinâmica da microinfiltração, no entanto, o objetivo deste trabalho não foi simplesmente avaliar a microinfiltração de alguns CIV restauradores convencionais isoladamente, mas avaliar a influência da manipulação nessa microinfiltração. Assim, optou-se por não adotar nenhuma estratégia capaz de simular esses eventos tardios neste momento. Pelo contrário, tentou-se controlar ao máximo todas as variáveis como solução de imersão, técnica restauradora, temperatura ambiente, marcas comerciais dos produtos, na tentativa de concentrar-se apenas nas diferenças causadas pelo método de manipulação, visando uma melhor compreensão de seus efeitos. Seqüencialmente, em trabalhos posteriores, pretende-se incluir outros fatores sabidamente importantes.

De acordo com Nomoto & McCabe (2001), o método de manipulação pode alterar significativamente as propriedades finais do CIV. Verbeeck *et al.* (1993) afirmaram que as propriedades químicas e físicas do CIV dependem de vários fatores,

muitos deles determinados pelos fabricantes, como a composição do pó e do ácido utilizados em sua formulação e o tamanho das partículas de vidro do pó. No entanto, o fator central se relaciona à formação de sua estrutura química e à extensão até a qual a reação de presa se processa. Sabe-se que um dos pontos mais críticos para uma efetiva reação de presa é o proporcionamento/manipulação do pó e do líquido do cimento. A dificuldade de se obter um correto proporcionamento do pó e do líquido quando estes estão embalados em frascos separados, e, posteriormente, de se realizar uma manipulação manual adequada têm levado a uma tendência de comercialização do CIV em cápsulas pré dosadas, a serem manipuladas mecanicamente em um manipulador.

Mitchell *et al.* (1998) relataram que os CIV disponíveis em frascos e manipulados manualmente têm a vantagem de possibilitar a manipulação de quantidades diferentes de cimento e a alteração da proporção pó/líquido de acordo com a preferência pessoal do dentista. No entanto, há a possibilidade da diminuição exagerada dessa proporção a ponto de comprometer as propriedades físicas do CIV e, conseqüentemente, seu desempenho clínico. Segundo Nomoto & McCabe (2001), para os materiais em frascos, o operador produz uma proporção pó/líquido variável até mesmo de forma inconsciente, devido a diferenças na densidade do pó durante o preenchimento da colher de medida e da maneira pela qual o frasco do líquido é segurado e a gota criada.

De acordo com Bass & Wing (1988), Kilpatrick *et al.* (1994), Morabito & Defabianis (1997), Mitchell *et al.* (1998), Navarro & Pascolatto (1998) e Nomoto & McCabe (2001), os CIV encapsulados têm a vantagem de apresentarem a proporção pó/líquido constante e fixa na proporção recomendada pelo fabricante para otimizar as propriedades do material. Segundo Grajower & Guelmann (1989), uma proporção pó/líquido precisa evita um aumento da evaporação e, conseqüentemente, da contração resultante de um excesso de líquido. Assim, os autores consideram que as alterações dimensionais durante a presa de CIV encapsulados são menores que as alterações de CIV fornecidos em frascos. A disponibilização do CIV em cápsulas pré dosadas permite uma manipulação mecânica do material, o que Morabito & Defabianis (1997) consideram vantajoso, pois permite uma mistura consistente do cimento. Brooks *et al.* (1997) consideram que esse método de manipulação aumenta a reação entre as partículas de vidro e o líquido do cimento, aumentando também a fração volumétrica da matriz do material e diminuindo a de partículas não-reagidas na estrutura. Navarro & Pascolatto (1998) e Nomoto & McCabe (2001) afirmam que a

manipulação mecânica do CIV encapsulado é realizada de uma maneira reprodutível, que é normalmente mais rápida e limpa do que a manipulação manual.

O fato de, muitas vezes, a própria cápsula se transformar em ponta para inserção do material na cavidade é outra grande vantagem do pré encapsulamento (Baratieri *et al.*, 1992; Gee & Pearson, 1993; Navarro e Pascolatto, 1998; Nomoto & McCabe, 2001). No entanto, isso não acontece com as cápsulas de CIV de todas as marcas. As cápsulas do Vidrion R Caps[®] utilizado neste estudo, por exemplo, não possibilitam essa adaptação.

A partir dessas considerações, imagina-se que os CIV encapsulados apresentem melhores propriedades quando comparados aos CIV disponíveis em frascos. Alguns trabalhos na literatura suportam essa suposição para propriedades como liberação de fluoretos (Verbeeck *et al.*, 1993; Brooks *et al.*, 1997), tempo de presa (Kilpatrick *et al.*, 1994), presença de porosidades (Mitchell & Douglas, 1997), resistência compressiva (Nomoto & McCabe, 2001) e resistência à tração (Mitchell *et al.*, 1998).

Verbeeck *et al.* (1993) compararam a liberação de fluoretos entre um CIV restaurador encapsulado e um CIV disponível em frascos, porém com a mesma formulação, e concluíram que o método de manipulação mecânica aumentava significativamente a liberação de flúor imediata e a longo prazo, em relação à manipulação manual.

Kilpatrick *et al.* (1994) relataram que os CIV convencionais encapsulados apresentam tempo de presa reduzido em relação aos de manipulação manual, o que seria interessante uma vez que uma desidratação ou a contaminação do material por umidade durante a presa prejudica as propriedades finais do CIV.

Brooks *et al.* (1997) relataram que, em seu trabalho, o método de manipulação influenciou de maneira significativa a liberação de fluoretos pelo CIV restaurador convencional, que liberou uma quantidade estatisticamente maior de flúor quando manipulado por manipulação mecânica em relação ao manipulado manualmente.

Mitchell & Douglas (1997), em um estudo que avaliou comparativamente a porosidade de quatro CIV para cimentação, relataram que os cimentos encapsulados apresentaram área de porosidade superficial, número e diâmetro das grandes bolhas

significativamente menores que os CIV equivalentes de manipulação manual do mesmo fabricante.

Mitchell *et al.* (1998) observaram um desempenho estatisticamente superior de CIV convencionais para cimentação encapsulados em relação aos disponíveis em frascos quando submetidos a testes de resistência à tração.

Nomoto & McCabe (2001), ao avaliarem o efeito do método de manipulação na resistência compressiva do CIV, encontraram resistência compressiva significativamente maior para um CIV restaurador convencional encapsulado em relação a um material equivalente em frascos. De acordo com os autores, embora o método de manipulação possa influenciar substancialmente as propriedades do CIV, a correlação não é simples. Há variações na influência causada pelo tipo de manipulação nas propriedades entre materiais diferentes, mesmo quando se tratam de materiais do mesmo grupo e do mesmo fabricante.

Em desacordo com o esperado, Gee & Pearson (1993) chamaram a atenção para o fato de que a resistência compressiva verificada em seu trabalho para dois CIV restauradores encapsulados ter sido menor do que a anteriormente relatada resistência compressiva de seus correspondentes de manipulação manual. Relacionaram esse resultado às mudanças na composição dos materiais necessárias para viabilizar uma adequada manipulação em cápsulas, como a utilização do ácido poliacrílico com peso molecular menor ao invés de água. Um achado interessante foi que as proporções pó/líquido encontradas para cada cápsula dos três materiais foram diferentes das relatadas pelos fabricantes. No entanto, as variações entre cápsulas de um mesmo material foram pequenas.

No experimento desta dissertação, avaliou-se o efeito da manipulação na microinfiltração cervical de restaurações de classe II, em molares decíduos extraídos. Foram utilizados dois CIV restauradores convencionais que apresentavam uma versão em frascos e outra encapsulada sob o mesmo nome: o Vidrion R[®] e o Vidrion R Caps[®] (comercializados pela empresa nacional SS White), e o Fuji IX[®] e o Fuji IX GP FAST[®] (comercializados pela empresa multinacional GC Corporation). Os materiais foram utilizados de acordo com as instruções dos fabricantes. Foi observada diferença altamente significativa ($p=0,000$) nos valores de microinfiltração cervical obtidos entre a manipulação manual e a mecânica, sendo a última a que apresentou os menores escores, independente do material utilizado. Quando foi utilizada a manipulação mecânica, 50% das amostras totais apresentaram escore máximo 3 e 17,1% não

apresentaram microinfiltração. Quando foi utilizada a manipulação manual, essas porcentagens passaram a ser de 89,7% e 1,5%, respectivamente. Neste trabalho, o encapsulamento e a manipulação mecânica do CIV diminuíram estatisticamente a microinfiltração. Este resultado está dentro do esperado, uma vez que, de maneira geral, têm-se atribuído uma melhora nas propriedades do material quando esse é manipulado mecanicamente.

Na literatura, muitos trabalhos avaliaram a microinfiltração de CIV restauradores convencionais encapsulados ou em frascos, mas apenas dois (Cooley & Train, 1991 e Silva *et al.*, 2002) compararam as duas formas de manipulação.

Cooley & Train (1991) compararam a resistência adesiva à dentina de dentes permanentes e a microinfiltração de dois CIV restauradores convencionais de manipulação manual (Chelon-Fil[®] e Fuji II[®]) e dois de manipulação mecânica (Ketac-Fil[®] e Fuji Cap II[®]) em restaurações tipo classe V com margens em esmalte, em molares permanentes submetidos a termociclagem. As cavidades foram confeccionadas com broca e receberam pré-tratamento com Ketac Conditioner[®] (ácido poliacrílico a 25%) ou GC Dentin Conditioner[®] (ácido poliacrílico a 10%), por 10 s. A inserção dos materiais não foi descrita. Os autores relataram uma tendência dos CIV manipulados mecanicamente apresentarem valores menores de microinfiltração em relação aos manipulados manualmente, embora essa diferença não tenha sido significativa, o que estaria de acordo com os resultados deste estudo. Em relação à resistência adesiva, todos os materiais tiveram comportamento semelhante, com exceção do Fuji II[®] (manipulação manual), que apresentou resistência adesiva significativamente menor do que os outros.

Silva *et al.* (2002) compararam a microinfiltração apresentada por dois CIV restauradores convencionais do mesmo fabricante sendo um de manipulação manual (Vidrion R[®]) e o outro encapsulado (Vidrion R Caps[®]), em restaurações de classe V em dentes decíduos, *in vitro*. Contrariando o que foi observado neste trabalho, os autores relataram que o método de manipulação não influenciou a microinfiltração e que Vidrion R[®] e o Vidrion R Caps[®] apresentaram comportamento semelhante em relação ao grau de microinfiltração marginal, não havendo diferença estatística entre eles, tanto para a parede cervical quanto para a parede oclusal. Apesar da metodologia empregada parecer semelhante à utilizada nesta dissertação, maiores detalhes (como os instrumentos utilizados para a confecção das cavidades, condicionamento superficial, a localização do término cervical, modo de inserção do

CIV) não estão disponíveis por se tratar de um resumo em Anais de congresso, ainda sem artigo, o que dificulta um confronto mais conclusivo de resultados.

Walton (1987), Al-Obaidi & Salama (1996), Pin *et al.* (1998) e Freitas *et al.* (2002) relataram que existe pouca padronização entre as metodologias empregadas para avaliação *in vitro* da microinfiltração e que nem todas as variáveis são relatadas, dificultando análises comparativas dos resultados obtidos em diferentes estudos.

Seria interessante que a comprovação das vantagens atribuídas ao encapsulamento incentivasse a sua utilização para que a expansão no uso desta forma de apresentação possibilitasse a diminuição do seu custo que ainda é muito mais elevado que o dos CIV disponíveis em frascos, inviabilizando a sua utilização em muitas situações.

Neste trabalho, a forma de inserção do material pode ter influenciado a obtenção de melhores resultados pela manipulação mecânica. Foi uma opção dos pesquisadores envolvidos padronizar o procedimentos restauradores seguindo as instruções dos fabricantes. Como a bula do Vidrion R[®] não descreve a forma de inserção do material na cavidade, esse passo operatório foi padronizado para os dois CIV de manipulação manual de acordo com as instruções descritas pelo fabricante do GC Fuji IX[®], que recomenda a utilização de um instrumento manual rombo. Por ser muito pequena a abertura oclusal das cavidades, utilizou-se um instrumento de Holleback[®] sem corte ao invés de uma espátula. O CIV encapsulado Fuji IX GP FAST[®] foi inserido na cavidade a partir da própria cápsula, e o CIV encapsulado Vidrion R Caps[®], uma vez que sua cápsula não permite a extrusão direta do material e que eu fabricante não faz nenhuma recomendação específica a esse respeito, foi inserido com auxílio de uma seringa Centrix[®] para viabilizar uma aproximação de condições restauradoras entre CIV de um mesmo método de manipulação.

