

Gonçalves, Carlos Márcio Prado  
G635i Influência do sistema adesivo e do tempo  
1999 Para acabamento e polimento sobre a infiltração em  
T restaurações de resina com margens em esmalte  
197p.:il.  
Orientador: Lincoln Dias Lanza  
Dissertação (Mestrado) – Universidade Federal de Minas  
Gerais, Faculdade de Odontologia.  
1. Destística restauradora. 2. Resinas compostas. I. Lanza,  
Lincoln Dias. II Universidade Federal de Minas Gerais.  
Faculdade de Odontologia. III. Título.

BLACK – D047

**CARLOS MÁRCIO PRADO GONÇALVES**

**INFLUÊNCIA DO SISTEMA ADESIVO E DO TEMPO  
PARA ACABAMENTO E POLIMENTO SOBRE A  
INFILTRAÇÃO EM RESTAURAÇÕES DE RESINA COM  
MARGENS EM ESMALTE**

**BELO HORIZONTE**

**Faculdade de Odontologia da UFMG**

**1999**

**CARLOS MÁRCIO PRADO GONÇALVES**

**INFLUÊNCIA DO SISTEMA ADESIVO E DO TEMPO  
PARA ACABAMENTO E POLIMENTO SOBRE A  
INFILTRAÇÃO EM RESTAURAÇÕES DE RESINA COM  
MARGENS EM ESMALTE**

Trabalho de dissertação apresentado ao  
Curso de Mestrado da Faculdade de  
Odontologia da UFMG, como parte dos  
requisitos para obtenção do título de  
Mestre em Odontologia.

Área de concentração: Dentística  
Restauradora

Orientador - Prof. Dr. LINCOLN DIAS  
LANZA

**BELO HORIZONTE**

**Faculdade de Odontologia da UFMG**

**1999**

Rico de palavras para expressar o que sinto...  
Sinto algo que não sei dizer...  
Dizer tudo do nada...

Nada importa achar...  
Achar é um engano...  
Engano é fácil achar...  
Achar que tudo é um engano..."  
Wesley Figueiredo

## DEDICATÓRIA

Esta dissertação é dedicada às minhas três meninas: Sônia, Raíssa e Marcela, que souberam compreender (quase sempre), os momentos de ausência necessários para a realização desta. E aos meus pais, Alcebíades e Berenice, e irmãos Júlio e Tânia, pelo constante e contagiante estímulo na perseverança em continuar .

"Desfrutar de emoções tão fortes  
Que a fala é pecado mortal..."  
Wesley Figueiredo

## **AGRADECIMENTO ESPECIAL 1**

Existem pessoas a que se atribuem obrigações, sem que essas lhes sejam necessárias. Ainda assim elas as cumprem com total amor e abnegação, parecendo que isso lhes alimenta o espírito, engrandecendo, ainda mais, a alma. Muitas pessoas foram necessárias para a conclusão deste trabalho, porém três foram essenciais. Uma foi o meu orientador e amigo Prof. Dr. Lincoln Dias Lanza. As outras duas foram os Profs. Drs. e amigos: João Maurício Lima de Figueiredo Mota e Vicente Buono. A vocês, o meu agradecimento todo especial.

"A imagem do espelho se ofusca  
Nem o sonho conseguirá vencer  
Quero voltar dessa vil busca  
Alguém conseguirá me dizer  
Estarei sempre nesta aventura

De um dia poder saber  
Nunca morre a esperança  
Na persistência de querer viver!"  
Wesley Figueiredo

## **AGRADECIMENTO ESPECIAL 2**

Você foi o responsável pela minha presença neste curso. Talvez não saiba, mas você foi o espelho que me fez ter coragem para aceitar este desafio. Ao Prof. Dr. Luiz Thadeu de Abreu Poletto, a minha gratidão.

## **AGRADECIMENTO**

Aos Professores Marcos Dias Lanza, José Bento, Eduardo de Souza Lemos, Ricardo Rodrigues Vaz e Wellington Jansen, e a todos os professores que, direta ou indiretamente participaram deste curso, pelo entusiasmo e carinho.

A todo o colegiado do curso de Pós-Graduação da FO-UFMG e à Prof. Isabela A. Pordeus, pela competência e dedicação em sua coordenação.

Aos Professores Maria Ilma e Peter Reher, amigos de todas as horas.

A todos da biblioteca da FO-UFMG, pela ajuda inestimável.

Ao amigo e futuro colega José Carlos, pela constante ajuda.

A Dra. Sandra Barbosa e ao seu marido Sandor, pela ajuda durante a parte experimental desta pesquisa.

A Simone, Carolina e Sandra da escola de Engenharia da UFMG.

A Ivânia da KG Sorensen, pela presteza com que sempre atendeu aos meus pedidos.

A Wanessa Lima, Ida e Érica, pela competência e carinho a mim dedicados.

Às Dras. Jussara Paulinelli e Célia Regina M. Lanza, pela maneira com que me abriram as portas de suas casas.

À CAPES, pela ajuda financeira que propiciou.

Aos meus colegas do curso, principalmente ao Gia, Maria Antonieta, Raquel, Rogéli, Rolando, Tulimar, Vanessa e ao Ênio. Vocês não sabem o quanto me ajudaram a crescer, e ainda ajudam!

Ao amigo Luciano Marçal, pela paciência em me aturar.

A todos que não foram citados, por pura falha de memória, o meu muito obrigado.

## SUMÁRIO

1 - INTRODUÇÃO .....	13
2 - REVISÃO DE LITERATURA .....	17
3 - OBJETIVOS .....	100

4 - MATERIAL E MÉTODOS .....	102
5 - RESULTADOS .....	114
6 -DISCUSSÃO.....	133
7 - CONCLUSÕES .....	174
8 – SUMMARY.....	176
9 - REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS .....	179
10 – ANEXO.....	188

## **LISTA DE TABELAS**

1 - Efeito do sistema adesivo sobre a microinfiltração, considerando tempos para polimento e paredes analisadas.	116
--	-----

2 - Efeito dos tempos para polimento sobre a microinfiltração, considerando o sistema adesivo e as paredes analisadas.	118
3 - Efeito das paredes analisadas sobre a microinfiltração, considerando o sistema adesivo e os tempos para polimento	125

## **LISTA DE QUADROS**

1 - Distribuição das paredes analisadas .....	115
---	-----

## **LISTA DE GRÁFICOS**

- 1 – Nível de microinfiltração de cada um dos sistemas adesivos para polimento imediato, considerando-se a parede de restauração..... 118
- 2 – Nível de microinfiltração dos sistemas adesivos para polimento com 24h, considerando-se a parede de restauração..... 118
- 3 – Nível de microinfiltração dos sistemas adesivos após o polimento com 14 dias, considerando-se a parede de restauração..... 119
- 4 – Nível de microinfiltração dos sistemas adesivos para polimento com

21 dias, considerando-se a parede de restauração.....	119
5 – Nível de microinfiltração dos sistemas adesivos para polimento com 30 dias, considerando-se a parede de restauração.....	120
6 – Nível de microinfiltração para cada um dos períodos de avaliação no sistema adesivo SINGLE BOND®, considerando-se a parede de restauração.....	123
7 – Nível de microinfiltração para cada um dos períodos de avaliação no sistema adesivo SBMP®, considerando-se a parede de restauração.....	123
8 – Nível de microinfiltração para cada um dos períodos de avaliação no sistema adesivo Etch & Prime®, considerando-se a parede de restauração.....	124
9 – Nível de microinfiltração para cada uma das paredes da restauração no sistema adesivo SINGLE BOND®, considerando-se os períodos de avaliação.....	126
10 – Nível de microinfiltração para cada uma das paredes da restauração no sistema adesivo SBMP®, considerando-se os períodos de avaliação.....	127
11 – Nível de microinfiltração para cada uma das paredes da restauração no sistema adesivo Etch & Prime®, considerando-se os períodos de avaliação.....	127

## **LISTA DE FIGURAS**

1 – a)dispositivo para delineamento de cavidade; b)fitas adesivas cortadas com uso deste; c)preparo cavitário.....	104
2 – a)dispositivo para remoção do cursor; b)dispositivos para inserir o cursor; c)cursores; d)cursor adaptado à ponta diamantada.....	104
3 – preparo cavitário.....	105
4 – seqüência de inserção dos incrementos.....	106
5 – dispositivo distanciador.....	107
6 – a)cuba para refrigeração; b) e c)cubas para aquecimento;	

d)recipientes para amostras; e)contador de ciclos mecânico.....	111
7 – a)sistema para refrigeração; b)termostato.....	111
8 – corte avaliado para microinfiltração.....	112
9 – escore utilizado para classificar a penetração do corante.....	113
10 – Single Bond® + Z-100® polidas após 24h.....	128
11 – Single Bond® + Z-100®: as áreas assinaladas acima estão evidenciadas nas micrografias.....	129
12 – Etch & Prime® + Degufill®, polimento após 24h.....	130
13 – Etch & Prime® + Degufill®, polimento após 30dias.....	130
14 – fraturas de esmalte.....	131
15 – fratura de esmalte e fenda marginal.....	132
16 – resina composta Z-100® em micrografia.....	163
17 – resina composta Degufill® em micrografia	164
18 – direção dos prismas de esmalte - micrografia.....	165

## RESUMO

Estudou-se, *in vitro*, a influência dos sistemas adesivos e dos tempos para acabamento e polimento sobre a microinfiltração marginal em restaurações do tipo CI V. Foram utilizados 150 caninos e pré-molares humanos (superiores e inferiores), hígidos, sem trincas ou fraturas de esmalte, armazenados em solução salina de Timol (0,9%), mantidos em refrigeração. Esses foram divididos, de forma aleatória, em três grupos com 50 elementos cada um, em função dos sistemas adesivos testados (Single Bond®, Etch & Prime®, SBMP®), e em cinco subgrupos: imediato; 24horas; 14 dias; 21 dias e 30 dias, com 10 dentes cada um, em função do tempo decorrido entre a

confeção das restaurações e o acabamento e polimento. Os preparos cavitários apresentaram ângulo cavo superficial totalmente em esmalte, e as seguintes dimensões: méso/distal- 4,0mm; ocluso/cervical-3,0mm e profundidade de 2,0mm, confeccionados com ponta diamantada, em alta velocidade, sob refrigeração água/ar. Até que fossem restaurados os dentes, foram armazenados em água destilada a 4°C. Para os preparos cavitários que foram tratados com os sistemas adesivos Single Bond® e SBMP®, usou-se a resina Z-100®, enquanto a Degufill® foi utilizada para o sistema Etch & Prime®. Utilizou-se a técnica de inserção em três incrementos diagonais, sendo que cada um foi fotoativado duas vezes (40 segundos cada um). A primeira ativação utilizou um dispositivo distanciador com a intenção de reduzir a intensidade luminosa inicial (em torno de 50%). Os dentes foram selados, termociclados (500ciclos), imersos em fuccina básica a 0,5% por 24 horas, lavados, embutidos em resina de poliéster, seccionados e avaliados quanto à microinfiltração em estereomicroscópio com 25X de aumento, segundo um escore. Os resultados foram submetidos à análise estatística, para métodos não paramétricos (teste de Kruskal-Wallis), com nível de significância inferior a 5% ( $p < 0,05$ ). Algumas amostras foram analisadas em microscopia eletrônica de varredura (MEV). Foi verificado um grande número de fraturas de esmalte para os preparos restaurados com a resina Z-100®, em todos os períodos avaliados. Após a análise dos resultados, pode-se concluir, nas condições testadas neste experimento, que: 1º) nenhum sistema adesivo conseguiu impedir, de forma efetiva, a penetração do corante, em nenhum dos períodos analisados; 2º) o processo de sorção de fluidos pelas resinas compostas diminuiu os valores para microinfiltração, com o passar do tempo; 3º) o sistema adesivo Etch & Prime® aparentou menor resistência de união às estruturas dentais do que os sistemas SBMP® e Single Bond®, que se mostraram mais eficientes neste quesito.

## **1 INTRODUÇÃO**

---

# 1 INTRODUÇÃO

A constante evolução dos materiais e técnicas restauradoras conservativas têm feito com que as resinas compostas tornem-se, cada vez mais, presentes na rotina clínica. Essa tendência de uso crescente tem sido alvo da observação de autores, como DUNN (1998), o qual salientou que nenhum outro material comercializado poderia ser inserido diretamente sobre a estrutura dental, restaurando tanto a função quanto a estética, e preservando o máximo da estrutura dental, como as resinas. Concluiu dizendo que o uso das resinas seria imperativo na prática odontológica que desejasse preservar a aparência natural da estrutura dental.

A despeito das resinas estarem conquistando o seu espaço junto aos profissionais da odontologia, elas ainda apresentam limitações em suas propriedades, fazendo com que esse material seja altamente sensível à técnica restauradora. Dentre essas técnicas, poderiam ser citadas a contração de polimerização e a sorpção de líquidos. A primeira iria fazer com que as fendas marginais fossem ampliadas, pois os sistemas adesivos, utilizados na técnica restauradora das resinas, apesar de diminuí-las, ainda não conseguem evitá-las totalmente (VON FRAUNHOFER e HAMMER, 1984; CIUCCI et al., 1997; DAVIDSON e FEILZER, 1997; PIMENTA e PAIVA, 1997). Por outro lado, a sorpção de fluidos iria levar a uma expansão volumétrica, que poderia minimizar as fendas marginais, melhorando a aproximação física na interface marginal entre o material restaurador e a estrutura dental (HANSEN e ASMUSSEN, 1988; VAN MEERBEEK, 1992; BATITUCCI, 1991; BARREIROS, 1993; RETIEF, 1994, DAVIDSON e FEILZER, 1997).

Como podemos observar, existe uma competição entre contração e expansão nas resinas, sendo que o comportamento biológico, assim como a própria vida útil da restauração depende diretamente da resultante entre esses dois fatores. Se a expansão for preponderante, a microinfiltração pode ser reduzida; caso contrário, haverá uma exacerbação desta com o iminente fracasso da restauração num curto espaço de tempo.

A microinfiltração é definida como a passagem, não perceptível clinicamente, de bactérias, fluidos, moléculas ou íons entre a parede cavitária e o material restaurador (KIDD, 1976; TROWBRIDGE, 1987). Pode ser considerada como o fator que mais afeta a longevidade da restauração dental, levando ao manchamento das margens das restaurações, cáries recorrentes, hipersensibilidade de dentes restaurados e ao desenvolvimento de patologias pulpares (GOING,1972).

Apesar da microinfiltração poder, teoricamente, apresentar-se em qualquer material restaurador odontológico, é nas resinas compostas que as suas conseqüências são mais evidenciadas em virtude de não apresentarem características bactericidas nem bacteriostáticas, como encontradas em alguns materiais restauradores. A grande demanda, por parte da população, pela restauração das estruturas dentais com materiais da cor do dente natural, tem feito com que os pesquisadores busquem alternativas para propiciar aos profissionais técnicas e materiais mais confiáveis para o seu uso.

A habilidade de um material restaurador em selar a interface com a estrutura dental é, talvez, o fator mais importante na determinação da resistência para a formação de cáries futuras. A qualidade e a durabilidade do selamento marginal tem sido uma das principais considerações para a escolha de um material restaurador (WIECZKOWSKI, et al., 1992).

O primeiro passo na obtenção de um melhor selamento da interface dente/material restaurador foi dado por BUONOCORE (1955), que aplicou o ácido fosfórico para condicionar o esmalte dental, conseguindo aumentar a adesão de resinas acrílicas ativadas quimicamente às superfícies dentais.

O esmalte, que é composto principalmente por substância inorgânica, pode unir-se satisfatoriamente com as resinas compostas, devido às microrretenções produzidas, em sua superfície, pelo condicionamento ácido. A dentina, entretanto, oferece muitas dificuldades para a união, pelo fato de ser composta, em grande parte, por substância orgânica (mais de 50%), principalmente colágeno e água (ASSMUNSEN e MUNKSGAARD,1985; TANI e TOGAYA, 1995). Várias tentativas para a obtenção de um sistema adesivo que se ligue, simultaneamente, ao esmalte e à dentina têm sido feitas. No

entanto, até o momento nenhum deles conseguiu obter êxito (HANSEN e ASMUSSEN, 1988; CARDOSO, et al., 1989; KANCA III, 1989; ARAÚJO e ASMUSSEN, 1990; BATITUCCI, 1991; BARREIROS, 1993).

Um dos fatores que pode interferir na interface dente/resina composta é como e quando se realizam os procedimentos para acabamento e polimento final das restaurações. SOUZA JÚNIOR et al. (1988); BATITUCCI (1991); BARREIROS (1993) analisaram a influência do acabamento e polimento no comportamento das restaurações de resina composta. Verificaram que esses passos deveriam ser retardados, pois, desse modo, seria permitida a sorção de fluidos pela resina composta. Esta sorção leva a uma expansão higroscópica que compensaria, de certa forma, a contração de polimerização da resina. Se para esse fato parece haver um certo consenso entre os autores, o tempo necessário para que essa sorção de fluidos pela resina composta ocorra e dificulte a microinfiltração ainda não está bem definido na literatura.

DAVIDSON e FEILZER (1997) ressaltaram que o profissional deveria aceitar o problema da contração e do estresse de polimerização e procurar compreendê-lo, pois, somente compreendendo o mecanismo da contração, poderia definir técnicas para sua redução, melhorando o desempenho das resinas.

Desta forma nos propusemos a verificar, *in vitro*, o efeito sobre a microinfiltração marginal em cavidades do tipo CI V, utilizando três sistemas adesivos e duas resinas compostas, com variações nos tempos para acabamento e polimento das restaurações.



## 10 ANEXO

### QUADRO 2

#### DADOS PARA O SISTEMA ADESIVO ETCH & PRIME®

continua

Número	Tempo	Região	Infiltração	Fratura
1	Imediato	Oclusal	1	P
1	Imediato	Cervical	1	A
2	Imediato	Oclusal	1	A
2	Imediato	Cervical	2	A
3	Imediato	Oclusal	2	A
3	Imediato	Cervical	1	P
4	Imediato	Oclusal	1	A
4	Imediato	Cervical	1	A
5	Imediato	Oclusal	2	P
5	Imediato	Cervical	3	A
6	Imediato	Oclusal	3	A
6	Imediato	Cervical	3	A
7	Imediato	Oclusal	1	A
7	Imediato	Cervical	2	A
8	Imediato	Oclusal	3	A
8	Imediato	Cervical	1	A
9	Imediato	Oclusal	3	A
9	Imediato	Cervical	1	P
10	Imediato	Oclusal	2	A
10	Imediato	Cervical	1	A
1	24 horas	Oclusal	1	A
1	24 horas	Cervical	2	A
2	24 horas	Oclusal	1	A
2	24 horas	Cervical	2	A
3	24 horas	Oclusal	2	A
3	24 horas	Cervical	1	A
4	24 horas	Oclusal	1	A
4	24 horas	Cervical	2	P
5	24 horas	Oclusal	1	A
5	24 horas	Cervical	2	A
6	24 horas	Oclusal	1	A
6	24 horas	Cervical	2	A
7	24 horas	Oclusal	2	A
7	24 horas	Cervical	3	A
8	24 horas	Oclusal	3	A
8	24 horas	Cervical	3	A
9	24 horas	Oclusal	1	A
9	24 horas	Cervical	2	A
10	24 horas	Oclusal	1	A
10	24 horas	Cervical	0	A

Nota: 0,1,2,3 → níveis de infiltração; P → PRESENTE; A → AUSENTE

## DADOS PARA O SISTEMA ADESIVO ETCH &amp; PRIME®

continua

Número	Tempo	Região	Infiltração	Fratura
1	14 dias	Oclusal	1	A
1	14 dias	Cervical	2	A
2	14 dias	Oclusal	1	A
2	14 dias	Cervical	3	A
3	14 dias	Oclusal	0	A
3	14 dias	Cervical	2	A
4	14 dias	Oclusal	1	A
4	14 dias	Cervical	2	A
5	14 dias	Oclusal	1	A
5	14 dias	Cervical	3	A
6	14 dias	Oclusal	3	A
6	14 dias	Cervical	3	A
7	14 dias	Oclusal	1	P
7	14 dias	Cervical	2	A
8	14 dias	Oclusal	1	A
8	14 dias	Cervical	3	A
9	14 dias	Oclusal	2	A
9	14 dias	Cervical	3	A
10	14 dias	Oclusal	2	A
10	14 dias	Cervical	2	A
1	21 dias	Oclusal	1	A
1	21 dias	Cervical	1	A
2	21 dias	Oclusal	1	A
2	21 dias	Cervical	2	A
3	21 dias	Oclusal	1	A
3	21 dias	Cervical	3	A
4	21 dias	Oclusal	3	A
4	21 dias	Cervical	2	A
5	21 dias	Oclusal	1	A
5	21 dias	Cervical	1	A
6	21 dias	Oclusal	1	A
6	21 dias	Cervical	2	A
7	21 dias	Oclusal	1	A
7	21 dias	Cervical	1	A
8	21 dias	Oclusal	1	A
8	21 dias	Cervical	1	A
9	21 dias	Oclusal	1	A
9	21 dias	Cervical	2	A
10	21 dias	Oclusal	2	A
10	21 dias	Cervical	3	A

Nota: 0,1,2,3 → níveis de infiltração; P → PRESENTE; A → AUSENTE

**QUADRO 2**  
**DADOS PARA O SISTEMA ADESIVO ETCH & PRIME®**

Número	Tempo	Região	Infiltração	conclusão
				Fratura
1	30 dias	Oclusal	0	A
1	30 dias	Cervical	1	P
2	30 dias	Oclusal	1	A
2	30 dias	Cervical	0	A
3	30 dias	Oclusal	1	A
3	30 dias	Cervical	1	A
4	30 dias	Oclusal	1	A
4	30 dias	Cervical	1	A
5	30 dias	Oclusal	1	A
5	30 dias	Cervical	1	A
6	30 dias	Oclusal	0	A
6	30 dias	Cervical	2	A
7	30 dias	Oclusal	1	A
7	30 dias	Cervical	1	A
8	30 dias	Oclusal	1	A
8	30 dias	Cervical	1	A
9	30 dias	Oclusal	1	A
9	30 dias	Cervical	1	A
10	30 dias	Oclusal	1	A
10	30 dias	Cervical	0	A

**Nota:** 0,1,2,3 → níveis de infiltração; P → PRESENTE; A → AUSENTE

**QUADRO 3**  
**DADOS PARA O SISTEMA ADESIVO SBMP®**

continua

Número	Tempo	Região	Infiltração	Fratura
1	Imediato	Oclusal	1	P
1	Imediato	Cervical	0	P
2	Imediato	Oclusal	1	A
2	Imediato	Cervical	1	A
3	Imediato	Oclusal	1	P
3	Imediato	Cervical	1	P
4	Imediato	Oclusal	1	P
4	Imediato	Cervical	2	A
5	Imediato	Oclusal	1	P
5	Imediato	Cervical	1	P
6	Imediato	Oclusal	3	A
6	Imediato	Cervical	3	A
7	Imediato	Oclusal	1	P
7	Imediato	Cervical	1	A
8	Imediato	Oclusal	1	A
8	Imediato	Cervical	1	P
9	Imediato	Oclusal	1	A
9	Imediato	Cervical	1	P
10	Imediato	Oclusal	2	P
10	Imediato	Cervical	1	P
1	24 horas	Oclusal	2	P
1	24 horas	Cervical	0	A
2	24 horas	Oclusal	1	A
2	24 horas	Cervical	2	P
3	24 horas	Oclusal	1	P
3	24 horas	Cervical	3	P
4	24 horas	Oclusal	1	A
4	24 horas	Cervical	1	P
5	24 horas	Oclusal	1	A
5	24 horas	Cervical	3	P
6	24 horas	Oclusal	1	P
6	24 horas	Cervical	1	A
7	24 horas	Oclusal	1	A
7	24 horas	Cervical	1	P
8	24 horas	Oclusal	1	A
8	24 horas	Cervical	2	A
9	24 horas	Oclusal	1	P
9	24 horas	Cervical	1	P
10	24 horas	Oclusal	2	A
10	24 horas	Cervical	3	A

**Nota:** 0,1,2,3 → níveis de infiltração; P → PRESENTE; A → AUSENTE

**QUADRO 3**  
**DADOS PARA O SISTEMA ADESIVO SBMP®**

continua

Número	Tempo	Região	Infiltração	Fratura
1	14 dias	Oclusal	0	A
1	14 dias	Cervical	1	A
2	14 dias	Oclusal	0	A
2	14 dias	Cervical	3	P
3	14 dias	Oclusal	0	A
3	14 dias	Cervical	1	A
4	14 dias	Oclusal	1	A
4	14 dias	Cervical	1	A
5	14 dias	Oclusal	1	A
5	14 dias	Cervical	1	A
6	14 dias	Oclusal	0	A
6	14 dias	Cervical	1	P
7	14 dias	Oclusal	0	A
7	14 dias	Cervical	2	A
8	14 dias	Oclusal	1	P
8	14 dias	Cervical	2	P
9	14 dias	Oclusal	1	P
9	14 dias	Cervical	3	P
10	14 dias	Oclusal	0	A
10	14 dias	Cervical	1	P
1	21 dias	Oclusal	1	A
1	21 dias	Cervical	2	A
2	21 dias	Oclusal	1	A
2	21 dias	Cervical	1	A
3	21 dias	Oclusal	1	A
3	21 dias	Cervical	1	A
4	21 dias	Oclusal	1	P
4	21 dias	Cervical	2	P
5	21 dias	Oclusal	3	P
5	21 dias	Cervical	1	P
6	21 dias	Oclusal	1	P
6	21 dias	Cervical	1	P
7	21 dias	Oclusal	0	A
7	21 dias	Cervical	3	A
8	21 dias	Oclusal	1	P
8	21 dias	Cervical	2	P
9	21 dias	Oclusal	1	P
9	21 dias	Cervical	2	P
10	21 dias	Oclusal	0	A
10	21 dias	Cervical	2	A

**Nota:** 0,1,2,3 → níveis de infiltração; P → PRESENTE; A → AUSENTE

**QUADRO 3**  
**DADOS PARA O SISTEMA ADESIVO SBMP®**

					conclusão
Número	Tempo	Região	Infiltração	Fratura	
1	30 dias	Oclusal	0		A
1	30 dias	Cervical	1		A
2	30 dias	Oclusal	0		A
2	30 dias	Cervical	1		A
3	30 dias	Oclusal	1		A
3	30 dias	Cervical	0		A
4	30 dias	Oclusal	1		P
4	30 dias	Cervical	2		A
5	30 dias	Oclusal	0		A
5	30 dias	Cervical	0		A
6	30 dias	Oclusal	1		P
6	30 dias	Cervical	2		P
7	30 dias	Oclusal	1		P
7	30 dias	Cervical	0		A
8	30 dias	Oclusal	1		P
8	30 dias	Cervical	0		A
9	30 dias	Oclusal	0		P
9	30 dias	Cervical	1		P
10	30 dias	Oclusal	0		P
10	30 dias	Cervical	1		P

**Nota:** 0,1,2,3 → níveis de infiltração; P → PRESENTE; A → AUSENTE

**QUADRO 4**  
**DADOS PARA O SISTEMA ADESIVO SINGLE BOND®**

continua

Número	Tempo	Região	Infiltração	Fratura
1	Imediato	Oclusal	1	P
1	Imediato	Cervical	1	A
2	Imediato	Oclusal	1	P
2	Imediato	Cervical	0	A
3	Imediato	Oclusal	1	P
3	Imediato	Cervical	1	P
4	Imediato	Oclusal	1	P
4	Imediato	Cervical	0	A
5	Imediato	Oclusal	1	P
5	Imediato	Cervical	1	P
6	Imediato	Oclusal	2	P
6	Imediato	Cervical	0	P
7	Imediato	Oclusal	1	P
7	Imediato	Cervical	1	P
8	Imediato	Oclusal	1	A
8	Imediato	Cervical	1	P
9	Imediato	Oclusal	1	P
9	Imediato	Cervical	0	A
10	Imediato	Oclusal	1	P
10	Imediato	Cervical	0	A
1	24 horas	Oclusal	1	A
1	24 horas	Cervical	2	P
2	24 horas	Oclusal	1	A
2	24 horas	Cervical	2	P
3	24 horas	Oclusal	2	P
3	24 horas	Cervical	1	P
4	24 horas	Oclusal	1	P
4	24 horas	Cervical	2	P
5	24 horas	Oclusal	1	P
5	24 horas	Cervical	2	A
6	24 horas	Oclusal	2	P
6	24 horas	Cervical	2	P
7	24 horas	Oclusal	1	P
7	24 horas	Cervical	1	P
8	24 horas	Oclusal	1	P
8	24 horas	Cervical	2	P
9	24 horas	Oclusal	1	A
9	24 horas	Cervical	2	P
10	24 horas	Oclusal	2	P
10	24 horas	Cervical	2	P

**Nota:** 0,1,2,3 → níveis de infiltração; P → PRESENTE; A → AUSENTE

**QUADRO 4**  
**DADOS PARA O SISTEMA ADESIVO SINGLE BOND®**

continua

Número	Tempo	Região	Infiltração	Fratura
1	14 dias	Oclusal	1	A
1	14 dias	Cervical	2	A
2	14 dias	Oclusal	1	P
2	14 dias	Cervical	1	P
3	14 dias	Oclusal	1	A
3	14 dias	Cervical	2	P
4	14 dias	Oclusal	1	A
4	14 dias	Cervical	0	P
5	14 dias	Oclusal	1	A
5	14 dias	Cervical	2	P
6	14 dias	Oclusal	2	P
6	14 dias	Cervical	1	A
7	14 dias	Oclusal	2	P
7	14 dias	Cervical	1	P
8	14 dias	Oclusal	1	A
8	14 dias	Cervical	2	P
9	14 dias	Oclusal	2	P
9	14 dias	Cervical	3	P
10	14 dias	Oclusal	0	A
10	14 dias	Cervical	2	P
1	21 dias	Oclusal	0	P
1	21 dias	Cervical	2	P
2	21 dias	Oclusal	1	A
2	21 dias	Cervical	1	A
3	21 dias	Oclusal	1	P
3	21 dias	Cervical	2	P
4	21 dias	Oclusal	1	P
4	21 dias	Cervical	1	P
5	21 dias	Oclusal	1	P
5	21 dias	Cervical	2	P
6	21 dias	Oclusal	0	A
6	21 dias	Cervical	2	P
7	21 dias	Oclusal	1	A
7	21 dias	Cervical	2	A
8	21 dias	Oclusal	1	P
8	21 dias	Cervical	0	A
9	21 dias	Oclusal	1	A
9	21 dias	Cervical	1	A
10	21 dias	Oclusal	0	A
10	21 dias	Cervical	2	P

**Nota:** 0,1,2,3 → níveis de infiltração; P → PRESENTE; A → AUSENTE

**QUADRO 4**  
**DADOS PARA O SISTEMA ADESIVO SINGLE BOND®**

continua

Número	Tempo	Região	Infiltração	Fratura
1	30 dias	Oclusal	1	P
1	30 dias	Cervical	0	P
2	30 dias	Oclusal	1	P
2	30 dias	Cervical	1	P
3	30 dias	Oclusal	1	P
3	30 dias	Cervical	1	P
4	30 dias	Oclusal	1	A
4	30 dias	Cervical	0	A
5	30 dias	Oclusal	1	P
5	30 dias	Cervical	1	P
6	30 dias	Oclusal	1	P
6	30 dias	Cervical	1	P
7	30 dias	Oclusal	1	P
7	30 dias	Cervical	0	A
8	30 dias	Oclusal	1	P
8	30 dias	Cervical	0	A
9	30 dias	Oclusal	2	P
9	30 dias	Cervical	1	A
10	30 dias	Oclusal	1	P
10	30 dias	Cervical	1	P

**Nota:** 0,1,2,3 → níveis de infiltração; P → PRESENTE; A → AUSENTE

## **2 REVISÃO DA LITERATURA**

---

## 2 REVISÃO DA LITERATURA

BUONOCORE, em 1955, desenvolveu um estudo para testar se o condicionamento da superfície do esmalte dental poderia melhorar a adesão da resina acrílica para restauração dentária, de maneira similar à técnica já amplamente usada na indústria para metais. Foram testados dois métodos para esse condicionamento, sendo o primeiro feito com uma solução de ácido oxálico a 10%, e no segundo foi utilizada uma solução de ácido fosfórico a 85%. A segunda opção mostrou-se mais simples e eficiente do que a primeira, além de produzir resultados superiores. Usou-se o tempo de condicionamento com o ácido fosfórico de 30 segundos, após o que era lavado. Foi relatado que o aumento da resistência de união, intraoralmente, com o condicionamento do esmalte, poderia ser devido a vários fatores, entre eles: a) grande aumento na área de superfície do esmalte; b) exposição da estrutura do esmalte; c) remoção da película adquirida do esmalte, expondo uma superfície mais favorável para adesão.

BUONOCORE, WILEMAN, BRUDEVOLD (1956) verificaram, *in vitro*, se alguns materiais resinosos seriam capazes de formar uma resistência de união forte com as superfícies dentinárias. Várias resinas acrílicas, disponíveis comercialmente, foram testadas. Somente a resina Sevrison® apresentou alguma capacidade de união à estrutura úmida. Para o esmalte, todas as resinas demonstraram excelente adesão; porém, após 24 horas, quando imersas em água, essa adesão era rompida. O material utilizado para atuar como adesivo dentinário foi baseado no ácido dimetacrilato glicerofosfórico (composição similar ao líquido selador do Sevrison®). O ácido Clorídrico (HCl) a 7% por um minuto, também foi testado e verificaram que, quando utilizado apenas o adesivo dentinário, a resistência de união seria da ordem de 28 kgf/cm<sup>2</sup>, passando para uma média de 55 kgf/cm<sup>2</sup> quando foi feito o condicionamento dentinário. Verificaram, ainda, que a perda de adesão, nas amostras condicionadas com o ácido, era mais gradual na dentina. Foi sugerido que o mecanismo de adesão dentinário com o ácido dimetacrilato

glicerofosfórico era uma reação química entre a matéria orgânica da estrutura dental e os constituintes do adesivo.

GOING (1972) realizou uma revisão da literatura sobre a microinfiltração ao redor das restaurações, objetivando verificar a contribuição do tema para a área clínica e a perspectiva futura deste assunto. Os seguintes aspectos foram abordados: histórico, isótopos radioativos, uso de corantes, penetração bacteriana, pressão de ar, microinfiltração marginal, microscopia eletrônica de varredura (MEV), análise da ativação de nêutrons. A maior crítica contra o uso dos radioisótopos foi quanto à interpretação das auto-radiografias tomadas para verificar tanto a profundidade quanto o caminho do marcador de penetração. Além do mais, os marcadores poderiam penetrar mais profundamente do que a microinfiltração bacteriana na clínica diária, o que implicaria falha de interpretação. Os corantes seriam um dos métodos mais usados para verificação da microinfiltração ao redor das restaurações. Várias substâncias poderiam ser usadas, tais como: fucsina básica, azul de metileno, corante de violeta cristal, corante fluorescente (fluoresceína), hematoxilina. Os corantes permitiriam fácil reprodução dos trabalhos e custo baixo. São sensíveis à luz ultravioleta, fáceis de ser fotografados, contrastantes com as estruturas dentais, requerendo curto período de imersão, permitindo observação direta, atóxicos, podendo ser usados tanto em clínica quanto laboratorialmente. Na penetração de bactérias, apesar de ser um método mais orientado para a clínica, por estar relacionado com o processo carioso, os resultados são descritos sobre uma base quantitativa. A pressão de ar permitiria a quantificação comparativa da microinfiltração, sendo usado somente para estudos *in vitro*. Quanto ao uso dos ciclos térmicos, foi salientado que a microinfiltração marginal estuda a diferença de coeficiente de expansão térmica linear (CETL) entre as estruturas dentais e os materiais restauradores. O MEV seria um meio de visualização direto da adaptação dos materiais restauradores nas margens dos preparos cavitários, apresentando, como limitações, o fato de ser restrito para observação do dente fora do meio ambiente oral e de não orientar a difusão e penetração da microinfiltração. A análise da ativação de nêutrons permitiria estudar a difusão e obter dados para

quantificação e reprodução do mecanismo de microinfiltração. Sua limitação seria a necessidade da extração imediata para estudo da irradiação. O caminho e a profundidade da penetração não seriam bem definidos. Por outro lado, apresentaria um custo relativamente alto em comparação às outras técnicas. Uma técnica, derivada da MEV, seria sua união com réplicas de restaurações recém-colocadas na cavidade oral, em períodos específicos, que permitiria o acompanhamento do desempenho, tanto dos materiais restauradores quanto das estruturas dentais adjacentes, sem a necessidade de extração do elemento pesquisado, assim como da interface dente/material restaurador.