Scherer *et al.* (1989) afirmaram que o uso de cápsulas com dispositivos para a inserção direta do CIV na cavidade pode ajudar a controlar a infiltração marginal. Morabito & Defabianis (1997) consideram o uso de uma seringa de inserção ou de cápsulas adaptadas para a mesma função como essencial para permitir a exata adaptação do CIV ao fundo da cavidade, mesmo em cavidades pequenas. Se o CIV não for injetado lenta e cuidadosamente, sob pressão, a restauração final pode apresentar bolhas de ar e propriedades mecânicas significativamente mais fracas. A inserção do CIV diretamente na cavidade através da cápsula foi considerado por Nomoto & McCabe (2001) como o principal fator para se evitar a formação de bolhas.

Apesar dos CIV de manipulação manual terem sido cuidadosamente inseridos, adaptados e posteriormente pressionados visando uma adequada adaptação do material ao fundo da cavidade, o método de inserção pode ter afetado de alguma forma o resultado final. Seria interessante que, em próximos estudos comparando as formas de manipulação, uma seringa Centrix[®] fosse utilizada também para a inserção dos CIV de manipulação manual.

Algumas mudanças na composição química são efetuadas nos CIV pelos fabricantes para adaptação do material ao sistema encapsulado. Geralmente o líquido do material encapsulado é mais viscoso. No material em frascos, maior quantidade de poliácidos é liofilizada e incorporada ao pó para permitir uma viscosidade mais baixa e facilitar a manipulação manual. Diferenças na formulação, no tamanho e na distribuição das partículas e na proporção pó/líquido entre as versões dos CIV disponíveis em frascos e em cápsulas geralmente não são determinadas nem relatadas pelo fabricante, atrapalhando a análise de resultados em pesquisas que comparem os efeitos do método de manipulação (Grajower & Guelmann, 1989; Gee & Pearson, 1993; Mitchell *et al.*, 1998; Nomoto & McCabe, 2001; Brooks *et al.*, 1997). Desta maneira, embora tenha-se tentado padronizar ao máximo as condições experimentais para que as influências do método de manipulação fossem melhor percebidas neste trabalho, outras variáveis além do método de manipulação podem ter influenciado o resultado final.

Outro resultado interessante deste trabalho se originou da comparação entre os dois CIV de marcas diferentes, dentro de cada método de manipulação. Esperava-se encontrar um melhor desempenho do GC Fuji IX[®] ao qual são atribuídas propriedades superiores às de outros CIV restauradores convencionais devido a sua alta proporção pó/líquido=3,6:1 (Virmani *et al.*, 1997; Rutar *et al.*, 2000). Entretanto, o Vidrion R[®] obteve menores escores de microinfiltração cervical em relação ao GC Fuji IX[®], embora essa diferença só tenha sido estatisticamente significativa ($p=0,003$) quando os materiais foram manipulados mecanicamente.

Raggio *et al.* (2002) também encontraram menores valores de microinfiltração em restaurações de classe V realizadas com o Vidrion R[®] em relação ao Fuji IX[®], tanto na parede cervical quanto na incisal, em caninos decíduos, embora essa diferença não tenha sido estatisticamente significativa. Porém, neste trabalho só foram avaliados os CIV manipulados manualmente.

CIV de marcas diferentes possuem diferenças na composição química que podem resultar em diferenças nas suas propriedades finais, inclusive na sua capacidade de selamento marginal.

A diferença entre os tempos de presa dos materiais pode estar relacionada com a diferença de microinfiltração encontrada. A redução do tempo de presa do CIV convencional é interessante, uma vez que esta reação de presa consiste em uma reação tipo ácido/base, complexa e bastante sensível no estágio inicial, de forma que a desidratação ou a contaminação do material por umidade durante este período pode prejudicar as propriedades finais do CIV (McLean & Wilson, 1977; Kilpatrick *et al.*, 1994). Por outro lado, um tempo de presa muito curto pode não permitir um adequado escoamento do CIV no fundo da cavidade e, desta forma, atrapalhar o selamento marginal da restauração. Neste trabalho, os CIV com menor tempo de presa apresentaram valores mais altos de microinfiltração que os CIV de presa mais lenta. (Tempo de presa do GC Fuji IX[®] = 2 min e 20 s; do GC Fuji IX_{GP FAST}[®] = 2 min; do Vidrion R[®] = 5 min e 30 s; do Vidrion R Caps[®] de 3 min e 30 s a 4 min e 30 s – segundo informações dos fabricantes -). Assim, os reduzidos tempos de presa do GC Fuji IX[®], principalmente na forma encapsulada, podem ter atrapalhado uma adequada adaptação CIV/superfície dentária na região cervical.

Uma vez que a forma de inserção dos dois CIV nas cavidades foi padronizada da maneira mais semelhante possível dentro de cada método de manipulação, sua influência na diferença de microinfiltração encontrada para os dois materiais foi desconsiderada.

Da mesma forma, a influência da utilização de agentes condicionantes diferentes, por tempos também diferentes [líquido do próprio material (ácido poliacrílico a 40%) por 10 s para o GC Fuji IX[®]; GC Cavity Conditioner[®] (ácido poliacrílico a 20-25%) por 10 s para o GC Fuji IX_{GP FAST}[®]; Vidrion condicionador de dentina[®] (ácido poliacrílico a 11,5) para o Vidrion R[®] e Vidrion R Caps[®]] de acordo com as instruções dos respectivos fabricantes, na microinfiltração foi desconsiderada. Isso porque todos os agentes condicionantes utilizado são a base de ácido poliacrílico e trabalhos como os de Peutzfeldt & Asmussen (1990) e Tanumiharja *et al.* (2000) demonstraram que variações (dentro das encontradas neste trabalho) nas concentrações e no tempo de utilização deste ácido não interferem de forma significativa na resistência adesiva do CIV convencional à dentina, de maneira que não devem interferir também na microinfiltração.

Em relação aos CIV de manipulação mecânica, uma possível explicação para a diferença na microinfiltração pode estar relacionada a diferenças entre as cápsulas dos dois materiais como desenho, peso e tamanho das mesmas, e localização do lacre que separa o líquido do pó. Estes fatores podem influenciar o contato efetivo entre pó-líquido, assim como a extensão da mistura e, conseqüentemente, a proporção pó/líquido no material final (Gee & Pearson, 1993; Kilpatrick *et al.*, 1994; Mitchell *et al.*, 1998). Segundo Rupp *et al.* (1996), a obtenção de uma manipulação adequada de CIV encapsulados depende do correto desempenho do manipulador, cuja velocidade de trabalho pode variar em decorrência de vários fatores, inclusive em função do peso da cápsula. No entanto, mais estudos são necessários para permitir conclusões relacionadas a influência das variações nas cápsulas nas propriedades do CIV, inclusive na microinfiltração.

Um resultado favorável ao Vidrion R[®] parece muito interessante, uma vez que se trata de um produto nacional, de preço muito mais acessível que o GC Fuji IX[®], o que viabiliza sua ampla utilização inclusive em saúde pública. Mas faz-se importante lembrar que neste trabalho avaliou-se apenas a microinfiltração. Outras características do material restaurador (como estabilidade dimensional, liberação de fluoretos, biocompatibilidade, solubilidade, módulo de elasticidade, resistência compressiva, dureza superficial, resistência ao desgaste, resistência à tração e tempo de presa) devem ser levadas em conta na avaliação de seu desempenho clínico. Além disso, como objetivou-se avaliar a microinfiltração inicial, não se sabe qual seria o desempenho destes materiais na cavidade bucal, a longo prazo.

Kidd (1976) questionou o valor dos testes de microinfiltração *in vitro*, pois eliminam os efeitos da pressão hidrostática da polpa e da placa bacteriana sobre a superfície da restauração. Causton & Johnson (1979) questionaram a validade do uso de dentes humanos extraídos para testes que envolvam adesão, como estudos de microinfiltração, uma vez que a dentina de dentes não vitais em condições laboratoriais (*in vitro*) sofre transformações físicas e provavelmente químicas em relação a um dente vital (*in vivo*). Bouschlicher *et al.* (1996), Pin *et al.* (1998) e Thean *et al.* (2000) consideram que os valores de microinfiltração encontrados em estudos *in vitro* podem ser excessivamente altos devido a utilização de dentes extraídos, sem vitalidade, com uma dentina mais ressecada do que acontece em um dente vital, onde a polpa ajuda a manter a dentina hidratada.

Por outro lado, em situações clínicas, fatores tais como dificuldades de visualização e de acesso ao campo operatório, comportamento não cooperativo de pacientes e dificuldades técnicas (adaptação da matriz e da cunha, por exemplo) podem contribuir para o agravamento da microinfiltração.

Apesar dos estudos *in vitro* avaliando a microinfiltração marginal apresentarem muitas limitações e não reproduzirem com fidelidade as condições clínicas, considera-se que eles têm grande utilidade pois fornecem diretrizes do comportamento de novos materiais. Ressalta-se, entretanto, que resultados de estudos laboratoriais, utilizando um pequeno número de amostras em um ambiente cuidadosamente controlado e padronizado como neste trabalho não devem ser extrapolados para situações clínicas mais complexas, de forma que a execução de estudos clínicos para correlacionar os resultados dos testes *in vitro* com o desempenho clínico dos materiais torna-se fundamental.

8 CONCLUSÕES

De acordo com os objetivos e hipóteses formulados, diante da metodologia empregada e dos resultados obtidos, pode-se concluir que:

1. Todos os quatro CIV restauradores convencionais avaliados apresentaram altos índices de microinfiltração cervical em restaurações de classe II, em molares decíduos, *in vitro*.
2. A manipulação mecânica produziu menor microinfiltração em relação à manipulação manual para os dois CIV estudados (GC Fuji IX[®] e Vidrion R[®]).
3. O desempenho de um CIV restaurador convencional nacional (Vidrion R[®]) frente à microinfiltração foi similar ao de um CIV importado (GC Fuji IX[®]) quando ambos foram manipulados manualmente.
4. Quando os CIV foram manipulados mecanicamente, o material nacional (Vidrion R Caps[®]) obteve menores valores de microinfiltração que o material importado (GC Fuji IX_{GP FAST}[®]).

SUMMARY

The present study was developed aiming to assess the effect of manipulation process of conventional glass ionomer cements – GIC - on microleakage at the gingival margin of class II restorations, in primary molars, *in vitro*. Forty clinically sound primary molars were selected and stored in distilled water during the intermediary phases of the experiment. Mesial and distal class II cavities were prepared in each tooth. The dimensions of the cavities were standardized by the diameter of the diamond bur and the gingival wall located 1 mm above the amelocemental junction. Two conventional restorative glass ionomer cements that presented both versions, in bottle and encapsulated, with the same name were chosen for evaluation. Through simple drawing, 20 teeth were filled with encapsulated GIC: mesial cavities with Vidrion R Caps[®] (SS White) and distal cavities with GC Fuji IX GP FAST[®] (GC Corporation). The other 20 teeth were filled with GIC available in bottle: mesial cavities with Vidrion R[®] (SS White) and distal cavities with GC Fuji IX[®] (GC Corporation). All filling procedures were performed by one operator, according to the manufacturer's instructions, at 41,4^o +/- 2^oF. The specimens were, afterwards, made waterproof (in the pulp chamber with epoxy resin and in the other surfaces with two coats of cosmetic enamel, except for the interface ionomer/enamel along the gingival floor) and then, immersed in 0,5% methylene blue solution, pH 7,2, at 66,6^oF, during four hours. After the teeth had been mesio-distally sectioned, microleakage was assessed by three calibrated examiners in an optical microscope with 30 times magnification, and scores ranging from 0-3 were used. The data were submitted to the statistical tests of Kruskal-Wallis and of Mann-Whitney. Although GIC present adhesion to tooth structure, coefficient of thermal expansion similar to the tooth and lower set contraction, in this research high indexes of gingival microleakage were obtained for all assessed GIC, with 68% of the total samples showing the maximum score (degree 3), 22% showing some infiltration (scores 1 and 2) and only 10% of the samples being free of microleakage. Highly significant difference was observed ($p=0,000$) between the values of gingival microleakage obtained for manually and mechanically manipulated GIC. The use of encapsulation for GIC and its manipulation in a mechanic shredder decreased the microleakage statistically, regardless of the material used. This result has been anticipated since an improvement in the properties of the GIC has been observed when it is mechanically manipulated. When comparing two GIC of different brands, within each manipulation process, better results were anticipated for Fuji IX[®] since superior

properties are attributed to it. However, Vidrion R[®] presented lower scores of gingival microleakage, although that difference had only been statistically significant ($p=0,000$) when the materials were mechanically manipulated.