CRIM, MATTINGLY (1981) desenvolveram uma pesquisa para avaliar a influência do estresse térmico na microinfiltração marginal das restaurações de resina composta. Pré-molares humanos, extraídos, foram mantidos em água à temperatura ambiente, para prevenir a desidratação. Restaurações do tipo CI V foram executadas nas superfícies vestibular e lingual de 20 dentes, com brocas de número 170, em alta velocidade, sob refrigeração água/ar. Um bisel foi confeccionado na metade das preparações cavitárias e na outra metade o ângulo cavo-superficial apresentou término em 90 graus. O esmalte foi condicionado com Concise Etchant® por 90 segundos, após o que era lavado com água corrente pelo período de 1 minuto. As amostras foram secas, o agente adesivo aplicado e a resina composta Concise® foi inserida na cavidade, e mantida sob pressão com auxílio de uma matriz até a sua polimerização. As restaurações foram acabadas com brocas *carbide* e discos de lixa e imersas em água a 37°C por 1 hora. Decorrido esse prazo, 20 amostras foram imersas em solução aquosa de fucsina básica a 0,5% durante 25 horas. As 20 amostras restantes foram submetidas à ciclagem térmica por 25 horas (1500 ciclos) em solução de fucsina básica a 0,5%. As temperaturas e os tempos de imersão em cada ciclo eram: 4 segundos a 60°C; 23 segundos a 37°C; 4 segundos a 5°C e 23 segundos a 37° C ± 2° C. Os corpos de prova foram seccionados e avaliados, para microinfiltração, em microscópio com 20X de aumento segundo o *score*: 0) ausência de microinfiltração; 1) microinfiltração no limite esmalte/dentina; 2) microinfiltração ao longo das

paredes cavitárias; 3) incluindo parede pulpar e 1/3 da distância para a polpa e 4) em direção à câmara pulpar. Concluíram que houve uma significativa diferença na microinfiltração em cavidades CI V submetidas à termociclagem ou mantidas em temperatura constante. Foi ressaltado que, para os testes de microinfiltração, as pesquisas que utilizam a ciclagem térmica seriam superiores.

BERGENHOLTZ, LOESCHE, SYED (1982) verificaram a correlação entre contaminação bacteriana com irritação pulpar abaixo de vários materiais. Foram utilizados 4 primatas (macacos *rhesus*) com dentição permanente. Os materiais testados foram: Dispersalloy®; Concise®; guta percha Hygienic®; silicato MQ® e ZOE®. Foram utilizadas brocas de número 35 para o preparo das cavidades do tipo CI V na face vestibular de cada dente, com o término cavo-superficial em esmalte. A coleta de bactérias no fundo da cavidade foi realizada através de um filtro de papel. Antes da inserção do material restaurador, um disco de Teflon®, com 0,1mm de espessura, foi posicionado sobre o disco de papel para impedir contato direto entre o material restaurador e o filtro de papel para facilitar a recuperação deste. Nas cavidades restauradas com Concise®, as paredes de esmalte foram condicionadas durante um minuto, com ácido fosfórico a 50%, lavadas com soro e secas. O amálgama, o silicato e a resina composta foram manipulados de acordo com as recomendações dos fabricantes. Foram observados dois períodos diferentes: duas a três semanas e oito semanas após a inserção do material restaurador, em cada animal. Após o término das oito semanas, removeu-se uma camada de esmalte ao redor das restaurações, juntamente com o material restaurador, usando baixa rotação sem refrigeração com água/ar. As restaurações foram cuidadosamente removidas junto com o Teflon® e o disco de papel para análise microbiológica e cortes histológicos. Após sete dias de incubação, as amostras foram identificadas de acordo com a morfologia da colônia e a coloração de Gram. Os resultados mostraram, para análise microbiológica, que nenhum filtro de papel colocado sob as restaurações com ZOE® evidenciou crescimento bacteriano, enquanto que todos colocados sob o cimento de silicato e sob as restaurações de amálgama, com oito semanas, apresentaram

crescimento. A frequência de bactérias em amálgama, resina composta e guta percha indicou: 70%, 36% e 33%, respectivamente, para períodos de duas a três semanas e oito semanas. Foi evidenciada uma forte correlação, estatisticamente significativa, entre a resposta celular inflamatória e os níveis de bactérias nos discos de papel. Como conclusão, puderam afirmar que as bactérias presentes no meio ambiente oral poderiam invadir a cavidade, via pequenas fendas marginais das restaurações, resultando em alteração inflamatória para o tecido pulpar.

SWARTZ, PHILLIPS, RHODES (1983) examinaram a profundidade de polimerização conseguida para resinas compostas fotoativadas por luz visível. Foi utilizada a microdureza Knoop (KHN) como indicativo da qualidade de polimerização. As variáveis investigadas foram: cor da resina, tempo de exposição à luz, distância da fonte luminosa à superfície da resina e a qualidade da polimerização através do esmalte. Foram utilizadas duas resinas compostas: Prisma-Fil® em conjunção com a unidade fotoativadora Prisma Ligth® e Visio-Dispers® em conjunção com Elipar Ligth®. As amostras tinham 7mm de diâmetro e a altura variou de 1, 2 e 3mm, sendo embutidas em moldes de Teflon®. Estes foram colocados sobre uma lâmina de vidro e os orifícios restaurados com um dos tipos de resinas testadas. Após a polimerização, a matriz e a placa de vidro foram removidas dos moldes, e os valores de dureza foram obtidos para cada superfície. Três indentações foram realizadas para cada superfície e a média destes valores foi tida como representativa. Um mínimo de três amostras foi testado para cada variável. Logo após a realização do ensaio de dureza, as amostras foram colocadas em recipientes à prova de luz e armazenadas à temperatura ambiente. O número de dureza Knoop foi novamente avaliado após 24h e 1 semana. As duas resinas foram testadas em todas as suas cores, usando o tempo de ativação de 20 e 40 segundos, exceto quando o fabricante orientava um tempo de exposição maior. O efeito na distância da fonte de luz foi testado com o auxílio de anéis de plástico sobre a superfície dos moldes de Teflon® para servir como espaçadores entre a fonte e a resina composta. Para a investigação da polimerização das resinas, através do esmalte, foram usados incisivos centrais extraídos, que tiveram toda dentina

coronária removida de modo que sobrasse somente o esmalte intacto da superfície vestibular. A superfície, antes ocupada por dentina, foi restaurada com resina e a ponta da fonte luminosa foi colocada contra o esmalte remanescente, para ativação pelo tempo determinado. Vinte e quatro horas após a polimerização, as amostras foram seccionadas longitudinalmente e o número de dureza Knoop foi verificado de 0,5 em 0,5mm. Os resultados mostraram que a cor influenciou no grau de polimerização das resinas, sendo que as cores mais claras apresentaram maiores valores. No entanto, o aumento do tempo de fotoativação apresentou melhoras evidentes no grau de polimerização. O aumento da distância da fonte luminosa, em relação à superfície da resina, afetou a polimerização, principalmente para as cores mais escuras. Já para as cores mais claras, a diminuição da polimerização foi menos sensível. Foi sugerido que a construção das restaurações deveria ser feita seguindo a técnica de inserção incremental. As resinas obtiveram valores de dureza máximos dentro das primeiras 24 horas. Quanto à interposição do esmalte, entre a fonte e a resina composta, durante a fotoativação, foi verificado existir maior chance para que a polimerização não fosse bem completada, devendo ser aumentado o tempo de ativação para diminuir o impacto nas propriedades da resina. Existiria sempre uma tendência à redução da polimerização quando a fonte luminosa não é colocada diretamente em contato com a matriz.

DAVIDSON, DE GEE (1984) fizeram um estudo *in vitro* para investigar o escoamento de duas resinas durante o estágio inicial de polimerização. As resinas usadas foram Silar® e Concise®, manipuladas de acordo com as instruções do fabricante. Foi utilizado um equipamento especial para medir a contração de polimerização volumétrica das resinas, imediatamente após a polimerização e, continuamente, durante o período de 45 minutos. Esse equipamento permitiu avaliar a contração de polimerização nas condições livres e aderidas, e atribuir valores ao escoamento ocorrido. Nos estágios iniciais da polimerização, a contração é máxima, mas o material ainda seria fraco e capaz de se deformar. Após algum tempo, o material ganharia resistência, mas também teria menor deformação. Por isso a contração diminui.

Quando a resina se polimerizava, em condições de confinamento, pode ser verificado que uma grande parte do estresse de contração da polimerização é compensado pelo escoamento. Do ponto de vista clínico, tem sido demonstrado que a adesão ao esmalte consegue superar este estresse, porém a adesão à dentina é mais crítica. Na ausência de uma adequada união da resina à dentina, a união poderia ser rompida no fundo da cavidade, levando à formação de fendas.

DAVIDSON, DE GEE, FEILZER (1984) investigaram o desenvolvimento da resistência de união entre resina composta e dentina, em relação ao estresse gerado pela contração de polimerização. Foram utilizados dentes bovinos com modelos lineares e em três dimensões. Para o modelo linear foi usado um tensilometro, o qual permitiu que um fragmento dentinário permanecesse fixado ao aparelho, enquanto o sistema adesivo dentinário (Scotchbond®) foi aplicado sobre ele, para união com a resina composta testada. Foram avaliadas as resinas Silar® (quimicamente ativada) e Silux® (fotoativada). A parte inferior do aparelho permaneceu fixa, enquanto a parte superior marcava, de forma contínua, as oscilações ocorridas com o estresse da contração. Cada experimento foi repetido cinco vezes. No segundo experimento (em três dimensões), foram confeccionadas 24 restaurações do tipo CI V. As superfícies em esmalte, das paredes cavitárias, foram condicionadas com ácido orto-fosfórico a 40% por 60 segundos e lavadas durante 45 segundos. O sistema adesivo dentinário foi aplicado de acordo com as instruções do fabricante. As cavidades foram restauradas, sendo 12 com Silar® e 12 com Silux®. Após armazenagem em água por 48 horas, na temperatura de 37° C, os dentes foram seccionados através do centro das restaurações e colocados em solução de azul de metileno durante 10 minutos. A análise da integridade da união dente/material restaurador foi feita em estéreo-microscópio. Puderam concluir que, quando a contração de polimerização é restrita por uma direção somente, a união material restaurador/dentina é formada de forma bastante sólida, não sendo rompida facilmente. No segundo experimento, onde a resina composta foi contida em três dimensões, quase nenhuma união material restaurador/dentina, conseguiu

resistir às tensões da contração de polimerização. Essa ruptura poderia ser explicada pela menor compensação do escoamento das tensões de contração. Quanto ao tipo de polimerização (se química ou foto), não foi encontrada diferença estatística na manutenção da união adesiva. Foi verificado que o desenho cavitário mereceria atenção para que fosse conseguido um selamento marginal eficaz e estável em cavidades dentinárias.

VON FRAUNHOFER, HAMMER (1984) fizeram um estudo para verificar a microinfiltração, a sorpção de água, e as características de solubilidade das resinas compostas. Foram usadas cinco marcas comerciais de resinas, sendo duas de micropartículas (Phaseafill®; Silar®), uma de partículas intermediárias (Profile®), uma com partículas de tamanho convencional (Adaptic®) e uma resina com mistura de partículas convencionais e micropartículas (Miradapt®). As instruções dos fabricantes foram sempre seguidas. Para o estudo da sorpção de água, foram usadas quatro amostras para cada resina testada (11 X 5,5mm). As amostras foram armazenadas em água destilada a  $37^{\circ}\text{C} \pm 1^{\circ}\text{C}$ , e pesadas em intervalos regulares, durante o período de 15 semanas, em balança de precisão. O excesso de água foi removido das amostras antes de cada pesagem. Ao final do experimento, as amostras foram desidratadas até que se conseguisse peso constante. A sorpção de água e a solubilidade foram calculadas com o auxílio de fórmulas específicas, sendo que as médias dos valores foram comparadas através de métodos estatísticos. Os estudos para microinfiltração utilizaram uma técnica eletroquímica. Pré-molares humanos, sem cáries, foram utilizados neste estudo. Os ápices dos dentes foram removidos e o tecido pulpar também. Preparos cavitários do tipo CI I foram executados na superfície oclusal dos dentes e um fio elétrico de cobre, com a extremidade descoberta, foi inserido, através do conduto radicular, e mantido firmemente em contato com o teto da câmara pulpar. Os dentes foram selados com três camadas de esmalte para unhas nas raízes, e nos 2/3 cervicais da coroa. Foram preparados dois dentes para cada resina testada. As paredes cavitárias e margens foram condicionadas com ácido fosfórico a 50% durante um minuto, lavadas e secas com jatos de ar. O agente adesivo foi aplicado nas cavidades e o material restaurador inserido. Para Adaptic® e Miradapt®, foi

usado Adaptic® sem carga; o agente adesivo Concise® foi usado para Silar® e Phaseafill®, e o agente de interface Profile® foi usado para este produto. Os excessos de material restaurador foram removidos após 15 minutos. Em seguida, os dentes, juntamente com o fio de cobre inserido, foram imersos em solução de KCl por 21 dias, funcionando como um eletrodo. A magnitude da corrente evidenciou a quantidade de microinfiltração nas margens das restaurações, assim como qualquer percolação através do corpo do material restaurador. As medidas, para cada amostra, foram realizadas diariamente. Os testes de sorção de água e solubilidade mostraram que as resinas com partículas maiores tiveram resultados, aproximadamente, 50% menores do que as resinas de micropartículas e as resinas com partículas misturadas. Nos testes de microinfiltração, foi evidenciado que todas as resinas apresentaram altos valores no primeiro ou segundo dia, com tendências à diminuição com o passar do tempo (21 dias).

CHAN, BOYER (1985) desenvolveram um trabalho para determinar a capacidade de penetração da luz em dentina e a polimerização de resina composta, através desta. Foram usados 20 molares extraídos, embutidos em Bioplastic®. Os dentes foram seccionados em 1,5mm, 2 e 2,5mm de espessura, sendo que, para cada espessura testada, foram usadas cinco amostras. Estas permaneciam armazenadas em água até que fossem utilizadas. Foram confeccionadas amostras da resina composta (Silux®) com 2,0mm de altura e 5,0mm de diâmetro, que ficavam apoiadas sobre tiras Mylar®, que, por sua vez, apoiavam-se em fragmentos de dentina. Na superfície superior, a resina era coberta, também, com a tira; e os discos de dentina, das diferentes espessuras testadas, eram apoiados sobre esta. A resina era fotoativada com um dos quatro tempos pesquisados (20, 40, 60 e 120 segundos). Dez amostras foram confeccionadas usando cada espessura de dentina para cada tempo de exposição. Após a polimerização, as amostras foram imersas em água, por 30 minutos. A média dos valores de dureza foi avaliada utilizando-se um aparelho para teste de dureza Barcol. Os resultados mostraram que os números de dureza diminuía com o aumento na espessura de dentina, e que aumentavam para cada incremento no tempo de ativação.

Foi verificado que as superfícies mais próximas da fonte luminosa obtiveram maiores valores de dureza. Foi concluído que o número de dureza diminuiu com o aumento da espessura de dentina e caiu rapidamente para espessuras maiores do que 2,0mm. O tempo de exposição mínimo de 40 segundos deveria ser aplicado quando a resina composta fosse polimerizada através da dentina.

Como fica muito difícil a comparação de resultados dos diversos trabalhos em relação à microinfiltração marginal, em função das diferentes técnicas, fazendo com que os pesquisadores não possam correlacionar os resultados de um experimento frente a outro, foi feito um estudo comparativo entre quatro técnicas de termociclagem usando como marcadores a fucsina básica e o  $\text{Ca}^{45}$  por CRIM, SWARTZ e PHILLIPS, em 1985. Dois diferentes sistemas de termociclagem foram utilizados. No primeiro, os ciclos consistiam de quatro segundos a 60°C, 23 segundos a 37°C, quatro segundos a 12°C e 23 segundos a 37°C. No segundo, as amostras eram imersas por 30 segundos a 12°C e 30 segundos a 60°C. A quantidade de ciclos em cada um dos sistemas foi de 1500. Para verificação da microinfiltração, foram executadas restaurações do tipo CI V nas faces vestibular e lingual de 50 pré-molares humanos extraídos, armazenados em água à temperatura ambiente. Os preparos cavitários foram executados com brocas de número 169, sob refrigeração água/ar, em alta velocidade. Cada broca foi utilizada para 10 preparos, antes de ser descartada. As cavidades foram condicionadas com solução de ácido fosfórico a 37% por um minuto e lavadas em água corrente pelo mesmo período. Utilizou-se uma bomba de ar manual para secagem das cavidades. O sistema adesivo foi aplicado e a resina composta Concise® foi imediatamente inserida. Após 15 minutos, os excessos foram removidos, com a broca de número 169, e as restaurações foram polidas com discos de lixa. As amostras foram seladas com esmalte para unhas e folhas de estanho, de modo que somente as restaurações ficassem expostas ao agente para evidenciação da microinfiltração. As amostras foram imersas em água a 37°C por uma hora antes dos experimentos. Dez dentes, contendo 20 restaurações, foram escolhidos, de forma aleatória, para cada um dos seguintes métodos: 1a) usou-se o primeiro sistema de termociclagem com solução de fucsina básica a 0,5%

em cada um dos quatro banhos; 1b) usou-se o primeiro sistema de termociclagem, com água nos banhos (após o estresse térmico, as amostras foram imersas em fucsina básica por 24 horas à temperatura ambiente); 2a) usou-se o segundo sistema de termociclagem com água nos banhos (após a termociclagem, as amostras foram imersas em fucsina básica por 24 horas em temperatura ambiente após o estresse térmico); 2b) usou-se o segundo sistema de termociclagem com água nos banhos (após a ciclagem, as amostras foram imersas em solução aquosa de  $\text{Ca}^{45}$ , à temperatura ambiente, por duas horas, e preparadas para evidênciação da microinfiltração por autoradiografias); o método 3) foi usado como controle e as amostras não foram termocicladas, permanecendo imersas em fucsina básica por 24 horas. As amostras que foram imersas em corante foram seccionadas longitudinalmente, através das restaurações, e avaliadas em estereomicroscópio com 40X de aumento para microinfiltração. A extensão da microinfiltração, oclusal e gengival, foi registrada através de um *score* que definia como 0 (zero) - ausência de microinfiltração; 1 - penetração de corante até o limite esmalte/dentina; 2 - penetração até a parede axial e 3 - penetração ao longo da parede axial. Os dados colhidos foram submetidos à análise estatística e as seguintes conclusões puderam ser tiradas desse trabalho: o estresse térmico apresentou maior grau de microinfiltração para os quatro grupos testes do que para o grupo controle (método 3), que não foi submetido à ciclagem térmica. O grau de penetração do corante aparentou ser independente do tempo de imersão nos banhos térmicos. Não houve diferença estatística, significativa, quando as amostras foram imersas no corante durante a termociclagem, ou após esta. Concluíram que todos os procedimentos envolvendo trocas térmicas foram mais potentes na demonstração de microinfiltração do que o método que não usou a termociclagem. O uso de corante ou isótopo foi igualmente efetivo e ocorreu penetração similar na interface dente/restauração.

FAN et al. (1985) estudaram alternativas para expressar os valores de sorpção da água, levando em conta a quantidade de matriz resinosa e o intervalo de tempo no qual foi observada a sorpção. Os ganhos, admissíveis, em água, variaram de  $0,7 \text{ mg/cm}^2$  a  $1,7 \text{ mg/cm}^2$  ao final de uma semana. Esses

valores normalmente são expressos em peso/área ou em percentual/peso. Apesar da sorpção de água ocorrer na matriz orgânica, a quantidade desta nas amostras de resinas compostas usadas não são levadas em consideração, nestes métodos, para expressar esses valores. Foram usadas três tipos de resina do tipo I (Finesse®; Pentron MFR® e Silar®), três tipos de resinas do tipo II (Concise®; Simulate® e Vitol®) e uma resina sem carga inorgânica (Delton®). Foram preparadas e testadas cinco amostras de cada produto com 20mm de diâmetro e 1,0mm de profundidade, e os valores de sorpção foram obtidos com um , sete e 30 dias, após imersão em 10ml de água destilada a 37°C. Após 30 dias foram calculados os valores da solubilidade, conteúdo de carga inorgânica e a densidade. Os valores da sorpção foram calculados em  $\text{mg}/\text{cm}^2$ , em percentagem/peso da amostra e por  $\text{mg}/\text{g}$  do conteúdo de matriz orgânica. Os resultados indicaram que todas as resinas aumentaram a sorpção de água com o passar do tempo. Quando os valores foram expressos em  $\text{mg}/\text{g}$  de matriz orgânica, a diferença entre o tipo I e II existiram somente ao serem imersas por um dia. Unicamente a resina sem carga conseguiu adquirir um certo grau de equilíbrio após uma semana de imersão, sendo que as resinas do tipo I e II não demonstraram equilíbrio após 30 dias de imersão, indicando que a cinética de sorpção de água continua após esse período. Foi salientado que vários fatores poderiam influenciar na dinâmica da sorpção; Entre eles incluem-se a área de superfície das partículas de carga e as próprias partículas.

LEUNG, ADISHIAN, FAN (1985) efetuaram uma pesquisa com o intuito de comparar o grau da polimerização de resinas compostas fotoativadas por luz ultravioleta, visível e química, através de testes de dureza. As resinas compostas ativadas por luz visível foram: Prisma-Fil®; Silux® e Heliosit®. As ativadas quimicamente foram: Concise®; Silar® e Isopast®. A resina ativada por luz ultravioleta (UV) foi a Nuva-Fil P. A.®. Somente a última foi utilizada na espessura de 1,5mm, sendo que as demais foram usadas na espessura de 2,5mm. O tempo de exposição para as resinas fotoativadas foi de 40 segundos para Prisma-Fil®, 20 e 40 segundos para Nuva-Fil P. A.®, Silux® e 20, 40 e 60 segundos para Heliosit®. Os resultados dos testes de dureza evidenciaram que todas as resinas aumentaram os seus valores de dureza após término da

exposição à luz ou da manipulação (para resinas ativadas quimicamente). Esse valor aumentou expressivamente nos primeiros 20 minutos, continuando, de maneira mais vagarosa, no período de sete dias.

TORSTENSON, BRÄNNSTRÖM, MATTSSON (1985) estudaram a aplicação de uma técnica de resina para o *gap* cervical, onde o esmalte estivesse ausente ou não tivesse sido condicionado, e uma outra para estudar a possibilidade de impregnação do *gap* entre a restauração e a cavidade totalmente rodeada com esmalte, não condicionado. O estudo foi conduzido em duas etapas. Na primeira, com esmalte biselado e condicionado e parede cervical não condicionada, foram utilizados 17 pré-molares humanos, divididos em dois grupos: o primeiro grupo com nove elementos (*in vitro*) e o segundo, com oito (*in vivo*). No estudo *in vitro*, foram confeccionadas cavidades retangulares com 3,0 a 4,0mm de largura por 4,0 a 4,5mm de altura e profundidade de 2,0mm na oclusal e 1,5mm na cervical. As cavidades foram confeccionadas com pontas em alta velocidade e com refrigeração água/ar, em ambas as superfícies proximais. As paredes cervicais foram localizadas 1,0mm abaixo da junção cimento-esmalte. Após a aplicação do detergente (Tubulicid®), as cavidades e as estruturas dentais ao redor foram recobertas pelo sistema Tubulitec®. Foram confeccionados biséis nas paredes de esmalte e estas foram condicionadas durante 15 segundos. As amostras foram lavadas com *spray* de água, durante 15 segundos, e secas, por 10 segundos, com jato de ar, e receberam uma camada de Concise Enamel Bond®. Escolheu-se uma restauração de cada dente, de forma aleatória, para impregnação com FEB® (Enamel Bond Resin fluorescent®) sobre as bordas cervical e oclusal, seis minutos após a inserção da restauração. Os dentes foram cortados em três secções e examinados por luz refletida, com 210 vezes de aumento. O estudo *in vivo* foi realizado em dentes que apresentavam extração indicada. Os elementos dentais foram tratados e restaurados de maneira semelhante aos do estudo *in vitro*. Sob isolamento absoluto, foram preparadas cavidades na vestibular destes dentes. Em sete cavidades, a parede cervical estava acima da junção cimento-esmalte e, em uma, foi posicionada abaixo. Todas as paredes cervicais foram cobertas com base forradora e não foram

condicionadas. Aplicou-se FEB® na borda cervical seis minutos após o término da restauração. Os dentes foram extraídos e tratados da mesma forma anterior. Na segunda etapa, realizada *in vitro*, todas as paredes cavitárias foram rodeadas por esmalte não condicionado. As cavidades foram localizadas, aproximadamente, 1,0mm acima da junção cimento-esmalte. Foram usados oito pré-molares e as cavidades confeccionadas nas paredes proximais tinham 5,0 a 6,0mm de largura por 2,0 a 3,0mm de altura, e foram protegidas como na primeira etapa. As cavidades foram restauradas e impregnadas de forma semelhante às anteriores. Em cada dente, uma restauração (escolhida de forma aleatória) era impregnada após seis minutos e a outra, após 15 minutos. O FEB® foi aplicado na cervical e oclusal de quatro dentes e na vestibular e lingual dos outros. Os resultados indicaram que, na primeira etapa, estudo *in vitro*, o FEB® penetrou em todas as paredes cervicais e também ao redor do ângulo cervico-axial. No estudo *in vivo*, o FEB® penetrou na cervical de todas as amostras. Na segunda etapa, realizada *in vitro*, houve grande penetração do FEB® em todas as situações, não ocorrendo diferenças, quando aplicado após seis ou 15 minutos. Geralmente o FEB® foi verificado entre o material forrador e a resina composta.

YEARN (1985) fez um trabalho de revisão para procurar identificar os fatores que determinariam as características de polimerização e o desempenho das resinas compostas ativadas por luz visível. De modo contrário ao processo de polimerização das resinas ativadas quimicamente, que se polimerizariam de forma mais ou menos uniforme, nas fotoativadas as camadas mais próximas da fonte de luz iriam se polimerizar mais eficientemente do que aquelas áreas mais distantes. Para a confirmação da profundidade de polimerização, os testes documentados pela literatura são: a) teste da raspagem; b) teste da dureza incremental da superfície e c) medidas de conversão. Com relação aos fatores que poderiam afetar a polimerização, foram abordados os seguintes itens: a) Variáveis na composição - a principal variável que determinaria a polimerização conseguida através da técnica incremental seria a capacidade da luz em alcançá-las, ou seja, são aqueles fatores que facilitariam ou dificultariam a transmissão da luz (propriedades ópticas) da mistura de

matriz/carga inorgânica. O índice de refração da matriz orgânica e do conteúdo de carga inorgânica poderiam interferir na profundidade de polimerização, mesmo quando fosse mantida a combinação de carga e matriz, alterando somente o tamanho das partículas. Esse procedimento poderia influenciar a dispersão da luz através do corpo da restauração. b) Variáveis na incidência da luz - o espectro da absorção de luz da canforoquinona atinge o seu pico por volta de 470nm, sendo que valores abaixo de 400nm e acima de 500nm não incrementariam a polimerização. Mantendo-se constante o comprimento de onda, um aumento na intensidade de luz emitida pela fonte pode contribuir para aumentar a profundidade de polimerização e a dureza da superfície. Os aparelhos fotoativadores deveriam ser oferecidos com reguladores de voltagem, pois pequenas trocas na corrente elétrica podem causar mudanças na intensidade de luz que alcança a resina, piorando suas propriedades físicas. c) Variáveis do profissional. Os parâmetros de variação anteriores dizem respeito à fonte de luz e à composição da resina, estando fora do controle do profissional. No entanto, existiriam duas variáveis críticas diretamente sob o controle do profissional. A primeira delas seria o tempo de ativação, mantendo-se constantes as demais variáveis. O aumento do tempo de ativação aumentaria a profundidade de polimerização e a dureza superficial. A segunda variável seria a distância da fonte em relação à superfície da resina. Aumentando-se a distância da fonte, ocorreria perda na profundidade de polimerização e na dureza superficial. As conclusões foram: a técnica incremental deveria, sempre, ser usada quando a profundidade da preparação fosse aumentada; a seqüência de procedimentos deveria ser seguida, a despeito da perda de poucos segundos, para que se pudesse obter o máximo das resinas compostas.

CRIM, CHAPMAN (1986) avaliaram, *in vitro*, a microinfiltração marginal de vários sistemas adesivos e suas respectivas resinas compostas: 1- Scotchbond® e Silux® (micropartículas); 2- Bondlite® e Comand Ultrafine® (partículas pequenas); 3- Sinter-Bond® e Prisma-Fil® (partículas pequenas); 4- Restodent® e Restodent VL (partículas pequenas)®. Os três primeiros sistemas eram fotoativados, enquanto o último era ativado quimicamente.

Foram usados 40 dentes posteriores humanos, sem lesão cáriosa, armazenados em água, nos quais foram confeccionados preparos cavitários do tipo CI V no terço cervical das faces vestibular e lingual, com todas as margens em esmalte. Foram usadas brocas de número 170, em alta velocidade, sob refrigeração água/ar. Essas eram freqüentemente trocadas para se garantir eficiência de corte. Foi realizado um bisel no ângulo cavo superficial utilizando o mesmo tipo de broca. Os sistemas adesivos foram manipulados de acordo com as instruções dos fabricantes, sendo que o condicionamento ácido foi realizado por 60 segundos, seguido de lavagem com água corrente pelo mesmo tempo. A técnica utilizada para a confecção das restaurações obedeceu à seguinte seqüência: em uma das faces era feita de uma só vez (incremento único), enquanto na outra era constituída de dois incrementos; o primeiro foi colocado junto à porção gengival e fotoativado por 20 segundos, e o segundo, por 40 segundos. As restaurações foram submetidas à remoção dos excessos de resina após 15 minutos, com a broca 170, e polidas com discos de lixa, de granulação média, lubrificados com manteiga de cacau. As amostras foram seladas com uma camada de esmalte para unhas, respeitando-se a margem de 1,0mm das restaurações. Uma folha de alumínio foi adaptada ao dente de modo que a restauração permanecesse exposta e uma nova camada de esmalte foi aplicada por cima dessa folha. As amostras foram armazenadas em água, durante uma hora, a temperatura ambiente, antes de serem submetidas a 1500 ciclos de temperatura. Cada ciclo constava de 23 segundos a 37°C, 4 segundos a 54°C, 23 segundos a 37°C e 4 segundos a 12°C. Após os ciclos, foram imersas em uma solução corante de fucsína básica por 24h. Os dentes foram seccionados, no sentido buco-lingual, para verificação da penetração do corante, sob um microscópio com 25X de aumento e classificados de acordo com o seguinte *score*: 0- não houve penetração; 1- pequena penetração na parede axial e 2- penetração ao longo da parede axial. Verificou-se que o sistema Scotchbond®/Silux® mostrou-se mais eficiente na prevenção da microinfiltração do que os demais. Também verificaram que a presença do esmalte dentário é essencial para a redução ou eliminação da microinfiltração. Os dados mostraram que, em cavidades com

margens em esmalte biselado, a técnica de inserção não afetou a quantidade de microinfiltração.

O fato de que alguns autores iniciam a ciclagem térmica imediatamente após a confecção das restaurações, enquanto outros armazenam as amostras em água por períodos que variam de uma hora a um ano e o número de ciclos térmicos variando de 20 a mais de 2500, fez com que CRIM, GARCIA- GODOY (1987) verificassem a influência dessas variáveis sobre a microinfiltração de resinas compostas. Foram selecionados 20 pré-molares humanos, extraídos, que, após a limpeza, foram armazenados em água a temperatura ambiente. Preparos cavitários, do tipo Cl V, foram confeccionados nas superfícies vestibular e lingual, de modo que todas as margens ficassem localizadas em esmalte. Os preparos foram realizados com brocas de número 170, em alta velocidade, sob refrigeração água/ar, as quais eram trocadas freqüentemente. O ângulo cavo superficial foi de 90°. As cavidades foram condicionadas com ácido, por um minuto, e lavadas com água pelo mesmo período. O adesivo Prisma-Bond® foi aplicado, e a resina Prisma-Fil® foi inserida, em incremento único, e fotoativada, juntamente com o adesivo, pelo tempo de 40 segundos. Os excessos de material foram removidos após 15 minutos com broca de aço (número 170) e as restaurações foram polidas com discos de lixa. As amostras foram seladas com esmalte para unhas e folha de alumínio, para que somente as restaurações ficassem expostas ao corante. Cinco dentes, contendo 10 restaurações, foram selecionados, de forma aleatória, para exames em um dos seguintes métodos: A) as amostras foram imediatamente submetidas a 100 ciclos térmicos; B) as amostras foram imediatamente submetidas a 1500 ciclos térmicos; C) e D) as amostras foram armazenadas em água, à temperatura ambiente, por 24 horas antes que fossem submetidas a 100 ou 1500 ciclos térmicos, respectivamente. Cada ciclo térmico consistia de 23 segundos a 37° C, quatro segundos a 54° C, 23 segundos a 37° C e quatro segundos a 12° C. Após a termociclagem, as amostras foram imersas em solução corante por 24 horas (fucsina básica a 0,5%), seccionadas longitudinalmente, no sentido buco-lingual, através do centro das restaurações. A microinfiltração foi avaliada em estereomicroscópio com 25 vezes de aumento, e um score foi feito para

analisar a extensão da microinfiltração oclusal e cervical. Este apresentava valor 0 (zero) - para ausência de penetração do corante, 1- penetração junto ao limite amelo-dentinário; 2 - penetração até próximo à parede axial e 3 – penetração de corante na parede axial. Foi verificado que o tempo de armazenagem, antes de submeter as amostras à termociclagem, ou o número de ciclos, não tiveram impacto significativo sobre os padrões de microinfiltração em resinas compostas com preparos cavitários tipo CI V, confeccionadas pela técnica adesiva, nas condições deste estudo.

DAVIDSON, em 1986, publicou um artigo correlacionando à contração de polimerização de resinas compostas que utilizam técnicas adesivas ao fator de configuração da cavidade, à técnica incremental e à intensidade luminosa. Relatou que as resinas compostas contraem entre 2,2% a 3,2% por volume enquanto polimerizam. Esse fato faz com que, em circunstâncias desfavoráveis, tais como restaurações de preparos cavitários tipo CI I, onde a adesão deve ser feita para todas as paredes, o estresse da contração supere a resistência de união. Ainda observou que, o estresse, poderia ser parcialmente liberado pelo escoamento, estando relacionado com a forma da cavidade. Essa correlação diz que, quanto menor o número de paredes que a resina composta tiver em contato no momento de sua polimerização, maior será a liberação do estresse da contração pelo escoamento através das superfícies livres dessa resina. O estresse também poderia ser diminuído pela redução da intensidade luminosa. Esta situação, porém, poderia causar piora das propriedades físicas das resinas e da própria adesão. A técnica de inserção incremental, com o direcionamento da contração através das paredes cavitárias, poderia contornar esse problema sem afetar as propriedades das resinas. O primeiro incremento deveria ser inserido de maneira que permitisse a contração livre e o escoamento procedesse através da dentina, e não fosse obstruído pela resistência de união da interface esmalte/resina. Dessa forma, a união dentina/resina poderia adquirir resistência. Foi salientado que 80% da resistência de união e do estresse de contração ocorreriam nos primeiros 20 segundos para resinas compostas fotoativadas, ao passo que as resinas compostas ativadas quimicamente alcançariam esse estágio somente após 10

a 15 minutos. Esses dados sugeriam que, para resinas compostas fotoativadas, a técnica de inserção incremental seria vantajosa.