10 REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

1. ABOUSH, Y.E.Y.; JENKINS, C.B.G. An evaluation of the bonding of glass-ionomer restoratives to dentine and enamel. **Br. Dent. J.**, London, v.161, n.05, p.179-184, Sept. 1986.
2. AGRESTI, A. **An introduction to categorical data analysis**. New York: John Wiley & Sons, 1996. 296 p.
3. AL-OBAIDI, F.F.; SALAMA, F.S. Resin-modified glass ionomer restorations in primary molars: a comparison of three *in vitro* procedures. **J. Clin. Pediatr. Dent.**, Birmigham, v.21, n.1, p. 71-76, Oct./Dec. 1996.
4. ALPERSTEIN, K.S.; GRAVER, H.T.; HEROLD, R.C. Marginal leakage of glass-ionomer cement restorations. **J. Prosthet. Dent.**, St. Louis, v.50, n.05, p.803-807, Dec.1983.
5. ANDRADE, M.F.; PORTO NETO, S.T.; SENA, C.L.B.; CAMPOS, E.A. Estudo *in vitro* da microinfiltração marginal em cavidades de classe V restauradas com cimento de ionômero de vidro e resina composta. **Odonto 2000**, São Paulo, v.01, n.01, p.32-36, jan./jun. 1997.
6. ANDRADE, M.F.; SAAD, J.R.C.; GENTILE, C.; RAMOS, C.T.; NEVES, L.H.M. Avaliação da microinfiltração marginal em cavidades de classe V restauradas com três tipos de cimentos ionoméricos. **Odonto 2000**, São Paulo, v.01, n.00, p.11-15, jan./jun. 1996.
7. ARCORIA, C.J.; VITASEK, B.A.; DeWALD, J.P.; WAGNER, M.J. Microleakage in restorations with glass ionomer liners after thermocycling. **J. Dent.**, Bristol, v.18, n.02, p.107-112, Apr. 1990.
8. BARATIERI, L.N. *et al.* Restaurações com Cimentos de Ionômero de Vidro. In: _____ **Dentística** – procedimentos preventivos e restauradores. 2.ed. Rio de Janeiro: Santos, 1992. Cap. 06, p.167-199.
9. BASS, E.V.; WING, G. The mixing of encapsulated glass ionomer cement restorative materials. **Aust. Dent. J.**, Sydney, v.33, n.03, p.243, June/July 1988.
10. BIJELLA, M.F.B.; BIJELLA, M.F.T.B.; SILVA, S.M.B. *In vitro* quantitative evaluation of marginal microleakage in class II restorations confected with a glass ionomer cement and two composite resins. **Pesq. Odontol. Bras.**, São Paulo, v.15, n.04, p.277-282, Oct./Dec. 2001.
11. BOUSCHLICHER, M.R.; VARGAS, M.A.; DENEHY, G.E. Effect of desiccation on microleakage of five Class 5 restorative materials. **Oper. Dent.**, Washington, v.21, n.03, p.90-95, May/June 1996.
12. BROOKS, E.S.; MILLER, B.H.; NAKAGIMA, H.; GUO, I. Manipulation effects on fluoride release from chemically-cured and resin-modified glass ionomers. **Am. J. Dent.**, San Antonio, v.10, n.03, p.120-122, June 1997.

13. BULLARD, R.H.; LEIFELDER, K.F.; RUSSEL, C.M. Effect of coefficient of thermal expansion on microleakage. **J. Am. Dent. Assoc.**, Chicago, v.116, n.7, p.871-874, June 1988.
14. BUSSADORI, S.K.; MUENCH, A. Microinfiltração em dentes decíduos em função de materiais restauradores e condicionamento ácido. **Rev. Odontol. Univ. São Paulo**, São Paulo, v.13, n.4, p.369-373, out./dez. 1999.
15. CARVALHO, R.M. Ionômero de vidro. **Maxiodonto**, Bauru, v.1, n.5, p.1-42, set./out. 1995.
16. CAUSTON, B.E.; JOHNSON, N.W. Changes in the dentine of human teeth following extraction and their implication for *in vitro* studies of adhesion to tooth substance. **Arch. Oral Biol.**, Oxford, v.24, n.03, p.229-232, Mar. 1979.
17. CHRISTEN, A.G.; MITCHELL, D.F. A fluorescent Dye Method for demonstrating leakage around dental restorations. **J. Dent. Res.**, Chicago, v.45, n.05, p.1485-1491, Sep./Oct. 1966.
18. COOLEY, R.L.; TRAIN, T.E. Comparison of manually and mechanically mixed glass ionomers. **J. Prosthet. Dent.**, St. Louis, v.66, n.06, p.773-776, Dec. 1991.
19. CRIM, G.A.; MATTINGLY, S.L. Evaluation of two methods for assessing marginal leakage. **J. Prosthet. Dent.** St. Louis, v.45, n.02, p.160-163, Feb. 1981.
20. CRIM, G.A.; SWARTZ, M.L.; PHILLIPS, R.W. Comparison of four thermocycling techniques. **J. Prosthet. Dent.** St. Louis, v.53, n.01, p.50-53, Jan. 1985.
21. DAVIDSON, C.L.; MJÖR, I.A. **Advances in glass ionomer cements**. Chicago: Quintessence Books, 1999. 303 p.
22. DeWALD, J.P. The use of extracted teeth for *in vitro* bonding studies: A review of infection control considerations. **Dent. Mater.**, Copenhagen, v.13, n.02, p.74-81, Mar. 1997.
23. DIAS, G.R.S.; MYAKI, S.I.; RODRIGUES, C.R.M.D.; RODRIGUES FILHO, L.E., ANDO, T. Infiltração marginal em dentes decíduos restaurados com cimento de ionômero de vidro modificado por resina utilizando-se a técnica convencional ou um sistema adesivo. **J. Bras. Odontopediatr. Odontol. Bebê**, Curitiba, v.2, n.10, p. 442-446, nov./dez. 1999.
24. ERDILEK, N.; OZATA, F.; SEPETCIOGLU, F. Microleakage of glass ionomer cement composite resin and glass ionomer resin cement. **J. Clin. Pediatr. Dent.**, Birmingham, v.21, n.04, p.311-314, July/Sept. 1997.
25. EWOLDSEN, N.; COVEY, D.; LAVIN, M. The physical and adhesive properties of dental cements used for atraumatic restorative treatment. **Sp. Care Dent.**, Chicago, v.17, n.01, p.19-24, Jan./Feb. 1997.
26. FREITAS, T.M.; GOMES, D.O.; ISHIY, E.; PARAÍSO, M.C.C.S.; BARBOSA, F.S.; BEATRICE, L.C.S.; SILVA, C.H.V. Avaliação dos métodos empregados nos testes de infiltração marginal dos trabalhos apresentados nas Reuniões da SBPqO. **Pesq. Odontol. Bras.**, São Paulo, v.16, supl., p. 110, ago. 2002 (resumo Ic 167).

27. FRICKER, J.; HIROTA, K.; TAMIYA, Y. The effects of temperature on the setting of glass ionomer (polyalkenoate) cements. **Aust. Dent. J.**, Sydney, v.36, n.03, p.240-242, June/July 1991.
28. FRITSCHER, A.M.G.; ARAUJO, D.F.; CONCEIÇÃO, E.E.; PACHECO, J.F.M. Avaliação da infiltração marginal de materiais ionoméricos em esmalte e dentina de dentes decíduos. **J. Bras. Odontopediatr. Odontol. Bebê**, Curitiba, v.03, n.12, p. 130-137, mar./abr. 2000.
29. FUKS, A.B.; HOLAN, G.; SIMON, H.; LEWINSTEIN, I. Microleakage of class 2 glass-ionomer-silver restorations in primary molars. **Oper. Dent.**, Washington, v.17, n.2, p. 62-69, Mar./Apr.1992.
30. GEE, D.; PEARSON, G.J. Effect of mixing speed on mechanical properties of encapsulated glass-ionomer cements. **Br. Dent. J.**, London, v.174, n.02, p.65-68, Jan. 1993.
31. GOING, R.E. Microleakage around dental restorations: a summarizing review. **J. Am. Dent. Assoc.**, Chicago, v.84, n.06, p.1349-1357, June 1972.
32. GRAJOWER, R.; GUELMANN, M. Dimensional changes during setting of a glass ionomer filling material. **Quintessence Inter.**, Berlin, v.20, n.07, p.505-511, July 1989.
33. GREMPEL, M.; ANTONIAZZI, J.H.; PAIVA, J.G. Determinação da permeabilidade dentinária radicular natural de dentes humanos anteriores, segundo a faixa etária e o tipo de corante utilizado. **Rev. Paul. Odontol.**, São Paulo, v.12, n.01, p.04-15, jan./fev. 1990.
34. HALLER, B.; HOFMANN, N.; KLAIBER, B.; BLOCHING, U. Effect of storage media on microleakage of five dentin bonding agents. **Dent. Mater.**, Copenhagen, v.9, n.03, p.191-197, May 1993.
35. HEYS, R.J.; FITZGERALD, M. Microleakage of three cement bases. **J. Dent. Res.**, Chicago, v.70, n.01, p.55-58, Jan. 1991.
36. HOSOYA, Y.; GARCIA-GODOY, F. Bonding mechanism of Ketac-Molar Aplicap and Fuji IX GP to enamel and dentin. **Am. J. Dent.**, San Antonio, v.11, n.05, p.235-239, Oct. 1998.
37. KIDD, E.A.M. Microleakage: a review. **J. Dent.**, Bristol, v.04, n.05, p.199-206, Sept. 1976.
38. KILPATRICK, N.M.; McCABE, J.F.; MURRAY, J.J. Factors that influence the setting characteristics of encapsulated glass ionomer cements. **J. Dent.**, Bristol, v.22, n.03, p.182-187, June/July 1994.
39. LIM, K.C. The microleakage of a glass ionomer cement using two methods of moisture protection. **Quintessence Inter.**, Berlin, v.18, n.12, p.835-839, Dec. 1987.
40. MALDONADO, A.; SWARTZ, M.L.; PHILLIPS, R.W. An *in vitro* study of certain properties of a glass-ionomer cement. **J. Am. Dent. Assoc.**, Chicago, v.96, p. 785-791, May 1978.

41. MATLOFF, I.R.; JENSEN, J.R.; SINGER, L.; TABIBI, A. A comparison of methods used in root canal sealability studies. **Oral Surg. Oral Med. Oral Pathol.**, St. Louis, v.53, n.02, p.203-208, Feb. 1982.
42. McLEAN, J.W.; WILSON, A.D. The clinical development of glass-ionomer cements: Formulation and properties. **Aust. Dent. J.**, Sydney, v.22, n.01, p.31-36, Feb. 1977.
43. McCABE, J.B.; JONES, P.A.; WILSON, H.J. Some properties of a glass-ionomer cement. **Br. Dent. J.**, London, v.146, n.09, p. 279-281, May 1979.
44. MITCHELL, C.A.; DOUGLAS, W.H. Comparison of the porosity of hand-mixed and capsulated glass-ionomer luting cements. **Biomaterials**, Oxford, v.18, n.16, p.1127-1131, Aug. 1997.
45. MITCHELL, C.A.; ORR, J.F.; RUSSEL, M.D. Capsulated versus hand-mixed glass-ionomer luting cements for post retention. **J. Dent.**, Bristol, v.26, n.01, p.47-51, Jan. 1998.
46. MORABITO, A.; DEFABIANIS, P. The marginal seal of various restorative materials in primary molars. **J. Clin. Pediatr. Dent.**, Birmigham, v.22, n.1, p. 51-54, Fall 1997.
47. MORAES, M.A.S. **Efeito da intensidade de luz na microinfiltração e no grau de polimerização de uma resina composta na técnica direta.** 1999. 142 p. Dissertação (Mestrado em Materiais Dentários) - Faculdade de Odontologia, Universidade Federal de Minas Gerais, Belo Horizonte.
48. MOUNT, G.J. **Atlas de cimentos de ionômero de vidro; guia para o clínico.** 2.ed. São Paulo: Santos, 1996. 150 p.
49. NAVARRO, M.F.L.; PASCOLATTO, R.C. **Cimentos de Ionômero de Vidro.** São Paulo: Artes Médicas, 1998. 179 p. (Série EAP-APCD).
50. NOMOTO, R.; McCABE, J.F. Effect of mixing methods on the compressive strength of glass ionomer cements. **J. Dent.**, Bristol, v.29, n.03, p.205-210, May 2001.
51. PACHUTA, S.M.; MEIERS, J.C. Dentin surface treatments and glass ionomer microleakage. **Am. J. Dent.**, San Antonio, v.8, n.4, p.187-190, Aug. 1995.
52. PEREIRA, M.G. **Epidemiologia: teoria e prática.** Rio de Janeiro: Guanabara Koogan, 1995. 596 p.
53. PEUTZFELDT, A.; ASMUSSEN, E. Effect of polyacrylic acid treatment of dentin on adhesion of glass ionomer cement. **ACTA Odontol. Scand.**, Oslo Norway, v.48, n.05, p.337-341, Oct. 1990.
54. PIN, M.L.G.; ABDO, R.C.C.; MACHADO, M.A.A.M.; PAVARINI, A. Avaliação da microinfiltração marginal em cavidades classe II modificadas, restauradas com cimentos da ionômero de vidro, convencional, modificados por resina e com uma resina modificada por poliácidos: estudo *in vitro*. **Rev. Fac. Odontol. Bauru**, Bauru, v.06, n.04, p.07-13, out./dez. 1998.