FEILZER, DE GEE, DAVIDSON (1987) fizeram uma pesquisa para correlacionar o estresse de contração da polimerização com o fator de configuração da cavidade denominado fator-c. Esse poderia ser definido como a razão entre as superfícies livres (não - aderidas) pelas aderidas às paredes cavitárias de restaurações adesivas. Foi utilizado um tensiômetro para avaliar a influência da forma cavitária em relação ao estresse da contração de polimerização de duas resinas compostas (Silux® e P 10®). As restaurações do tipo CI V apresentariam valores de configuração cavitária acima de dois, o que levaria à baixa probabilidade da manutenção da adesão na interface dente/resina. Aparentemente a liberação do estresse da contração de polimerização, pelo escoamento, originado das superfícies livres, seria suficiente para manter a união. Esse fato implicaria que a inserção do material restaurador nas cavidades deveria ser feita de maneira incremental, pois isso iria contribuir para aumentar a área de superfície livre das cavidades que têm fator-c acima de um. A técnica de inserção incremental poderia melhorar a expectativa de vida dessa interface.

RETIEF (1987) publicou um trabalho para tentar responder à seguinte pergunta: Seriam as técnicas adesivas suficientes para prevenir a microinfiltração? O condicionamento ácido dependeria da orientação dos prismas de esmalte, e seria mais severo naqueles que se orientassem de forma perpendicular ao condicionamento. Este iria produzir um aumento da área de superfície disponível para união, criando microespaços no esmalte, aumentando o grau de molhamento da superfície do esmalte e facilitando a penetração da resina nos microespaços. Foi salientado que o principal mecanismo de união é o imbricamento mecânico ao esmalte condicionado. Quanto aos agentes adesivos dentinários, foi ressaltado que seriam moléculas bifuncionais com um grupo metacrilato que se uniriam à resina restauradora por interação química, e um grupo funcional que se uniria aos constituintes orgânicos ou inorgânicos da dentina. As conclusões foram: 1 – o condicionamento ácido do esmalte eliminaria efetivamente a microinfiltração de

resinas compostas restauradoras nas cavidades que apresentassem quantidade suficiente de esmalte; 2 – apesar dos novos agentes adesivos dentinários, que teriam potencial para prevenir a microinfiltração, estudos futuros seriam necessários para estabelecer sua efetividade.

WALTON (1987) estudou a resposta pulpar frente à microinfiltração dos materiais restauradores. O fato de a polpa responder adversamente àqueles materiais que são irritantes não provaria uma relação de causa e efeito. De fato, a polpa poderia reagir de forma semelhante a outras causas. Uma das possíveis etiologias poderia ser a falha de um material em selar a interface com a estrutura dental, permitindo a microinfiltração de irritantes da cavidade oral, entre a restauração e a interface cavitária. A microinfiltração poderia afetar as propriedades dos materiais, resultando em cáries recorrentes, ou causando hipersensibilidade da dentina exposta. Obviamente a longevidade e a função das restaurações poderiam ser comprometidas.

TROWBRIDGE (1987) publicou uma revisão da literatura que tinha, como objetivos, discutir as causas da microinfiltração, examinar as condições sob as quais a microinfiltração poderia ser aumentada ou diminuída, fazer um breve relato sobre as técnicas de pesquisas utilizadas nos estudos sobre microinfiltração, e fazer considerações dos efeitos adversos dessa sobre as estruturas dentais. A microinfiltração poderia ser definida como o ingresso de fluidos orais para dentro do espaço entre a estrutura dental e os materiais restauradores. Essa passagem de líquidos poderia desenvolver o meio ambiente propício para o desenvolvimento de cáries, podendo levar a patologias pulpares, sensibilidade dental, corrosão, dissolução ou descoloração de certos materiais restauradores. Todos os materiais restauradores são mais ou menos sensíveis à manipulação. Desse modo, a habilidade do operador seria um fator crítico na determinação da extensão da microinfiltração. A profundidade da cavidade exerceria influência sobre a microinfiltração, pois, quanto mais próximo da polpa, maior o diâmetro e o número dos túbulos dentinários. A localização das paredes cavitárias também poderiam influenciar a microinfiltração, particularmente se a margem da cavidade estivesse localizada em cemento. As técnicas de condicionamento ácido reduzem, de

forma eficiente, a microinfiltração em paredes localizadas em esmalte, apresentando pouco efeito sobre a microinfiltração para margens em cimento. A microinfiltração é um processo dinâmico e poderia aumentar ou diminuir, com o passar do tempo, dependendo do material restaurador escolhido. No caso das resinas, a contração inicial poderia ser compensada pela absorção de água, o que causaria uma expansão volumétrica, reduzindo o tamanho da fenda marginal entre dente/material restaurador. Muitos modelos de estudo têm sido propostos para auxiliar o conhecimento da microinfiltração. Os mais representativos seriam: a) Difusão de corantes e isótopos – a relevância clínica de estudos que utilizam íons ou pequenas moléculas, com tamanhos infinitamente menores do que as bactérias, têm sido questionadas, assim como não existem evidências de que a difusão de corantes ou isótopos em estudos laboratoriais seriam uma certeza de que as restaurações falhariam clinicamente. A grande afinidade apresentada por isótopos, tais como o  $\text{Ca}^{45}$  pelos constituintes da estrutura dental, ou dos materiais restauradores, poderia dificultar a observação final da infiltração na interface dente/material restaurador. b) Penetração bacteriana – a invasão dos espaços marginais por bactérias propiciaria um método de estudo mais próximo da realidade do que o uso de corantes ou isótopos. Este método consiste basicamente na colocação de um dente com o material restaurador a ser testado, em um meio de cultura, verificando se existe penetração bacteriana na interface marginal. c) Ar comprimido – permite verificar a capacidade do selamento dos materiais restauradores, não oferecendo muitas informações sobre a microinfiltração clínica. Apesar disso, serviria de suporte para explicação dos efeitos biológicos entre os materiais restauradores. d) Ativação de nêutrons – é um método de análise quantitativo da microinfiltração. Usando esse tipo de estudo, as restaurações seriam colocadas no meio ambiente oral, por diferentes intervalos de tempo antes dos testes, propiciando dados longitudinais. Os dentes seriam expostos a uma solução de Mn, *in vivo*, posteriormente extraídos e submetidos à ativação de nêutrons. Seria um método de alto custo financeiro e muito complexo para a maioria dos laboratórios. e) Corrente elétrica – a microinfiltração, observada através deste método, apresentaria resultados

semelhantes aos obtidos com o uso de corantes ou radioisótopos, e sua confecção seria mais laboriosa. f) Visualização direta – para este teste poderiam ser usados tanto o microscópio de luz quanto a microscopia eletrônica de varredura. É um método de visualização direta da fenda marginal, verificando de forma indireta a microinfiltração. A manipulação das amostras, durante o processamento histológico, poderia levar à inclusão de artefatos de técnica, mascarando os resultados finais. g) Coloração de bactérias – os resultados deste estudo têm revelado uma correlação positiva entre a presença de bactérias nas paredes cavitárias e patologias pulpares. h) Cáries artificiais – o crescimento de placa bacteriana *in vitro*, ou em gel acidificado, tem sido usado para verificar a capacidade de selamento das restaurações. Este método permite correlacionar a microinfiltração com cáries secundárias. Ainda permanece obscuro o quanto a atividade de cáries *in vitro* se assemelha à atividade das cáries *in vivo*. i) Termociclagem – a diferença entre o coeficiente de expansão térmica linear (CETL) das estruturas dentais e dos materiais restauradores permitiria troca de fluidos entre o dente e o meio ambiente oral. Por essa razão, nos estudos para observação da microinfiltração, tornou-se prática comum o uso da ciclagem térmica das amostras, o que seria capaz de aumentar a quantidade de microinfiltração. Entretanto o significado clínico da termociclagem continua indefinido, já que, clinicamente, os dentes permaneceriam em contato com alimentos, quentes ou frios, por apenas poucos segundos. Assim, a imersão das amostras por longos períodos não seria um quadro próximo ao real. A extensão observada com o uso da termociclagem certamente não ocorreria em condições clínicas. No que diz respeito aos efeitos biológicos, foi enfatizado que a manifestação mais importante da microinfiltração é o desenvolvimento de cáries sob as restaurações e patologias pulpares, através da difusão de bactérias, ou de suas toxinas, para a polpa. As seguintes conclusões puderam ser verificadas: parece óbvio que as causas e conseqüências da microinfiltração necessitariam de maiores caracterizações; na verificação do papel da microinfiltração como um agente etiológico das doenças pulpares, mais informações seriam

necessárias a respeito da natureza, concentração e toxicidade das substâncias que alcançariam a polpa através dos túbulos dentinários.

ZIDAN, GOMEZ–MARIN, TSUCHIYA (1987) avaliaram a efetividade de oito diferentes sistemas adesivos dentinários e quatro de suas combinações, na eliminação de *gaps*, em cavidades do tipo CI V, através de três maneiras distintas de inserção do material restaurador: incremento único, dois incrementos inclinados (sendo o primeiro inserido na parede gengival em direção ao ângulo ocluso-axial) e três incrementos inclinados (sendo o primeiro em direção à parede axial, o segundo em direção ocluso-axial e o terceiro completando a anatomia). Os sistemas adesivos dentinários pesquisados foram: Scotchbond Chemical®; Scotchbond Ligth®; Gluma®; Bondlite®; Dentin-Adhesit®; Clearfil FII®; Restodent®; Sinterbond® e um controle que não apresentava propriedades adesivas. As quatro diferentes combinações entre eles foram: Gluma®/Clearfil FII®; Gluma®/Scotchbond Chemical®; Gluma®/Dentin-Adhesit® e Dentin-Adhesit®/Restodent®. Foram usados molares e pré-molares humanos recém extraídos, limpos mecanicamente com curetas, polidos com pedra pomes, e armazenados em água, sob refrigeração. Os preparos cavitários do tipo CI V apresentavam ângulo cavo superficial em esmalte e dentina, foram preparados em alta velocidade, sob refrigeração água/ar, usando uma broca de número 330. Na confecção das cavidades, foi usado um estéreo-microscópio com aumento de 8X. As dimensões das cavidades foram 4,0 x 2,5 x 1,5 com variação de  $\pm 0,5$ mm. Na parede em esmalte, foi confeccionado um bisel de 0,5 a 1,0mm com 45° de inclinação, com a ponta de número 7902. Todos os ângulos internos foram arredondados. As paredes em esmalte foram condicionadas com ácido fosfórico a 35% por 60 segundos, lavadas por 30 segundos e secas com ar. Um pré-tratamento com EDTA foi realizado sobre as paredes dentinárias antes do uso de Gluma® ou das combinações nas quais este sistema adesivo era parte integrante. Esse foi aplicado por 60 segundos, lavado durante 30 segundos e seco pelo mesmo tempo. Quando Dentin-Adhesit® e Restodent®, ou suas combinações, foram usadas, as superfícies dentinárias receberam tratamento com peróxido de hidrogênio a 3%, da mesma maneira que foi usada para o EDTA. As instruções

dos fabricantes sobre a aplicação dos sistemas adesivos foram sempre seguidas, com exceção do Clearfil FII®, onde o passo da aplicação do ácido sobre a dentina não foi executado. Todas as paredes cavitárias foram cobertas com uma resina sem carga (Concise Enamel Bond®) e Silux Universal Shade® fotoativada foi usada para restaurar todas as cavidades, seguindo uma das três técnicas de inserção para preenchimento das cavidades. Após a ativação final, as restaurações foram polidas com discos Sof-lex® com visualização através do estereo-microscópio (8x), para assegurar que todos os excessos de material restaurador fossem removidos, expondo as margens das restaurações. O ácido fosfórico a 35% foi usado para condicionamento das margens das restaurações e da estrutura dental adjacente, por cinco segundos, para remoção de qualquer resquício dos procedimentos de polimento. Uma solução de fucsina básica a 0,5% foi aplicada sobre as margens por 60 segundos. Os resultados evidenciaram a penetração do corante em 6% das áreas pesquisadas em esmalte, ao passo que, nas margens dentinárias, esse número saltou para 75%. Nenhum dos sistemas adesivos usados conseguiu margens totalmente livres de *gaps*.

BULLARD, LEINFELDER, RUSSEL (1988) relacionaram a quantidade de microinfiltração em função da contração ou expansão térmica sofrida pelos materiais quando submetidos a trocas de temperatura. Seis diferentes materiais foram escolhidos: Sevriton® (resina acrílica), Silux® (resina composta), Fynal® (óxido de zinco e eugenol), Occlusin® (resina composta), Cluster® (amálgama) e Ketac-Fil® (cimento ionômero de vidro). Foram selecionados 60 molares permanentes, armazenados em formalina a 10%, até que fosse iniciada a pesquisa. Os dentes foram limpos com pedra pomes, lavados com água deionizada, e observados ao microscópio (aumento de 1,5X). Somente aqueles livres de trincas e cáries foram selecionados para este estudo. Antes da confecção das restaurações, com os materiais de teste, os ápices dentais foram selados com amálgama. Uma cavidade do tipo CI I foi preparada na face vestibular de cada dente, usando broca de número 330 em alta velocidade sob *spray* água/ar. As dimensões da cavidade foram: M-D de 5,0mm, ocluso-gengival de 3,0mm e profundidade de 2,0mm. Todas as

cavidades foram situadas em esmalte e as margens não foram biseladas. Uma nova broca era usada após 10 preparos. Depois do término dos preparos, os dentes foram selados com duas camadas de esmalte para unhas, exceto nas proximidades das restaurações ( $\pm 2,0\text{mm}$ ) e armazenados em água deionizada  $37^{\circ}\text{C}$ . Os materiais restauradores foram manipulados de acordo com as instruções dos fabricantes e, no caso das resinas compostas, não foi executado o condicionamento ácido nem o sistema adesivo foi utilizado. As amostras foram submetidas a 125 ciclos de temperatura em fucsina básica a 0,5%, com temperaturas de  $5^{\circ}\text{C}$  e  $55^{\circ}\text{C}$  e 30 segundos de imersão, e foram seccionadas, sob refrigeração água/ar, para exame em microscópio com três vezes de aumento. Uma escala com sete níveis de microinfiltração foi proposta: 1 - não foi detectada microinfiltração, 2 - penetração de corante somente em esmalte, 3 - penetração em dentina, 4 - envolvimento parcial da parede axial, 5 - envolvimento total da axial, 6 - penetração de corante para dentro dos túbulos dentinários, 7 - penetração de corante para dentro da câmara pulpar. A ordem crescente de microinfiltração foi: Ketac-Fil®, Cluster®, Fynal®, Occlusin®, Silux®, Sevriton®. Foi verificado que os resultados deste estudo apresentaram uma forte correlação entre microinfiltração e CETL. Apesar de outros fatores contribuírem para a microinfiltração, o CETL poderia ser considerado como o principal.

. HANSEN, ASMUSSEN (1988) verificaram a influência do polimento das áreas marginais das restaurações de resina composta sobre a largura e a extensão do *gap* entre o dente e o material restaurador, utilizando dois diferentes sistemas adesivos dentinários. Foram utilizados dentes humanos extraídos, permanentes. Estes foram limpos mecanicamente e armazenados em água à temperatura ambiente por, no máximo, dois meses. As cavidades tinham 4,0mm de diâmetro e 1,5mm de profundidade. As paredes cavitárias foram tratadas com os sistemas adesivos Gluma® e Light Cured Dentin-Enamel Bonding Agent®, manipulados segundo as instruções dos fabricantes. As restaurações foram executadas com a resina Silux® e fotoativadas por 20 segundos. A ponta do aparelho fotoativador foi mantida em contato com a tira de matriz. Após a polimerização, as amostras foram aleatoriamente distribuídas

em grupos e armazenadas em água. Grupo A: um método padronizado de acabamento e polimento foi usado para desgastar, aproximadamente, 0,1mm da superfície de dentina e material restaurador, tendo sido executado 30 segundos após o término da polimerização. Utilizaram um microscópio de luz para avaliação da largura máxima do *gap* de contração (MP) e a extensão do *gap* (GP). As amostras foram imersas em água e novamente avaliadas após 65 minutos. Grupo B: as avaliações foram realizadas após 10 e 65 minutos. Grupo C: as avaliações foram feitas após 60 e 65 minutos. Para cada grupo experimental foram avaliadas 10 restaurações. Os autores verificaram que, para o Gluma®, quando os procedimentos de polimento eram retardados por 10 minutos, já havia uma melhora, estatisticamente significativa. Entretanto, para o adesivo Light Cured Dentin-Enamel Agent® o tempo necessário era de 60 minutos. Foi sugerido que os procedimentos de polimento fossem retardados até que a expansão higroscópica, da resina composta, permitisse uma maior aproximação do material restaurador em direção às estruturas dentais. Caso contrário, pequenas partículas, provenientes da estrutura dental e do material restaurador, poderiam ser impelidas na interface dente/restauração, tendo como consequência um *gap* permanente. Também foi sugerido que a diferença encontrada entre a primeira e a segunda leituras do *gap* poderia Ter acontecido em decorrência da conversão polimérica progressiva da resina, a qual continuaria após a fotoativação.

ARAÚJO e ASMUSSEN (1990) investigaram três sistemas adesivos: Scotchbond 2®, Tenure® e Gluma®, e duas resinas compostas ( P-50® e Estilux Posterior®) em preparos rodeados por esmalte. Foram usados molares humanos extraídos, armazenados em solução de Cloramina-T a 1% em temperatura ambiente. Cavidades com término em topo, tendo 4,0mm de largura por 3,0mm de altura e 2,0mm de profundidade foram, preparadas em 35 amostras, sendo cinco para cada grupo teste, utilizando alta velocidade e refrigeração água/ar. Em todos os casos, a parede gengival estava localizada abaixo da junção cimento–esmalte (JEC). Os tratamentos utilizados para os grupos-teste foram: A) grupo controle - condicionamento ácido do esmalte e preenchimento com resina composta; B) condicionamento do esmalte por

ácido, aplicação de SEB® (Silux Enamel Bond Resin®) e inserção da resina composta; C) pré-tratamento da cavidade com solução de oxalato de alumínio e Glicina; aplicação de SEB® e inserção da resina composta; D) pré-tratamento da cavidade com solução de oxalato de alumínio e Glicina, aplicação de Gluma® e inserção da resina composta; E) pré-tratamento da cavidade com oxalato de alumínio e Glicina; aplicação de Gluma resin® e inserção da resina composta; F) condicionamento ácido do esmalte, aplicação de Scotchbond 2® e colocação da resina composta; G) aplicação de Tenure®- e inserção da resina composta. Após a confecção das restaurações, essas tiveram as superfícies do esmalte desgastadas (sob refrigeração água/ar) para remoção dos excessos de material restaurador e exposição das margens. Após a análise no microscópio óptico da presença (ou ausência) de *gaps* no esmalte, as restaurações foram novamente desgastadas, até que todo o esmalte fosse removido, e as superfícies dentinárias foram polidas para nova avaliação microscópica. Na região do esmalte, não foi possível avaliar os *gaps*, uma vez que estavam sempre associados a fraturas da margem do esmalte. Na dentina, o controle (grupo A) sempre apresentou maiores valores para o *gap*, independentemente da resina composta utilizada para restauração. As observações dos *gaps* em dentina foram realizadas em menos de dois minutos, para que fosse minimizada a desidratação das amostras. Não foi constatada diferença significativa para valores de *gaps* quando utilizaram sistema adesivo dentinário ou agente de união ao esmalte. Já que os sistemas adesivos não conseguiram propiciar margens livres de *gap*, foi sugerida uma espera para a confecção dos procedimentos de acabamento e polimento para permitir que a expansão higroscópica pudesse diminuir os *gaps* formados pela contração de polimerização, não somente pelos períodos de cinco, 10 ou 60 minutos, mas por períodos maiores. A impregnação do *gap* com resina de baixa viscosidade poderia ser eficiente para diminuir a microinfiltração.

Foi realizada, em 1990, uma revisão da literatura sobre resinas compostas para dentes posteriores por FUSAYAMA. A melhoria das propriedades físicas aumentou o campo de utilização das resinas compostas, fazendo com que fossem indicadas para restauração de dentes posteriores.

Vários tópicos foram abordados, enfatizando que o uso das resinas compostas, associado às técnicas adesivas, fariam com que a estrutura dental fosse preservada, quando comparado com técnicas que não utilizam materiais adesivos, como é o caso das restaurações de amálgama. Os preparos cavitários para resinas ficam restritos à remoção do tecido cariado necrótico, podendo-se manter, inclusive, esmalte sem sustentação dentinária, desde que os sistemas adesivos sejam empregados concomitantemente ao uso das resinas compostas. A utilização dos sistemas adesivos sobre os tecidos dentais não levou a injúrias pulpares irreversíveis. Se, inicialmente, a resistência ao desgaste era contra-indicação das resinas, atualmente, graças à melhoria desta característica, este não é mais um problema que impossibilite a utilização das resinas em dentes posteriores. Além do mais, caso houvesse um pequeno desgaste, esse poderia ser reparado com a adição de uma camada da mesma resina. Para minimizar a chance de falhas, a técnica deveria ser simples e rápida, diminuindo o intervalo de tempo entre o condicionamento ácido e a aplicação do sistema adesivo. As resinas já substituíram totalmente os cimentos de silicato e, em alguns casos, o ouro em folha, na restauração de dentes anteriores. Agora estão travando, com as restaurações de amálgama, a batalha pela supremacia na restauração de dentes posteriores.

WILSON (1990) fez um relato sobre a importância da inter-relação entre as investigações clínicas e pesquisas laboratoriais, com umas complementando e facilitando os outros, bem como a necessidade de trabalhos multidisciplinares com a intenção de se obter um melhor comportamento dos produtos, frutos de pesquisas e desenvolvimento científicos, para o benefício da sociedade. Descreveu a divisão de trabalhos científicos *in vitro* e *in vivo*, dando uma ligeira explanação sobre cada um. 1º) Investigações laboratoriais, não são realizadas diretamente sobre os pacientes que, desse modo ficam livres de muitas dificuldades operacionais que poderiam exercer influência sobre o resultado final da pesquisa. Os resultados, a despeito do seu valor, podem falhar em revelar como os materiais testados se comportariam na clínica. As três principais formas de estudos laboratoriais seriam: a) Investigação de parâmetros físicos; b) Investigação de propriedades biológicas;

c) Investigações de simulação *in vitro* seriam realizadas em modelos que simulam a clínica, as quais podem ser desde um simples dente extraído, mantido em ambiente controlado, ou meio ambiente oral artificial (que é muito complexo e de custo elevado). Nas situações onde o comportamento do material restaurador pudesse ser observado clínica e laboratorialmente, os dados poderiam ser relacionados com o comportamento clínico, predizendo, em muitos casos, a função e o entendimento desses objetos de pesquisa. Entretanto, na maioria dos casos isso não é possível. 2º) Estudos clínicos poderiam ser realizados através de três formas: a) estudo clínico explanatório; b) estudos clínicos pragmáticos; c) estudos clínicos observacionais, os quais poderiam ser longitudinais ou transversais. Normalmente, os longitudinais indicam durabilidade e os transversais, a qualidade de um dado objeto de pesquisa no mundo real.

BATITUCCI (1991) desenvolveu um trabalho para avaliar a adaptação marginal de resinas compostas em cavidades dentinárias, quanto à eficácia dos sistemas adesivos na prevenção das fendas marginais. Também foi avaliada a influência do adiamento da realização do acabamento e polimento das restaurações sobre a microinfiltração. Foram utilizados dentes molares humanos extraídos, limpos mecanicamente, lavados e armazenados em solução de Cloramina T a 1% à temperatura ambiente. Os dentes foram embutidos em resina epóxica. Para facilitar o embutimento, os dentes foram desgastados, com lixa de carbetto de silício número 320, até se obter a remoção da camada de esmalte e exposição da dentina, tornando essa uma superfície plana. Os blocos de resina contendo os dentes foram armazenados em água destilada até a confecção dos preparos cavitários. Foram confeccionadas 252 cavidades dentinárias cilíndricas com junção a topo, com diâmetro de 3,0mm e 1,5mm de profundidade. Foi utilizada ponta diamantada de número 2094, em alta velocidade, com refrigeração água/ar, para o preparo das cavidades. O acabamento das cavidades foi realizado com broca de número 57 em baixa velocidade. A conferência das dimensões cavitárias foi feita com sonda milimetrada. As cavidades foram sempre preparadas em uma das proximais do dente. Em cada cavidade era aplicado um dos seguintes

tratamentos: 1) sabão neutro+ARM® (controle), 2) EDTA+GLUMA®+ARM®, 3) Oxalato de Al/Glicina+Resina Gluma®, 4) Oxalato de Al/+HEMA®+ARM®, 5) Scotchprep®+Scotchbond®, 6) XR-Primer®+XR Bond®, 7) Tenure® condicionador+solução Tenure® A+B+Visar Seal®. Em seguida, as cavidades eram restauradas com resina composta P 50® e Adaptic II P®, sendo que uma tira de matriz transparente era colocada sobre a superfície livre da restauração. O tempo de fotoativação foi de 60 segundos, e a ponta do aparelho ficou em contato com a matriz. A seguir, as amostras foram armazenadas em água destilada a 37°C, por 10 minutos, 1 dia ou 7 dias. Após o acabamento, as fendas marginais, provocadas pela contração de polimerização, foram medidas com o auxílio de um microscópio ótico. Os resultados indicaram que nenhum dos sistemas adesivos testados foi eficaz na prevenção da formação de fendas na interface resina composta/parede cavitária. Nas condições testadas, os procedimentos de acabamento e polimento das resinas compostas deveriam ser adiados por 7 dias ou mais, a fim de permitir o fechamento das fendas nas interfaces dente/material restaurador, pelo processo da sorção de água das resinas com o conseqüente aumento volumétrico.

EAKLE, ITO (1991) compararam o efeito das diferentes técnicas de inserção para resinas compostas em cavidades mésio-ocluso-distais (MOD) sobre a microinfiltração. Foram utilizados 40 molares inferiores, extraídos, sem linhas de fratura ou cáries. Os preparos foram confeccionados em cada dente, utilizando brocas de número 56 em alta velocidade, sendo que a parede gengival mesial terminava, aproximadamente, 2 mm aquém da junção cimento–esmalte, enquanto que na distal a parede gengival foi posicionada 1 mm além desta. Para maior uniformidade dos preparos cavitários, foram utilizados padrões de metal como guias. Nas paredes gengivais localizadas em esmalte, foi confeccionado bisel, com 30° de inclinação. As paredes gengivais que terminavam em cimento foram mantidas em ângulo vivo. Após o término dos preparos cavitários, os dentes foram distribuídos, de forma aleatória, em quatro grupos de 10. A resina composta Herculite® foi usada para a restauração de todas as cavidades, variando o método de inserção da resina entre os grupos. O condicionamento com ácido ortofosfórico foi realizado por

60 segundos sobre o esmalte, após a lavagem com água corrente por 45 segundos, e secagem com ar durante 15 segundos. O agente de união Bondlite® foi aplicado sobre dentina e esmalte dos grupos de um a três. No grupo quatro, antes do condicionamento ácido, foi colocada uma base de cimento de ionômero de vidro sobre as paredes axiais e gengivais das proximais. O condicionamento ácido foi feito posteriormente nos mesmos moldes dos grupos de um a três. As técnicas de inserção para os diferentes grupos foram: 1) a resina foi inserida em incremento único e polimerizada por 40 segundos em cada uma das superfícies oclusal, mesial e distal; 2) a resina foi inserida nas proximais em duas camadas horizontais, de espessuras idênticas, até o nível da parede pulpar, sendo então completada com um terceiro incremento na oclusal; cada incremento foi fotoativado por 40 segundos; 3) a resina foi inserida em três incrementos, mas, nas proximais, as camadas foram colocadas em diagonal, sendo a primeira entre o ângulo axio-pulpar e o limite amelo-dentinário da parede gengival, e a segunda completando a proximal até a altura da parede pulpar; a terceira camada preencheu a oclusal; o tempo de ativação foi o mesmo do grupo anterior para cada incremento; 4) inicialmente foi colocada uma base com cimento de ionômero de vidro, e a inserção da resina foi semelhante ao grupo três. Após o selamento, os dentes foram submetidos à ciclagem térmica (100 ciclos entre 5 e 55°C, com 30 segundos de imersão cada), sendo, posteriormente, imersos em solução de nitrato de prata (50% por peso) durante quatro horas. Decorrido esse prazo, foram imersos em solução reveladora radiográfica durante duas horas, seccionados e avaliados quanto à microinfiltração. Esta foi estatisticamente menor quando as margens estavam localizadas em esmalte do que quando terminavam em cimento. A menor microinfiltração entre os grupos que tinham ângulos cavo superficial terminando em esmalte ocorreu para o grupo três (incrementos diagonais), não sendo, no entanto, estatisticamente significativa em relação ao grupo um (incremento único). A maior microinfiltração ocorreu no grupo quatro (diagonal com base ionomérica). Concluíram que nenhuma técnica de inserção conseguiu, de maneira consistente, margens livres da microinfiltração, mesmo em esmalte. Este fato

poderia ser devido à pequena dimensão das moléculas do nitrato de prata, utilizado como corante, que apresentariam maior capacidade de penetração do que a maioria dos microrganismos normalmente encontrados na flora oral.

RETIEF (1991) publicou uma revisão da literatura visando contribuir para a padronização dos testes laboratoriais de adesão à estrutura dental. Os assuntos abordados foram: a resistência de união, microinfiltração e a determinação do *gap* marginal. A) Avaliação da resistência de união. a1) Testes da resistência de união à tração ou ao cisalhamento? Atualmente os últimos são mais utilizados, porém as forças exercidas clinicamente sobre os dentes ou restaurações seriam de natureza complexa e nenhum dos dois testes conseguiria simular tais cargas *in vitro*. Quando a resina composta é aderida a uma superfície dentinária plana e sobre ela são aplicadas tensões de tração ou cisalhamento, a distribuição do estresse ao longo da interface seria extremamente irregular; a2) Dentes humanos ou bovinos? Devido às dificuldades na obtenção de dentes humanos extraídos, íntegros, alguns investigadores têm avaliado a possibilidade de substituí-los por bovinos, nos estudos *in vitro*. A resistência de união ao cisalhamento do sistema adesivo Scotchbond 2®, em associação com a resina composta Silux®, para dentina humana foi, substancialmente, maior, e a microinfiltração foi significativamente menor do que para dentina bovina, apesar da maior penetração do sistema adesivo na dentina bovina; a3) Meio e tempo de armazenamento: os meios de armazenamento mais utilizados são: formalina, cloramina, etanol, soro fisiológico e timol. Estudos sobre a resistência de união ao cisalhamento do sistema adesivo Scotchbond 2®/Silux® para dentina, armazenada por dois dias ou seis meses, mostrou que os valores tendem a aumentar com o tempo de armazenagem nos diferentes meios. Porém não foram encontradas diferenças significativas entre os dois períodos de armazenagem analisados. Foi salientado que resultados diferentes poderiam ser encontrados com a utilização de outros sistemas adesivos armazenados nos mesmos meios utilizados neste estudo; a4) Tipo e superfície dental: o fator decisivo na seleção do tipo do dente para estudo de adesão seria o diâmetro da área de união (área disponível) durante a preparação da amostra. A dentina oclusal do primeiro e

segundo molares superior e inferior, totalmente eruídos, seriam a primeira opção. Entretanto, testes de resistência de união ao cisalhamento para superfícies proximais de molares têm mostrado valores próximos; a5) Preparação da superfície dentinária: o efeito da rugosidade superficial da dentina sobre a resistência de união dos materiais restauradores é controverso, não tendo sido encontrados valores que fossem significativamente diferentes entre dentinas com diferentes níveis de rugosidade superficial. A espessura do remanescente dental afetaria a resistência de união após o preparo das amostras. Quanto mais próximos à polpa, menores valores foram descritos, tendo sido descritos como sendo somente de 30 a 40% daqueles encontrados em dentina periférica. O diâmetro e a densidade dos túbulos dentinários variam muito entre os diferentes sítios do substrato. O diâmetro expande da dentina periférica para profunda e, exceto para a dentina periférica, diminui com a idade. A densidade aumenta da dentina periférica para a profunda, mas não é muito influenciada pela idade dos pacientes que doam os elementos dentais; a6) Preparação da amostra: o total de dentina removida, antes dos testes de resistência de união, poderia afetar os valores obtidos. Para a padronização dessa remoção, a superfície oclusal de um molar deveria ser desgastada com lixas de granulação 180, sob refrigeração, em máquinas de polimento, até que ilhas de esmalte fossem ainda vistas sobre a superfície dentinária. O polimento final seria feito com lixas de papel de granulação 600, imediatamente antes da preparação do corpo de prova, até que a superfície ficasse sem esmalte. Isto asseguraria que a resistência de união fosse determinada na dentina periférica. A demarcação da área de união é crucial para os valores obtidos, pois excessos de material restaurador, além das margens da área de união, poderiam aumentar os valores para a resistência de união. A aplicação dos sistemas adesivos deveria seguir as instruções dos fabricantes; a7) Determinação da resistência de união: o formato da ponta ativa do instrumento usado para aplicar a carga nos testes da resistência de união poderia interferir nos valores obtidos. Um sistema avaliado com ponta em forma de base retangular apresentou resistência de união 8,65MPa, enquanto o mesmo sistema apresentou valores acima de 13MPa quando a carga foi efetuada com

haste de ponta ativa biselada. A taxa de aplicação da carga também poderia influenciar nos resultados finais, sendo comumente utilizadas na velocidade de 0,5mm/min. Para facilitar as comparações dos resultados, os valores obtidos deveriam ser expressos na mesma unidade, por exemplo MPa, para valores de resistência de união. B) Avaliação da microinfiltração: a restauração dos preparos deveria ser realizada em dois incrementos oblíquos, o que reduziria em aproximadamente 25% o *gap* marginal. As restaurações deveriam ser acabadas 15 minutos após a polimerização e, os dentes, armazenados em água destilada, por, pelo menos, 24 horas antes da termociclagem em corantes. Isso iria permitir a absorção de água, o que contribuiria para a redução do *gap*. O número de ciclos térmicos deveria ser de, pelo menos, 500 vezes, com temperaturas variando de 8 a 50°C. A termociclagem é efetuada para determinar a discrepância entre os coeficientes de expansão/contração térmico linear do dente e do material restaurador. Foi sugerido que os dentes deveriam ser termociclados diretamente no corante e não termociclados em água e, posteriormente, imersos no corante. C) Avaliação da dimensão do *gap* marginal: um outro método para avaliar a adesão dos sistemas adesivos dentinários seria medir a largura do *gap* marginal formado entre o material restaurador e a estrutura dental. Após o acabamento das amostras, estas seriam lavadas com ácido clorídrico a 10% por três segundos, réplicas com resina epóxica seriam realizadas e o *gap* máximo, medido.