55. RAGGIO, D.P.; ROCHA, R.O.; IMPARATO, J.C.P. Avaliação da microinfiltração de cinco cimentos de ionômero de vidro utilizados no tratamento restaurador atraumático (TRA). **J. Bras. Odontopediatr. Odontol. Bebê**, Curitiba, v.05, n.27, p.370-377, set./out. 2002.
56. RETIEF, D.H. Are adhesive techniques sufficient to prevent microleakage? **Oper. Dent.**, Washington, v.12, n.04, p.140-145, Oct./Dec. 1987.
57. RINO, M.L.M.; MYAKI, S.I.; MIRANDA Jr., W.G.; ANDO, T. Avaliação *in vitro* da infiltração marginal nas cavidades proximais de molares decíduos restaurados com cimento de ionômero de vidro modificado por resina, utilizando-se dois diferentes procedimentos restauradores. **Rev. Bras. Odontol.**, Rio de Janeiro, v.55, n.06, p.318-321, nov./dez. 1998.
58. RUPP, D.C.; HERMESCH, C.B.; CHARLTON, D.G. Effect of triturator speed variation on physical properties of encapsulated glass-ionomer luting cements. **Oper. Dent.**, Washington, v.21, n.03, p.96-102, June/July 1996.
59. RUTAR, J.; McALLAN, L.; TYAS, M.J. Clinical evaluation of glass ionomer cement in primary molars. **Pediatr. Dent.**, Chicago, v.22, n.06, p.486-488, Nov./Dec. 2000.
60. SCHERER, W.; KAIM, J.; GOTTLIEB-SCHEIN, E.; ROFFE-BAUER, M. Microleakage of capsulated glass ionomer cements. **Am. J. Dent.**, San Antonio, v.02, n.06, p.355-357, Dec. 1989.
61. SEPET, E.; AYTEPE, Z.; GUVEN, Y. Artificially formed caries-like lesions around Class II glass ionomer restorations in primary molars. **J. Clin. Pediatr. Dent.**, Birmingham, v.20, n.1, p.37-40, Fall 1995.
62. SILVA, R.C.; RAGGIO, D.; IMPARATO, J.C.P. Avaliação da microinfiltração marginal de dois cimentos ionoméricos em dentes decíduos. **Pesq. Odontol. Bras.**, São Paulo, v.16, supl., p. 236, ago. 2002 (resumo Pc 167).
63. SOARES, J.F.; SIQUEIRA, A.L. **Introdução à estatística médica**. Belo Horizonte: Departamento de Estatística da UFMG. 1999. 300 p.
64. TANUMIHARJA, M.; BURROW, M.F.; TYA, M.J. Microtensile bond strenghts of glass ionomer (polyalkenoate) cements to dentine using four conditioner. **J. Dent.**, Bristol, v.28, n.05, p.361-366, July 2000.
65. THEAN, H.P.Y.; MOK, B.Y.Y.; CHEW, C.L. Bond strengths of glass ionomer restoratives to primary vs permanente dentin. **J. Dent. Child.**, Chicago, v.67, n.02, p.112-116, Mar./Apr. 2000.
66. TRIADAN, H. When is microleakage a real clinical problem? **Oper. Dent.**, Washington, v.12, n.04, p.153-157, Oct./Dec. 1987.
67. TRIOLA, M.F. **Introdução à Estatística**. 7 ed. Rio de Janeiro: LTC, 1999. 410 p.
68. TROWBRIDGE, H.O. Model systems for determining biologic effects of microleakage. **Oper. Dent.**, Washington, v.12, n.04, p.164-172, Oct./Dec. 1987.

69. VAZ, R.R.; VECCHIO, G.M.F.; DUTRA, C.E.A.; CUSTÓDIO, A.L.N.C.; HORTA, H.G.P. Avaliação de alguns materiais impermeabilizantes utilizados na verificação de infiltração marginal. **Arq. Odontol.**, Belo Horizonte, v.29, n.01, p.41-45, jan./jun. 1992.
70. VERBEECK, R.M.H.; DeMOOR, R.J.G.; VanEVEN, D.F.J.; MARTENS, L.C. The short-term fluoride release of a hand-mixed vs. Capsulated systems of a restorative glass-ionomercement. **J. Dent. Res.**, Chicago, v.72, n.03, p.577-581, Mar. 1993.
71. VIRMANI, S.; TANDON, S.; RAO, N. Cuspal fracture resistance and microleakage of glass ionomer cements in primary molars. **J. Clin. Pediatr. Dent.**, Birmingham, v.22, n.01, p. 55-58, Fall 1997.
72. WALLS, A.W.; McCABE, J.F.; MURRAY, J.J. Factors influencing the bond strength between glass polyalkenoate (ionomer) cements and dentine. **J. Oral Rehabil.**, Oxford, v.15, n.06, p. 537-547, Nov. 1988.
73. WALTON, R.E. Microleakage of restorative materials. **Oper. Dent.**, Washington, v.12, n.04, p.138-139, Oct./Dec. 1987.
74. WILDER Jr., A.D.; SWIFT Jr., E.J.; MAY Jr., K.N.; THOMPSON, J.Y.; McDOUGAL, R.A. Effect of finishing technique on the microleakage and surface texture of resin-modified glass ionomer restorative materials. **J. Dent.**, Bristol, v.28, n.05, 367-373, July 2000.
75. WELSH, E.L.; HEMBREE Jr., J.H. Microleakage at the gingival wall with four class V anterior restorative materials. **J. Prosthet. Dent.**, St. Louis, v.54, n.03, p.370-372, Sept. 1985.
76. WILSON, A.D.; KENT, B.E. A new translucent cement for dentistry: The glass ionomer cement. **Br. Dent. J.**, London, v.132, n.04, p.133-135, Feb. 1972.
77. WITZEL, M.F.; NOVELLI, M.D.; SACARDO, L.P.; GRANDE, R.H.M. Microinfiltração: estudo comparativo entre dois métodos de avaliação. In: REUNIÃO ANUAL DA SOCIEDADE BRASILEIRA DE PESQUISA ODONTOLÓGICA, 15, 1998, Águas de São Pedro. **Anais...** São Paulo: SBPqO, 1998. p.21 (Resumo AO47).
78. YAP, A.U.J.; TAN, S.; TEH, T.Y. The effect of polishing systems on microleakage of tooth coloured restoratives: Part 1. Convencional and resin-modified glass-ionomer cements. **J. Oral Rehabil.**, Oxford, v.27, n.02, p.117-123, Feb. 2000.
79. YIP, H.K.; TAY, F.R.; NGO, H.C.; SMALES, R.J.; PASHLEY, D.H. Bonding of contemporary glass ionomer cements to dentin. **Dent. Mater.**, Copenhagen, v.17, n.05, p.456-470, Sept. 2001.
80. ZYSKIND, D.; FRENKEL, A.; FUKS, A.; HIRSCHFELD, Z. Marginal leakage around V-shaped cavities restored with glass-ionomer cements: an *in vitro* study. **Quintessence Inter.**, Berlin, v.22, n.01, p.41-45, Jan. 1991.

ANEXO A

ANEXO B

Plano Piloto – Planejamento dos trabalhos

A metodologia do trabalho foi inicialmente estabelecida com base em estudos prévios com objetivos semelhantes aos deste, presentes na literatura.

Entretanto, antes de iniciar a confecção dos corpos de prova, foi feito um estudo experimental piloto, com o objetivo de averiguar e controlar todos os fatores que pudessem influir negativamente nos resultados.

Para tanto, foram utilizados 12 molares decíduos clinicamente hígidos. Foram confeccionados preparos cavitários do tipo caixa vertical nas faces mesial e distal, com dimensões padronizadas, que foram restaurados com o Vidrion R[®] e o Vidrion R Caps[®] (SS White), segundo instruções do fabricante, da seguinte forma: grupo 1 - Vidrion R[®] (manipulação manual), sem controle de temperatura; grupo 2 - Vidrion R Caps[®] (cápsulas pré dosadas manipuladas em um manipulador mecânico CAPMIX[®]), sem controle de temperatura; grupo 3 - Vidrion R[®] a 23°C; grupo 4 - Vidrion R Caps[®] a 23°C. Os dentes foram, então, impermeabilizados deixando exposta apenas a interface ionômero/esmalte, na parede gengival. A seguir, foram imersos em solução de azul de metileno a 0,5%, pH 7,2, a 37°C, por 4 h. Após o seccionamento mesio-distal dos dentes, a microinfiltração foi avaliada por três examinadores, em microscópio de comparação com aumento de 30 vezes, pelo critério de escores (0 a 3). Todos os passos da metodologia foram seguidos nas amostras do estudo piloto da mesma forma relatada para o estudo principal, com algumas exceções listadas abaixo. No estudo piloto, o controle da temperatura e a manipulação mecânica do ionômero diminuíram os valores de microinfiltração. Poucas mudanças foram necessárias para adequar a metodologia:

- (1) Enquanto no estudo **piloto** o CIV em frascos foi manipulado com espátula de metal, no **principal** optou-se por seguir as recomendações dos fabricantes e utilizar uma espátula plástica.
- (2) Após o condicionamento ácido, os dentes do estudo **piloto** foram lavados em água corrente por 30 s e no estudo **principal** foram lavados por três vezes com bolinha de algodão encharcadas em água (+/- 30 s) como recomenda a bula do GC Fuji IX[®], uma vez que as cavidades mesial e distal de cada dente eram tratadas com diferentes condicionantes e esses poderiam se misturar no momento da lavagem em água corrente.

- (3) Os dentes foram secos com jato de ar no **piloto** e com bolinhas secas de algodão (como recomenda a bula do GC Fuji IX[®]) no **principal**, para evitar o ressecamento.
- (4) Utilizou-se matrizes TDV para pré-molares de poliéster no estudo **piloto**. No entanto, essas foram de difícil adaptação a área cervical dos molares decíduos, que são muito expulsivas. Assim, preferiu-se utilizar matrizes TDV para pré-molares de aço, que poderiam ser brunidas e melhor adaptadas no estudo **principal**.
- (5) O tempo de manipulação mecânica do Vidrion R Caps[®] foi fixado em 8 s para o estudo **principal**, uma vez que 10 s de manipulação no **piloto** proporcionaram um CIV já em fase de perda de brilho, o que não seria interessante.
- (6) No estudo **principal**, as superfícies de todas as restaurações foram levemente raspadas com uma lâmina de bisturi após a impermeabilização da câmara pulpar, para remover possíveis escoamentos da resina epóxica, o que não foi executado no estudo **piloto**.
- (7) Enquanto no estudo **piloto** foi utilizado esmalte da marca Colorama para impermeabilização dos dentes, no **principal** utilizou-se esmalte da marca Fina Flor por essa apresentar mais opções de cores opacas e bem contrastantes, o que foi necessário na separação dos grupos.

5 METODOLOGIA

5.1 Seleção de dentes

A partir de uma listagem fornecida pelo CRO-MG, os Odontopediatras da cidade de Belo Horizonte foram contactados e convidados a ajudar na coleta dos dentes, uma vez que a Faculdade de Odontologia da UFMG não possui Banco de Dentes. Aos que concordaram, foram entregues potes plásticos com água destilada (FIG. 4 - a) para armazenamento de molares decíduos hígidos logo após a extração até que a pesquisadora pudesse recolhê-los (Virmani *et al.*, 1997). Os Odontopediatras foram orientados a explicar aos pacientes e responsáveis a finalidade da coleta do dente e, quando havia consentimento da criança e da família, armazená-lo e entrar em contato com a pesquisadora imediatamente.

Foram solicitadas aos Odontopediatras que ajudaram na coleta dos dentes declarações de que estes foram extraídos única e exclusivamente por indicação clínica. De posse destas declarações e da garantia dos pesquisadores de que o material biológico coletado seria empregado exclusivamente para a finalidade prevista neste protocolo experimental, este trabalho foi submetido à apreciação e aprovação do Comitê de Ética em Pesquisa da Universidade Federal de Minas Gerais (COEP/UFMG) – parecer n.º 214/01 (ANEXO A).

Foram selecionados 40 segundos molares decíduos humanos extraídos por indicação ortodôntica ou naturalmente esfoliados, que estivessem clinicamente hígidos e sem trincas. Essa avaliação foi feita com o auxílio de uma lupa com um aumento de quatro vezes. O número de 40 dentes foi estabelecido com base em estudos prévios semelhantes e na quantidade de dentes obtidos que preenchiam os critérios de inclusão.

Os dentes precisavam ser hígidos pois seriam restauradas as duas superfícies proximais. A ausência de trincas também fez-se importante uma vez que elas poderiam provocar uma falsa leitura no resultado de microinfiltração (Moraes, 1999).

5.2 Limpeza e armazenamento dos dentes

Após a seleção dos dentes, foi realizada a limpeza coronária destes com uma pasta de pedra pomes e água destilada, aplicada com escova de Robson® montada em contra-ângulo em baixa rotação (Rino *et al.*, 1998; Bussadori & Muench,

1999; Dias *et al.*, 1999), para remover possíveis tecidos aderidos. Em seguida, os dentes foram enxaguados e permaneceram imersos em água destilada à temperatura ambiente, para reidratação. O mesmo aconteceu nas fases intermediárias do experimento, antes da imersão em corante (Morabito & Defabianis, 1997; Virmani *et al.*, 1997; Bussadori & Muench, 1999; Moraes, 1999). Segundo Bouschlicher *et al.* (1996), em estudos de microinfiltração é imprescindível que todas as amostras sejam armazenadas e mantidas em condições de hidratação entre as etapas do experimento, para que o ressecamento não represente mais uma variável.

De acordo com Causton & Johnson (1979), estudos *in vitro* para avaliação do desempenho de materiais que estivessem relacionados à adesão deveriam utilizar dentes humanos extraídos num período de até 20 min após a extração para que os resultados obtidos pudessem ser confiavelmente extrapolados para situações *in vivo*. Entretanto, como dentes recentemente extraídos não estão disponíveis em número suficiente para suportar uma pesquisa, é comum que os dentes sejam estocados durante o período de coleta em alguma solução, muitas vezes uma solução desinfetante (Haller *et al.*, 1993).

DeWald (1997) afirmou que diferenças na metodologia empregada em estudos *in vitro*, como o emprego de diferentes soluções desinfetantes, dificultavam a comparação de resultados. A falta de um consenso sobre qual solução de armazenamento influenciava a adesão de materiais odontológicos às estruturas dentárias estaria relacionada aos diferentes mecanismos de adesão apresentados por estes. Uma solução de armazenamento poderia exercer efeitos diferentes na adesão de materiais diferentes. De um mesmo modo, um mesmo material poderia também apresentar desempenhos diferentes dependendo do meio utilizado para armazenamento dos dentes extraídos.

Assim, e levando em consideração que os trabalhos que avaliaram os possíveis efeitos do meio de armazenamento de dentes o fizeram para sistemas adesivos resinosos, optou-se por armazenar os dentes em água destilada e não utilizar nenhuma solução desinfetante para que não houvesse qualquer possibilidade de intervenção no posterior resultado de microinfiltração. Todas as pessoas envolvidas utilizaram equipamento de proteção individual completo – EPI – (avental, gorro, máscara, luvas e óculos de proteção) em todas as fases do experimento.

5.3 Preparo cavitário

Em cada dente selecionado, foram confeccionados 2 preparos cavitários classe II tipo caixa vertical: um mesial e um distal.

Os preparos foram padronizados da seguinte maneira: largura vestibulo lingual de 2 mm, profundidade de 2 mm, dadas pela espessura da broca (Fritscher *et al.*, 2000), e altura que permitisse à parede gengival situar-se 1 mm acima do limite amelo-cementário, para que as margens cervicais terminassem em esmalte (Bullard *et al.*, 1988; Cooley & Train, 1991; Fuks *et al.*, 1992; Al-Obaidi & Salama, 1996; Erdilek *et al.*, 1997; Rino *et al.*, 1998; Bussadori & Muench, 1999; Raggio *et al.*, 2002), já que a localização da margem gengival em dentina/cimento é crítica para a microinfiltração (Trowbridge, 1987; Sherer *et al.*, 1989; Andrade *et al.*, 1996; Bouschlicher *et al.*, 1996; Wilder Jr. *et al.*, 2000; Yap *et al.*, 2000). Para auxiliar a confecção dos preparos, foram realizadas marcações de orientação com grafite HB 0,7 da Faber-Castell no centro das faces proximais e 1 mm acima do limite amelo-cementário. Para medição dessa distância, foi utilizado um paquímetro manual que posteriormente também auxiliou na aferição das medidas do preparo (Moraes, 1999).

As 80 cavidades foram confeccionadas pelo mesmo operador (Moraes, 1999), utilizando uma ponta adiamantada cilíndrica de extremidade arredondada n.º 4230 (Microdont), adaptada a uma caneta de alta-rotação (Dabi-Atlante) (Rino *et al.*, 1998; Bussadori & Muench, 1999), com movimentação manual e sob refrigeração de ar/água (FIG. 4 – b). As pontas adiamantadas foram trocadas a cada 5 preparos para evitar que o desgaste das mesmas pudesse interferir na superfície dentária obtida (Moraes, 1999; Fritscher *et al.*, 2000; Raggio *et al.*, 2002).

Foi utilizada uma mini prensa para permitir a fixação dos dentes durante a confecção dos preparos (FIG. 4 – c). Os dentes foram adaptados neste dispositivo, sem que houvesse pressão excessiva no fechar da prensa e ainda protegidos por uma gaze para evitar qualquer avaria na estrutura dentária. Esse procedimento se mostrou necessário devido ao pequeno tamanho do molar decíduo, o que dificultava a sua manipulação.

O acabamento das cavidades foi realizado com a mesma ponta adiamantada n.º 4230 adaptada ao contra-ângulo (Dabi-Atlante), em baixa rotação, seguida pela utilização de um recortador de margem cervical n.º 27 (Duflex) e uma enxada monoangulada n.º 26 (Duflex). Este procedimento foi auxiliado por uma lupa

com um aumento de quatro vezes. Segundo Aboush & Jenkins (1986) a superfície dentinária rugosa prejudica adesão do CIV.

Após a preparação (FIG. 4 – d), as cavidades foram novamente limpas com pasta de pedra pomes e água destilada, em escovas de Robson[®] em baixa rotação, enxaguadas (Rino *et al.*, 1998; Bussadori & Muench, 1999) e secadas para reavaliação quanto a presença de trincas ou rachaduras (Moraes,1999). Os dentes que as apresentaram ou nos quais houve contato com a câmara pulpar durante a confecção do preparo foram eliminados e novos dentes preparados até a obtenção de 40 dentes.

Os dentes preparados continuaram armazenados em água destilada à temperatura ambiente, para não se desidratarem, até o momento da restauração (Bouschlicher *et al.*, 1996; Morabito & Defabianis, 1997; Virmani *et al.*, 1997; Bussadori & Muench, 1999; Moraes,1999).

5.4 Grupos amostrais

Através de sorteio simples, 20 dentes foram alocados no grupo 1 e foram restaurados com CIV encapsulados [Vidrion R Caps[®] (SS White) e GC Fuji IX_{GP FAST}[®] (GC Corporation)] e 20 dentes no grupo 2, sendo restaurados com CIV disponíveis em frascos [Vidrion R[®] (SS White) e GC Fuji IX[®] (GC Corporation)].

As cavidades mesiais dos dentes alocados no grupo 1 foram restauradas com Vidrion R Caps[®] (encapsulado) e as distais o foram com GC Fuji IX_{GP FAST}[®] (encapsulado). Já os dentes do grupo 2 receberam restaurações mesiais com Vidrion R[®] (em frascos) e distais com GC Fuji IX[®] (em frascos).

Desta forma, formaram-se os seguintes subgrupos amostrais:

Subgrupo 1A = SG 1A

- Restaurações com Vidrion R Caps[®]

Subgrupo 1B = SG 1B

- Restaurações com GC Fuji IX_{GP FAST}[®]

Subgrupo 2A = SG 2A

- Restaurações com Vidrion R[®]

Subgrupo 2B = SG 2B

- Restaurações com GC Fuji IX[®]

Ao todo, foram 80 restaurações a serem avaliadas.

A FIG. 1 permite uma melhor visualização dos subgrupos amostrais.

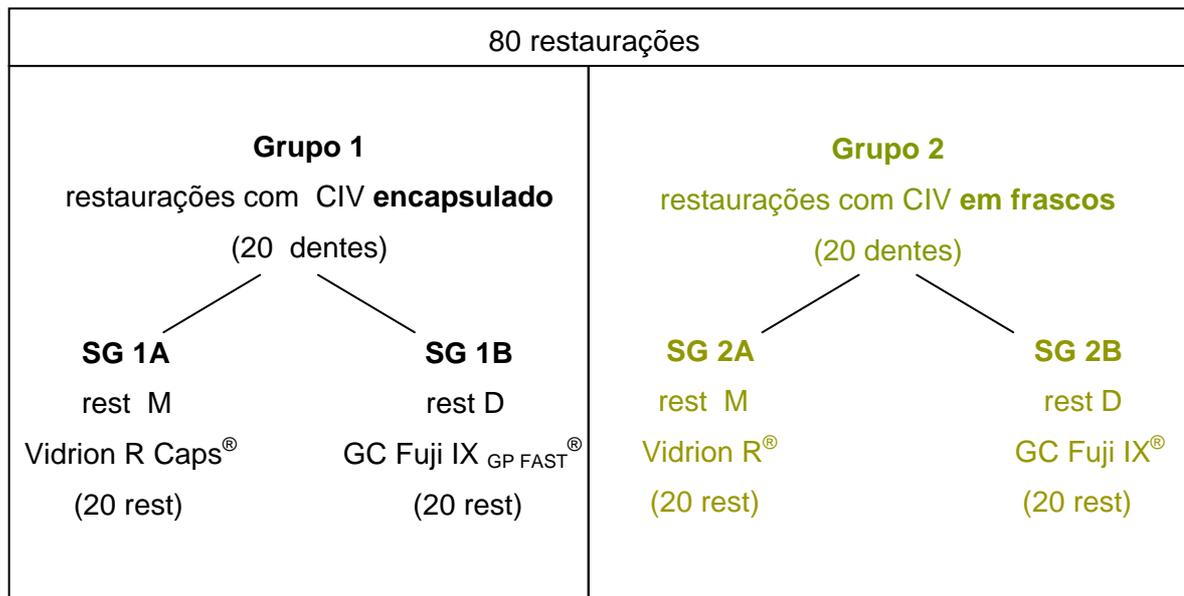


FIGURA 1–Fluxograma dos grupos amostrais

CIV = cimento de ionômero de vidro; SG = subgrupo; rest = restaurações; M = mesial; D = distal.

Para identificar as restaurações correspondentes a cada subgrupo foi realizada uma pequena marcação na superfície oclusal do dente, próximo a cada preparo, com esmalte cosmético de cores diferentes: verde para SG 1A, alaranjado para SG 1B, rosa para SG 2A e amarelo para SG 2B. Essas mesmas cores de esmalte foram utilizadas posteriormente para impermeabilização dos dentes.

5.5 Materiais restauradores

Foram utilizados para a confecção das restaurações dois CIV convencionais disponíveis no mercado na forma de apresentação encapsulada - o Vidrion R Caps® (SS White) e o GC Fuji IX_{GP FAST}® (GC Corporation) – e em frascos com pó e líquido separados - o Vidrion R® (SS White) e o GC Fuji IX® (GC Corporation). Utilizou-se também os condicionadores de dentina e vernizes protetores da restauração dos mesmos fabricantes, para que a mistura de materiais de diferentes fábricas não fosse uma variável neste experimento (FIG. 4 – e, f, g, h, i).