TJAN, BERGH e LIDNER (1992) compararam, *in vitro*, o efeito de várias técnicas de inserção incremental sobre a adaptação marginal de restaurações CI II em resina composta. Foram preparadas cavidades méso-oclusais em 25 pré-molares intactos, recém-extraídos. A broca de número 245 foi usada em alta rotação, sob refrigeração de água/ar. As proximais foram posicionadas de modo que as paredes gengivais terminassem em cemento. A profundidade da caixa proximal foi de 5,0mm e o ângulo áxio-gengival foi arredondado. O esmalte cavo-superficial foi biselado. Três técnicas incrementais (ocluso-gengival, oblíqua e vestibulo-lingual), e duas técnicas de inserção em incremento único foram avaliadas neste experimento. Quanto às técnicas de inserção única, em uma delas a ativação foi realizada somente pela oclusal

(durante 90 segundos), e, na outra, a fotoativação foi feita por 30 segundos em cada uma das três direções (vestibular, lingual e oclusal). Nas técnicas incrementais, a fotoativação foi feita por 30 segundos em cada incremento. Foram confeccionadas cinco amostras para cada uma das cinco técnicas testadas. Cunha reflectiva e matriz transparente foram usadas para todas as restaurações. O esmalte cavo-superficial foi condicionado, com ácido fosfórico, por 30 segundos, lavado em água corrente e seco para a aplicação do sistema adesivo. A resina híbrida Visio-Molar® foi usada para restaurar todas as cavidades. As amostras foram embutidas em resina acrílica auto-polimerizável, de modo que a porção proximal das restaurações ficassem expostas. As margens foram pigmentadas com corante e as discrepâncias registradas através de microscópio acoplado a um sistema de vídeo. Os dados foram coletados de cinco áreas pré-determinadas e a média foi tirada para ser representativa de cada amostra. Após o registro da microinfiltração do corante, as amostras foram seccionadas longitudinalmente, através do centro das restaurações, para observação da interface áxio-gengival. Uma amostra representativa de cada técnica foi fotografada com microscopia eletrônica de varredura, com aumentos de 200X e 1000X. A análise estatística dos dados não apontou diferença significativa entre os grupos que utilizaram a técnica de inserção incremental e o grupo com método de inserção único e ativação pela oclusal, embora o grupo que utilizou incrementos ocluso-gengivais apresentasse resultados mais consistentes com o menor desvio padrão. O grupo com método de inserção em incremento único e ativação em três direções apresentou os piores resultados quanto à presença de fendas marginais. Concluíram que, nas condições testadas, nenhuma técnica de inserção incremental melhorou a adaptação das margens gengivais quando comparadas com a técnica de inserção única ativada pela oclusal.

TAYLOR e LYNCH (1992) publicaram uma revisão das técnicas usadas na verificação da microinfiltração em restaurações dentais. Essas técnicas incluíam o uso da pressão de ar, bactérias, radioisótopos, métodos eletroquímicos, marcadores químicos e penetração de corantes. 1º) Pressão de ar - a técnica era baseada na introdução de ar comprimido através do canal

e da câmara pulpar do dente e a medida da perda de pressão de um sistema estático. O exame da liberação das bolhas de ar propicia uma visão subjetiva da integridade marginal. Este método tem a vantagem de não destruir a estrutura dental, mas não elucida em qual área da margem ocorreu a falha de selamento, tratando-a igualmente como falha, quando na realidade clínica não seria o que ocorre. Não representaria a situação clínica nem leva em conta o efeito da desidratação que a passagem de ar, através dos tecidos dentais, ocasiona. É também possível que alguma microinfiltração possa ocorrer através de tecido dental clinicamente saudável.

2º) Bactérias – para permitir o crescimento bacteriano, as fendas marginais devem ter largura mínima de 0,5–1,0µm, ou mais. Portanto esta técnica não leva em consideração fendas marginais com espessura menor do que essa, que, apesar de não permitir o crescimento de bactérias, permite a passagem de toxinas e outros produtos bacterianos que podem ser deletérios para o dente. Os meios acidificados de cáries artificiais são mais utilizados do que os experimentos que usam cultura bacteriana, pois permitiriam resultados mais consistentes e seriam mais próximos da realidade clínica. Os dados revelados por meio desta técnica são principalmente qualitativos.

3º) Radioisótopos – os principais isótopos utilizados são:  $\text{Ca}^{45}$ ,  $\text{I}^{131}$ ,  $\text{S}^{35}$ ,  $\text{Na}^{22}$ ,  $\text{P}^{32}$ ,  $\text{Rb}^{86}$  e  $\text{C}^{14}$ . Devido ao tamanho reduzido de suas moléculas os isótopos penetram mais facilmente nas margens das restaurações do que, por exemplo, os corantes. A verificação da microinfiltração é feita através das auto-radiografias. Teria caráter qualitativo e poderia ser afetada por vários fatores, dentre eles a escolha dos isótopos, a distância entre a fonte e a emulsão, e a lavagem.

4º) – Análise de ativação de nêutrons – esta técnica utiliza um marcador químico (manganês) *in vivo* para infiltrar ao redor das margens das restaurações. Posteriormente o dente seria extraído e colocado em um reator nuclear para ser bombardeado com nêutrons energizados ( $\text{Mn}^{56}$ ). A quantidade de radiação emitida pelo dente poderia ser quantificada. Essa técnica não levaria em consideração o ponto da margem que falhou nem a absorção de manganês por outros sítios que não às margens das restaurações.

5º) Estudos eletroquímicos – envolvem a inserção de um eletrodo dentro da raiz de um dente extraído, de forma que fique em contato

com a base da restauração. Após o selamento, para prevenir microinfiltração elétrica através da estrutura dental normal, o dente restaurado seria imerso em banho eletrolítico. Um potencial seria aplicado entre o dente e o banho e a microinfiltração, verificada pela medida da corrente que passa através de um resistor serial. Esta técnica não poderia ser utilizada em restaurações metálicas. É um método destrutivo para a estrutura dental e não pode ser usado *in vivo*, além de não levar em conta o fato de que os materiais restauradores poderiam alterar suas composições através da presa contínua.

6º) Microscopia eletrônica de varredura – a disponibilidade da microscopia eletrônica de varredura nas pesquisas dentais tem importantes implicações para a investigação da adaptação marginal, particularmente quando comparadas com os resultados de outros estudos da microinfiltração.

7º) Estresses térmicos e mecânicos - o número de ciclos térmicos, assim como a temperatura dos banhos, variam muito entre os pesquisadores. Alguns autores sugerem que a variação de temperatura na boca seria pequena, devido à difusão através dos materiais envolvidos. Os estresses mecânicos, nos dentes restaurados, poderiam resultar em fendas permanentes ou somente enquanto os dentes são submetidos ao estresse. O efeito do estresse mecânico sobre a microinfiltração marginal é, aparentemente, menor quando comparado com os efeitos das trocas térmicas.

8º) Marcadores químicos – o método usual envolveria o uso de dois compostos incolores para produzir um precipitado opaco, usualmente um sal de prata, usando um estabilizador radiográfico. É um método muito utilizado para verificação da microinfiltração, apresentando características semelhantes ao uso dos corantes, inclusive nas falhas de observação, pois os resultados dos cortes propiciam visualização bidimensional e uma secção simples poderia mostrar somente o local no qual tenha havido falha no selamento ou somente onde não houve essa falha.

9º) Corantes – seria a técnica mais popular para verificação da microinfiltração, permitindo a produção de cortes em cores contrastantes, tanto para as estruturas quanto para as restaurações, sem a necessidade de posteriores reações químicas ou exposições a radiações. Geralmente envolve a colocação de um dente extraído e restaurado em uma solução corante por um período pré-determinado. Após a

lavagem e secção, a amostra é levada para exame (normalmente em microscópio), para verificar a extensão da microinfiltração na interface dente/restauração. Os corantes mais usados seriam fucsina básica diluída e azul de metileno. Os corantes deveriam ter cor estável sob as condições esperadas na pesquisa, e partículas menores do que 1 a 4µm (diâmetro aproximado dos túbulos dentinários), além de não apresentar ligação à estrutura dental sadia, ou ao material restaurador pesquisado. É uma técnica não destrutiva da estrutura dental e permitiria uma análise longitudinal da microinfiltração. A principal desvantagem desta técnica estaria associada com o *score* criado para magnificar a extensão da microinfiltração. Este seria subjetivo e analisaria somente uma parte da interface (exposta no corte).

VAN MEERBEEK (1992) fez uma revisão da literatura considerando os fatores que afetariam a adesão aos tecidos mineralizados. O meio ambiente oral com sua umidade, estresse físico, mudanças de temperatura e pH, componentes da dieta e, até mesmo, hábitos de mastigação influenciariam de forma considerável a interação entre os materiais restauradores e os tecidos dentais. O rearranjo dimensional dos monômeros em cadeias poliméricas levariam, inevitavelmente, a um encolhimento de volume. Apesar de o alto conteúdo de carga inorgânica reduzir a contração de polimerização, as resinas compostas ainda contraem de 2,9% a 7,1%, em volume, durante a polimerização. Na clínica, a contração não se desenvolveria livremente, pois seria restringida pelo desenvolvimento simultâneo de ligação do material restaurador à parede cavitária. Isso induziria ao estresse da contração de polimerização que se oporia ao desenvolvimento da união. Se a corrente mais fraca fosse a interface de união com o tecido dental, a união esmalte/resina iria resistir à contração, mas a interface resina/dentina não suportaria esta contração, rompendo, dessa forma, a adesão. A polimerização das resinas fotoativadas impediria a liberação do estresse de polimerização, enquanto que a ativação química permitiria que o desenvolvimento da ligação adesiva à dentina tivesse mais chances de sobreviver. A restrição à capacidade de escoamento pela configuração da cavidade (fator-c) acentuaria o estresse de contração. Quanto menor a razão entre superfície livre/aderida, maior seria o

escoamento para compensar o estresse de contração. Nas resinas fotoativadas, o material resinoso se polimerizaria imediatamente quando exposto à luz, ocorrendo uma redução considerável da capacidade de escoamento. Esses efeitos negativos poderiam ser superados pela técnica incremental de inserção da resina na cavidade preparada. Esta técnica de aplicação direcionaria a contração de polimerização para as paredes cavitárias preferivelmente à superfície da resina. Em situações clínicas, o efeito da contração de polimerização seria amenizado pela absorção de fluidos que deveriam compensar o estresse elástico residual.

No ano de 1992, VAZ et al. fizeram a avaliação de alguns materiais impermeabilizantes utilizados na observação da microinfiltração marginal, tendo como objetivo a verificação de sua efetividade, e suas possíveis combinações. Foram usados 40 pré-molares superiores e inferiores íntegros, recém-extraídos. Os dentes foram armazenados em soro fisiológico até o momento de sua utilização. A seguir, foram divididos em quatro grupos contendo 10 amostras cada grupo, da seguinte forma: o grupo I foi impermeabilizado com duas camadas de esmalte para unhas; o grupo II recebeu uma camada de esmalte para unhas mais uma camada de resina epóxi (Araldite®); o grupo III recebeu uma camada de Araldite®; o grupo IV foi impermeabilizado com uma camada de Araldite® mais uma camada de esmalte para unhas. Em seguida, os dentes foram imersos em recipientes contendo solução de Azul de Metileno a 2%, com pH 7,2, e mantidos a 37°C, por 7 dias. Após esse período as amostras foram lavadas em água corrente por um minuto e secas em temperatura ambiente durante 24 horas. A seguir, a impermeabilização foi removida e procedeu-se ao corte das amostras com discos diamantados no sentido longitudinal, de modo a obter dois segmentos. A existência da solução evidenciadora foi verificada através de lupa estereoscópica com aumento de 12 vezes. Os resultados indicaram ausência da penetração de corantes somente no grupo IV, sendo que no grupo I foi observada penetração de corante em algumas regiões. No grupo II, a solução corante foi encontrada entre o Araldite® e a camada de esmalte para unhas. No grupo III, houve penetração da solução evidenciadora em todas as regiões

(radicular, cervical e coronária). Foi concluído que o único grupo eficaz quanto à impermeabilização externa do elemento dental, diante da solução evidenciadora empregada, foi o de número IV. Os demais grupos examinados não apresentaram eficácia nas condições deste experimento para impermeabilização do elemento dental.

BARREIROS (1993) avaliou a adaptação marginal de resinas compostas em cavidades preparadas em dentina, quanto à eficácia de alguns agentes de união na prevenção das fendas marginais. A influência do adiamento, por prazos determinados, para a realização dos procedimentos de acabamento e polimento dessas restaurações, também foi analisada. Foram utilizados dentes humanos, superiores e inferiores, íntegros ou com somente uma superfície proximal cariada, recém-extraídos. Os dentes tiveram uma de suas superfícies proximais desgastada (sob irrigação de água), até se obter a remoção da camada de esmalte, para exposição da dentina, em superfície plana. Foram preparadas 180 cavidades cilíndricas com término em ângulo reto, tendo diâmetro aproximado de 3,0mm e 1,5mm de profundidade. A ponta diamantada de número 2094 (FKG®), em alta velocidade, sob irrigação de água/ar, foi utilizada para confecção dos preparos cavitários. As cavidades foram acabadas com broca de número 57, em baixa velocidade. A padronização das medidas era feita com sonda milimetrada para verificação da profundidade e com um paquímetro para verificação do diâmetro. Cada cavidade recebeu um dos seguintes tratamentos: 1) Tergentol®+ARM® (grupo controle); 2) sistema adesivo Scotchbond Multi-purpose®; 3) sistema adesivo All-Bond®; 4) sistema adesivo OptiBond®; 5) sistema adesivo Prisma Universal Bond 3®. Estes foram manipulados seguindo as instruções dos fabricantes. Noventa cavidades foram restauradas com a resina composta Herculite XRV®, enquanto as outras 90 cavidades foram restauradas com a resina composta Z-100®. As resinas foram fotoativadas por 60 segundos, estando a ponta do aparelho ativador em contato com a tira de poliéster. Após a confecção das restaurações, os dentes foram armazenados em água destilada a 37°C, por períodos de 10 minutos, 7 dias e 21 dias. Após cada um desses períodos, era feito o acabamento das restaurações com a utilização de uma lixadeira manual,

refrigerada com água corrente, usando-se lixa de papel de carvão de silício de granulação número 1000, em movimentos suaves de vaivém para expor totalmente a borda cavitária. A seguir, as superfícies foram lavadas com um jato de água destilada. As fendas marginais, ocorridas pela contração de polimerização, foram medidas através de microscópio óptico, sendo calculada a contração da resina. Verificou-se que nenhum dos sistemas adesivos testados mostrou-se eficiente no fechamento da fenda marginal, formada na interface resina composta/parede cavitária. Nas condições testadas, o acabamento das restaurações de resinas compostas deveria ser adiado por um período de 21 dias ou mais, a fim de que ocorresse o fechamento das fendas marginais, em decorrência da expansão higroscópica das resinas.

FERRARI et al. (1993) desenvolveram um experimento (*in vivo*) para avaliar um novo sistema adesivo dentinário. Foram selecionados sete pacientes voluntários com, pelo menos, um dente anterior comprometido periodontalmente e indicado para extração (quatro incisivos superiores e três incisivos inferiores). Foram confeccionadas cavidades do tipo CI V, circulares, na face vestibular dos dentes, com o diâmetro aproximado de 3,0mm e profundidade máxima de 2,0mm. Em cada dente foram preparadas duas cavidades, sendo que uma era localizada mais incisalmente, totalmente rodeada por esmalte (tipo I), e a outra era localizada na junção esmalte-cimento, e a metade era terminada em esmalte e a outra, em cimento (tipo II). Após o isolamento absoluto com dique de borracha e a aplicação do sistema adesivo SBMP®, conforme instruções do fabricante, as cavidades foram restauradas com a resina composta Z-100®, em três incrementos, sendo cada um fotoativado por 40 segundos, após sua inserção. Os procedimentos de acabamento e polimento foram executados imediatamente após o término das restaurações, com discos de lixa Sof-Lex®. Os dentes foram extraídos entre 70 e 90 dias após o término das restaurações. As amostras foram imersas em Cloramina a 1,0% à temperatura ambiente (mínimo de dois e máximo de sete dias) e impermeabilizadas. Para visualização da microinfiltração, as amostras eram imersas em fucsina básica a 0,5% por 24 horas em temperatura ambiente. Após a lavagem e secagem das amostras,

estas foram embutidas em resina epóxica. Posteriormente, as amostras foram seccionadas no sentido vestibulo-lingual, passando pelo centro das restaurações e inspecionadas através de um microscópio com 20 vezes de aumento. Foi usado um escore para graduar a microinfiltração do corante, que atribuía valores de: 0) (zero) - para ausência de microinfiltração; 1) para microinfiltração até a metade da profundidade da restauração e 2) para penetração do corante maior do que o nível anterior. Para as restaurações localizadas em esmalte não foi verificada a presença de microinfiltração. Já para as restaurações terminadas em cimento, houve penetração do corante para os níveis 1 e 2. Concluíram que esse sistema adesivo mostrou-se promissor na intenção de promover resistência de união suficiente, tanto para esmalte quanto para dentina, nas condições testadas.

HOLTAN et al. (1993) avaliaram a microinfiltração de cinco sistemas adesivos dentinários (All-Bond 2®, Scotchbond 2®, Scotchbond Multipurpose®, Syntac®, XR Bond®), sendo o Scotchbond 2® usado como controle para todos os grupos. A resina composta utilizada foi a Silux Plus®. Foram usados 100 molares humanos extraídos, que foram raspados mecanicamente e limpos com pedra pomes. Posteriormente, os dentes foram distribuídos ao acaso em quatro grupos com 25 elementos cada um. Duas cavidades Cl V circulares com, aproximadamente, 4,0mm de diâmetro e 1,5mm de profundidade, foram confeccionadas em superfícies opostas de cada dente, sob refrigeração água/ar, utilizando brocas de número 56 em alta velocidade. As cavidades foram localizadas de forma que 50% ficassem posicionados acima da junção cimento-esmalte e 50% abaixo, sendo uma delas considerada como controle. Na borda em esmalte, foi confeccionado bisel com inclinação aproximada de 45°. As instruções dos fabricantes foram seguidas e os procedimentos para restauração foram idênticos, tanto para o grupo-teste quanto para o controle. As cavidades foram preenchidas em dois incrementos e fotoativadas por 60 segundos. O polimento foi feito com discos Sof-Lex®, de forma seqüencial. As amostras foram submetidas a 500 ciclos térmicos, e as temperaturas variavam de 5°C para 55°C, com banhos de um minuto para cada temperatura. Os ápices foram selados com a mesma resina composta, e o dente, recoberto

com duas camadas de esmalte de unha, respeitando a margem de 1,0mm ao redor das restaurações. As amostras foram imersas em solução de nitrato de prata ( $\text{AgNO}_3$ ) para detectar a microinfiltração. Após lavagem, os dentes foram cortados por disco de carborundum, para separar o controle do grupo-teste, e seccionados novamente para avaliação da microinfiltração, com o corte passando pelo centro das restaurações. O exame da microinfiltração foi feito com o uso de um estereo-microscópio. Correlacionando estudos anteriores que avaliavam a resistência de união com os resultados deste experimento, verificou-se não haver relação entre a média da resistência de união e os valores médios para microinfiltração. Scotchbond Multipurpose® e All-Bond 2® tiveram microinfiltração significativamente menor do que Syntac® e XR Bond® e esses, menor do que o controle Scotchbond 2®. Foi ressaltado que XR Bond®, segundo estudos preliminares, apresentou a maior resistência de união entre os sistemas adesivos testados. Concluíram que os valores da resistência de união não deveriam ser os únicos indícios para escolha de um sistema adesivo dentinário. O desempenho quanto à microinfiltração também deveria ser observado, quando da escolha do sistema adesivo.

CHAN, GLYN JONES (1994) determinaram, *in vitro*, a influência do estresse térmico sobre a microinfiltração de corante associada com materiais restauradores, em cavidades radiculares. Foram utilizados 20 pré-molares humanos, extraídos por razões ortodônticas. Em cada dente foram confeccionadas quatro cavidades nas superfícies mesial, distal, vestibular e lingual da raiz. As cavidades foram preparadas com brocas de número 330, em alta velocidade, sob refrigeração água/ar, por um único operador. Estas tinham 2mm de comprimento por 1mm de profundidade e 4mm de altura ocluso-cervical. O término dos preparos foi em ângulo vivo e as cavidades foram posicionadas exclusivamente em dentina/cimento. Os quatro preparos de cada dente foram, aleatoriamente, restaurados com um dos quatro materiais usados neste experimento: amálgama (Ana 2000®), cimento de ionômero de vidro (Ketac-Fil®), resina composta híbrida (Opalux®), resina composta de micropartículas (Pekalux®). Após a confecção das restaurações, as amostras foram armazenadas em soro fisiológico e polidas após 24 horas, com discos de

lixa (Sof-lex®), e os dentes foram divididos, de forma aleatória, em dois grupos: grupo 1) submetidos à ciclagem térmica (aproximadamente 150 ciclos com temperaturas de 45°C (1 minuto), 37°C (4 minutos), 15°C (1 minuto), 37°C (4 minutos); grupo 2) não submetidos à ciclagem térmica, sendo mantidos à temperatura ambiente. Posteriormente, os dois grupos foram mantidos em soro fisiológico por uma semana. Os dentes foram selados com duas camadas de esmalte para unhas, respeitando-se 1mm ao redor das restaurações e os ápices foram preenchidos com cera, para impedir entrada indesejável de corante além da interface dente/material restaurador. Os dentes foram imersos em corante (eosina a 5%) por 1 hora à temperatura ambiente. Após a lavagem, os dentes foram seccionados transversalmente, sob refrigeração de água, passando pelas quatro restaurações. As secções foram examinadas com auxílio de um microscópio (aumento de 2X), para classificação da microinfiltração através de um *score*. Esse classificava como 0 (zero) – ausência da penetração de corante ou penetração somente em cimento; 1 – penetração até a metade do comprimento da parede cavitária; 2 – penetração maior do que o nível 1, mas não incluindo o assoalho da cavidade; 3 – penetração envolvendo o assoalho da cavidade; 4 – difusão para dentro da dentina. Após a análise dos dados; foi possível verificar que todos os materiais testados apresentaram potencial para microinfiltração; o corante utilizado foi mais efetivo quando os testes foram feitos a temperatura constante; a resina composta Pekalux®+Gluma® apresentou tendência a aumentar a microinfiltração quando submetida ao estresse térmico, enquanto os outros três materiais apresentaram menor microinfiltração. Foi salientado que os resultados de um teste *in vitro* para verificação da microinfiltração deveriam ser analisados cautelosamente, pois pequenas variações nas condições experimentais poderiam interferir, de maneira significativa, nos resultados.

FORTIN et al. (1994) avaliaram, *in vitro*, a resistência da união de vários sistemas adesivos dentinários e a relação dessa resistência de união com o grau da microinfiltração ao redor de restaurações do tipo CI V. Foram utilizados 80 molares humanos, hígidos, refrigerados por (no máximo) até seis meses após a extração. As amostras foram armazenados em solução de Timol em

água para prevenir o crescimento bacteriano. As cavidades foram preparadas na junção amelo-dentinária, sendo a margem oclusal em esmalte e a gengival em dentina ou cemento. As dimensões cavitárias possuíam os seguintes valores: 3,0mm de largura; 2,0mm de altura e 1,5mm de profundidade, confeccionadas na face vestibular dos dentes, utilizando brocas de número 330, descartadas após a confecção de cinco preparos. Foi confeccionado bisel nas paredes oclusais em esmalte de 0,5mm com inclinação de 45°. As cavidades foram restauradas com a resina Silux Plus®, na cor universal em dois incrementos, sendo o primeiro inserido na parte oclusal. A fotoativação foi realizada por 40 segundos para cada incremento, com o aparelho Optilux 401®. As restaurações foram acabadas com brocas de 12 lâminas e polidas com taças de polimento Politip-P®. Os ápices dentais foram selados com resina acrílica auto-polimerizável. Para o teste da resistência de união ao cisalhamento, a face lingual desses mesmos dentes foi desgastada com discos de lixa de granulação seqüencial (320, 400 e 600), para exposição da dentina, sob refrigeração água/ar. Após o preparo das superfícies, os diferentes sistemas adesivos foram aplicados, e a resina composta, inserida para os teste da resistência de união. As amostras foram armazenadas em água destilada por 24 horas antes da termociclagem. Foram usados 500 ciclos que consistiam de 5°C para 55°C ± 5°C com duração dos banhos de 34 segundos e intervalos de 13 segundos entre eles. A resistência de união ao cisalhamento foi determinada e, para verificação da microinfiltração, foi usada a técnica de impregnação por nitrato de prata (AgNO<sub>3</sub>). Os sistemas adesivos usados foram: All Bond2®, Clearfil L. B.®, Gluma 2000®, Imperva Bond®, OptiBond®, Prisma Universal Bond 3®, Scotchbond Multi-Purpose® e Scotchbond DC® (usado como controle). Todos os sistemas foram manipulados de acordo com as instruções dos fabricantes. Analisando os resultados do teste de resistência ao cisalhamento, notaram que a maioria das falhas foram adesivas, ocorrendo entre a dentina e a resina. Somente amostras de Clearfil Liner Bond® e OptiBond® apresentaram falhas coesivas na dentina, sendo que esses dois sistemas adesivos apresentaram os mais altos valores de resistência da união (13,3 e 12,9 MPa, respectivamente). No que diz respeito à microinfiltração, foi

verificado que os sistemas OptiBond®, Clearfil Liner Bond® e Prisma Universal Bond3® apresentaram os melhores resultados. Não foi verificada ocorrência de microinfiltração nas margens em esmalte. Não houve uma clara correlação entre a resistência de união ao cisalhamento e microinfiltração, para qualquer um dos sistemas adesivos pesquisados. Foi ressaltado que os resultados deste estudo *in vitro* não poderiam prever o desempenho clínico dos sistemas adesivos testados, existindo, porém, fortes indícios de que um material que tivesse alta resistência de união deveria ter, também, um baixo índice de microinfiltração. Foi concluído que o teste da resistência de união ao cisalhamento não seria um indicador adequado para o selamento efetivo da restauração.

MOMOI e McCABE (1994) avaliaram a tensão gerada contra a parede, de um modelo cavitário, pela expansão higroscópica de resinas compostas. O objetivo foi verificar a ligação entre essas tensões e a sorpção de água dos materiais testados. As amostras foram preparadas usando um modelo cavitário feito em metal, com os diâmetros de 4,3mm no topo e 4,4mm na base, com espessura de 3,0mm. As resinas compostas testadas foram: Opalux® (híbrida), P - 50® (híbrida), Silux Plus® (micropartícula), Heliomolar® (micropartícula) e Clearfil Posterior® (híbrida). Esta última era ativada quimicamente e as demais, fotoativadas. Quinze minutos após o término da polimerização, os excessos de material restaurador foram removidos com lixas de número 800. Um total de 110 amostras foram preparadas para cada material testado, sendo que, dessas 10 amostras foram testadas secas, 30 minutos após a polimerização, e 10, armazenadas secas por seis meses. Esses dois grupos foram designados como controles. As outras 90 amostras foram armazenadas em água destilada a 37°C, e lotes contendo 10 amostras foram removidos para testes após 24h, 3 dias, 7 dias, 2 semanas, 3 semanas, 1 mês, 2 meses, 3 meses e 6 meses. A tensão desenvolvida pela resina expandindo contra as paredes da cavidade foi estimada pela avaliação da carga requerida para deslocar o material do molde metálico. Para a sorpção de água, foram confeccionadas amostras cilíndricas (6,2mm de diâmetro por 6,2mm de espessura) de cada material, preparadas em moldes cilíndricos de aço inoxidável e fotoativadas por 40 segundos no

topo e no fundo, seguidos de mais 60 segundos ao redor da amostra, após a remoção do molde. Depois da pesagem e medição do diâmetro e da altura para se obter o volume das amostras, elas foram imersas em água destilada a 37°C por seis meses, sendo pesadas em intervalos regulares durante esse período. Para determinação do módulo de Young, foram confeccionadas 110 amostras com 25 x 2 x 2mm. Noventa amostras foram armazenadas em água destilada a 37°C e lotes de 10 amostras foram testados em cada intervalo de tempo correspondente ao teste da carga de deslocamento. Os resultados dos testes de deslocamento mostraram uma tendência para aumentar com o tempo de armazenagem em água. Após seis meses, foi maior para Silux Plus® e menor para P-50® e Opalux®. Para o teste de sorção da água, foi verificado um aumento constante para todas as amostras durante o primeiro mês. Silux Plus® apresentou a maior absorção e P-50® e Opalux®, as menores. O módulo de Young demonstrou os menores valores para as amostras a seco durante 30 minutos, e os maiores para amostras armazenadas a seco após seis meses. Houve um significativo aumento no módulo após a armazenagem em água por 24 horas para cada material. Opalux® e P-50® tiveram os maiores valores, enquanto Silux Plus® e Heliomolar® tiveram os menores. Foi enfatizado que a contração da polimerização não ocorreria de maneira uniforme, variando de acordo com a forma e o tamanho da cavidade e, particularmente, pela razão entre áreas livres e aderidas durante a polimerização do material (fator-c). Verificaram que a sorção de água e a expansão continuaram a aumentar após seis meses. Este fato poderia ser benéfico, em primeira instância, para ajudar a compensar a contração de polimerização da resina composta.

RETIEF (1994) publicou uma revisão da literatura para avaliar se os sistemas adesivos poderiam prevenir a microinfiltração marginal. Foi observado que todas as resinas compostas se contraem durante a polimerização, sendo que a maior parte das tensões de contração ocorreriam até 15 minutos após o início da polimerização, para resinas ativadas quimicamente. No entanto, para as resinas fotoativadas, as tensões ocorreriam imediatamente após a incidência da luz. O estresse de contração da polimerização poderia afetar a

união adesiva, produzindo microinfiltração na interface dente/material restaurador. As propriedades das resinas, que incluem a contração da polimerização, a diferença nos coeficientes de expansão/contração térmica entre o dente e a restauração e absorção de água pela resina desempenhariam um papel importante, podendo determinar as dimensões do espaço marginal e, portanto, a microinfiltração. Esta seria praticamente nula, quando avaliada entre a restauração/esmalte condicionado, quando este estivesse presente em espessura adequada. A microinfiltração na interface dentina/material restaurador seria muito mais difícil de se eliminar. Nenhum sistema adesivo dentinário ofereceria interfaces sem a presença do *gap* quando as margens cervicais se estendessem até a junção cimento/esmalte ou além desta. A microinfiltração poderia ser reduzida com a confecção da restauração pela técnica incremental. Porém aumentaria quando os dentes fossem sujeitos a forças mastigatórias ou cargas oclusais. Quando analisado dez minutos após a polimerização final, nenhum sistema adesivo conseguiu propiciar restaurações livres da fenda marginal, mas a expansão higroscópica conseguiu reduzir, de maneira significativa, as dimensões dessa fenda. Foi concluído que uma técnica restauradora incremental, mais a postergação dos procedimentos de acabamento e polimento final poderiam reduzir, de maneira considerável, as dimensões do *gap* marginal.

FEILZER, DEE GEE e DAVIDSON (1995) fizeram um estudo *in vitro* com o propósito de determinar a influência da intensidade de aparelhos fotoativadores na integridade da interface dente/material restaurador e sobre a contração da polimerização. Este estudo baseou-se no fato de que, quanto maior o grau de conversão, maior seria a contração da resina. Desse modo, a intenção de se obter o máximo em propriedades da resina composta entraria em conflito com o objetivo de se conseguir uma excelente adaptação marginal na interface com a estrutura dental. O trabalho foi subdividido em duas partes; a primeira foi para a determinação da integridade da interface dente/material restaurador. Foi usado o sistema adesivo Clearfil Liner Bond® e a resina composta Clearfil Lustre®. O sistema adesivo usado era composto de um agente condicionador de superfície, um *primer*, um agente adesivo e uma base elástica (Protect

Liner®), para absorção do estresse da contração de polimerização, indicado pelo fabricante para todos os casos nos quais existisse vitalidade pulpar, usado após a utilização do agente adesivo. Foram usados 24 pré-molares e caninos humanos, extraídos, nos quais foram confeccionados preparos cavitários CI V, em forma de V, nas superfícies vestibular e lingual; a parede cervical foi localizada, aproximadamente, 1,0 mm abaixo da junção esmalte-cimento. Para a confecção dos preparos, foram utilizadas pontas diamantadas de número 109/010 em alta velocidade, com refrigeração água/ar. As cavidades foram, tanto quanto possível, uniformes. Os dentes foram divididos, aleatoriamente, em três grupos, diferenciados quanto à elasticidade do material restaurador usado. No grupo I, a seqüência do procedimento restaurador foi feita de acordo com as instruções do fabricante: agente condicionador / *primer* / sistema adesivo / Protect Liner® / Clearfil Lustre®. No grupo II, a seqüência foi semelhante ao grupo I, mas não foi usado o Protect Liner®. No grupo III, a resina Clearfil Lustre® foi completamente substituída pelo agente de absorção elástico (Protect Liner®). Para cada grupo, metade das restaurações foram ativadas pelo aparelho Translux CL®, com intensidade luminosa de 250 mW/cm<sup>2</sup> e a outra com a unidade Elipar II®, que tinha intensidade de 650 mW/cm<sup>2</sup>. O acabamento e polimento das restaurações foram feitos com ponta diamantada e discos Sof-Lex®. Após a termociclagem (400 ciclos de 15 para 65°C), os dentes foram seccionados no sentido buco-lingual, através do centro das restaurações com serra diamantada (Isomet®). Moldagens foram feitas com silicóna de adição e as amostras foram preparadas para exame em microscopia eletrônica de varredura. A interface dente/material restaurador foi dividida em cinco zonas para classificação quanto ao critério se estava aberta (havia rompimento da união da adesão) ou fechada. Na segunda parte do estudo, foi determinada a influência da intensidade luminosa sobre a contração de polimerização da resina Clearfil Lustre®. A contração linear foi registrada, continuamente, pelo período de 60 minutos, com a utilização de duas intensidades luminosas (250 e 650 mW/cm<sup>2</sup>). Os resultados mostraram que as restaurações ativadas com menor intensidade luminosa tiveram, de modo significativo, menor quantidade de defeitos na integridade da interface do que

aquelas ativadas com a intensidade maior. A quantidade de zonas classificadas como fechadas foi significativamente maior do que a de zonas abertas para todos os grupos. As curvas de contração da resina Clearfil Lustre®, resultantes da ativação com as duas diferentes intensidades, alcançaram o mesmo nível após uma hora. Concluíram que as propriedades finais, das resinas compostas, não foram influenciadas pela ativação com menor intensidade luminosa. Observou-se também que, nas condições testadas, a fotoativação com intensidades menores contribuiu para se obter melhor integridade nas interfaces das restaurações com a estrutura dental.

UNTERBRINK, MUESSNER (1995) examinaram o efeito da variação de intensidade luminosa sobre a fenda marginal em cavidades dentinárias, o desenvolvimento de resistência flexural e o módulo de elasticidade e da profundidade de polimerização de dois sistemas restauradores. Foram usados 48 dentes incisivos bovinos, recém-extraídos, embutidos em resina epóxica. O esmalte vestibular foi desgastado com discos abrasivos até a exposição da dentina. Cavidades com diâmetro de  $3,2 \pm 0,2\text{mm}$  e profundidade mínima de 2,5mm foram confeccionadas em dentina com instrumentos rotatórios. As bordas cavitárias foram acabadas com pontas diamantadas de granulação  $25\mu\text{m}$ . O fator de configuração da cavidade (fator-c) para este tipo de cavidade é maior do que 2,5, o que pode produzir um estresse de contração próximo ao máximo. Os dentes foram divididos em oito grupos com seis unidades. Em cada amostra, foram realizadas duas cavidades, sendo uma restaurada usando aparelho fotoativador de alta intensidade ( $450\text{mW}/\text{cm}^2$ ) e a outra com baixa intensidade ( $250\text{mW}/\text{cm}^2$ ). Os sistemas adesivos dentinários Syntac® e Scotchbond MP® foram aplicados de acordo com as instruções dos fabricantes e ativados por 40 segundos. As resinas compostas Tetric® e Z-100® foram inseridas pela técnica de incremento único, tendo sido ativadas, também, por 40 segundos. Após a polimerização, as amostras foram imersas em água a  $37^\circ\text{C}$  durante  $55 \pm 5$  minutos, com o intuito de permitir algum tempo para contração pós-polimerização. Os excessos de material restaurador foram removidos com lixa de granulação 600, e a superfície das amostras foram limpas com Hipoclorito de Sódio a 2% e jato de água para remover os resíduos

do acabamento. Foram confeccionadas réplicas em resina epóxica para análise em microscopia eletrônica. As propriedades físicas das duas resinas utilizadas foram avaliadas após 30 minutos e 24 horas, em testes de resistência flexural e obtenção do módulo de elasticidade. As contrações volumétricas das resinas foram determinadas pelo método de densidade por quatro períodos de tempo: 5 minutos, 1 hora, 24 horas e 7 dias. A dureza Vickers foi verificada após 24 horas de armazenagem para as duas intensidades luminosas. Os resultados indicaram que a margem dente/restauração com a resina Z-100® mostrou alta dependência da intensidade luminosa, tendo sido observada uma diminuição significativa na adaptação marginal com os dois sistemas adesivos, quando ativada com alta intensidade luminosa. Melhorias na adaptação marginal foram conseguidas quando a ativação da resina Z-100® foi feita com a lâmpada de intensidade luminosa menor. A contração pós-polimerização da resina Z-100® foi relativamente alta, quando comparada com a Tetric®. A resistência flexural da resina Z-100® mostrou-se nitidamente menor quando polimerizada com baixa intensidade (após 24 horas). O módulo de elasticidade da Tetric® foi menor do que a Z-100® em todas as medidas (tanto para variação de intensidade luminosa quanto em função do tempo). As seguintes conclusões puderam ser tiradas deste experimento: 1ª - as restaurações de resina composta feitas com aparelhos de alta intensidade luminosa apresentaram redução na qualidade marginal; 2ª - o desenvolvimento do módulo de elasticidade foi influenciado pela intensidade luminosa e, provavelmente, representaria a maior contribuição para compensação do estresse de contração da polimerização; 3ª - as duas resinas testadas diferiram, de forma considerável, em sua resposta para variações de intensidade luminosa.