O CIV Vidrion R® é descrito na bula do fabricante como:

“...um moderno ionômero de vidro que, além de possuir comprovada adesão ao esmalte e a dentina tem apreciáveis propriedades anticariogênicas.”

As indicações sugeridas são:

“Ionômero de vidro para restauração, indicado para restaurações de dentes decíduos, incluindo classe I; reparo das erosões da região cervical e restaurações classe V; restaurações da classe III e casos selecionados da classe I e confecção de núcleos para coroas.”

O fabricante descreve o Vidrion R Caps[®] como:

“a nova versão em cápsulas do ionômero de vidro para restauração Vidrion R[®]. As cápsulas pré-dosadas são trituradas mecanicamente com vantagem de uma dosagem mais exata e mistura homogênea. A nova forma condensável proporciona excelente manuseio e melhor adaptação à cavidade. Vidrion R Caps[®] possui comprovada adesão ao esmalte e a dentina, é radiopaco e está disponível nas cores A1, A3 e B3. Devido a liberação contínua de flúor, tem apreciáveis propriedades anticariogênicas.”

As indicações que constam na bula do material são:

“reparo das erosões da região cervical e restaurações classe V; restaurações de dentes decíduos, especialmente da classe I; restaurações de classe II por meio de preparações do tipo túnel; confecção de núcleos para coroas; obturação retrógrada de canais radiculares; tratamento temporário prolongado de cavidades classe I e II; tratamento temporário após obturação definitiva do canal radicular; tratamento restaurador atraumático.”

A escolha do Vidrion R[®] e do Vidrion R Caps[®] (SS White) para participarem do estudo se deu em função da facilidade de acesso aos mesmos e, conseqüentemente, sua ampla utilização.

O agente condicionante sugerido pelo fabricante é o Vidrion condicionador de dentina[®] (SS White), que é descrito na bula como:

“um agente com consistência ideal para limpeza, a base de ácido poliacrílico a 11,5%, que ajuda na remoção de resíduos

promovendo um íntimo contato do Ionômero de Vidro com a dentina, aumentando a adesão.”

O verniz protetor sugerido pelo fabricante é o Vidrion V[®] (SS White), descrito pelo mesmo como:

“verniz dentário especialmente formulado para proteger as restaurações com Vidrion R[®] ou outro ionômero de vidro das contaminações por água e saliva durante a presa.”

O GC Fuji IX[®] (GC Corporation) é definido pelo fabricante como:

“um novo cimento de ionômero de vidro restaurador especialmente desenvolvido para o tratamento restaurador atraumático. Apresenta adesão química à dentina e ao esmalte, liberação contínua de flúor, adequado tempo de trabalho e presa rápida, biocompatibilidade excelente, mínima sensibilidade à umidade, alta resistência à compressão, além de técnica simples e segura para qualquer operador.”

As indicações recomendadas na bula do material são:

“é recomendado para restaurar cavidades simples com apenas uma superfície, restaurar e selar fissuras. Pode também ser usado como restauração temporária de longa duração para cavidades mais extensas.”

O fabricante descreve o GC Fuji IX_{GPFAST}[®] (GC Corporation) como:

“ Cimento de ionômero de vidro restaurador para dentes posteriores, em cápsulas. É uma versão de presa rápida do GC Fuji IX GP CAPSULE[®]. “

São indicações sugeridas:

“restaurações classe I ou II em dentes decíduos; classe I ou II não submetidas à esforço mastigatório em dentes permanentes; restaurações intermediárias e material forrador para cavidades classe I e II submetidas a estresse mastigatório (técnica do sandwich); classe V e restaurações da superfície radicular; reconstrução morfológica.”

O GC Fuji IX[®] e o GC Fuji IX_{GP FAST}[®] (GC Corporation) foram escolhidos por representarem uma nova proposta de CIV restaurador, com uma proporção pó/líquido aumentada (3,6:1), tempo de presa diminuído, propriedades mecânicas (resistência ao desgaste, principalmente) melhoradas e menor sensibilidade à umidade. Com isso podem ser indicados em cavidades oclusais que recebam cargas mastigatórias como no caso do Tratamento Restaurador Atraumático (ART).

O agente condicionante sugerido pelo fabricante é o GC Cavity Conditioner[®] (GC Corporation), que é descrito na bula como:

“uma fraca solução de ácido poliacrílico para a remoção da smear layer e condicionar dentina e esmalte, e assim aumentar a adesão entre o cimento de ionômero de vidro e a estrutura dentária.”

O verniz protetor sugerido pelo fabricante é o Fuji Varnish[®] (GC Corporation), o qual não é descrito na bula do material.

Os materiais envolvidos na confecção das restaurações, bem como suas respectivas características encontram-se discriminados e representados no QUAD. 1.

5.6 Procedimentos restauradores

Os procedimentos restauradores foram realizados por um único operador e um auxiliar e procurou-se seguir as instruções dos fabricantes dos materiais utilizados. As restaurações foram realizadas no Laboratório de Materiais Odontológicos da FO-UFMG, com temperatura controlada pelo ar condicionado em 23+/- 2 °C, com a ajuda de um termômetro de precisão, por essa ser considerada a temperatura ideal para se trabalhar com CIV. Uma jornada não superior a três horas de trabalho por dia foi adotada para que a fadiga do operador não pudesse afetar a pesquisa.

5.6.1 Restaurações com materiais de manipulação manual (grupo 2)

Primeiramente, realizou-se o condicionamento das superfícies das cavidades mesiais dos dentes do grupo 2 com o Vidrion condicionador de dentina aplicado com um pincel plástico com pontas descartáveis (Biodinâmica), durante 30 s. Em seguida, as cavidades foram lavadas por três vezes com uma bolinha de algodão encharcada em água e secada com uma nova bolinha de algodão.

QUADRO 1

Materiais, respectivos fabricantes e lotes, tipo e manipulação

Material	Fabricante	Lote	Tipo	Manipulação
Vidrion condicionador de dentina [®]	(SS White)	OOA	Agente condicionante	_____
Vidrion R [®]	(SS White)	OPU / OPA	CIV convencional	Manual
Vidrion R Caps [®]	(SS White)	OOE	CIV convencional	Mecânica
Vidrion V [®]	(SS White)	OOE	Verniz protetor	_____
GC Cavity Conditioner [®]	(GC Corporation)	0103221	Agente condicionante	_____
GC Fuji IX [®]	(GC Corporation)	0107041	CIV convencional	Manual
GC Fuji IX _{GP} [®] FAST [®]	(GC Corporation)	9910263	CIV convencional	Mecânica
Fuji Varnish [®]	(GC Corporation)	0106221	Verniz protetor	_____

Nesse momento, as superfícies das cavidades distais dos mesmos dentes foram também condicionadas utilizando uma gota do próprio líquido do GC Fuji IX[®], por 10 s, em um pincel com pontas descartáveis. Seguiu-se a lavagem das cavidades por três vezes com uma bolinha de algodão encharcada em água e posterior secagem com uma nova bolinha de algodão.

Após o condicionamento, uma matriz de aço para pré-molar (TDV Dental Ltda) foi cuidadosamente adaptada a cada dente e brunida com brunidor de amálgama n.º 33 (Duflex) na região cervical do dente (para conter e exercer pressão sobre o material restaurador, além de protegê-lo contra sinérise inicialmente).

Um auxiliar permaneceu segurando os dentes com as respectivas matrizes durante todo o processo restaurador (FIG. 4 – j).

Os CIV foram inseridos nas cavidades com o auxílio de um instrumento de Holleback[®] n.º 3S (Duflex) sem corte, após terem sido manipulados da seguinte maneira:

Vidrion R[®]

Uma medida rasa de pó e uma gota de líquido foram dispensados sobre um bloco de manipulação. Ao gotejar o líquido, o frasco foi mantido em posição vertical. O pó foi adicionado ao líquido com a ajuda de uma espátula plástica flexível n.º 142 (JON), inicialmente em pequenas porções, aumentando gradativamente. Contados a partir do início da mistura, foram obedecidos os seguintes tempos, cronometrados pelo auxiliar: tempo de mistura até 1 min, tempo de trabalho até 3 min.

GC Fuji IX[®]

Da mesma forma, uma medida rasa de pó e uma gota de líquido foram dispensados sobre um bloco de manipulação. O pó foi dividido em duas partes iguais. A primeira metade foi aglutinada ao líquido por 10 s. A segunda metade foi aglutinada por 20 s até a obtenção de uma mistura homogênea. Foram respeitados os tempos de mistura (30 s) e de trabalho (2 min).

Optou-se pela inserção dos CIV de manipulação manual nas cavidades com instrumento de Holleback[®] para seguir o protocolo restaurador sugerido na bula do GC Fuji IX[®] que recomenda a utilização da extremidade romba de um instrumento manual para esse fim, uma vez que seguir a recomendações dos fabricantes sempre que possível foi uma proposta deste estudo como forma de padronização dos procedimentos restauradores e a bula do Vidrion R[®] não especifica este passo operatório.

Os materiais foram inseridos nas cavidades ainda apresentando brilho, para possibilitar uma adequada adesão à estrutura dentária. Assim que esse brilho começava a desaparecer, era exercida pressão com um condensador de amálgama n.º 1 ou 2 (Duflex) lubrificado com vaselina sólida sobre o material, por 30 s. Essa pressão visou uma melhor adaptação do material ao fundo das cavidades e a eliminação de bolhas de ar do corpo da restauração.

Quinze minutos após a inserção do segundo material restaurador, a matriz era cortada com uma tesoura de metal de ponta fina (Duflex) e os excessos de CIV

removidos com uma lâmina n.º 15 (Becton Dickinson) adaptada em um cabo de bisturi n.º 3 (Golgran). Em seguida, uma camada de Vidrion V foi aplicada às restaurações mesiais com um pincel com pontas descartáveis enquanto as restaurações distais foram recobertas por uma camada de Fuji Varnish® (FIG. 4 – k). Assim que os vernizes protetores secaram, os dentes foram imersos em água destilada até o polimento final, realizado 24 h após a inserção do material, com discos de lixa de papel flexível Sof-Lex® (3M) de granulação fina -24µm- e superfina -8µm- (Cooley & Train, 1991; Sepet *et al.*, 1995; Andrade *et al.*, 1996; Pin *et al.*, 1998; Rino *et al.*, 1998; Dias *et al.*, 1999; Fritscher *et al.*, 2000; Wilder Jr *et al.*, 2000; Yap *et al.*, 2000). Uma nova camada de verniz foi aplicada sobre as restaurações e os dentes foram novamente imersos em água destilada.

5.6.2 Seleção do aparelho de manipulação

Segundo Mount (1996), a manipulação de cápsulas de CIV não é necessariamente um procedimento simples. Os fabricantes recomendam um certo tempo de aglutinação mecânica para as cápsulas em um manipulador próprio, no entanto, nem todos os manipuladores são iguais.

Os fabricantes sugerem um manipulador de alta frequência (4000-4500 ciclos por min -cpm-) como sendo adequado para a aglutinação mecânica do CIV, como o CAPMIX® (ESPE) ou o ULTRAMAT 2® (SDI). De acordo com Navarro & Pascotto (1998), manipuladores com capacidade inferior à citada não possibilitam a obtenção de uma massa com consistência adequada. Segundo Rupp *et al.*, (1993), a velocidade de 3000 cpm (que é a velocidade atingida por muitos manipuladores presentes no mercado) é muito baixa, fornecendo uma energia insuficiente para permitir uma adequada mistura dos componentes, diminuindo assim a relação pó/líquido, o que pode prejudicar as propriedades físicas do cimento final.

Desta forma, utilizou-se o CAPMIX® neste experimento, para que essa não fosse mais uma variável a influenciar os resultados.

Ainda segundo Mount (1996), um mesmo aparelho poderia variar na quantidade de energia despendida num determinado dia. O número de ciclos pode variar em até 10% para mais ou para menos sob circunstâncias normais e fatores tais como temperatura ambiente, oscilações de energia, variação do fabricante e idade da máquina podem produzir diferenças ainda maiores.

Assim, o operador avaliou periodicamente, por inspeção visual, a condição (aspecto) da mistura obtida para assegurar um resultado previsível e padronizado.

5.6.3 Restaurações com materiais de manipulação mecânica (grupo 1)

Os procedimentos de condicionamento (exceto o condicionamento prévio ao GC Fuji IX_{GP FAST}[®], que foi feito com o GC Cavity Conditioner[®] por 10 s em substituição ao próprio líquido do GC Fuji IX[®]), adaptação da matriz e sua posterior remoção, compressão do material, remoção de excessos, aplicação de verniz e polimento final foram realizados de forma idêntica àquela empregada para os materiais de manipulação manual.