BOUSCHLICHER, VARGAS e DENEHY verificaram (1996) o efeito da desidratação sobre a microinfiltração de materiais restauradores. Cinquenta terceiros molares humanos foram armazenados em Timol a 0,02%, à temperatura ambiente, por, no máximo, três meses após a extração. Todos os dentes tinham, pelo menos, dois terços de formação radicular. Foram raspados manualmente, limpos com taça de borracha e pedra pomes e examinados quanto à presença de trincas, restaurações ou lesões cariosas que pudessem

influenciar na penetração do corante. Cavidades do tipo CI V, com 3mm de largura por 2mm de altura e 2mm de profundidade, foram preparadas sob refrigeração de água/ar, nas faces vestibular e lingual, usando brocas de número 55 em alta velocidade, trocadas após o preparo de cinco cavidades. As preparações foram localizadas de modo que metade ficasse com o término em esmalte e metade em cimento. As bordas foram terminadas com ângulo de 90°. As cavidades foram divididas, aleatoriamente em cinco grupos de 20 amostras cada um. O esmalte cavo superficial foi biselado em 45° no grupo restaurado com resina composta de micropartículas. Antes de qualquer procedimento restaurador, os ápices radiculares foram selados com resina acrílica GC Pattern® e duas camadas de esmalte para unhas foram aplicadas para além de 1,0mm das cavidades. As cavidades foram restauradas com: Fuji II LC®, Vitremer®, Photac-Fil®, Ketac-Fil® ou Silux Plus®, mais o sistema adesivo Scotchbond MultiPurpose®. As instruções dos fabricantes foram sempre seguidas. Após a conclusão das restaurações, as amostras foram imersas em água destilada por 24 horas, antes que procedimentos de acabamento fossem executados. As restaurações foram acabadas com brocas de 12 lâminas (número 7901), polidas com discos de lixa Sof-Lex® e imersas em água destilada a 37°C durante cinco dias. Decorrido esse período, elas foram termocicladas em temperaturas de 5°C a 50°C ± 5°C por 300 vezes, com banhos de 30 segundos e intervalo de transferência de 13 segundos. Dez amostras de cada grupo foram selecionadas, de forma aleatória, secas com jato de ar e permaneceram nessa condição por 45 minutos (para simular condições clínicas, quando se emprega o isolamento absoluto), depois foram imersas novamente em água destilada a 37°C por 24 horas. As outras 10 amostras de cada grupo foram usadas como controle. Decorrido esse prazo, foram imersas em solução de AgNO<sub>3</sub>, por duas horas, em ambiente escuro. Após a lavagem em água destilada corrente por cinco minutos, as autoradiografias foram reveladas. As amostras foram divididas no sentido mesio-distal e cada metade seccionada buco-lingualmente através das restaurações. Os cortes foram examinados em microscópio, para análise da extensão de penetração do corante, de acordo com o seguinte escore: 0 - não houve

penetração do corante; 1 - penetração de corante menor do que 1/3 da profundidade da cavidade; 2 - penetração entre 1/3 e 2/3 da cavidade; 3 - penetração maior do que 2/3, mas não se estendendo além da junção entre as paredes gengival e axial; 4 - penetração envolvendo a parede axial. A maior quantidade de penetração foi usada para classificar a microinfiltração. Os resultados não evidenciaram penetração de corante nas margens em esmalte das amostras, porém todas as margens gengivais apresentaram-se infiltradas. Foi observada tendência para aumento de microinfiltração em todos os grupos-teste quando comparados com os controles que não foram desidratados. Baseados nos resultados deste experimento, concluíram que: 1º - o aumento da microinfiltração após o período de desidratação indicou que os profissionais deveriam proteger as restaurações pré existentes para evitar este fato; 2º - Fuji II LC® não mostrou significativa diferença entre os grupos de controle e os de teste.

CARVALHO et al. (1996) realizaram uma revisão da literatura, tendo como meta melhorar a compreensão dos princípios que poderiam influenciar a adesão de resinas compostas para a estrutura dental. A resistência de uma resina composta dependeria basicamente da composição do monômero, conteúdo de carga, grau de conversão e ligações cruzadas resultantes no polímero formado. A resina que tem o BIS-GMA como principal monômero tenderia a ser mais resistente, e a inclusão de altas percentagens (40 - 50%) de diluentes (tipo TEGDMA) aumentaria o grau de conversão. Mas, também aumentaria a contração da polimerização para valores tais como 1,5 a 3,0% em volume. Somente em restaurações onde o escoamento da resina composta pudesse liberar uma grande parte do estresse desenvolvido durante a polimerização, seria preservada a adesão. Essa capacidade da resina composta em escoar e o estresse mecânico resultante sobre as superfícies unidas poderiam ser influenciados por vários fatores, tais como: a) Geração de estresse em diferentes configurações de cavidade (fator-c). Em cavidades onde a resina composta foi aderida para duas ou mais paredes, o escoamento da resina sofreu limitação ou restrição, levando a um aumento do estresse gerado para as superfícies aderidas. Os preparos cavitários do tipo CI I apresentariam

o fator-c mais desfavorável para adesão, quando restauradas em incremento único. A restauração pela técnica incremental diminuiu a influência do fator-c na adesão. Foi salientado que os sistemas adesivos que proporcionaram alta resistência de união para a dentina (20 a 30 MPa) foram avaliados após 24 horas da adesão sobre um *flat* dentinário, onde o fator-c é baixo. Se os mesmos sistemas fossem testados imediatamente após a adesão em cavidades complexas, a resistência de união provavelmente seria muito menor;

b) Papel das características de polimerização das resinas compostas no desenvolvimento do estresse. As resinas compostas fotoativadas passariam por uma imediata reação de polimerização e permitiriam menor escoamento do que as resinas quimicamente ativadas. Teoricamente, menor capacidade de escoamento iria determinar um maior estresse de contração que poderia ser decisivo para o sucesso da adesão, mantendo-se estáveis as demais variáveis (por exemplo o fator-c, tempo e intensidade de fotoativação);

c) O papel da sorção de água na redução do estresse. A restauração exposta à água poderia absorver líquido; causando uma expansão volumétrica que compensaria parcialmente a contração da polimerização. Tem sido relatado que a expansão gradual poderia melhorar a interface dente/material restaurador, rompida pela contração da polimerização. Essa sorção varia com o desenho da cavidade e com o volume da resina composta. Foi ressaltado que a contração de polimerização é rápida e ocorreria durante a polimerização, enquanto a expansão pela absorção de água é lenta, podendo levar dias. Essa sorção poderia variar, também, com o tipo de resina composta usada. A sorção de água poderia causar erosão da interface matriz/carga e amolecimento da rede polimérica, levando à redução da resistência, perda de adaptação e diminuição da resistência ao desgaste. Concluíram que, quanto maior a quantidade de matriz orgânica na composição da resina, maior seria a tendência para sorção de água.

LIBERMAN, GORFIL e BEN-AMAR (1996) avaliaram o efeito dos pinos para dentina Bondent® sobre a microinfiltração das margens gengivais de restaurações do tipo CI II de resina composta. Utilizaram-se 80 molares humanos hígidos, armazenados em água sob refrigeração. Foram realizados

132 preparos padronizados, MO ou DO com brocas de número 330, sob refrigeração água/ar, em alta velocidade. As paredes gengivais foram sempre situadas 0,5mm acima do limite cemento-esmalte. Os pinos para dentina Bondent® foram aleatoriamente fixados na parede gengival, de forma que ficassem 0,5mm axialmente ao limite amelo-dentinário, de acordo com o seguinte protocolo: grupo A: sem a utilização de pinos; grupo B: um pino central em relação ao sentido buco-lingual; grupo C: dois pinos inseridos simetricamente. Cada grupo tinha 44 amostras. Posteriormente, também de forma aleatória, foram subdivididos em dois subgrupos de cavidades: a) restauradas pela técnica incremental: três incrementos e b) restauradas pela técnica de incremento único. Cada subgrupo tinha 66 amostras. Foi utilizado o ácido fosfórico gel a 37% para condicionamento do esmalte, e o sistema adesivo XR Bonding® para o preparo das paredes dentinárias. Os procedimentos de acabamento convencionais foram realizados após 48 horas. Após armazenagem por 14 dias em água a 37°C, os dentes foram termociclados 400 vezes. Em cada ciclo térmico, a temperatura variava de 4°C para 60°C, com 30 segundos de imersão nos banhos. Os ápices dentais foram selados com godiva e os dentes, selados com duas camadas de esmalte para unhas, exceto as restaurações e suas bordas. As amostras também foram submetidas a uma série de 1200 ciclos de carga de 10kgf por 0,5 segundo, aplicados na superfície oclusal de cada amostra. Em seguida, foram imersas em solução de fúcsina básica a 0,5% por um período de 21 dias, lavadas, secas, seccionadas méso-distalmente através do centro das restaurações e analisadas, através de estéreo-microscópio com 16X de aumento, para pesquisa de microinfiltração. Utilizou-se um score para a classificação da microinfiltração do corante: 0 (zero) - sem penetração do corante; A - penetração até 0,5mm da junção amelo-dentinária; B - penetração para a parede axial. Os resultados mostraram que nos dois grupos a colocação dos pinos resultou em redução da penetração do corante. No grupo incremental, houve uma significativa diminuição de penetração do corante quando se usaram dois pinos. Quando não se usaram pinos, o grupo restaurado pela técnica incremental apresentou microinfiltração de corante significativamente

menor do que o grupo restaurado de uma só vez. Concluíram que o uso de pinos dentinários reduziu o grau de penetração de corante, tanto para a técnica de inserção incremental quanto para única. A técnica incremental, associada ao uso de dois pinos dentinários, conseguiu uma nítida melhora do selamento marginal.

GORACCI, MORI (1996) observaram, através da microscopia eletrônica de varredura, a interface entre a resina realizada pela técnica adesiva e a superfície dentinária condicionada por ácido e a interface entre o hidróxido de cálcio e a dentina não condicionada. Foram selecionados 10 terceiros molares humanos de pacientes entre 18 e 22 anos. Após a extração, os dentes foram armazenados em formalina a 10%. Após 48h, orifícios com 2,0mm de profundidade foram feitos próximos à junção cimento–esmalte, nas superfícies V e L de cada dente. As superfícies foram desgastadas, sob refrigeração água/ar, até que esses orifícios desaparecessem, e polidas com discos de granulação decrescente. Uma fina camada de Dycal® foi aplicada sobre a dentina nas áreas próximas à polpa. O sistema adesivo Scotchbond MP® foi utilizado de acordo com as recomendações do fabricante. Uma camada de resina composta Z-100®, com espessura inferior a 2,0mm, foi aplicada sobre a dentina e fotoativada por 40 segundos. As amostras foram embutidas em resina epóxica e seccionadas no sentido do longo eixo, passando pelo centro das restaurações. Os cortes foram condicionados com ácido ortofosfórico a 10% e rapidamente lavados com *spray* água/ar, para remoção da *smear layer*, e preparados para microscopia eletrônica de varredura. Foi evidenciada a presença de fissuras entre o hidróxido de cálcio e a dentina em 100% das áreas estudadas, e essas tinham em torno de 20µm. Nas áreas sem o hidróxido de cálcio, verificaram uma excelente adesão entre resina composta e dentina, formando uma camada híbrida com *tags* de resina penetrando nos túbulos dentinários até, aproximadamente, 20µm. Concluíram que a interposição do hidróxido de cálcio entre dentina e o sistema adesivo é deletéria, pois essa camada iria ser deslocada da dentina e reduzir a superfície dentinária disponível para a adesão da restauração.

VAN MEERBEEK et al. (1996) fizeram um trabalho de acompanhamento clínico, por três anos, de restaurações do tipo CI V, de resinas compostas, em lesões de abrasão ou erosão. Foram usados quatro sistemas adesivos dentinários com suas respectivas resinas: Bayer experimental 1+resina Pekafill®, Bayer experimental 2+resina Pekafill®, SBMP®+Silux Plus® e Clearfil Liner Bond System®+Clearfil Photo Anterior®. Foram comparados dois métodos de aplicação dos sistemas adesivos: A) sem envolvimento do esmalte adjacente; B) com biselamento e condicionamento do esmalte adjacente. Todas as restaurações foram confeccionadas seguindo as instruções dos fabricantes, com a utilização do isolamento absoluto, usando a técnica de inserção e fotoativação incremental. Os procedimentos de acabamento e polimento foram executados na mesma consulta, envolvendo o uso de pontas diamantadas, borrachas abrasivas, discos e lixas Sof-Lex®. A avaliação das restaurações foi realizada imediatamente após o término, depois de seis meses, um, dois e três anos. O comportamento foi inspecionado quanto à integridade marginal, retenção, microinfiltração, cáries recorrentes, estética, resposta gengival e perda de vitalidade dental. Todas as avaliações foram feitas por uma equipe de vários cirurgiões-dentistas calibrados, sendo que a mesma dupla examinou o mesmo paciente a cada nova chamada. Um total de 420 restaurações foram examinadas e os resultados obtidos após três anos indicaram um comportamento superior para Clearfil Liner Bond System® e SBMP®, quando comparados aos dois sistemas experimentais, principalmente no que diz respeito à retenção. Nenhum sistema conseguiu garantir restaurações livres da microinfiltração, sendo que a integridade marginal foi-se deteriorando com o passar do tempo para todos os sistemas. Todas as restaurações foram classificadas como aceitáveis clinicamente quanto à estética, ao final do período de observação. Nenhum dente apresentou perda de vitalidade. A correlação entre perda de integridade marginal e microinfiltração com a alta contração da polimerização da resina composta foi feita, ressaltando-se o fato de que os sistemas adesivos que apresentavam o *primer* (Clearfil Liner Bond System® e SBMP®) conseguiram melhores resultados do que os dois sistemas experimentais que não o tinham.

YAP, STOKES e PEARSON (1996) compararam SBMP® e Gluma® na prevenção da microinfiltração. Também verificaram a influência da armazenagem e dos ciclos térmicos e de carga sobre o padrão da microinfiltração do SBMP®. Foram utilizados 60 dentes humanos, sem cárie, recém-extraídos. Os dentes foram raspados com aparelho de ultra-som, imersos em formol a 10%, por 10 minutos, e armazenados em água deionizada a 4°C, até que fossem utilizados. Os preparos cavitários foram do tipo CI II, e, para sua confecção, foi usada uma ponta diamantada, sob refrigeração, com água/ar. Estes obedeceram às seguintes características: a extensão buco-lingual foi de, pelo menos, 1/3 da distância intercuspídia; parede gengival, da caixa proximal, foi posicionada 1mm abaixo da junção cimento–esmalte (aproximadamente); não foi realizado bisel no ângulo cavo superficial. Os dentes foram divididos aleatoriamente em seis grupos, sendo o grupo 1 restaurado com o sistema adesivo Gluma Bonding System® e a resina composta Z-100®. Os grupos de 2 a 6 foram restaurados usando SBMP® e resina composta Z-100®. A técnica incremental diagonal foi usada na inserção da resina, sendo fotoativada por 30 segundos, após cada incremento. As amostras foram colocadas em uma estufa a 37°C, durante 10 minutos antes que um acabamento grosseiro fosse realizado, com broca de 12 lâminas (7902) em alta velocidade, e armazenadas em saliva artificial com pH 6,7 a 37°C por uma semana. O polimento final foi executado com brocas de 12 lâminas (7902) e o uso seqüencial dos discos de lixa Sof–Lex®. Tratamento dos grupos (individualmente): grupos 1 e 2 - não foram submetidos a nenhum tipo de ciclagem. Após o acabamento final, os dentes foram armazenados em saliva artificial durante uma semana a 37°C. As amostras foram imersas em solução de vermelho neutro 0,1% a 37°C por 24h, lavadas e guardadas em água destilada à temperatura ambiente e seccionadas para exame; grupo 3 - as amostras foram submetidas a 500 ciclos de temperatura com variação de 10°C ± 2,0°C por 4 segundos, 36°C ± 1,0°C por quatro segundos e 60°C ± 1,0°C por 4 segundos, imersas em vermelho neutro 0,1% por 24 horas; grupo 4 - após 500 ciclos de temperatura, as amostras foram submetidas a 1000 ciclos de carga com a velocidade de 30mm/min, e picos de carga de 170 ± 8,0N,

imersas em vermelho neutro a 0,1% por 24h a 37°C; grupo 5 - o tratamento foi idêntico ao dos grupos 1 e 2, só que as amostras foram armazenadas em saliva artificial durante um período de três meses a 37°C; grupo 6 - após serem imersas por três meses em saliva artificial, as amostras foram submetidas à termociclagem e ciclagem de carga, imersas em corante por 24h a 37°C, lavadas e seccionadas para exame. A preparação das amostras para exame do corante consistia em vedamento dos ápices com godiva e na aplicação de três camadas de esmalte para unhas sobre toda a superfície dental, exceto a 1,0mm das margens cavitárias. Concluiu-se que o sistema adesivo Gluma® propiciou melhor selamento contra penetração do corante, tanto para as margens oclusais quanto cervicais, do que o SBMP®, quando as amostras não foram termocicladas. A termociclagem melhorou o selamento das margens oclusais de restaurações usando Z-100® e SBMP®, mas não influenciou, de maneira significativa, o padrão de microinfiltração das margens cervicais. Os ciclos de carga não tiveram influência significativa sobre o padrão de microinfiltração das restaurações com a resina Z-100® que utilizaram o sistema SBMP®, tanto para as margens oclusais quanto cervicais. O selamento entre Z-100® e o esmalte, usando SBMP®, apresentou tendência a melhorar com a armazenagem em saliva artificial, com o passar do tempo.

CAGIDIACO et al. (1997) fizeram uma investigação, *in vitro*, para avaliar a morfologia da dentina em preparos cavitários do tipo CI II e CI V em termos de orientação, densidade e aumento na área de superfície após o condicionamento ácido. Foram realizados seis preparos CI V, em forma de V, de modo que metade da cavidade ficasse localizada em esmalte e metade em cimento, em dentes anteriores (três incisivos centrais superiores e três caninos inferiores), e seis preparos tipo CI II, em dentes posteriores (quatro primeiros molares permanentes superiores e dois segundos molares permanentes inferiores). Os dentes usados neste experimento foram extraídos por razões periodontais, armazenados em formalina a 10%, por não mais do que três semanas antes do início da pesquisa. A idade média dos pacientes era de 60 anos. Os preparos do tipo CI V tinham diâmetro de 3,0mm e profundidade de 1,5mm, enquanto os de CI II apresentavam superfície oclusal com 3,0 de

comprimento por 2,0mm de profundidade e, na caixa proximal, a profundidade da parede axial era de 1,5mm, largura buco-lingual de 4,0mm e altura da parede oclusal de 5,0mm. A parede gengival foi localizada 1,0mm abaixo da junção cimento-esmalte. Os preparos foram feitos com alta rotação e refrigeração água/ar. As cavidades foram condicionadas com ácido maleico a 10%, por 30 segundos, lavadas com água e secas com ar por poucos segundos. A seguir, os dentes foram preparados para exame direto em microscopia eletrônica de varredura. Os resultados evidenciaram que a superfície dentinária exibiu uma rede porosa de fibras colágenas. Mais do que 50% das superfícies cavitárias (CL V e CI II) apresentaram orientação oblíqua ou paralela dos túbulos dentinários, com relação ao corte. Devido à presença da camada de cimento, a estrutura superficial nas proximidades da cervical foi menos predizível do que as demais áreas. A densidade dos túbulos dentinários variou, consideravelmente nas diferentes regiões dos preparos. A superfície da área de dentina intertubular aumentou após o condicionamento ácido em preparos CI V de 20,9% para 50,3%, nas paredes onde os túbulos foram cortados paralelamente ao longo eixo, e de 5,8% para 47,8% onde eles foram cortados perpendicularmente. Nas mesmas situações, para CI II, os valores foram de 0,6% para 46,4% (túbulos paralelos) e 29,8% nas áreas onde eles correm perpendicularmente. Nos preparos do tipo CI V, a margem cervical apresentou, sobretudo, túbulos cortados perpendicularmente ao longo eixo, havendo variações da inclinação de paralelos para oblíquos, em outras preparações. No assoalho cavitário foram evidenciados túbulos cortados perpendicularmente ao longo eixo. Nas outras áreas intermediárias, como mesial, distal e incisal, os túbulos apresentaram inclinação oblíqua ou paralela ao corte. Menos do que 50% dos túbulos das paredes apresentaram corte perpendicular. A densidade dos túbulos foi menor nos setores que apresentaram túbulos cortados paralelos ao seu longo eixo. Nos preparos de CI II, as paredes oclusal e axial evidenciaram, principalmente, túbulos cortados perpendicularmente ao seu longo eixo, e nas paredes laterais os túbulos tendem a ser cortados paralelamente. No extremo da parede cervical (1mm abaixo da junção cimento-esmalte), todas as amostras apresentaram uma

camada externa desprovida de túbulos abertos. Foi salientado que, após a remoção da *smear layer* pelo ácido, os túbulos seriam abertos e dentina tubular e intertubular seria superficialmente desmineralizada para exposição de uma fina rede de fibras colágenas. A impregnação dessa rede com resina tem mostrado que seria o melhor meio para se obter uma forte resistência de união das resinas compostas para a dentina. Também foi salientado que a microinfiltração poderia ser relacionada com fatores como a forma do preparo cavitário (fator-c), contração de polimerização da resina, variações na técnica restauradora. Desse modo, a maneira como as paredes cavitárias são inclinadas poderia influenciar a microinfiltração. Concluíram que o aumento na área de superfície da dentina intertubular poderia ser responsável pelo aumento da resistência de união após o condicionamento ácido da dentina, mas nem todas as áreas responderam de maneira idêntica. A área gengival contribuiu pouco em termos de retenção micromecânica, devido às suas características morfológicas.

CIUCCHI et al. (1997) mediram os *gaps* internos desenvolvidos no assoalho pulpar de cavidades CI I restauradas com resina composta sob várias configurações de *estresses* de polimerização. Foram utilizados, nesse experimento, 56 molares não eruídos, que foram armazenados em solução salina fosfatada, contendo 0,2% de ácido sódico. Cavidades do tipo CI I foram confeccionadas com pontas diamantadas, sob alta velocidade. Foi confeccionado bisel, de pelo menos 1mm, sobre o esmalte circundante. Foi desenvolvido um sistema para imitar a pressão intra pulpar nas amostras. Os dentes foram divididos em nove grupos, para receber os diferentes tratamentos dentinários e materiais restauradores. Todos os procedimentos seguiram as instruções dos fabricantes, exceto nos tempos de fotoativação, que foram dobrados. Grupo 1 - sistema adesivo Scotchbond MP® e resina composta P 50® em incremento único. Todas as superfícies de esmalte e dentina foram condicionadas por 15 segundos com ácido maleico, lavadas e secas sem o uso do jato de ar, para evitar a desidratação. Uma camada do *primer* foi aplicada, seca e recoberta por uma camada de adesivo, sendo fotoativado por 10 segundos. Finalmente as cavidades foram preenchidas com P 50® ativada

pela oclusal por 120 segundos; Grupo 2 – SBMP® e restauração com incrementos múltiplos de P 50®. Todos os procedimentos foram similares ao grupo 1, exceto pela inserção do material restaurador em três incrementos de 1,0mm de espessura, sendo que cada um foi ativado por 40 segundos; Grupo 3 - SBMP® e resina indireta *inlay* P 50®. Após a utilização do isolante em todas as superfícies, a resina composta P 50® foi condensada e pré-ativada na cavidade, a *inlay* removida e polimerizada em um forno por 7,0 minutos a 110°C. Após o tratamento dentinário semelhante ao grupo 1, as *inlays* foram cimentadas com cimento de presa dual; Grupo 4 - SBMP® e *inlay* indireta P 50®. Antes do preparo das *inlays*, a dentina foi selada com SBMP® aplicado igualmente ao grupo 1. Após a fase inicial, todos os procedimentos seguiram o descrito para o grupo 3; Grupo 5 – base de forramento com cimento de ionômero de vidro Vitremer Tri-Cure®, SBMP® e restauração em incremento único de resina P 50®. As superfícies oclusais das amostras foram forradas numa profundidade de 1,0mm com o cimento ionomérico fotopolimerizável. Os demais procedimentos de união e restauração foram similares aos descritos para o grupo 1; Grupo 6 - base com cimento ionomérico Vitremer®, SBMP® e restauração pela técnica incremental com a resina P 50®. Exceto na inserção da resina, os outros procedimentos foram iguais aos do grupo anterior; Grupo 7 - base com Vitremer®, SBMP® e *inlay* indireta de P 50®. Exceto na colocação do material de base (como no grupo 5), todos os outros procedimentos foram iguais aos do grupo 3; Grupo 8 - base de cimento Fosfato de Zinco, SBMP® e restauração com incremento único de P 50®. As superfícies ocluso-pulpare foram recobertas com cimento Fosfato de Zinco numa espessura de 0,5mm, ficando em repouso por 20 minutos antes que fosse aplicado o sistema adesivo, e a cavidade, preenchida como no primeiro grupo; Grupo 9 - base de cimento Fosfato de Zinco, SBMP® e restauração pela técnica incremental com P 50®. Exceto na técnica de inserção da resina, todos os outros procedimentos foram similares aos do grupo anterior. Após a confecção das restaurações, as amostras foram cobertas inteiramente com esmalte para unhas com a intenção de prevenir a microinfiltração do fluido pressurizado da polpa para as margens das restaurações. Cinco dentes sem preparos cavitários foram conectados ao

aparelho, cobertos com esmalte, servindo como controle do sistema. As medidas para cálculo de formação do *gap* tiveram início com a ativação da primeira camada de resina composta (técnica direta) ou da resina de cimentação (técnica indireta) e cessaram 30 minutos após. Usando as mesmas tubulações hidráulicas, as amostras foram submetidas ao teste da microinfiltração de corante. A água dentro da câmara pulpar foi substituída por solução de 0,5% de azul cresyl que penetrou durante 12 horas sob pressão de 20cm de água. Decorrido esse prazo, as amostras foram desconectadas e embutidas em blocos de resina antes de serem seccionadas longitudinalmente com serras diamantadas em baixa velocidade (Isomet®). As amostras foram examinadas para medir a espessura dos diferentes materiais restauradores, verificar a formação de *gaps* e sua extensão. Os resultados mostraram que as cavidades tratadas com os sistemas adesivos apresentaram os menores volumes de *gaps*, seguidas por aquelas que receberam forramento com as resinas modificadas por ionômero de vidro e, por último, as cavidades que foram forradas com o cimento Fosfato de Zinco. A medida direta do *gap* através dos cortes não foi possível devido aos distúrbios causados no alinhamento dos materiais pela ação da serra. Entretanto, verificaram a presença de *gaps* de várias espessuras entre o assoalho da cavidade pulpar e os diferentes materiais restauradores. A inserção em incremento único foi associada com a maior formação do *gap* e também com a maior movimentação dos fluidos dentro da dentina. A técnica de inserção incremental e a confecção indireta das restaurações produziram *gaps* menores. Esses resultados correlacionariam o fator de configuração da cavidade (fator-c) e menores volumes de material restaurador com melhor integridade marginal. No entanto, a relação direta entre volumes e *gaps* resultantes não poderia ser feita devido à sorção de água. Concluíram que nenhum material, ou técnicas testadas, assegurou a não-formação de *gaps*.

DAVIDSON, FEILZER (1997) fizeram uma revisão da literatura sobre contração de polimerização dos materiais restauradores poliméricos, abordando o estresse provocado pela contração e os fatores que poderiam atuar na sua liberação. A contração de polimerização foi definida como sendo a

redução volumétrica, ocorrida com a conversão das moléculas de monômeros em rede polimérica. Também foi colocado que, de certo modo, a contração não dependeria da carga inorgânica presente na resina composta. A magnitude da contração poderia variar de 4,0 a 9,0 vol/%, para resinas sem carga inorgânica, e de 1,0 a 5,0 vol/% para resinas compostas. Quando a adesão às paredes cavitárias conseguisse superar a contração de polimerização, seria gerada uma tensão de tração sobre o dente restaurado que poderia levar à perda da união, aumento na porosidade interna do material ou à perda da coesão. O estresse da contração de polimerização ocorreria quando a contração fosse obstruída e o material restaurador fosse rígido o suficiente para resistir ao escoamento. A magnitude do estresse de contração dependeria das estruturas que rodeiam a restauração de resina, assim como da natureza da contração do material, principalmente de suas propriedades viscoelásticas. Relataram que, se uma verdadeira união química ocorresse entre o material restaurador e a estrutura dental, nenhum escoamento seria possível para reduzir o estresse de contração. Entretanto, na união micromecânica, valores reduzidos de estresse são observados devido ao escoamento, fazendo com que não ocorram fraturas coesivas ou adesivas. Dentre os fatores que poderiam contribuir para a liberação do estresse da contração de polimerização, foram enumerados os seguintes: 1) fator de configuração da cavidade (fator-c) – quanto menos a restauração fosse aderida às paredes opostas, menor seria a obstrução para a contração; 2) uso de bases forradoras – poderia contribuir para melhorar a distribuição do estresse sobre a interface adesiva; 3) variação da intensidade luminosa inicial – iria permitir melhor acomodação do material restaurador em relação às paredes cavitárias pela diminuição da conversão inicial da resina nas áreas mais distantes da fonte luminosa. A expansão higroscópica foi freqüentemente citada como importante mecanismo para compensação da contração de polimerização, apesar de se manifestar somente com o passar do tempo, e de ser muito difícil sua quantificação devido às características dinâmicas do processo. A superfície exposta para a cavidade oral inicialmente iria aumentar de volume com a sorção de água. Isto causaria um gradiente no interior do corpo da restauração, causando novos estresses (de “expansão”).

Concluíram que ainda não existiria um meio de manipular os materiais restauradores adesivos de maneira que as falhas nas restaurações pudessem ser evitadas. O profissional deveria aceitar o problema da contração e do estresse de polimerização e procurar compreendê-lo, pois, somente compreendendo o mecanismo da contração, o profissional poderia definir técnicas para sua redução melhorando, assim, o desempenho das resinas.

HANSEN, ASMUSSEN (1997) procuraram fazer, *in vitro*, a correlação entre a profundidade de polimerização e a distância existente entre a ponta do aparelho fotoativador e a superfície da resina composta. Nesta pesquisa foram abordados três parâmetros: 1º) análise da profundidade da caixa proximal das restaurações de amálgama - através de radiografias interproximais, com 100 pacientes adultos; a altura entre a ponta da cúspide e a parede gengival foi mensurada com auxílio de uma sonda periodontal; 2º) cavidades cilíndricas preparadas em dentes humanos extraídos, sem cáries ou restaurações pré-existentes; as cavidades tinham, aproximadamente, 4,0mm de diâmetro e profundidade entre 7,0 e 10mm; as cavidades foram preparadas no terço superior da coroa da superfície lingual para a vestibular e restauradas com resina composta Ful-fil® ou Silux Plus® (ambas na cor universal) e fotoativadas por 40 segundos com o emprego de uma das diferentes fontes luminosas Coltolux II®, LC 80®, Translux CL® e Visilux 2®, que foram testadas com distâncias, em relação à superfície da resina, de 0 (zero), 2, 4, 6, 9, 12, 18 ou 30mm; foram confeccionadas quatro amostras, para cada uma das oito distâncias avaliadas, com as diferentes unidades fotoativadoras; cinco minutos após a ativação, a superfície oclusal foi desgastada, por abrasão, até que a resina fosse exposta; a resina que não foi completamente polimerizada foi raspada e o material polimerizado, remanescente, foi medido com o auxílio de uma lâmina para medição, com precisão de 0,05mm; 3º) análise de uma fonte luminosa (Visilux 2®) e uma resina composta (Silux®), sendo que as distâncias para ativação foram: 0 (zero), 6 ou 12mm. As dimensões das cavidades foram similares às do estudo anterior. Foram confeccionadas 10 amostras para cada distância. Após a polimerização, as amostras foram armazenadas à temperatura ambiente, por sete dias, e desgastadas para exposição da resina.

Os testes de microdureza foram realizados a 0,5mm da superfície e a cada 0,5mm, até que a resina não apresentasse resistência suficiente para a indentação da ponta utilizada. Os resultados evidenciaram, após a análise de 1146 cavidades proximais, profundidade média de 4 a 5mm para pré-molares inferiores (72%), 5 a 6mm para pré-molares superiores e molares inferiores (72% e 65%, respectivamente) e 5 a 7 mm para molares superiores (80%). Profundidades de 8mm ou mais foram encontradas para 15% dos molares superiores pesquisados. Quando a fonte luminosa foi afastada 12mm, a profundidade de polimerização foi reduzida somente 0,8mm. Para o estudo, que correlacionou a profundidade de polimerização com a distância da fonte, através da análise de microdureza, os resultados mostraram que, quando a ponta do aparelho fotoativador estava em contato com a superfície da resina, havia diferença estatisticamente significativa entre os valores obtidos 0,5 mm abaixo da superfície livre e as medidas tomadas ao nível de  $4,2 \pm 0,6$  mm. Quando a ponta foi afastada a uma distância de 6 mm, essa diferença passou para valores de  $3,7 \pm 0,5$  mm, e, com a distância de 12 mm, os valores mostraram  $3,4 \pm 0,4$  mm. Concluíram que a profundidade de polimerização ocorreu de maneira linear e não em relação ao quadrado da distância entre a ponta do aparelho fotoativador e a superfície do material restaurador. Mesmo em cavidades profundas de caixas proximais, as resinas compostas poderiam ser suficientemente polimerizadas com a utilização de procedimentos adequados, tais como: fonte luminosa eficiente, camadas incrementais, e, se fosse necessário, prolongamento do tempo de ativação.