Vidrion R Caps[®]

As cápsulas foram ativadas (girando a capa no sentido horário e pressionando-a simultaneamente para baixo), colocadas no CAPMIX[®] e trituradas por 8 s sendo, então, retiradas imediatamente do aparelho. O material extraído das cápsulas, após a remoção da parte inferior destas, com o auxílio de uma espátula de metal n.º 31 (Duflex) era colocado em uma ponta de seringa Centrix[®] (Centrix Inc.) para ser inserido nas cavidades. Optou-se por utilizar uma seringa para a inserção do material para se obter um situação semelhante a do GC Fuji IX_{GP FAST}[®], uma vez que a cápsula do Vidrion R Caps[®] não possui um dispositivo que permita a extrusão direta do material na cavidade. Foi respeitado o tempo de trabalho de 1 ½ min após a manipulação do produto.

GC Fuji IX_{GP FAST}[®]

Antes da ativação, as cápsulas foram levemente agitadas para descompactar o pó. A ativação se dava apertando o êmbolo e clicando uma vez no aplicador metálico GC Capsule Applier[®] (FIG. 4 – i). As cápsulas eram, então, adaptadas ao CAPMIX[®] e trituradas por 10 s. Imediatamente após, eram retiradas do manipulador e readaptadas ao aplicador metálico. Com dois clics, as cápsulas eram preparadas e então procedia-se a extrusão do material diretamente na cavidade, através de uma compressão lenta do êmbolo do aplicador.

5.7 Impermeabilização

Vaz *et al.* (1992) afirmaram que vedar hermeticamente a superfície externa do dente era pré-requisito para viabilizar o método de penetração de corante utilizado para avaliar a infiltração marginal.

O forame apical e o cimento dentário não vedam a penetração do corante, principalmente para dentes decíduos sem raízes ou com reabsorções avançadas, o que pode distorcer a leitura dos resultados.

Os dentes que possuíam raízes foram seccionados com um disco de *carborundum* (Dentorium) de modo a removê-las e expor a câmara pulpar. Nesse momento, todos os dentes foram secos com papel absorvente e impermeabilizados na câmara pulpar com a resina epóxica Araldite® de presa ultra rápida (Rino *et al.*, 1998; Bussadori & Muench, 1999; Dias *et al.*, 1999; Silva *et al.*, 2002). Utilizando a mesma resina epóxica, um fio de arame fino maleável de 10 cm foi fixado à câmara pulpar de cada dente. Esse fio serviu, posteriormente, para pendurar os dentes na borda dos frascos contendo corante de maneira que todas as faces dos dentes tivessem contato com o corante e facilitando sua posterior remoção.

Após 2 horas, as demais superfícies de cada dente foram impermeabilizadas com duas camadas de esmalte cosmético Fina Flor: Efeitos Especiais, respeitando-se apenas a distância de 1 mm ao redor das margens cervicais das restaurações (Rino *et al.*, 1998; Bussadori & Muench, 1999; Dias *et al.*, 1999; Silva *et al.*, 2002). Foram utilizadas quatro cores diferentes para identificar os subgrupos: verde para SG 1A, alaranjado para SG 1B, rosa para SG 2A e amarelo para SG 2B (FIG. 4 – I).

Foram aguardadas 24 h antes da imersão dos espécimes em solução corante para garantir a secagem completa dos esmaltes e da resina epóxica.

5.8 Imersão em corante

5.8.1 Escolha do método

O método adotado para verificar a microinfiltração neste estudo foi o teste de penetração de corantes.

Segundo Christen & Mitchell (1966), Going (1972), Kidd (1976) e Trowbridge (1987), vários métodos são utilizados para avaliar *in vitro* a microinfiltração

nas restaurações dentárias: estudos com radioisótopos, estudos da penetração de corantes, testes com ar comprimido, análise da ativação de neutrons, testes com penetração de bactérias, mudanças de pH, exame de microscopia eletrônica. Contudo, o método mais utilizado é a penetração de corantes, por ser um método barato, fácil e reproduzível de avaliar o selamento marginal, e por permitir uma pronta visualização de sua penetração (Going, 1972; Crim *et al.*, 1985).

A principal desvantagem desse método, de acordo com Moraes (1999), é a forma de avaliação que, apesar de associada a um sistema numérico de escore, ainda permanece subjetiva, não permitindo, de acordo com Going (1972), uma avaliação quantitativa.

5.8.2 Escolha do corante e metodologia de imersão

Foi utilizado o corante azul de metileno, vastamente empregado na literatura em estudos do tipo (Maltloff *et al.*, 1982; Arcoria *et al.*, 1990; Gempel *et al.*, 1990; Cooley & Train, 1991; Vaz *et al.*, 1992; Al-Obaidi & Salama, 1996; Rino *et al.*, 1998; Bussadori & Muench, 1999; Dias *et al.*, 1999; Moraes, 1999; Fritscher *et al.*, 2000). Segundo Maltloff *et al.* (1982), o azul de metileno é muito solúvel em água, de fácil penetração no dente, sem, contudo, adsorver na estrutura dentária. Moraes (1999) ressaltou que este é um bom corante, de fácil aquisição, muito usado e que não tem afinidade especial com a dentina nem com o material restaurador. No entanto, existe uma variação muito grande na concentração do corante e no tempo de imersão nos trabalhos pesquisados. Segundo Cristen & Mitchell (1966), concentrações diferentes significam tempos diferentes necessários para a penetração. De acordo com Arcoria *et al.* (1990), a solução aquosa do azul de metileno a 0,5% permite uma boa penetração do mesmo em falhas da interface dente/CIV.

Optou-se por utilizar neste experimento a concentração de 0,5% (Arcoria *et al.*, 1990; Gempel *et al.*, 1990; Rino *et al.*, 1998; Bussadori & Muench, 1999; Dias *et al.*, 1999; Fritscher *et al.*, 2000) e um tempo de imersão de 4 h (Cooley & Train, 1991; Rino *et al.*, 1998; Bussadori & Muench, 1999; Dias *et al.*, 1999). A concentração de 0,5% e o tempo de imersão de 4 h foram utilizados por Rino *et al.* (1998) em um estudo de microinfiltração com materiais ionoméricos em dentes decíduos e possibilitaram boa leitura e comparação.

Há unanimidade quanto à necessidade da manutenção do azul de metileno em pH neutro (7,2) (Gempel *et al.*, 1990; Vaz *et al.*, 1992; Rino *et al.*, 1998; Bussadori

& Muench, 1999; Dias *et al.*, 1999; Moraes, 1999), pois em pH básico o corante pode se transformar em leucometileno, que não é visível, alterando a veracidade da leitura. Sugere-se, também, que seja mantido em estufa a 37° C durante a imersão (Grempel *et al.*, 1990; Vaz *et al.*, 1992; Moraes, 1999; Fritscher *et al.*, 2000).

Matloff *et al.* (1982) também chamaram a atenção para a necessidade de se padronizar o volume da solução corante, pois pressões hidrostáticas diferentes poderiam afetar o nível de penetração de corante. Neste experimento, foram utilizados 30 ml de solução corante, como no estudo de Moraes (1999).

Assim, as amostras já impermeabilizadas foram agrupadas cinco a cinco e imersas em 30 ml de solução aquosa de azul de metileno a 0,5 % com pH 7,2 mantidos em estufa a 37° C, por 4 h.

Transcorridas as 4 h, os dentes foram removidos do corante, lavados em água corrente por 1 min para remover o excesso e colocados a secar de acordo com Vaz *et al.* (1992): por um período de 24 h, à temperatura ambiente, em recipientes tampados, para permitir a fixação do corante.

Após a secagem, a impermeabilização externa foi cuidadosamente removida com lâmina de bisturi (Moraes, 1999). As amostras foram marcadas com a mesma cor do esmalte usado para a sua impermeabilização, nas respectivas faces, de forma a identificar o grupo ao qual pertenciam.

A microinfiltração pode ser avaliada em estudos *in vitro* a uma temperatura constante ou com os espécimes passando por uma ciclagem térmica. A ciclagem térmica é um método utilizado para reproduzir as mudanças térmicas que ocorrem na cavidade bucal durante a ingestão de alimentos e bebidas e às quais os dentes e as restaurações estão expostos. Os espécimes são alternados em soluções quentes (+/- 60°C) e frias (0 a 5°C), com tempo de imersão em cada banho podendo variar de poucos segundos a algumas horas e o número de ciclos de 1 a mais 2500. Em situações clínicas normais, se o coeficiente de expansão térmica do material restaurador for muito diferente do das estruturas dentais, eles irão se contrair e se expandir de forma diferente diante das alterações térmicas, o que pode provocar uma desadaptação na margem da restauração. Assim, a utilização da ciclagem térmica é amplamente difundida na literatura quando se está estudando a microinfiltração (Bullard *et al.*, 1988; Scherer *et al.*, 1989; Arcoria *et al.*, 1990; Cooley & Train, 1991; Zyskind *et al.*, 1991; Fuks *et al.*, 1992; Haller *et al.*, 1993; Pachuta & Meiers, 1995; Andrade *et al.*, 1996; Bouschlicher *et al.*, 1996; Andrade *et al.*, 1997; Morabito &

Defabianis, 1997; Virmani *et al.*, 1997; Pin *et al.*, 1998; Rino *et al.*, 1998; Bussadori & Muench, 1999; Dias *et al.*, 1999; Fritscher *et al.*, 2000; Bijella *et al.*, 2001). No entanto, seria interessante que o método fosse ajustado e padronizado em relação ao tempo de imersão, tempos de intervalo, temperaturas dos banhos e soluções de imersão, para permitir uma melhor correlação entre achados laboratoriais/desempenho clínico dos materiais. Métodos de ciclagem térmica muito severos podem exceder a variação de temperatura às quais os dentes seriam submetidos na cavidade bucal durante a alimentação normal, superdimensionando os valores de microinfiltração (Crim *et al.*, 1985; Trowbridge, 1987; Al-Obaidi & Salama, 1996). Sabe-se que a termociclagem potencializa os valores de microinfiltração (Crim & Mattingly, 1981; Arcoria *et al.*, 1990; Bijella *et al.*, 2001).

Neste estudo, optou-se por avaliar a microinfiltração a uma temperatura constante, centrando as observações no processo de manipulação dos materiais, em suas propriedades de adesão ao dente decíduo, na sua contração de presa e nas suas alterações dimensionais em função da perda ou ganho de água iniciais. Sabe-se também que a microinfiltração é um processo multifatorial e dinâmico, no entanto, decidiu-se por não avaliar os eventos tardios que a influenciam neste momento, para que se possa compreender melhor os eventos inerentes ao material.

5.9 Embutimento

Os dentes foram embutidos em resina de poliéster transparente (Cristal), de presa lenta, de maneira que cada dente ficasse preso a um bloco de resina de formato retangular para possibilitar a fixação do corpo de prova na máquina de corte (Al-Obaidi & Salama, 1996; Moraes, 1999). Para tanto, foram confeccionados 40 moldes em silicóna, com dimensões de 1,5 x 2 x 1 cm. A resina, após manipulada, foi inserida no interior dos moldes até completar aproximadamente 1/3 de sua altura. Os dentes foram, então, posicionados sobre a primeira porção de resina já polimerizada, com seu eixo mesio-distal coincidindo com o sentido longitudinal do retângulo. Nova porção da resina foi manipulada e despejada sobre os dentes, recobrando totalmente a coroa dentária. Transcorridas 24 h para a polimerização da resina, os blocos foram retirados dos moldes com uma espátula metálica (FIG. 4 – m) e receberam acabamento em uma politriz, com lixas d'água de granulação fina.

5.10 Seccionamento

Os blocos de resina com os dentes embutidos foram cortados no sentido méso-distal, com o corte passando pelo centro das restaurações.

Para tal, foi utilizada uma máquina de precisão de corte (Isomet 1000), com um disco adiamantado de 12,7 cm x 0,5 mm (Buehler® série 15 HC diamond, n.º 11.4215), sob refrigeração com água destilada (FIG. 4 – n).

Segundo Moraes (1999), o procedimento de corte deve ser feito com resfriamento pois um superaquecimento poderia provocar trincas na dentina e/ou esmalte.

A máquina foi regulada para uma velocidade de 750 rpm e uma carga de 250 gf.