PIMENTA e PAIVA (1997) fizeram uma pesquisa *in vitro*, para avaliar, através da penetração de corante, a eficácia de três sistemas adesivos dentinários em reduzir a microinfiltração na interface dente/restauração em preparos do tipo CL II, restaurados com resina composta, empregando o condicionamento ácido total. Foram utilizados 30 molares humanos, recém-extraídos, armazenados em formol a 2%, lavados com água corrente e polidos com pedra pomes. Em cada dente, foram preparadas duas cavidades do tipo *slot* vertical nas superfícies proximais, com as seguintes dimensões: ocluso-cervical localizada 1mm abaixo da junção cimento-esmalte; M-D: 2,5mm,

distância V–L: 3mm. As cavidades foram confeccionadas com brocas de número 245, trocadas após o preparo de três cavidades. Foram realizadas 30 cavidades, divididas em três grupos com 10 dentes. Após a aplicação do ácido fosfórico a 35% por 20 segundos no esmalte e na dentina, os grupos foram divididos, de acordo com os sistemas adesivos, em: 1) 10 cavidades com sistema adesivo SBMP Plus®; 2) 10 cavidades com sistema adesivo Prime & Bond 2.0®; 3) 10 cavidades tratadas com o adesivo Paama 2®. Todos os sistemas adesivos foram aplicados de acordo com as instruções dos fabricantes e as cavidades restauradas em três incrementos com a resina composta Z-100® ativadas por 40 segundos cada uma. Ao final das restaurações, os dentes foram armazenados em estufa a 37°C. Os procedimentos de acabamento com pontas Enhance® e polimento com discos Sof–Lex® foram executados após 24 horas. A seguir, os dentes foram termociclados por 200 vezes, com cada ciclo constituindo-se de: 37°C por 10 segundos, 5°C por 20 segundos, 37°C por 10 segundos e 55°C por 20 segundos. Após a termociclagem, os dentes foram selados com resina epóxica (Araldite®) nas raízes, e esmalte para unhas em todo o dente, respeitando-se 1mm da restauração, imersos em fucsina básica por 24 horas, lavados por cinco minutos em água destilada corrente e seccionados nos sentidos méso–distal e longitudinal (discos de dupla face K. G. Sorensen®), sob refrigeração com água e em baixa velocidade. A análise da microinfiltração foi feita com lupa estereoscópica com 25X de aumento. Um score foi criado para classificação da microinfiltração: 0) (zero) – ausência de penetração do corante; 1) – penetração do corante até 1mm da margem cervical; 2) – penetração além de 1mm da margem cervical, sem atingir a parede axial; 3) – penetração atingindo a parede axial; 4) – penetração até a câmara pulpar. Foi concluído que os três sistemas adesivos apresentaram comportamento semelhante, reduzindo a microinfiltração; porém foram incapazes de impedi-la na margem cervical de restaurações CI II em resina composta.

SCHÜPBACH, KREJCI e LUTZ (1997) desenvolveram um trabalho para testar a hipótese de que a camada híbrida estaria na dependência da orientação dos túbulos dentinários. Foram utilizados 20 pré-molares humanos.

Destes, 10 eram hígidos, nos quais foram preparadas 10 cavidades circulares tipo CI V próximo ao limite cemento-esmalte, com 2mm de diâmetro por 1mm de profundidade. Foram utilizadas pontas diamantadas, girando em alta velocidade, sob constante refrigeração de água/ar, para a confecção das cavidades. Os outros 10 elementos apresentavam defeitos em forma de V, tendo sido preparadas cavidades com essa mesma forma em dentina esclerótica. Foi utilizado um equipamento para assemelhar a pressão intrapulpar nas amostras. Um sistema adesivo composto por um *primer* autocondicionante, marcado com rodamina B a 0,1% e um *bond* marcado com fluoresceína sódica a 0,37% foi utilizado de acordo com as especificações do fabricante. Dois elementos de cada grupo foram coletados após a aplicação do *primer* e os demais foram tratados com *primer*, *bond* e resina composta. Os dentes foram cortados longitudinalmente, através do centro das restaurações, sendo que uma metade foi preparada para análise e microscopia eletrônica de transmissão (TEM) e, a outra, para microscopia de varredura por luz confocal (CLSM). Foi evidenciado que o sistema adesivo autocondicionante conseguiu remover totalmente a *smear layer*. A espessura da camada híbrida variou entre 2 e 4 $\mu$ m, com *tags* de 27 $\pm$ 9 $\mu$ m que se apresentavam ramificados dentro de canálculos laterais, nas áreas onde os túbulos corriam perpendiculares ou em ângulo à superfície. Nas áreas onde estes se localizavam paralelamente à superfície, a camada híbrida apresentou valores de espessura entre 1 e 3 $\mu$ m, com ausência de *tags*. Em dentina esclerótica, a espessura da camada híbrida foi de aproximadamente 0,5 $\mu$ m e os *tags* também estavam ausentes. Foi ressaltado que a resistência de união dos sistemas adesivos não dependeria somente da espessura da camada híbrida. Se a desmineralização fosse profunda, o tempo para a difusão da resina poderia não ser suficiente para permitir uma completa infiltração da camada híbrida, o que resultaria em diminuição dos valores da resistência de união. Concluíram que a camada híbrida dependeria da orientação dos túbulos dentinários, assim como da presença, ou não, de dentina esclerótica. Para se obter altos valores para resistência de união, seria necessário ter uma camada híbrida espessa com *tags* profundos e ramificações laterais.

YAP, LYE, SAU (1997) realizaram um estudo *in vitro* para determinar o efeito de diferentes sistemas de polimento sobre a rugosidade e a microdureza de materiais restauradores estéticos. Foram analisadas duas resinas compostas (Silux® e Z-100®), uma resina modificada por cimento de ionômero de vidro (Photac-Fil®) e um cimento de ionômero de vidro modificado por resina composta (Dyract®). Todos os materiais foram manipulados de acordo com as instruções dos fabricantes. As dimensões dos corpos de prova foram de  $10 \pm 1$ mm de diâmetro por, aproximadamente, 1,5mm de profundidade, confeccionados em moldes de borracha. A fotoativação foi feita através de placas de vidro, tendo sido o material restaurador coberto, nas extremidades, por tiras de poliéster. Foram confeccionados 48 corpos de prova para cada material testado, tendo sido aleatoriamente divididos em quatro subgrupos, em função do sistema de acabamento aplicado. O subgrupo-controle permaneceu sem qualquer tipo de polimento após a polimerização, sendo que os três subgrupos restantes foram submetidos aos procedimentos de acabamento e polimento imediatamente após o término das restaurações. Os sistemas de polimento empregados foram: Enhance polishing system®; pedras brancas e Super snap disk system®. Foram mantidos o mesmo tempo de aplicação do agente abrasivo, sobre a superfície, e o mesmo operador. As técnicas de acabamento e polimento foram feitas somente em uma direção, em baixa velocidade. Após a realização dos procedimentos de polimento, as amostras foram armazenadas em água destilada a 37°C, durante uma semana antes da avaliação da rugosidade e microdureza superficiais. A análise da rugosidade superficial permitiu obter a média de rugosidade superficial nas diferentes condições testadas. A microdureza Knoop (KHN) foi obtida através da utilização do equipamento digital Matsuzawa MXT 50®. As indentações foram feitas com cargas de 25gf aplicadas por 12 segundos. A análise dos resultados evidenciaram que a superfície mais lisa foi obtida no grupo-controle. Quanto à rugosidade superficial, os melhores resultados foram conseguidos quando a resina Silux® foi polida com Enhance®, Z-100® com Super Snap®, Dyract® com Enhance® ou Super Snap® e Photac-Fil® com Super Snap®. Foi verificado que, para resinas compostas de micropartículas, o sistema

Enhance® seria altamente indicado, sendo que este mesmo sistema e os discos de lixa Super-Snap® seriam recomendados para polimento de resinas com alto teor em cargas e cimentos de ionômero de vidro, modificados por resina composta. As pedras brancas produziram as superfícies mais rugosas para todos os materiais testados e deveriam ser evitadas, sempre que possível. As resinas compostas modificadas por cimento de ionômero de vidro apresentaram superfícies bastante lisas, quando polidas com discos de lixa. Quanto à microdureza, o grupo controle apresentou resultados superiores em relação ao uso dos agentes abrasivos. Exceção feita para a resina Z-100®, quando foi polida com Enhance® e pedra branca, e para Photac-Fil®, quando polida com Enhance®. Nesses casos, houve aumento da microdureza superficial para os materiais restauradores. Concluíram que as características superficiais dos materiais restauradores testados são dependentes da composição. Os resultados poderiam ser atribuídos a discrepâncias entre dureza da matriz e dos constituintes da fase inorgânica. O conteúdo de carga, tamanho da carga e a habilidade do instrumento abrasivo em desgastar de maneira uniforme os constituintes do material restaurador, também, influenciaram nas características de superfície observadas.

CARDOSO, VIEIRA (1998) avaliaram *in vitro* a capacidade de selamento marginal de três diferentes sistemas adesivos em restaurações CI II MOD, utilizando a mesma resina restauradora, sendo que o limite cervical de uma caixa proximal estava localizado 2,0mm aquém da junção cimento-esmalte e, na outra, 2,0mm além desta. Foram usados 45 pré-molares humanos. As cavidades foram confeccionadas com brocas de número 330, montadas em canetas de alta rotação, refrigeradas por água/ar. Os dentes foram divididos em três grupos, recebendo os seguintes sistemas adesivos: 1) Scotchbond®, 2) Scotchbond Multi-Use Plus® e 3) Prime & Bond 2,0®. A resina composta TPH® foi utilizada para a restauração de todas as cavidades. Os sistemas adesivos foram aplicados segundo instruções dos fabricantes. O mesmo fotoativador foi utilizado para todos os procedimentos. Após a confecção das restaurações, os dentes foram selados com uma camada de Araldite® de presa rápida e uma camada de esmalte para unhas, deixando um espaço de 2,0mm da interface

dente/restauração. Após serem armazenados em água a 37°C por 24 horas, as amostras foram submetidas a ciclagem térmica, com temperaturas variando de 5°C, 37°C e 55°C 3 vezes durante o dia, no seguinte esquema: a - 5 minutos a 37°C; b - 5 segundos a 55°C; c - 5 minutos a 37°C e d - 5 segundos a 55°C, repetidos por cinco vezes, totalizando 15 vezes ao dia durante uma semana. No último dia, os ciclos foram realizados imergindo as amostras em fucsina básica a 0,5%. No intervalo entre as seqüências térmicas, as amostras eram mantidas em água a 37°C. Após a lavagem em água corrente e secagem ao ar livre, os dentes foram seccionados longitudinalmente, na direção méso-distal, com disco de carborundum. As amostras foram montadas em lâminas e observadas com lupa de 50X de aumento por dois observadores calibrados. Foi utilizado o seguinte *escore*: 0 (zero) - nenhuma infiltração; 1 - infiltração na parede gengival; 2 - infiltração na parede axial e 3 - infiltração na parede axial e em direção à polpa. Os grupos 2 e 3 mostraram-se equivalentes para microinfiltração em esmalte e foram superiores ao grupo 1, sendo que o grupo 3 apresentou melhor comportamento para microinfiltração em dentina do que os outros, nas condições pesquisadas. O sistema adesivo do grupo 1 apresentou comportamento inferior aos demais, tanto em cavidades com terminos em esmalte quanto em dentina, na sua capacidade para selamento.

DUNN (1998) publicou um trabalho sobre as resinas compostas na prática restauradora contemporânea, analisando diversos aspectos desse material. Foi ressaltado que nenhum outro material comercializado poderia ser inserido diretamente sobre a estrutura dental, restaurando tanto a função quanto a estética, preservando o máximo da estrutura dental, como as resinas compostas. Outros materiais poderiam apresentar propriedades superiores às das resinas, mas necessitariam de maior remoção do tecido dental. No que se refere à classificação das resinas, acompanhou a tendência encontrada na literatura para dividi-las em híbridas e micropartículas. As primeiras apresentaram propriedades físicas superiores e maior percentagem de carga inorgânica. Porém foi ressaltado que elas perderiam o brilho com o passar do tempo. As resinas de micropartículas não apresentariam propriedades físicas comparáveis com as híbridas, mas conseguiriam manter o brilho reflectivo da

superfície, sendo opticamente mais semelhantes ao esmalte dentário. Quanto ao preparo cavitário, foi observado que a tecnologia adesiva tem alterado os critérios da Dentística Restauradora. Os princípios cavitários seriam dependentes do material restaurador selecionado. Basicamente estes seriam: 1º) remover somente o necessário de estrutura dentária, uma vez que a retenção não seria primordial para as resinas compostas; 2º) preparar retenção adequada, quando a dentina for o principal substrato adesivo. A adesão ao esmalte é firme e não necessitaria de retenções adicionais. Entretanto, devido às características intrínsecas da estrutura dentinária, a adesão a esse substrato poderia ser imprevisível. Observou incisivamente que, para qualquer sistema, seria necessário que as instruções dos fabricantes fossem seguidas, para se obter um desempenho máximo do produto. Um selante resinoso deveria ser aplicado sobre as restaurações para selar as margens das restaurações e porosidades superficiais. As indicações clínicas das resinas compostas são bastante amplas, constituindo-se em materiais ideais para reparar função e defeitos estéticos tais como: fechamento de diastemas, bordas incisais fraturadas ou desgastadas, facetas de coroas *veneers*, modificações anatômicas e restaurações de dentes posteriores em preparações conservadoras. Concluiu dizendo que o uso das resinas compostas seria imperativo na prática odontológica que desejasse preservar a aparência natural da estrutura dental.

IWAMI et al. (1998) investigaram a troca de peso de vários cimentos de ionômero de vidro após imersão em água, comparados com uma resina composta fotoativada. Foram usados três cimentos de ionômero de vidro fotopolimerizados: Fuji Ionomer Type II LC® (FLC), Photac-FIL Applicap® (PFA) e Vitremer® (VIT); dois poliácidos modificados por resina composta: Variglass® (VLC) e Geristore V® (GE); um cimento de ionômero de vidro convencional: Fuji Ionomer Type II® (FI) e uma resina composta fotoativada: Clearfil AP-X® (APX). Esses materiais foram inseridos em um molde de Teflon® com 10 mm de diâmetro e 2,0 mm de profundidade. Os materiais fotoativados foram irradiados durante 120 segundos, de ambos os lados, através da matriz transparente, enquanto o cimento de ionômero de vidro

convencional foi deixado por cinco minutos para presa. Após a remoção do molde, as amostras foram expostas ao ar por uma hora. Os espécimes de cimento de ionômero de vidro foram cobertos com manteiga de cacau após a remoção do molde. Esta foi removida antes da imersão das amostras em água. Foram feitas seis amostras de cada material e divididas em três grupos. Duas amostras de cada grupo foram imersas em um frasco com 50 ml de água destilada a 37°C durante seis semanas. As amostras eram removidas para uma ligeira pesagem e colocadas dentro de um novo frasco. A pesagem era feita um minuto após a remoção das amostras de dentro da água. A pesagem foi realizada com a utilização de uma balança eletrônica analítica, diariamente na primeira semana, e, posteriormente, uma vez por semana, até que se completassem as seis semanas. Após a pesagem, as amostras foram transferidas para um novo frasco com 50 ml de água destilada. O frasco era colocado dentro de uma estufa a 37°C até que as amostras fossem pesadas. Os frascos dos quais as amostras foram removidas foram colocados em uma estufa a 90°C por 12 horas. Daí a temperatura foi elevada para 150°C, por uma hora, para a vaporização do conteúdo de água. Foram então colocados dentro de um dessecador para completa secagem. O peso dos frascos após secagem foi medido através da mesma balança analítica. A troca de peso dos vários materiais testados foi calculada através de fórmulas matemáticas, e os dados foram analisados. Os resultados da troca de peso cumulativa, após seis semanas, em ordem decrescente, foram: PFA; FLC; VIT; FI; VG; GE e APX. A troca de peso apresentou-se maior imediatamente após a imersão em água e após os quatro primeiros dias, tendo sido superior a 80% do total, exceto para GE. Os dados evidenciaram que a maior troca de peso ocorreu nos cimentos ionômero de vidro fotoativados, seguidos pelos poliácidos modificados por resina, enquanto a resina composta exibiu a menor variação.

IWAMI et al. (1998) investigaram o efeito da umidade das superfícies de esmalte e dentina sobre a resistência de união ao cisalhamento de resinas compostas. Os sistemas adesivos e as respectivas resinas compostas usadas foram: Clearfil Liner Bond II® (Clearfil AP-X®), Scotchbond Multi-Purpose® (Z-100®) e Imperva Fluoro Bond® (Lite Fil IIA®) (esses sistemas têm *primer*

baseado em água), All-Bond 2® (Aelite Fil®), e ProBond® (Prisma TPH®) (têm *primer* baseado em acetona), One-Step® (Aelite Fil®) e Super Bond D-Liner II® (Clearfil AP-X®), que não contêm *primer*. Estes sistemas adesivos foram testados sob três condições dos substratos de dentina ou esmalte: úmido (a superfície foi seca somente com algodão), semi-seco (a superfície foi seca com leve jato de ar durante três segundos) ou seco (a superfície foi seca com forte jato de ar durante 15 segundos). Foram usados 210 molares humanos superiores e inferiores, extraídos, sem cáries, armazenados em soro fisiológico a 4°C. As amostras de esmalte ou dentina foram embutidas em moldes de metal com resina acrílica, e desgastadas com lixas sequenciais. Uma fita adesiva contendo um orifício com 2mm de diâmetro foi colada sobre a superfície desgastada, para limitação da área de superfície a ser aderida. O substrato foi tratado com um dos sistemas adesivos testados, de acordo com as instruções dos fabricantes, exceto no que diz respeito à quantidade de água presente na superfície das amostras dos testes (úmida, semi-seca ou seca). Os controles eram obtidos de um dos três métodos que utilizavam as recomendações dos fabricantes (All-Bond®, ProBond® -úmidos, One-Step® -semi-seco, e os outros sistemas – secos). Após o tratamento com os sistemas adesivos as amostras foram acopladas a um equipamento, e as respectivas resinas foram aderidas à sua superfície e fotoativadas por 40 segundos. A seguir, foram armazenadas em água destilada a 37°C por 24 horas antes dos testes. Dez amostras foram preparadas para cada condição testada, através de uma máquina universal de ensaios. As conclusões foram: 1) sobre as superfícies de esmalte não existiram diferenças significantes entre a resistência de união ao cisalhamento para todos os métodos; 2) sobre dentina, a resistência de união ao cisalhamento, em condições secas, para os dois sistemas que tinham *primer* baseados em água (Clearfil Liner Bond II®, Scotchbond Multi-Purpose®) foi maior do que em condições úmidas; entretanto, a resistência de união em condições úmidas para os três sistemas que tinham *primer* ou agentes de união baseados em acetona foi maior do que em condições secas; 3) antes do uso do *primer*, ou após o condicionamento, uma pequena quantidade de água foi necessária sobre a superfície dentinária

ou no *primer* para obtenção de uma resistência de união maior, mas condições secas não afetaram a resistência de união ao cisalhamento para o esmalte.

JEDRYCHOWSKI, BLEIER e CAPUTO (1998) fizeram um trabalho *in vitro* para correlacionar o estresse da contração de polimerização com a técnica de inserção da resina composta. Modelos fotoelásticos, simulando molares decíduos, com preparos cavitários terminando junção a topo, e ângulos internos arredondados foram usados neste experimento. As cavidades foram limpas com jato de óxido de Alumínio (27 $\mu$ m) e os procedimentos de adesão foram efetuados de acordo com as instruções do fabricante. A resistência de união da resina composta para o material fotoelástico foi calculada e situou-se na casa de 8,30  $\pm$  2,03 Mpa. As técnicas de inserção pesquisadas foram oblíqua, gengivo-oclusal, vestibulo-lingual, incremento único modificado e incremento único. A técnica de incremento único modificada consistia na inserção e ativação de resina, preenchendo toda a caixa proximal, seguido pela inserção e ativação de outro incremento, reconstruindo toda a superfície oclusal da restauração. Cada incremento foi fotoativado por 60 segundos, tendo sido as restaurações acabadas com brocas de 12 lâminas. As amostras foram fotografadas antes e após o acabamento. Foi utilizada uma lupa, com 2X de aumento, para execução de todos os procedimentos deste estudo. A interpretação dos padrões de fotoelasticidade foi baseada no número de ondas ou linhas próximas à resina composta polimerizada. Quanto mais linhas, maior seria o estresse desenvolvido pela contração da resina. Após a análise dos resultados, pôde-se concluir que houve pouca diferença no estresse causado pela contração de polimerização entre as técnicas incrementais pesquisadas. O menor estresse de contração foi produzido pela técnica de inserção em incremento único.

Em 1998, MARTIN realizou uma pesquisa para verificar a eficiência das unidades fotoativadoras nos consultórios odontológicos da Austrália. O padrão de uso e a manutenção das unidades também foram avaliados. Foram distribuídos formulários a representantes de uma fábrica de produtos odontológicos, para que fossem completados quando de sua visita aos profissionais, em seus locais de trabalho. As informações coletadas abrangiam

o tipo e a idade da unidade, tempo de fotoativação utilizado, história de manutenção, substituição de componentes, e era efetuada a leitura da intensidade luminosa. Foram pesquisadas 214 unidades, sendo que, destas, 27% apresentavam a intensidade de  $200\text{mW}/\text{cm}^2$ , ou menos, um nível considerado como inadequado para a polimerização de incrementos com 2mm de espessura. Vinte e seis por cento das unidades pesquisadas apresentaram a intensidade entre 201 e  $399\text{mW}/\text{cm}^2$ . Esse nível poderia ser considerado como aceitável, necessitando de um tempo adicional para fotoativação. Entretanto, foi constatado que 44% dos profissionais pesquisados utilizavam o tempo de ativação por 20 segundos, ou menos. Foi verificada uma correlação negativa entre a idade do equipamento e a intensidade luminosa. Aproximadamente 50% dos profissionais pesquisados responderam que nunca haviam examinado a emissão de luz de suas unidades. Concluíram que existiu perda de eficiência das unidades com o passar do tempo, e que houve uma falha geral de consciência entre os cirurgiões-dentistas sobre a necessidade de manutenção de suas unidades fotoativadoras.

NYSTROM et al.(1998) analisaram os efeitos sobre a resistência de união ao cisalhamento da unidade e da temperatura similares àquelas encontradas na cavidade oral, quando comparadas às condições de uma sala de pesquisa laboratorial. Foram utilizados 46 dentes molares recém-extraídos, hígidos, armazenados em água destilada, à temperatura ambiente, por menos de uma semana. Após a raspagem mecânica e a limpeza com pedra pomes, foram novamente imersos em água destilada à temperatura ambiente. Através de uma roda abrasiva refrigerada com água livre de óleo, as amostras tiveram o esmalte coronário desgastado próximo da junção amelo-dentinária. Discos de carborundum foram usados para separar as raízes das coroas, sendo que as raízes foram descartadas. A porção coronária foi dividida em duas partes, produzindo duas superfícies dentinárias sem cárie. As amostras foram colocadas de encontro a uma máquina de polimento, sob refrigeração, para produzir uma superfície plana. A seguir, foram introduzidas, de duas em duas, em sacos plásticos rotulados e imersos em água. Os controles permaneceram nas condições ambientais, 52% de umidade e temperatura de  $23,3^{\circ}\text{C}$ ,

enquanto, para as amostras, foram usadas  $95\% \pm 2,0\%$  de umidade e  $37^{\circ}\text{C} \pm 0,3^{\circ}\text{C}$ . Os materiais restauradores foram inseridos de forma idêntica para controles e testes. Os preparos cavitários tinham 4,0mm de diâmetro e 2,5mm de profundidade. As instruções dos fabricantes foram sempre seguidas para os procedimentos restauradores. O sistema adesivo SBMP® e a resina Z-100® , em incremento único, ativada por 40 segundos, foram usados para ambos os grupos. Após a inserção dos materiais restauradores, as amostras preparadas em condições ambientais foram colocadas de volta nos sacos plásticos com névoa úmida. As amostras experimentais foram mantidas dentro da câmara de umidade. Em cada caso, o lençol de Teflon® que envolvia a restauração foi retirado após uma hora. As amostras foram termocicladas 1000 vezes com ciclos variando de  $5^{\circ}\text{C}$  para  $55^{\circ}\text{C}$ , com banhos de 18 segundos. Os testes da resistência de união ao cisalhamento foram conduzidos 24 horas após a polimerização dos materiais. A resistência média de união das amostras no grupo experimental apresentou valores de 7,14 MPa, enquanto a do grupo-controle foi de 14,29 MPa. Concluíram que as condições de temperatura e umidade, próximas daquelas encontradas na cavidade oral, poderiam ser deletérias para a resistência de união ao cisalhamento para os sistemas adesivos dentinários, em comparação à temperatura e umidade ambiental.

O efeito da armazenagem de dentes bovinos, em diferentes meios e métodos sobre a resistência de união ao cisalhamento foi avaliada por TITLEY et al. (1998). Foram usados incisivos bovinos, recém-extraídos. Dez dentes foram analisados para cada um dos seguintes meios de armazenagem: 1) dentes frescos em água destilada (controle), 2) Formalina, 3) Hipoclorito de Sódio, 4) Cloramina T, 5) Homofix, 6) água destilada, 7) Timol, 8) Metanol, 9) irradiação Gama, 10) Glutaraldeído, 11) congelamento. Todos os dentes foram armazenados por dois meses em refrigerador a  $4^{\circ}\text{C}$ , exceto dois grupos: aquele que foi usado dentro de 24 horas foi armazenado em água destilada em refrigerador a  $4^{\circ}\text{C}$ , e o grupo que foi congelado foi colocado em recipiente com água destilada e congelado à temperatura de  $-20^{\circ}\text{C}$ . Com exceção dos dentes congelados, todos os meios foram trocados semanalmente por soluções frescas. Após 24 horas, no caso dos dentes frescos, ou dois meses nos

demais, os dentes foram lavados em água corrente e embutidos em resina acrílica autopolimerizável, mantendo-se a superfície vestibular para cima e paralela à superfície da resina de embutimento. Após duas horas do embutimento, os dentes tiveram sua superfície desgastada e a dentina exposta, para que o sistema adesivo SBMP® fosse aplicado, seguindo as instruções do fabricante. A dentina foi condicionada com ácido Maleico a 10%, por 15 segundos, lavada em água destilada por 60 segundos, e a resina composta usada foi Z-100®. Os resultados dos testes da resistência de união ao cisalhamento, em ordem decrescente, após dois meses, foram: dentes congelados, Formalina, Hipoclorito de Sódio, Cloramina, Homofix e água destilada. Os valores obtidos para estes meios não apresentaram diferenças estatísticas significantes. Entretanto os meios Timol, Metanol, Glutaraldeído e a irradiação Gama pareceram ser os meios menos indicados para armazenagem, por apresentarem resistências de união significativamente menores, quando comparados aos demais meios, e pelas características das falhas de união.

VERSLUIS, TANTBIROJN e DOUGLAS (1998) publicaram um trabalho que tinha como objetivo analisar os vetores da contração de polimerização de resinas compostas e examinar se, realmente, estas se contrairiam em direção à fonte luminosa. Foram usados modelos computadorizados de elemento finito e dentes bovinos. Os primeiros foram utilizados para simular o processo de contração de polimerização, liberação dos estresses pelo escoamento e a polimerização das resinas compostas. Já os dentes bovinos foram utilizados para testes de penetração da luz e profundidade de polimerização. Foi salientado que a direção dos vetores da contração dependeria de vários fatores, tais como a forma cavitária (fator-c), a taxa e o grau da conversão polimérica na restauração e nas condições de adesão, sendo que estas incluiriam a adesão às paredes cavitárias e o escoamento através das superfícies livres. A polimerização das resinas compostas poderia ser caracterizada pelas fases pré e pós-gel. Dessa forma, o estresse desenvolvido durante a contração da polimerização poderia ser liberado rapidamente pelo escoamento do material ainda durante a fase pré-gel. O estresse residual seria originado após esta fase. Os resultados evidenciaram que, para as resinas

fotoativadas, o ponto pós-gel variou, através do material, com a intensidade luminosa. Também foi verificado que a direção da contração de polimerização não foi afetada, de maneira significativa, pela posição da fonte luminosa, tendo sido fortemente influenciada pelas condições de união entre a resina composta e a estrutura dental, assim como pelo escoamento através das superfícies livres. Desta forma, as diferenças nos padrões de contração entre as resinas fotoativadas e quimicamente ativadas seriam mínimas. Foi concluído que as resinas não se contraem em direção à fonte luminosa, mas que a direção da contração é principalmente determinada pela forma cavitária e qualidade de união. Melhorias da interface marginal deveriam ser conseguidas pela otimização de outros fatores, tais como: processo de polimerização, procedimentos de união à estrutura dental, técnica de inserção. A direção dos vetores de contração em resposta à posição da fonte luminosa não seria um critério apropriado para a excelência da qualidade marginal.

### **3 OBJETIVOS**

---

### 3 OBJETIVOS

Este trabalho, *in vitro*, propõe-se a avaliar o efeito sobre a microinfiltração marginal em cavidades do tipo CI V, apresentando o ângulo cavo superficial terminado em esmalte, sem bisel, restauradas com resinas compostas, em relação a:

- três sistemas adesivos dentinários, com diferentes formas de apresentação;
- acabamento e polimento das restaurações, utilizando os seguintes tempos: imediatamente após a conclusão destas, 24 horas depois, 14, 21 e 30 dias.

## **4 MATERIAL E MÉTODOS**

---

### **4 MATERIAL E MÉTODOS**

#### **4.1 SELEÇÃO DOS DENTES**

Foram selecionados 150 dentes pré-molares e caninos (superiores ou inferiores) humanos extraídos, hígidos, que foram limpos, polidos, armazenados em solução salina de Timol a 0.9% e mantidos em geladeira a uma temperatura de 4°C. Todos os procedimentos para seleção dos dentes foram realizados com o auxílio de uma lupa de Pala (LACTONA®) com 4X de aumento, a fim de que fossem descartados todos os elementos que apresentassem trincas, fissuras, fraturas ou lesões cariosas que pudessem interferir nos resultados.

#### **4.2 DIMENSÕES DAS CAVIDADES**

Os preparos cavitários do tipo CI V foram realizados na face vestibular dos dentes, mantendo-se todo o ângulo cavo superficial em esmalte, com as seguintes dimensões: méso-distal de 4,0mm; ocluso-cervical de 3,0 mm; profundidade de 2,0 mm. A padronização das dimensões dos preparos foi obtida com o auxílio de um dispositivo de aço, com extremidade cortante, especialmente confeccionado para tal fim. Este era pressionado sobre uma fita adesiva, deslocando fragmentos com dimensões ligeiramente inferiores àquelas. A seguir, esse fragmento era colado sobre a superfície do dente e contornado com lapiseira (grafite de 0,5mm), para o delineamento das cavidades, conforme FIG. 1.

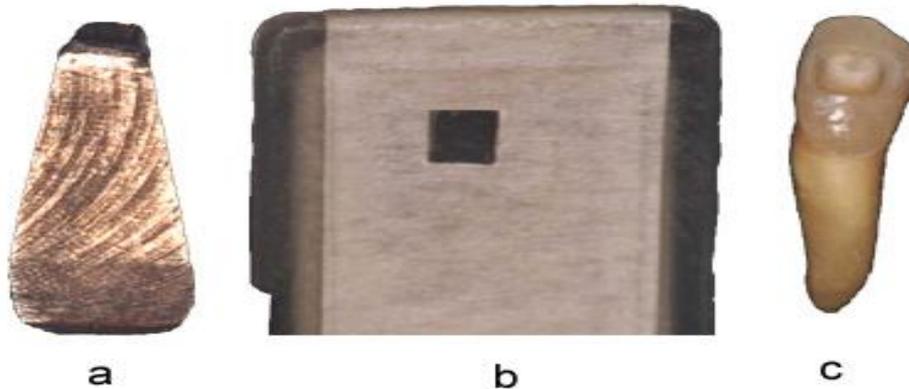


FIGURA 1 - a)dispositivo de aço usado para delineamento dos preparos cavitários, b)fitas adesiva cortada com uso deste dispositivo, c) preparo cavitário.

### 4.3 PREPAROS CAVITÁRIOS

Para o preparo cavitário, foram utilizadas pontas diamantadas nº 4137 (KG SORENSEN), em alta velocidade e sob refrigeração água/ar, sendo que estas foram substituídas após a confecção de 10 preparos. Usaram-se cursores metálicos, adaptados ao corpo da ponta, para determinação da profundidade dos preparos cavitários. Estes eram adaptados e removidos com o auxílio de acessórios, torneados em aço inoxidável, que foram desenvolvidos para permitir a delimitação da profundidade com a qual desejávamos trabalhar (2,0mm). (FIG. 2)



FIGURA 2 – no esquema da esquerda, é representado o cursor adaptado à ponta diamantada utilizada. Na fotografia estão evidenciados: a)dispositivo para remoção do cursor, b)dispositivos para inserir o cursor, c)cursores, d)cursor adaptado à ponta diamantada.

#### 4.4 ACABAMENTO DOS PREPAROS

O acabamento dos preparos cavitários foi realizado com instrumentos de corte manual, para remoção dos prismas de esmalte sem sustentação dentinária. Os seguintes instrumentos foram usados: a - formadores de borda gengival; b - cinzel de Wedelstaed (DUFLEX-INOX®). Não foram confeccionados biséis nos terminos cavo superficiais. (FIG.3)



FIGURA 3 - preparo cavitário.

#### 4.5 ARMAZENAGEM DOS DENTES ATÉ A RESTAURAÇÃO

Os dentes foram mantidos em água destilada à temperatura de 4°C, até que fossem confeccionadas as restaurações.

#### 4.6 APLICAÇÃO DOS SISTEMAS ADESIVOS

As instruções dos fabricantes foram seguidas para a aplicação dos três sistemas adesivos avaliados (Single Bond®, SBMP®, Etch & Prime®), exceto para o processo de remoção do excesso de água nos dentes, que foram tratados com o sistema adesivo SBMP®. Nós utilizamos a técnica de remoção do excesso de água com papel absorvente, enquanto o fabricante recomendava breve secagem com jato de ar, por dois a cinco segundos.

#### 4.7 RESTAURAÇÃO DAS CAVIDADES

Para os dentes que receberam os sistemas adesivos SBMP® e Single Bond®, a resina composta utilizada para a restauração dos preparos cavitários foi a Z-100®. Para aqueles dentes que foram tratados com o sistema adesivo Etch & Prime®, a resina utilizada foi a Degufill®. Todas as cavidades foram restauradas com três incrementos de resina composta na cor A 3. A técnica de inserção incremental diagonal foi utilizada. O primeiro incremento foi inserido no sentido ocluso-axial, sem o envolvimento total do esmalte. O segundo incremento foi posicionado no sentido cervico-axial, também sem o envolvimento total do esmalte. Com o terceiro, restaurou-se o contorno anatômico do dente. Uma demonstração esquemática da seqüência da restauração pode ser vista na FIG. 4.

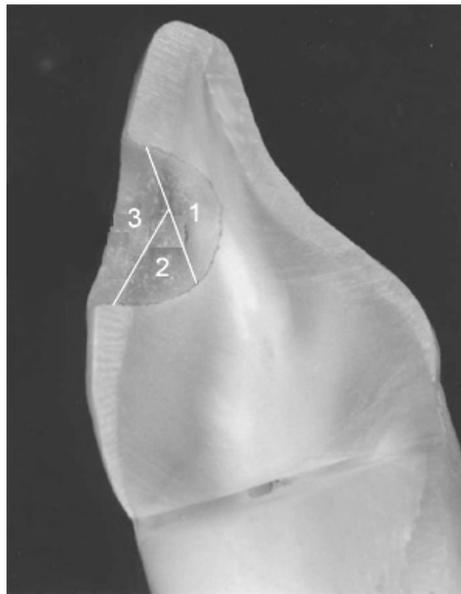


FIGURA 4 - seqüência de inserção dos incrementos

#### 4.7 FOTOATIVACÃO

Os procedimentos de fotoativação foram executados através de um aparelho Optilux 401®, previamente aquecido por 5 minutos, para que a intensidade luminosa permanecesse estável em torno de  $550\text{mW}/\text{cm}^2$ , sendo aferido sempre antes da utilização, através de um radiômetro (Demetron®). Utilizou-se um dispositivo metálico com 10mm de comprimento, adaptado à ponta do aparelho fotoativador para ativação inicial de todos os incrementos. O

propósito da utilização desse dispositivo foi reduzir a intensidade luminosa inicial, para algo em torno de 50% ( $\pm 250\text{mW/cm}^2$ ) sobre todos os incrementos. Esse dispositivo foi torneado em aço inoxidável e era acoplado, sob pressão, à ponta do aparelho fotoativador. Desta forma, o aumento na distância entre a ponta do aparelho e a superfície do dente permanecia sempre o mesmo. O tempo de ativação foi duplicado para cada incremento, sendo 40 segundos com o dispositivo e mais 40 segundos sem sua utilização. O sentido da fotoativação seguido para os incrementos foi: 1º incremento, luz direcionada contra a parede oclusal; 2º incremento, luz direcionada contra a parede cervical; 3º incremento, em direção ao centro das restaurações. Esse acessório distanciador pode ser visto na FIG. 5.