Objetivou-se que o corte coincidissem com o centro das duas restaurações, de maneira que fossem obtidas duas secções méso-distais, A e B, para cada dente (FIG. 4 – o). No entanto, características anatômicas próprias dos dentes decíduos e a dificuldade de se programar o local exato do corte para dentes já embutidos nos blocos de resina muitas vezes inviabilizaram a utilização de apenas um corte. Nestes casos, um novo corte sequencial foi realizado, obtendo-se assim, uma lâmina, de maneira que passaram a existir, para essas amostras, quatro secções méso-distais: A, B, C e D, com as secções B e C correspondendo às faces da lâmina (FIG. 4 – p).

O número de secções conseguidas para cada dente variou, e conseqüentemente, o número de cortes dentários conseguidos para cada grupo também variou. Esta diferença ocorreu devido à fratura e perda de alguns cortes no momento do seccionamento dos dentes.

À medida que se fazia o corte das amostras, as secções eram identificadas para que pudessem ser corretamente reconhecidas durante a avaliação.

5.11 Leitura dos resultados

Todas as superfícies de cada restauração obtidas pelos cortes foram avaliadas utilizando microscópio de comparação com um aumento de 30 vezes, pelo critério de escore.

Na literatura, há relatos de vários autores que utilizaram o critério de escore (Alperstein *et al.*, 1983; Crim *et al.*, 1985; Bullard *et al.*, 1988; Scherer *et al.*,

1989; Arcoria *et al.*, 1990; Cooley & Train, 1991; Zyskind *et al.*, 1991; Fuks *et al.*, 1992; Haller *et al.*, 1993; Pachuta & Meiers, 1995; Al-Obaidi & Salama, 1996; Andrade *et al.*, 1996; Bouschlicher *et al.*, 1996; Andrade *et al.*, 1997; Erdilek *et al.*, 1997; Virmani *et al.*, 1997; Rino *et al.*, 1998; Bussadori & Muench, 1999; Dias *et al.*, 1999; Moraes, 1999; Fritscher *et al.*, 2000; Wilder Jr *et al.*, 2000; Yap *et al.*, 2000), mas não há um protocolo que padronize a pontuação e o significado dos valores representados numericamente. Os escores usados são similares e geralmente envolvem a junção amelo-dentinária como referencial.

Dessa forma, o escore utilizado para a classificação quanto à extensão da penetração do corante na fenda marginal da interface dente/restauração, foi baseado nos trabalhos de Al-Obaidi & Salama (1996), Rino *et al.* (1998), Fritscher *et al.* (2000) e Yap *et al.* (2000), está apresentado na TAB. 1 e representado na FIG. 2.

TABELA 1
Escore de microinfiltração

Escore	Extensão da microinfiltração
0	Nenhuma penetração de corante.
1	Penetração de corante até a metade da extensão da parede cervical.
2	Penetração do corante além da metade até toda a extensão da parede cervical.
3	Penetração do corante atingindo a parede axial.

Fotografias representativas de cada escore podem ser visualizadas em seqüência na FIG. 4 – q, r, s, t.

A ampla utilização do método de escore na literatura sobre o assunto, sua relativa simplicidade e a conclusão de Witzel *et al.* (1998) de que o emprego de uma metodologia mais sofisticada para esse tipo de análise nem sempre indicou a obtenção de resultados mais confiáveis, embasaram a escolha deste método.

Escolheu-se fazer a leitura do grau de penetração do corante na margem gengival da caixa proximal por ser essa margem particularmente crítica para a microinfiltração (Crim *et al.*, 1985; Fuks *et al.*, 1992; Andrade *et al.*, 1996; Bouschlicher *et al.*, 1996; Andrade *et al.*, 1997).

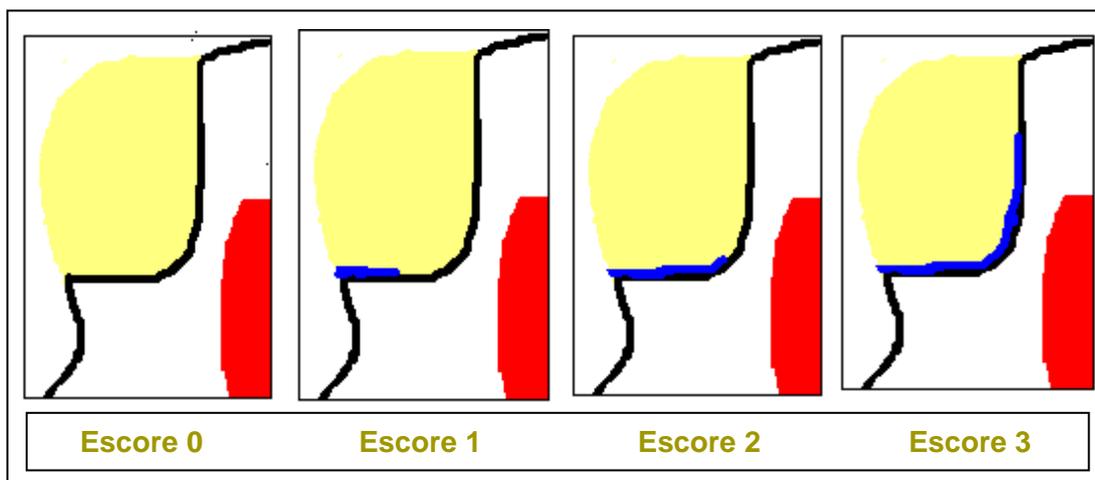


FIGURA 2 – Representação dos escores adotados para avaliação da microinfiltração

Para tentar minimizar a subjetividade do teste, a leitura foi feita por 3 observadores calibrados durante o estudo piloto. Segundo Moraes (1999), o número de 3 se justifica por ser ímpar, garantindo desempate no caso de leituras divergentes.

O processo de leitura foi realizado da seguinte maneira: cada examinador fez todas as leituras possíveis para cada corpo de prova (1 corpo de prova = 1, 2, 3 ou 4 leituras, dependendo das superfícies disponibilizadas pelos cortes), sem ter conhecimento da leitura dos outros examinadores e, inicialmente, todos os valores foram anotados. As leituras não se estendem por mais de 2 h e 30 min diários para evitar que a fadiga dos examinadores prejudicasse os resultados.

5.12 Análise e tratamento estatístico dos dados

Os escores de leitura obtidos por cada examinador para cada secção foram, a princípio, manualmente anotados em planilhas e posteriormente organizados em um banco de dados nos programas Minitab 13.0 e SPSS 9.0. Após digitados e conferidos, os dados foram analisados utilizando os mesmos programas (Pereira, 1995; Agresti, 1996; Soares & Siqueira, 1999; Triola, 1999).

O teste Kappa foi empregado para avaliar a concordância inter-examinadores (TAB. 2).

Foi realizada uma análise descritiva percentual dos escores de microinfiltração cervical obtidos para cada material, cada método de manipulação e cada uma das secções dentais.

TABELA 2

Interpretação dos resultados do teste Kappa (Pereira, 1995)

Resultado do teste	Interpretação
< 0,00	Concordância ruim
0,00-0,20	Concordância fraca
0,21-0,40	Concordância sofrível
0,41-0,60	Concordância regular
0,61-0,80	Concordância boa
0,81-0,99	Concordância ótima
1,00	Concordância perfeita

Foram obtidas no total 150 secções para avaliação, com três valores de leitura (três examinadores) para cada, totalizando 450 leituras. No entanto, foram utilizados os valores de mediana entre os leitores para cada secção, uma vez que o teste Kappa demonstrou haver concordância entre os mesmos, obtendo-se desta forma 150 resultados a serem analisados. Optou-se por utilizar valores de mediana, uma vez que estava-se trabalhando com medidas qualitativas (escores).

O teste não-paramétrico de Kruskal-Wallis foi empregado para comparar as medianas dos escores de microinfiltração cervical obtidas para cada uma das secções dentais.

Para comparar as medianas dos escores de microinfiltração cervical obtidas para os materiais de diferentes métodos de manipulação, foi utilizado o teste não paramétrico de Mann-Whitney para pequenas amostras independentes (SG 1A: n = 40, SG 1B: n = 42, SG 2 A: n = 34, SG 2B: n = 34).

Uma vez que restaurações com os dois diferentes materiais foram realizadas em um mesmo dente, empregou-se o teste pareado de Wilcoxon para amostras dependentes na comparação das medianas dos escores de microinfiltração cervical obtidas para cada material. Por se tratar de um teste pareado, as secções obtidas para cada subgrupo tiveram que ser pareadas de maneira que cada subgrupo passou a ter 21 medianas de escores de microinfiltração cervical para serem comparadas (SG 1A: n = 21, SG 1B: n = 21, SG 2 A: n = 21, SG 2B: n = 21).

O nível de significância considerado foi de 5% ($p \leq 0,05$).

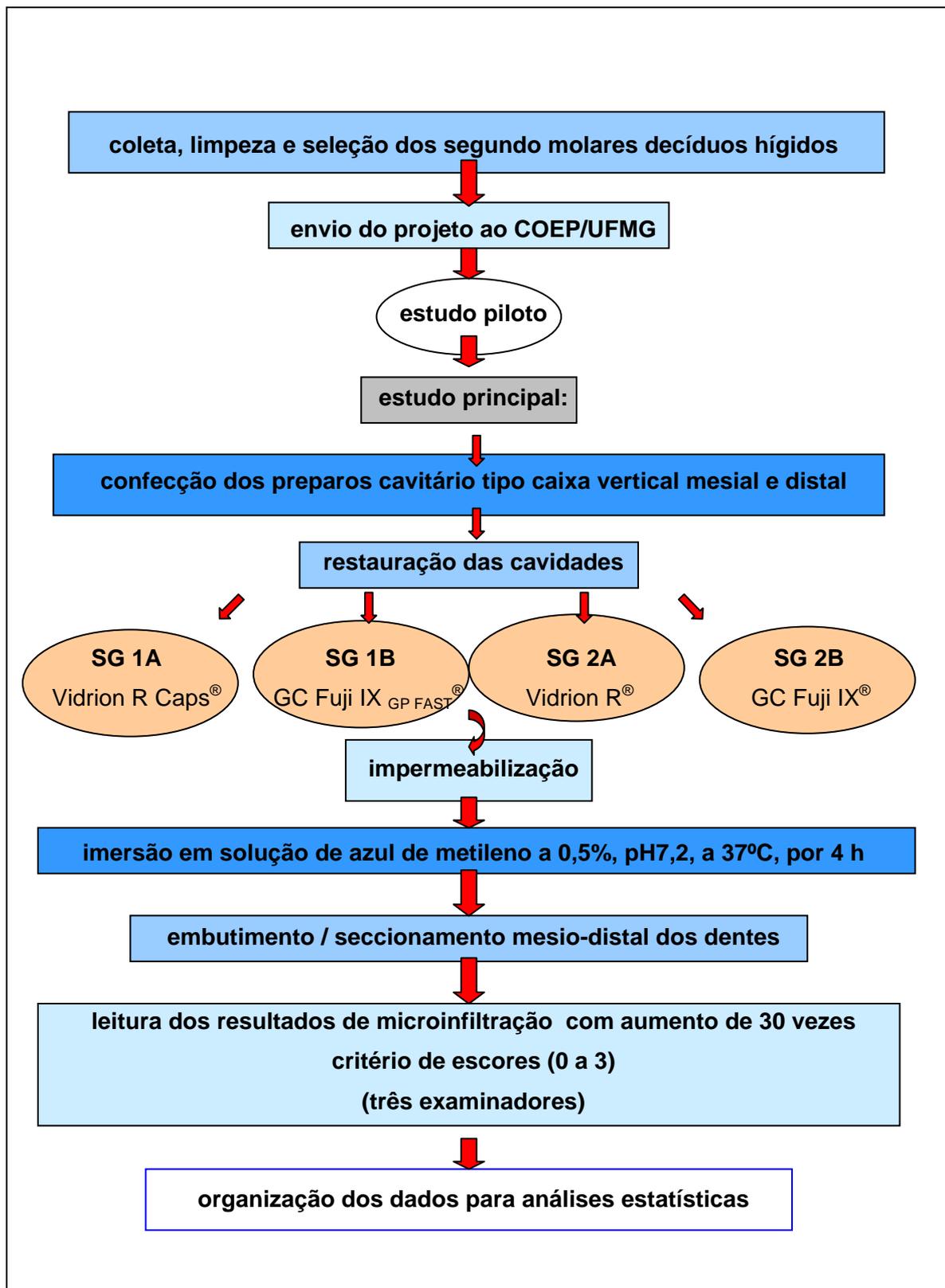


FIGURA 3 - Seqüência de desenvolvimento da metodologia