FIGURA 5 - dispositivo distanciador

#### 4.8 GRUPOS AMOSTRAIS

Os dentes foram numerados e divididos aleatoriamente em três grupos: Grupo I - 50 amostras - sistema adesivo Single Bond® - resina composta Z-100®, sistema que utiliza um ácido fosfórico a 35% e um frasco monocomponente, contendo o *primer* e o adesivo.

Grupo II - 50 amostras - sistema adesivo Etch & Prime® - resina composta Degufill®, sistema que utiliza um líquido autocondicionante, contendo o ácido, o *primer* e o adesivo no mesmo frasco.

Grupo III - 50 amostras - sistema adesivo SBMP® - resina composta Z-100® - sistema adesivo contendo um ácido, um *primer* e um adesivo, separadamente.

Os dentes pertencentes a cada grupo foram novamente sorteados e subdivididos em 5 subgrupos, com 10 amostras cada um, para determinação dos elementos que seriam avaliados em função do tempo decorrido entre a confecção das restaurações e o acabamento e polimento:

subgrupo 1 - acabamento e polimento imediato;

subgrupo 2 - acabamento e polimento após 24 horas;

subgrupo 3 - acabamento e polimento após 14 dias;

subgrupo 4 - acabamento e polimento após 21 dias;

subgrupo 5 - acabamento e polimento após 30 dias.

#### **4.9 ACABAMENTO E POLIMENTO**

Após a conclusão das restaurações, os dentes foram imersos em água destilada à temperatura ambiente, até que os procedimentos de acabamento e polimento fossem realizados, sendo novamente sorteados para a seqüência de polimento. Esse procedimento foi seguido para todos os cinco subgrupos, e tinha por finalidade manter a igualdade dos procedimentos para todos os elementos. A seqüência dos procedimentos de acabamento e polimento foi:

a) remoção de excessos com brocas multilaminadas de 12 lâminas, nº 7902 (KG SORENSEN®), adaptadas para baixa rotação (adaptador FAVA®);

b) refinamento da anatomia com brocas de 30 lâminas nº 9904 (KG SORENSEN®), adaptadas para baixa rotação (adaptador FAVA®);

c) utilização de borrachas abrasivas para compósitos ENHANCE®, em forma de chama;

d) utilização dos discos finos e superfinos do sistema de acabamento Sof-Lex® (discos nº 1982 F e 1982 SF);

e) aplicação da pasta de polimento POLI II® com rodas de feltro;

f) aplicação da pasta para autobrilho FOTO-GLOSS®, com rodas de feltro.

Todos os procedimentos foram realizados pelo mesmo operador, em baixa velocidade, de forma intermitente, sem uso de refrigeração água/ar e sob leve pressão, com o auxílio de uma lupa de Pala (4X). O tempo para aplicação de

cada instrumento abrasivo, sobre as restaurações, foi de 30 segundos. As brocas multilaminadas foram descartadas após 15 utilizações, os discos de lixa, após cada utilização, as borrachas abrasivas e as rodas de feltro foram descartadas após 20 procedimentos. Entre as diversas etapas do acabamento e polimento, os dentes foram sempre submetidos à lavagem com bastante água corrente e secos com papel absorvente.

Para os subgrupos de 2 a 5, os procedimentos foram idênticos, variando apenas o tempo de permanência na água destilada antes do início dos procedimentos de acabamento e polimento. O subgrupo 1 foi imediatamente polido após o término das restaurações.

Após a conclusão do polimento, os dentes foram imersos em água destilada, à temperatura ambiente, até que fossem iniciados os preparos para a termociclagem.

#### **4.10 SELAMENTO DOS DENTES**

Após a secagem dos dentes, com papel absorvente, eles foram submetidos ao selamento de toda sua estrutura, exceto sobre as restaurações, e 1,0mm além de suas bordas. Inicialmente, foi aplicada uma camada do adesivo instantâneo 401® da Loctite®, à base de éster de cianocrilato. Após a presa deste, foram aplicadas duas camadas de esmalte para unhas, também respeitando o limite de 1,0mm das bordas das restaurações. Utilizaram-se cores diferentes de esmalte para cada grupo adesivo testado dentro de cada subgrupo, a fim de permitir maior facilidade de identificação durante a termociclagem e procedimentos de corte.

#### **4.11 TERMOCICLAGEM**

Para a realização dos ciclos térmicos, nós<sup>1</sup> desenvolvemos uma máquina eletromecânica de termociclagem. Esta era composta de um sistema de refrigeração, ligado a uma cuba, que permitia a obtenção constante de

---

<sup>1</sup> Lincoln Dias Lanza; Carlos Márcio Prado Gonçalves; Josmar De Moro; Roberto Moreira.

baixas temperaturas, sem a necessidade de se adicionar gelo. Assim que a temperatura ultrapassava a variação permitida ( $\pm 3^{\circ}\text{C}$ ), um termostato acionava o motor para que a refrigeração fosse ativada. Cubas elétricas, para plastificação de godiva, foram usadas para fornecer temperaturas quentes. Essas são constituídas de resistências elétricas e conseguiram boa manutenção das temperaturas desejadas. Para o movimento dos dentes em direção aos banhos térmicos, foi acoplado, ao equipamento, um motor elétrico, adaptado com um redutor de velocidade e dispositivos eletrônicos que permitiam o controle do tempo de imersão e da rotação das amostras. Um contagiador mecânico foi utilizado para contagem dos ciclos, sendo acionado a cada volta completada. Este equipamento foi testado durante o projeto-piloto e comprovou sua eficiência. Foram utilizados 500 ciclos com temperaturas entre  $5^{\circ}\text{C}$ ;  $37^{\circ}\text{C}$  e  $55^{\circ}\text{C} \pm 3^{\circ}\text{C}$ . Utilizaram-se para cada temperatura, 30 segundos de imersão e intervalos de 15 segundos, perfazendo um tempo total, para cada ciclo, de 2 minutos e 15 segundos. (FIG. 6 e 7)

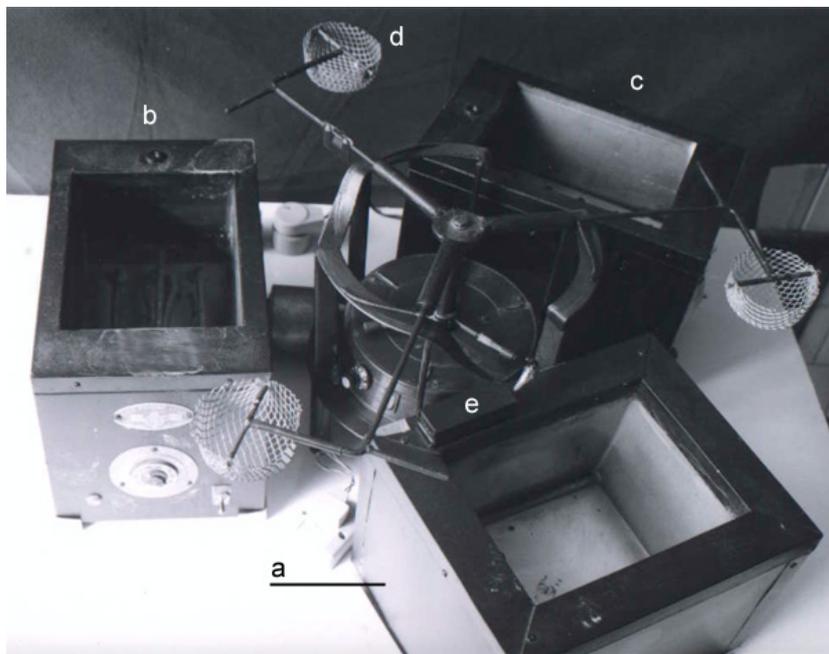


FIGURA 6 - a)cuba para refrigeração, b) e c)cubas para aquecimento, d)recipientes para amostras, e)contador de ciclos mecânico.

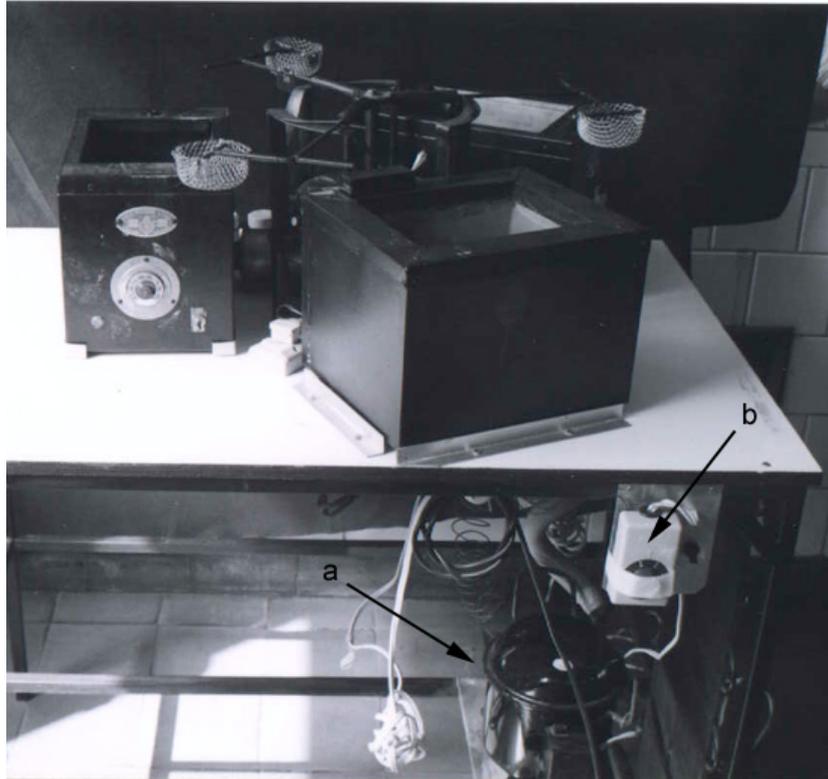


FIGURA 7 - a)sistema para refrigeração, b)termostato.

#### 4.12 CORANTE

Os dentes submetidos à termociclagem foram secos com papel absorvente e imersos durante 24 horas em solução de fucsina básica a 0,5%, lavados com água corrente, secos novamente com papel absorvente e embutidos em resina de poliéster cristal RPC 112®, de presa lenta, em moldes de PVC® com 25mm de diâmetro por 12mm de altura. Antes do vazamento da resina, os moldes foram lubrificadas com vaselina sólida, para facilitar a remoção posterior das amostras.

#### 4.13 CORTE DOS DENTES

As restaurações foram seccionadas no sentido vestibulo-lingual em três partes, com auxílio de uma máquina de corte com disco diamantado, da marca

ISOMET®, sob refrigeração constante de óleo mineral. Um desenho esquemático do corte das amostras pode ser visto na FIG. 8

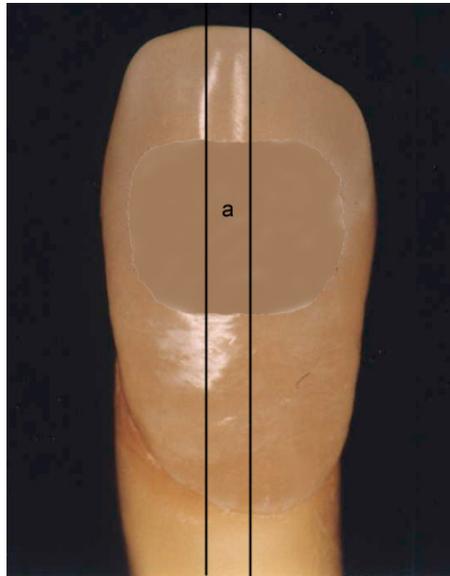


FIGURA 8 - a - corte avaliado para microinfiltração.

#### 4.14 ESCORE

Para a visualização da penetração do corante, foi utilizado o corte central, no lado que evidenciasse maior penetração. Foram observadas as paredes oclusal/incisal (aqui denominadas somente de parede oclusal) e cervical, através de um estéreo-microscópio da marca Wild® com o aumento de 25 vezes. Foram realizadas fotografias de espécimes representativos de cada sistema adesivo, através de uma câmara acoplada ao microscópio.

A penetração do corante foi classificada de acordo com o escore:

- 0 - nenhuma penetração de corante.
- 1 - penetração até o limite amelo-dentinário.
- 2 - penetração em dentina.
- 3 - penetração na parede axial.

Representação esquemática FIG. 9.

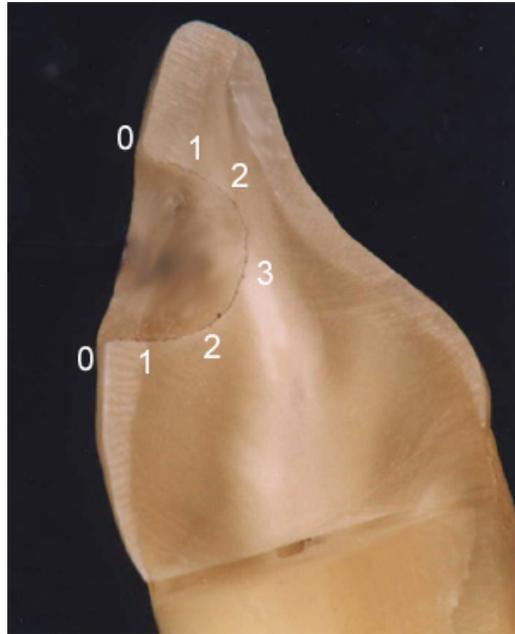


FIGURA 9 - escore utilizado para classificar a penetração do corante.

#### **4.15 MICROSCOPIA ELETRÔNICA DE VARREDURA (MEV)**

Preparo para o MEV: as amostras que foram observadas ao MEV foram obtidas daqueles cortes já examinados através do estéreo-microscópio. Algumas amostras representativas de cada sistema adesivo foram condicionadas por solução de ácido ortofosfórico a 35% durante dois minutos e lavadas com água corrente. Após esse procedimento, elas foram metalizadas com ouro e examinadas em aumentos diversos.

## **5 RESULTADOS**

---

## 5 RESULTADOS

Os resultados das observações resultantes das 150 amostras, e das 300 leituras efetuadas estão apresentados no Anexo 1, página 188. A distribuição das paredes analisadas nestas amostras é dada no QUAD. 1.

**QUADRO 1**  
**DISTRIBUIÇÃO DAS PAREDES ANALISADAS, CONSIDERANDO-SE O TIPO DE ADESIVO E A ÉPOCA DA AVALIAÇÃO**

Adesivo		Época da avaliação					Total
		Imediata	24 horas	14 dias	21 dias	30 dias	
Single	Oclusal	10	10	10	10	10	<b>50</b>
Bond <sup>®</sup>	Cervical	10	10	10	10	10	<b>50</b>
SBMP <sup>®</sup>	Oclusal	10	10	10	10	10	<b>50</b>
	Cervical	10	10	10	10	10	<b>50</b>
Etch & Prime <sup>®</sup>	Oclusal	10	10	10	10	10	<b>50</b>
	Cervical	10	10	10	10	10	<b>50</b>
<b>Total</b>		<b>60</b>	<b>60</b>	<b>60</b>	<b>60</b>	<b>60</b>	<b>300</b>

Os dados provenientes desta pesquisa foram submetidos a análise estatística, sendo utilizado o teste de Kruskal-Wallis. Esse é um teste não paramétrico, indicado para comparar amostras independentes a uma medida.

Os resultados apresentados nas TAB. 1, 2 e 3 foram considerados significativos para uma probabilidade de significância inferior a 5% ( $p < 0,05$ ).

A TAB. 1, apresentada abaixo, avalia o efeito dos três sistemas adesivos sobre a microinfiltração, considerando os diferentes tempos de polimento (imediato, 24 horas, 14, 21 e 30 dias) e as paredes analisadas (oclusal e cervical) nos preparos cavitários do tipo CI V.

**TABELA 1**

**EFEITO DO SISTEMA ADESIVO SOBRE A MICROINFILTRAÇÃO, CONSIDERANDO TEMPOS DE POLIMENTO E PAREDES ANALISADAS**

Tempo	Parede	Adesivo	Média	P	Conclusão		
Imediato	Oclusal	Single Bond®	1,1	<b>0,035</b>	$(C_1 = C_2) < C_3$		
		SBMP®	1,3				
		ETCH®	1,9				
	Cervical	Single Bond®	0,5			<b>0,007</b>	$C_1 < (C_2 = C_3)$
		SBMP®	1,2				
		ETCH®	1,6				
24 horas	Oclusal	Single Bond®	1,3	0,814	$C_1 = C_2 = C_3$		
		SBMP®	1,2				
		ETCH®	1,4				
	Cervical	Single Bond®	1,8			0,791	$C_1 = C_2 = C_3$
		SBMP®	1,7				
		ETCH®	1,9				
14 dias	Oclusal	Single Bond®	1,2	<b>0,011</b>	$(C_1 = C_3) > C_2$		
		SBMP®	0,4				
		ETCH®	1,3				
	Cervical	Single Bond®	1,6			<b>0,020</b>	$(C_1 = C_2) < C_3$
		SBMP®	1,6				
		ETCH®	2,5				
21 dias	Oclusal	Single Bond®	0,7	0,102	$C_1 = C_2 = C_3$		
		SBMP®	1,0				
		ETCH®	1,3				
	Cervical	Single Bond®	1,5			0,795	$C_1 = C_2 = C_3$
		SBMP®	1,7				
		ETCH®	1,8				
30 dias	Oclusal	Single Bond®	1,1	<b>0,022</b>	$C_1 = C_3; C_1 > C_2; C_2 = C_3$		
		SBMP®	0,5				
		ETCH®	0,8				
	Cervical	Single Bond®	0,6			0,568	$C_1 = C_2 = C_3$
		SBMP®	0,8				
		ETCH®	0,9				

**Nota:** a probabilidade de significância refere-se ao teste Kruskal-Wallis

$C_1 \rightarrow$  adesivo Single Bond®  $C_2 \rightarrow$  adesivo SBMP®  $C_3 \rightarrow$  adesivo Etch & Prime®

Pode-se notar, pela observação da TAB. 1, que os sistemas adesivos Single Bond® e SBMP® não diferiram entre si, e ambos apresentaram um nível de microinfiltração significativamente inferior ao observado para o sistema adesivo Etch & Prime®, considerando as avaliações realizadas nas paredes

oclusais com o polimento realizado imediatamente e após 14 dias da confecção das restaurações, nas paredes cervicais.

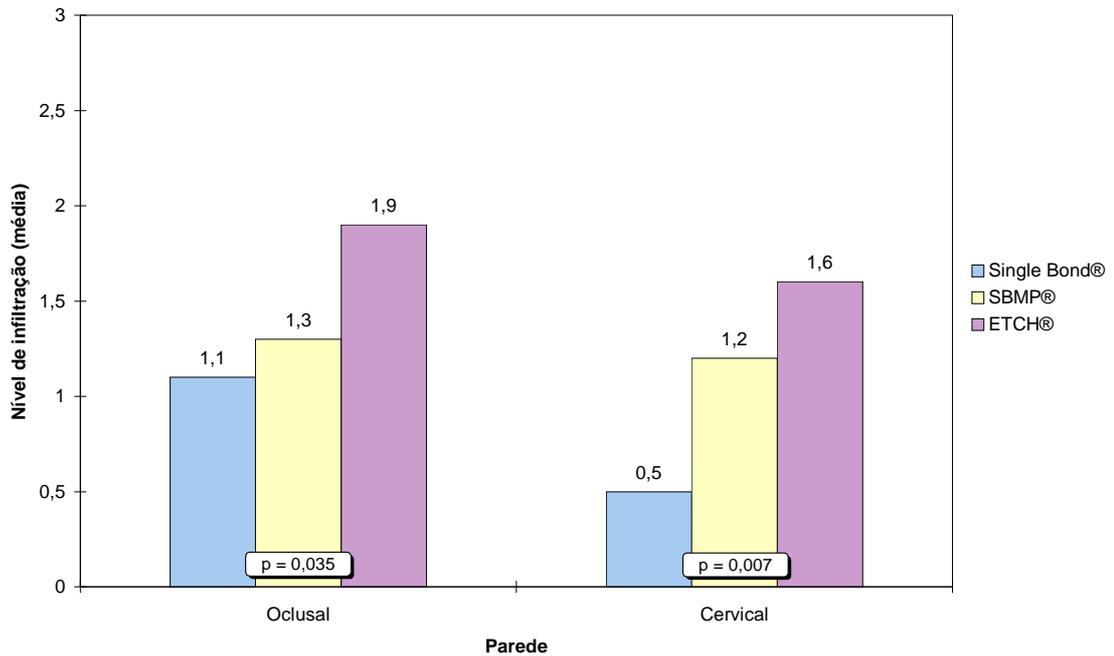
Quando avaliamos a parede cervical, com polimento imediato, foi constatado um nível de microinfiltração inferior para o sistema adesivo Single Bond® que se diferenciou dos demais sistemas.

Na avaliação das paredes oclusais, para polimento realizado após 14 dias, o sistema adesivo SBMP® mostrou o menor nível de microinfiltração, quando comparado com os demais sistemas adesivos que não apresentaram diferenças entre si.

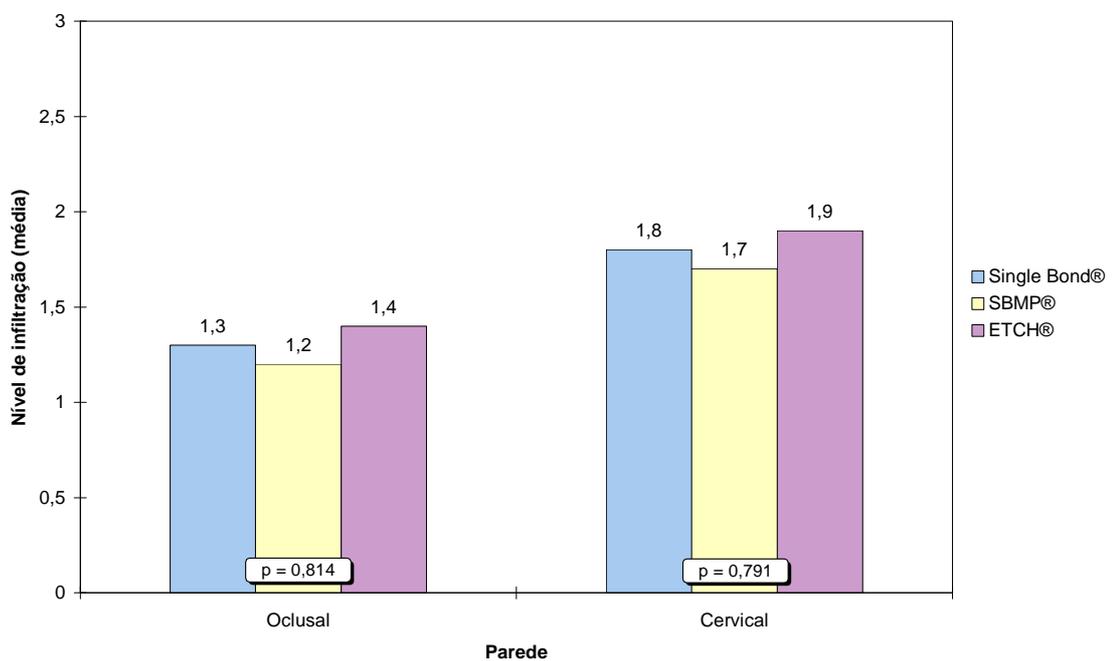
Considerando-se a avaliação realizada para polimento após 30 dias na parede oclusal, verificou-se uma diferença, estatisticamente significativa, apenas entre os sistemas Single Bond® e SBMP®, sendo que este último apresentou os menores índices de microinfiltração.

Para as demais situações, não foram observadas diferenças significativas entre os três sistemas adesivos utilizados.

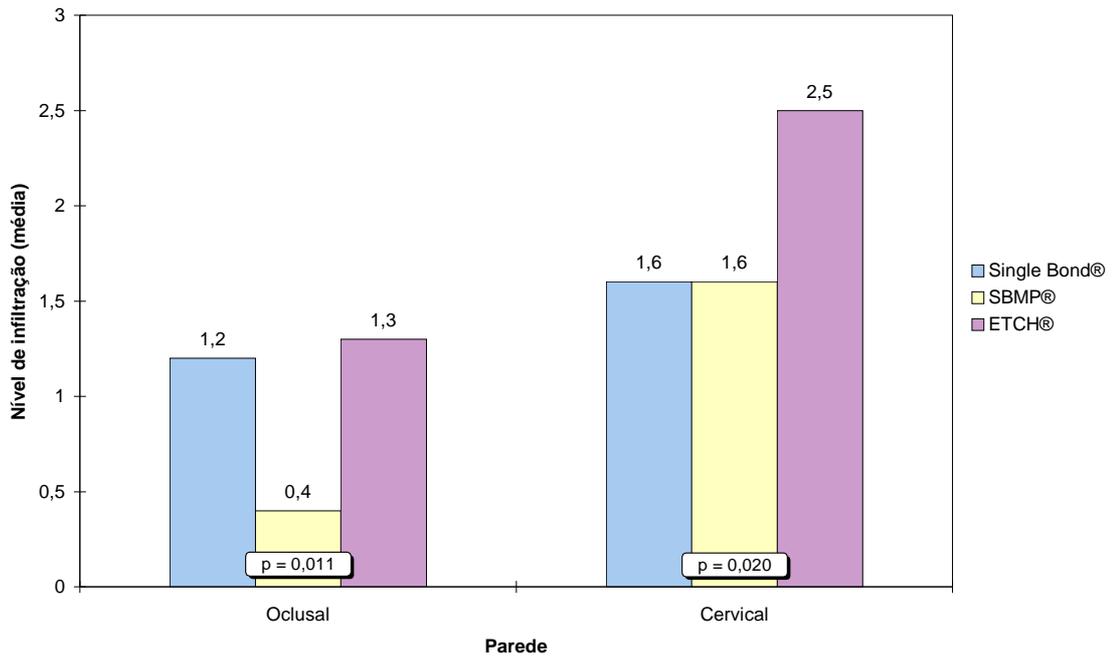
Esses resultados podem ser melhor visualizados nos GRÁF. 1 a 5, apresentados a seguir:



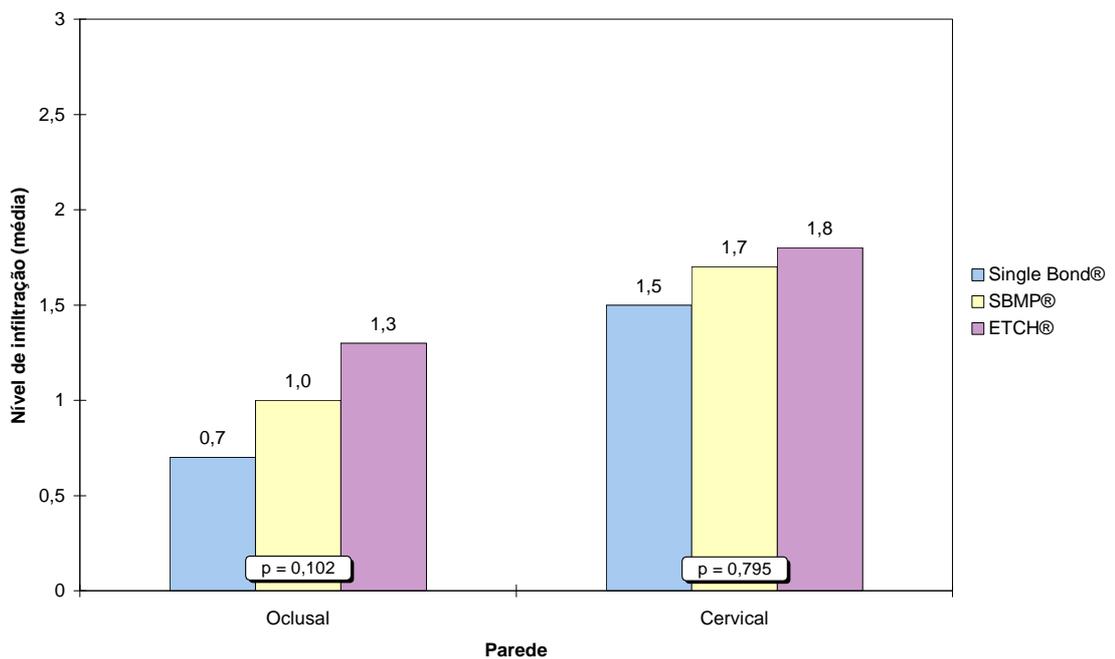
**GRÁFICO 1:** Nível de microinfiltração para cada um dos sistemas adesivos para polimento imediato, considerando-se a parede da restauração



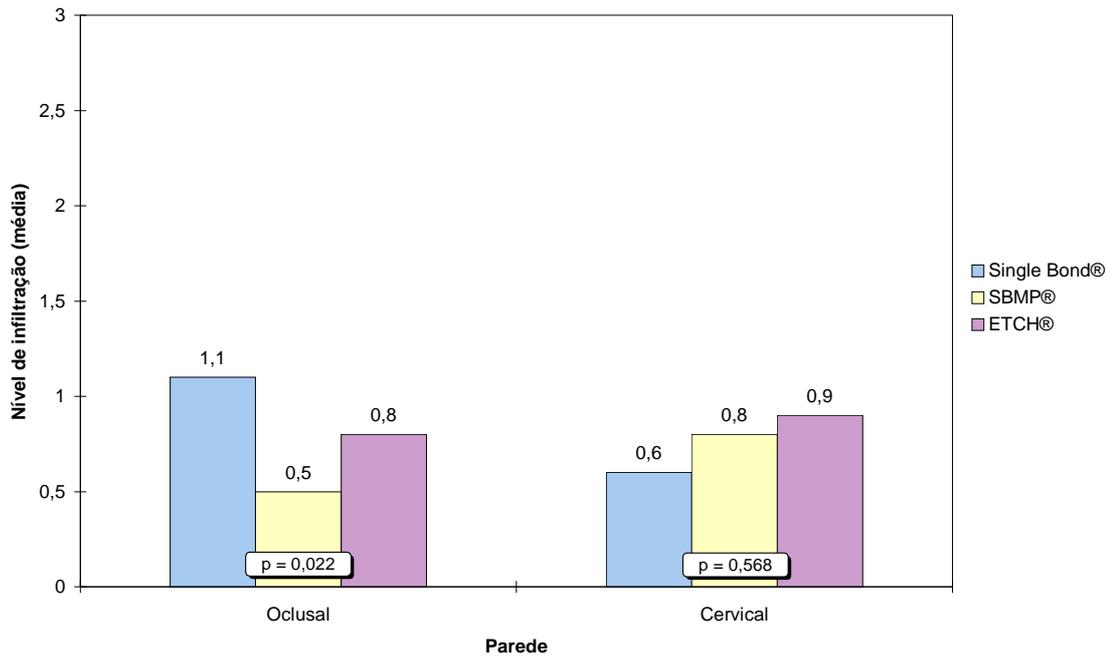
**GRÁFICO 2:** Nível de microinfiltração dos sistemas adesivos para polimento com 24 horas, considerando-se a parede da restauração



**GRÁFICO 3: Nível de microinfiltração dos sistemas adesivos após o polimento com 14 dias, considerando-se a parede da restauração**



**GRÁFICO 4: Nível de microinfiltração dos sistemas adesivos para polimento com 21 dias, considerando-se a parede da restauração**



**GRÁFICO 5:** Nível de microinfiltração dos sistemas adesivos para polimento com 30 dias, considerando-se a parede da restauração

A TAB. 2 apresenta os resultados dos tempos de polimento, considerando-se a microinfiltração em relação aos sistemas adesivos utilizados (Single Bond®, SBMP® e Etch & Prime®), e as paredes analisadas (oclusal e cervical).

**TABELA 2**  
**EFEITO DOS TEMPOS DE POLIMENTO SOBRE A MICROINFILTRAÇÃO, CONSIDERANDO OS SISTEMAS ADESIVOS E AS PAREDES ANALISADAS**

Adesivo	Parede	Tempo	Média	p	Conclusão
Single Bond®	Oclusal	Imediato	1,1	0,075	$T_0 = T_1 = T_2 = T_3 = T_4$
		24 horas	1,3		
		14 dias	1,2		
		21 dias	0,7		
		30 dias	1,1		
	Cervical	Imediato	0,5	< 0,001	$(T_1 = T_2 = T_3) >$ $(T_4 = T_0)$
		24 horas	1,8		
		14 dias	1,6		
		21 dias	1,5		
		30 dias	0,6		
SBMP®	Oclusal	Imediato	1,3	0,002	$T_0 = T_1 = T_3$ $T_3 = T_4$ $T_2 = T_4$ $(T_0, T_1) > (T_2, T_4)$ $T_3 > T_2$
		24 horas	1,2		
		14 dias	0,4		
		21 dias	1,0		
		30 dias	0,5		
	Cervical	Imediato	1,2	0,089	$T_0 = T_1 = T_2 = T_3 = T_4$
		24 horas	1,7		
		14 dias	1,6		
		21 dias	1,7		
		30 dias	0,8		
Etch & Prime®	Oclusal	Imediato	1,9	0,028	$T_0 = T_1 = T_2 = T_3$ $T_2 = T_3 = T_4$ $(T_0, T_1) > (T_3, T_4)$
		24 horas	1,4		
		14 dias	1,3		
		21 dias	1,3		
		30 dias	0,8		
	Cervical	Imediato	1,6	0,001	$T_1 = T_2$ $T_1 = T_3 = T_0$ $T_2 > (T_3, T_0)$ $T_4 < (T_2, T_1, T_3, T_0)$
		24 horas	1,9		
		14 dias	2,5		
		21 dias	1,8		
		30 dias	0,9		

**Nota:** a probabilidade de significância refere-se ao teste Kruskal-Wallis  
 $T_0 \rightarrow$  imediata  $T_1 \rightarrow$  24 horas  $T_2 \rightarrow$  14 dias  $T_3 \rightarrow$  21 dias  $T_4 \rightarrow$  30 dias

Não foi verificada uma influência, estatisticamente significativa, do tempo de polimento sobre o nível da microinfiltração, quando se considerou o sistema adesivo Single Bond® na parede oclusal e o sistema adesivo SBMP® na parede cervical.

Considerando o sistema adesivo Single Bond® na parede cervical, verificou-se que o nível de microinfiltração na avaliação imediata não diferiu, de maneira estatisticamente significativa, daquela realizada para polimento após

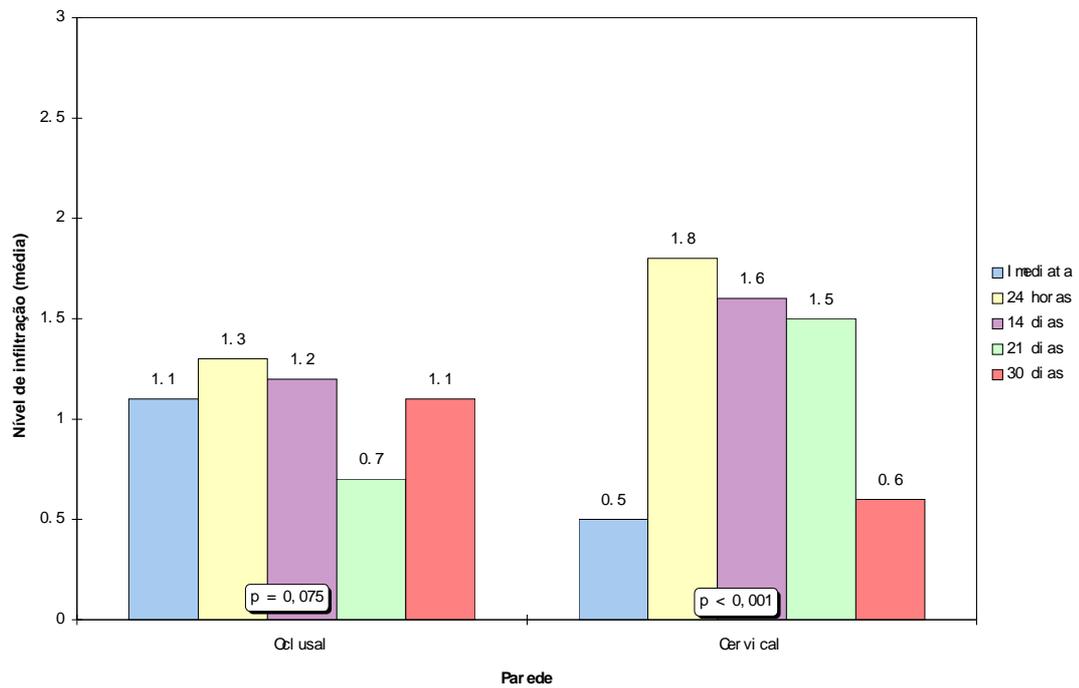
30 dias. No entanto, ambas apresentaram um nível de microinfiltração significativamente inferior ao observado nas demais avaliações (polimento após 24 horas, 14 e 21 dias) que não diferiram entre si.

Em relação ao sistema adesivo SBMP® na região oclusal, verificaram-se diferenças, estatisticamente significativas, entre as duas primeiras avaliações (imediate e após 24 horas), quando comparadas com as avaliações realizadas para polimento após 14 e 30 dias. Estas últimas apresentaram um menor nível de microinfiltração. Verificou-se, ainda, que, na avaliação realizada com o polimento após 21 dias, foi observado um nível de microinfiltração significativamente superior ao observado na avaliação feita com o polimento realizado após 14 dias da confecção das restaurações.

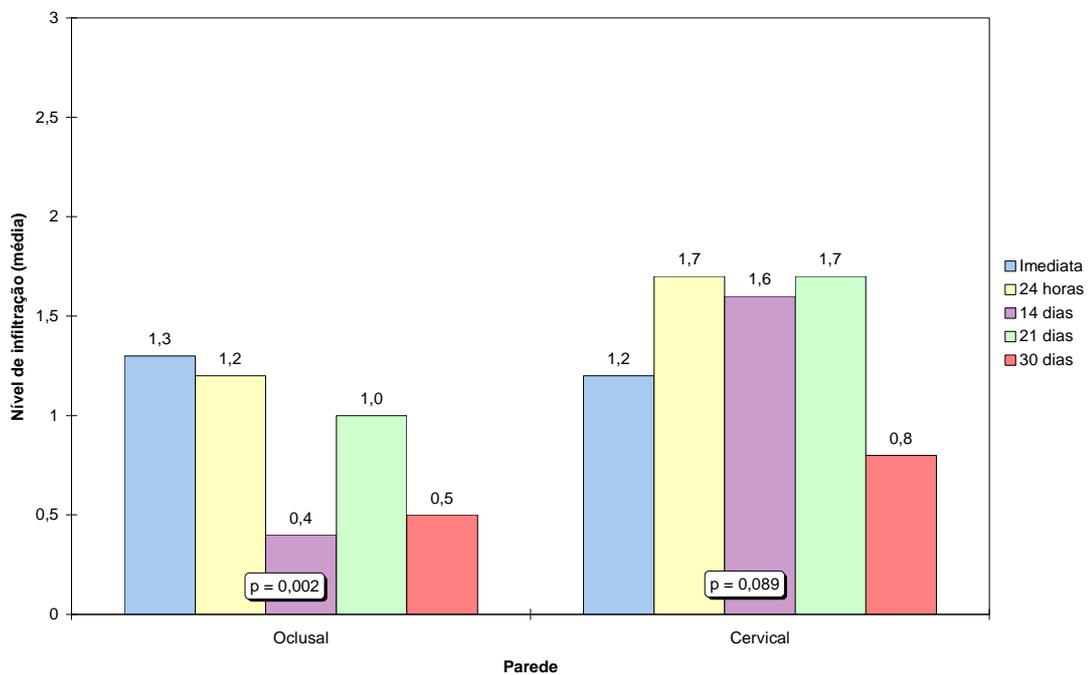
Para o sistema adesivo Etch & Prime®, na parede oclusal/incisal, observaram-se diferenças, estatisticamente significativas, entre as duas primeiras avaliações (imediate e com o polimento realizado após 24 horas), quando comparadas com as duas últimas avaliações (polimento após 21 e 30 dias), sendo que estas apresentaram valores inferiores.

Já para a parede cervical deste mesmo sistema adesivo (Etch & Prime®), constatou-se um nível de microinfiltração significativamente superior para polimento realizado após 14 dias da confecção das restaurações, quando comparado com polimento realizado imediatamente após, e com 21 dias. Além disso, na avaliação realizada para polimento após 30 dias, observou-se um nível de microinfiltração significativamente menor quando comparado com os demais períodos utilizados nesta pesquisa.

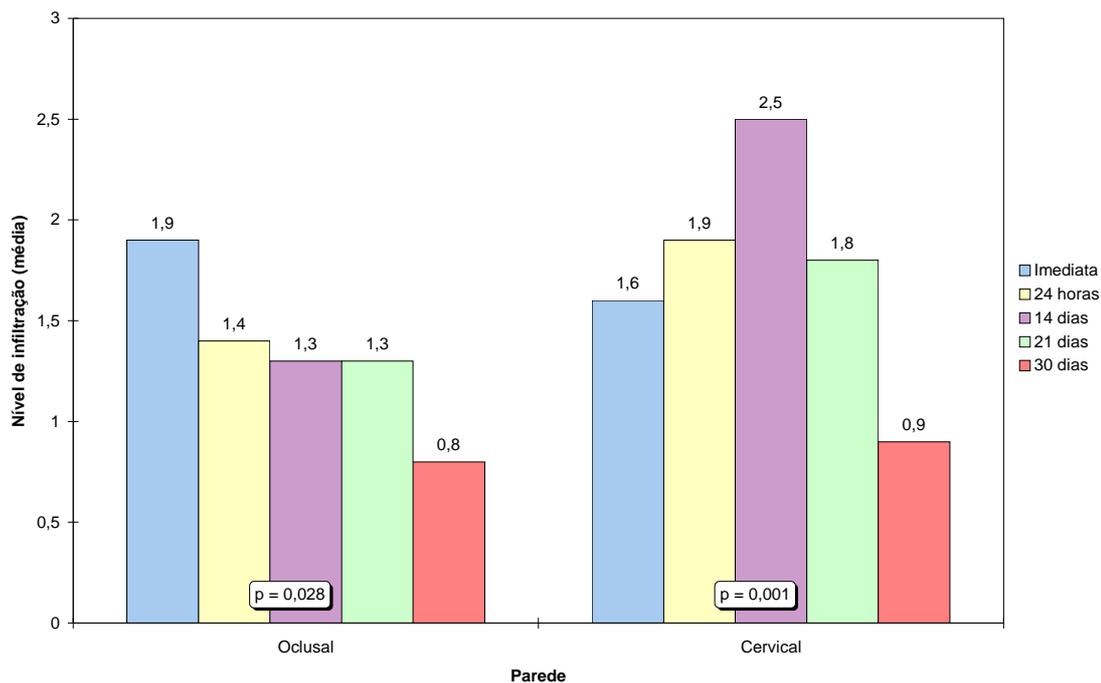
Esses resultados são visualizados nos GRÁF. 6, 7 e 8, apresentados a seguir:



**GRÁFICO 6: Nível de microinfiltração para cada um dos períodos de avaliação no sistema adesivo SINGLE BOND®, considerando-se a parede da restauração**



**GRÁFICO 7: Nível de microinfiltração para cada um dos períodos de avaliação no sistema adesivo SBMP®, considerando-se a parede da restauração**



**GRÁFICO 8: Nível de microinfiltração para cada um dos períodos de avaliação no sistema adesivo Etch & Prime®, considerando-se a parede da restauração**

O efeito das paredes analisadas sobre a microinfiltração, considerando os três sistemas adesivos e os diversos tempos de polimento, são apresentados na TAB. 3.

**TABELA 3**

**EFEITO DAS PAREDES ANALISADAS SOBRE A MICROINFILTRAÇÃO, CONSIDERANDO OS SISTEMAS ADESIVOS E OS TEMPOS DE POLIMENTO**

<b>Tempo</b>	<b>Adesivo</b>	<b>Parede</b>	<b>Média</b>	<b>p</b>	<b>Conclusão</b>	
Imediato	Single Bond®	Oclusal	1,1	<b>0,010</b>	R <sub>1</sub> > R <sub>2</sub>	
		Cervical	0,5			
	SBMP®	Oclusal	1,3		0,691	R <sub>1</sub> = R <sub>2</sub>
		Cervical	1,2			
	ETCH®	Oclusal	1,9		0,450	R <sub>1</sub> = R <sub>2</sub>
		Cervical	1,6			
24 horas	Single Bond®	Oclusal	1,3	<b>0,029</b>	R <sub>1</sub> < R <sub>2</sub>	
		Cervical	1,8			
	SBMP®	Oclusal	1,2		0,229	R <sub>1</sub> = R <sub>2</sub>
		Cervical	1,7			
	ETCH®	Oclusal	1,4		0,097	R <sub>1</sub> = R <sub>2</sub>
		Cervical	1,9			
14 dias	Single Bond®	Oclusal	1,2	0,218	R <sub>1</sub> = R <sub>2</sub>	
		Cervical	1,6			
	SBMP®	Oclusal	0,4		<b>0,002</b>	R <sub>1</sub> < R <sub>2</sub>
		Cervical	1,6			
	ETCH®	Oclusal	1,3		<b>0,003</b>	R <sub>1</sub> < R <sub>2</sub>
		Cervical	2,5			
21 dias	Single Bond®	Oclusal	0,7	<b>0,011</b>	R <sub>1</sub> < R <sub>2</sub>	
		Cervical	1,5			
	SBMP®	Oclusal	1,0		<b>0,027</b>	R <sub>1</sub> < R <sub>2</sub>
		Cervical	1,7			
	ETCH®	Oclusal	1,3		0,101	R <sub>1</sub> = R <sub>2</sub>
		Cervical	1,8			
30 dias	Single Bond®	Oclusal	1,1	<b>0,022</b>	R <sub>1</sub> > R <sub>2</sub>	
		Cervical	0,6			
	SBMP®	Oclusal	0,5		0,404	R <sub>1</sub> = R <sub>2</sub>
		Cervical	0,8			
	ETCH®	Oclusal	0,8		0,689	R <sub>1</sub> = R <sub>2</sub>
		Cervical	0,9			

**Nota:** a probabilidade de significância refere-se ao teste Kruskal-Wallis  
R<sub>1</sub> → oclusal      R<sub>2</sub> → cervical

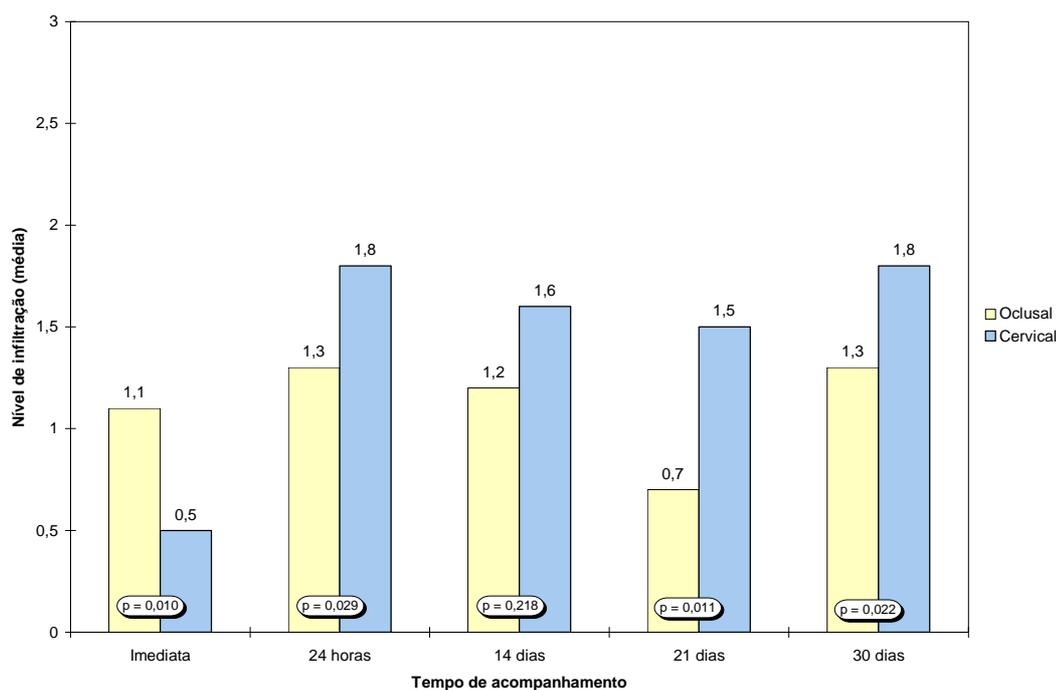
Nota-se um maior nível de microinfiltração na parede oclusal, quando considerados os dentes restaurados com o sistema adesivo Single Bond®, na

avaliação realizada para polimento imediato, e com 30 dias após a confecção das restaurações.

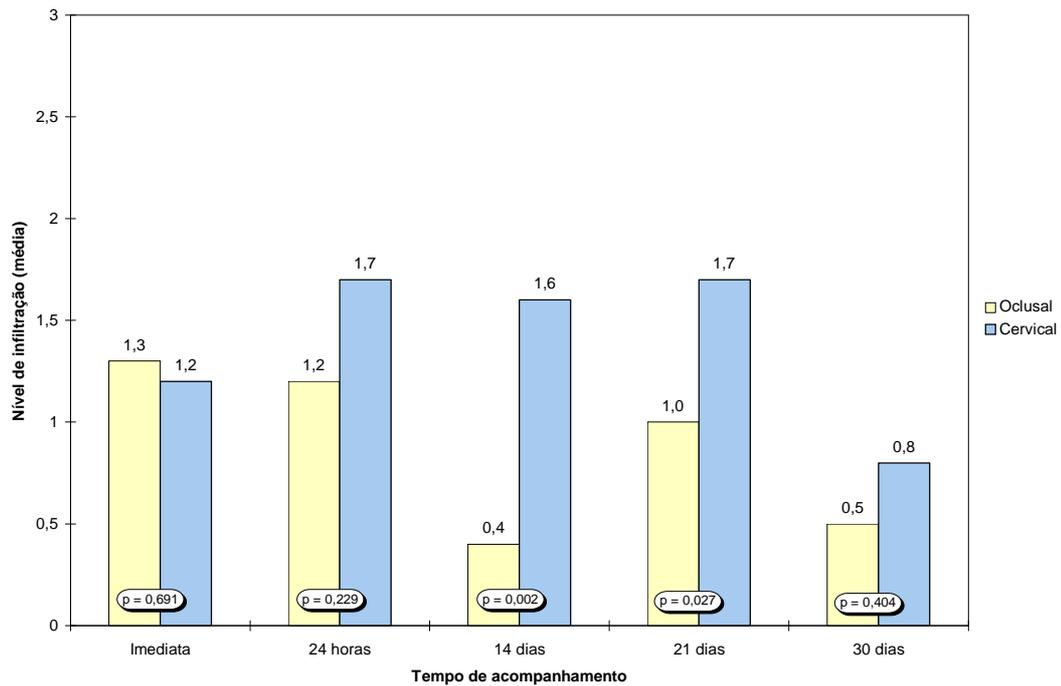
Por outro lado, em outras situações, observou-se um maior nível de microinfiltração na parede cervical: sistema adesivo Single Bond® para polimento realizado após 24 horas e 21 dias, SBMP® para polimento após 14 e 21 dias e Etch & Prime® para polimento realizado após 14 dias.

Para as demais situações, não foram observadas diferenças, estatisticamente significativas, entre as paredes oclusal e cervical, no que diz respeito ao nível de microinfiltração.

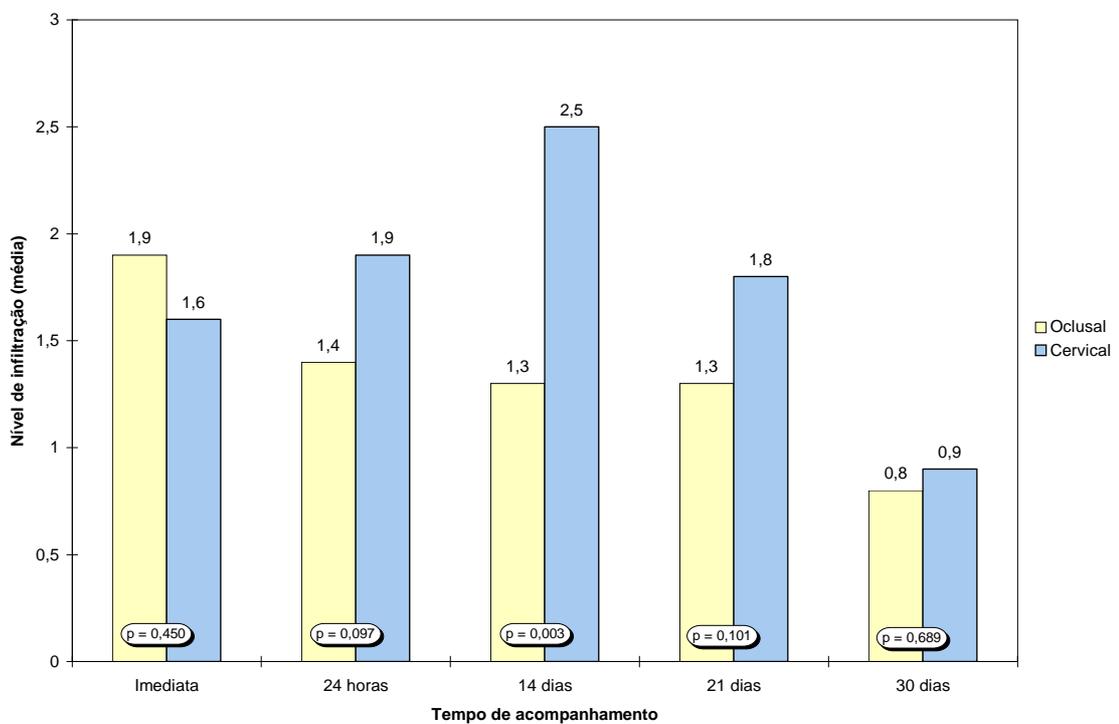
Estas observações são exemplificadas através dos GRÁF. 9 a 11.



**GRÁFICO 9: Nível de microinfiltração para cada uma das paredes da restauração no sistema adesivo SINGLE BOND®, considerando-se os períodos de avaliação**



**GRÁFICO 10: Nível de microinfiltração para cada uma das paredes da restauração no sistema adesivo SBMP®, considerando-se os períodos de avaliação**



**GRÁFICO 11: Nível de microinfiltração para cada uma das paredes da restauração no sistema adesivo Etch & Prime®, considerando-se os períodos de avaliação**

A análise de algumas amostras em microscopia eletrônica de varredura (MEV) é apresentada a seguir:

A FIG.10 mostra detalhes da camada híbrida formada entre o sistema adesivo Single Bond® e a dentina. Esta área (referente ao círculo na fotografia ao lado) é visualizada no MEV, com 750 vezes de aumento, podendo ser vistos os *tags* (setas). Na foto à esquerda, as setas indicam a ocorrência de fraturas de esmalte.

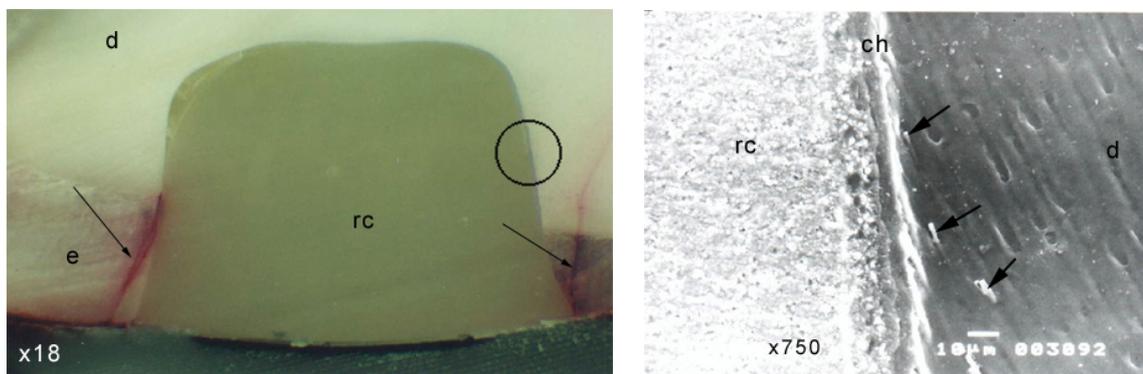


FIGURA 10 - Single Bond® + Z-100® polidas após 24h

**Nota:** d=dentina, e=esmalte, rc=resina composta, ch=camada híbrida, setas da micrografia=*tags*

**Obs.** A micrografia representa a área demarcada pelo círculo.

A FIG.11 mostra o polimento, após 30 dias, de restaurações confeccionadas com sistema adesivo Single Bond® + Z-100®. Duas situações (correspondendo aos círculos na foto superior) são evidenciadas em MEV. Na primeira a camada híbrida com 750 vezes de aumento. Na segunda, é verificada uma fratura de esmalte, estendendo-se pela fenda marginal(750x).

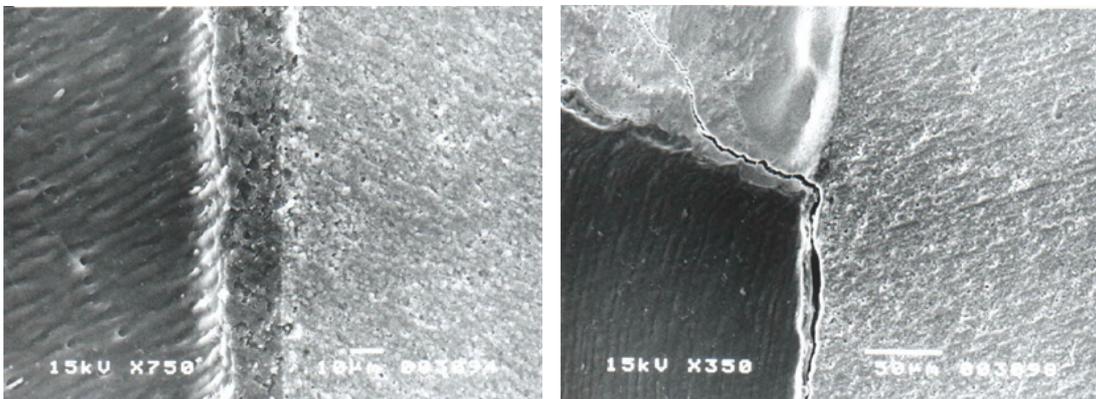
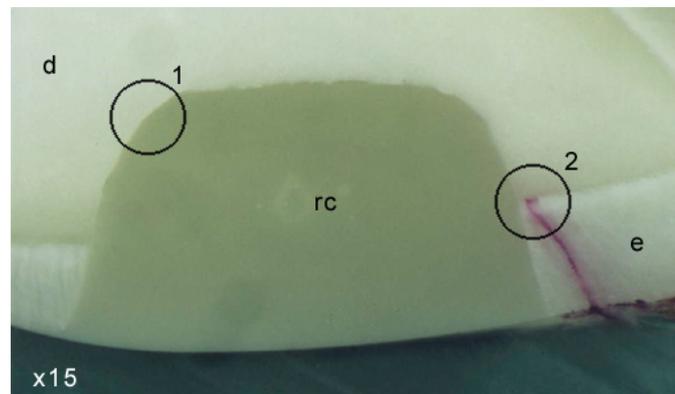


FIGURA 11 - Single Bond® + Z-100®, polido após 30 dias. As áreas assinaladas pelos círculos estão evidenciadas nas micrografias. Esquerda=região de camada híbrida (750X); direita=área de fratura de esmalte, estendendo-se pela dentina (350X).

**Nota:** d=dentina, e=esmalte, rc=resina composta

**Obs.** Micrografias representam as áreas demarcadas pelos círculos.

Restauração que utilizou o sistema adesivo Etch & Prime®, com acabamento e polimento após 24h, é mostrada abaixo, evidenciando-se nível 3 de penetração do corante. (FIG. 12)

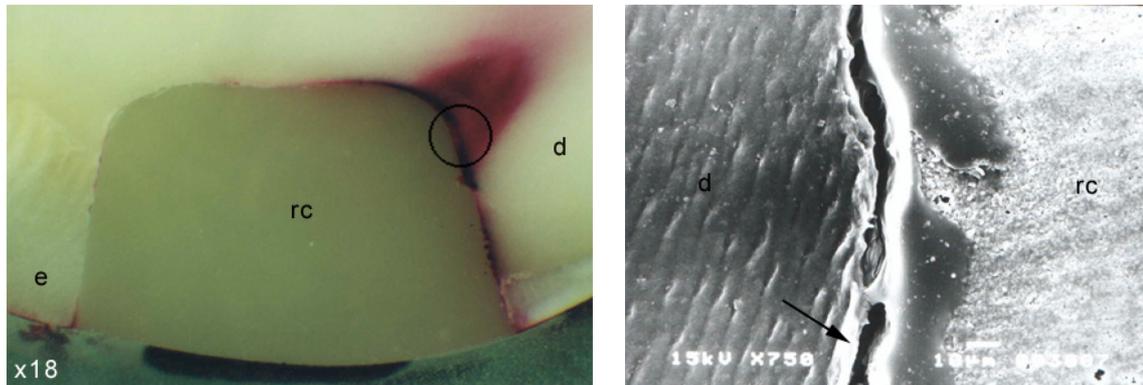


FIGURA 12 - Etch & Prime® + Degufill®, polimento após 24h. Na fotografia à esquerda é evidenciado nível 3 de penetração de corante. A seta, na micrografia, evidencia a ruptura de união adesiva (750X), correspondendo à área do círculo.

**Nota:** d=dentina, e=esmalte, rc=resina composta, seta=ruptura de união adesiva

O polimento após 30 dias de restaurações que utilizaram Etch & Prime® + Degufill® é mostrado na FIG. 13. Pode-se notar ocorrência de fratura coesiva da resina, quando examinada em MEV com 350X de aumento.

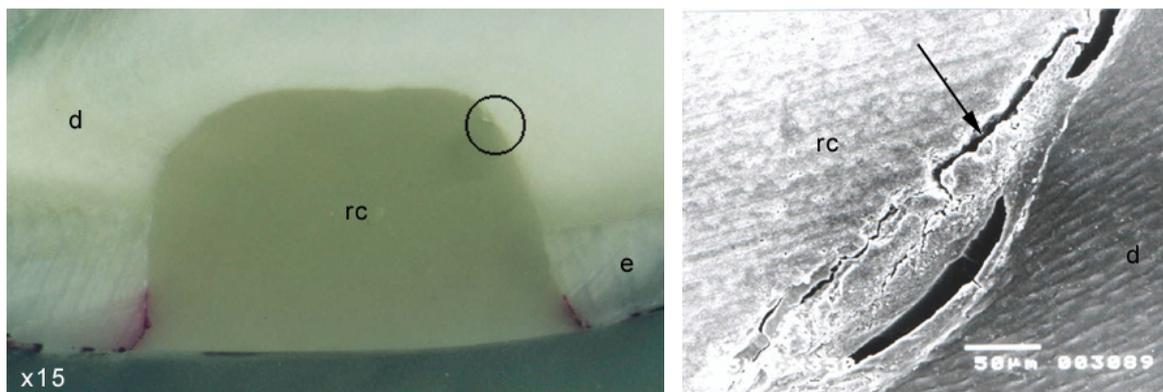


FIGURA 13 - Etch & Prime® + Degufill®, polimento após 30dias. Na fotografia é evidenciado nível 1 de penetração do corante. Na micrografia, correspondente à área do círculo, a seta está indicando uma área onde ocorreu fratura coesiva da resina (350X).

**Nota:** d=dentina, e=esmalte, rc=resina composta, seta=fratura coesiva de resina

Os prismas de esmalte com orientação paralela ao corte cavitário, o que poderia facilitar a ocorrência de fratura coesiva deste em virtude do estresse de

contração da polimerização, e a interface dente/material restaurador são mostrados na FIG. 14.

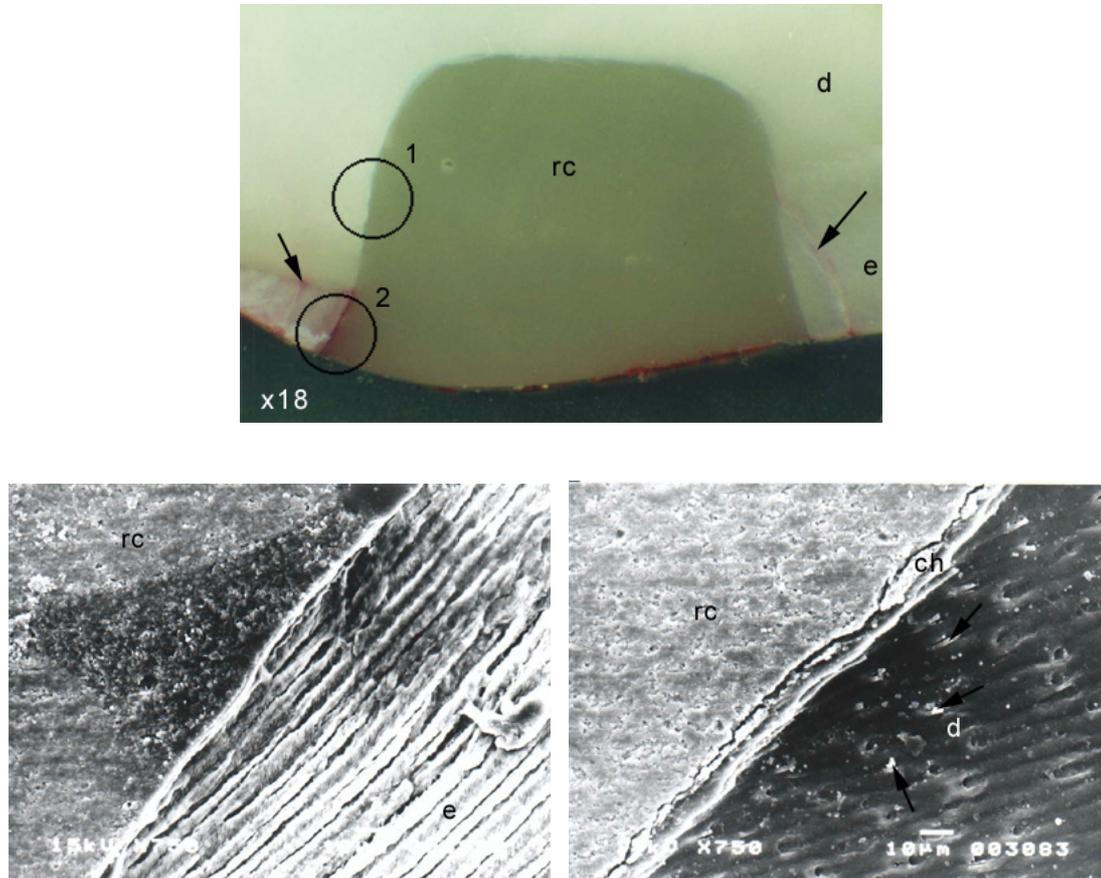


FIGURA 14 – SBMP® + Z 100®, polimento após 24h. As setas, na foto superior, assinalam áreas de fraturas de esmalte. Nas micrografias: esquerda corresponde ao círculo 1= região de camada híbrida, (750X) evidenciando a presença de *tags*; direita corresponde ao círculo 2= área de fratura de esmalte, evidenciando disposição paralela dos prismas ao preparo cavitário (750X).

**Nota:** d=dentina, e=esmalte, rc=resina composta e ch=camada híbrida

A ruptura da união adesiva é representada na FIG.15, para polimento após 30 dias de restaurações confeccionadas, utilizando SBMP® + Z-100®

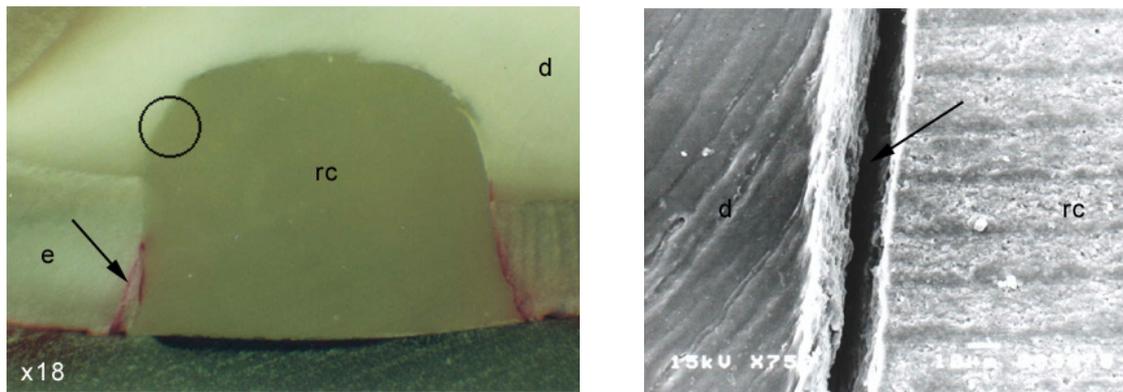


FIGURA 15 – SBMP® + Z 100®, polida após 30 dias, A seta à esquerda indica uma área de fratura de esmalte. A área correspondente à camada híbrida, assinalada sob o círculo, é vista na micrografia evidenciando ruptura de coesão entre o adesivo e a resina composta (750X).

**Nota:** d=dentina, e=esmalte, rc=resina composta

## **6 DISCUSSÃO**

---

## 6.1 DISCUSSÃO DA METODOLOGIA

O esforço para desenvolver um material restaurador ideal tem sido dificultado pelo compromisso do desempenho clínico, mantendo a necessidade de acomodar os efeitos estéticos. As propriedades desejáveis de uma resina composta incluem a adesão à estrutura dentária, biocompatibilidade, alta resistência à solubilidade no ambiente oral, similaridade à estrutura dentária em relação às propriedades físicas, mecânicas, cor, brilho e textura. Porém a contração de polimerização e o estresse gerado por esta continuam a ser o maior problema para o selamento hermético da interface dente/material restaurador, que está diretamente relacionado ao maior ou menor grau de microinfiltração.

Os estudos *in vitro* para avaliação da microinfiltração marginal possuem diferentes critérios que deveriam ser levados em consideração, como o tipo de substrato, meio e tempo de armazenamento dos dentes, localização e formato da cavidade, sistemas adesivos utilizados, técnica de inserção do material restaurador, sistemas de ativação, procedimentos de acabamento e polimento, tipo de estresse desenvolvido durante a contração de polimerização, teste escolhido para verificação da microinfiltração, ciclagem térmica, tipo de corante, método para avaliação da microinfiltração, entre outros (RETIEF, 1991; RETIEF, 1994).

A metodologia empregada neste trabalho *in vitro* foi utilizada para propiciar aos materiais adesivos e restauradores um padrão técnico que pudesse minimizar as falhas e para que reproduzissem, o mais próximo possível, os procedimentos clínicos. O nosso cuidado com a padronização iniciou-se desde a escolha das amostras, optando por dentes humanos íntegros, examinados com lentes de aumento (lupa de Pala 4X), sendo que os dentes que apresentassem trincas, lesões cáries ou restaurações, que pudessem influenciar na penetração do corante, foram descartados. Procedimentos semelhantes foram tomados por BUONOCORE, WILEMAN e BRUDEVOLD (1956), CRIM e MATTINGLY (1981), CRIM, SWARTZ e

PHILLIPS (1985), TORSTENSON, BRÄNNSTRÖM e MATTSSON (1985), CRIM e CHAPMAN (1986), CRIM e GARCIA-GODOY (1987), ZIDAN, GOMEZ-MARIN e TSUCHIYA (1987), BULLARD, LEINFELDER e RUSSEL (1988), HANSEN e ASMUSSEN(1988), ARAÚJO e ASMUSSEN (1990), BATITUCCI (1991), EAKLE e ITO (1991), RETIEF (1991), TJAN, BERGH e LIDNER (1992), VAZ et al. (1990), BARREIROS (1993), FERRARI et al. (1993), HOLTAN et al. (1993), CHAN e GLYN JONES (1994), FORTIN et al. (1994), FEILZER, DE GEE e DAVIDSON (1995), BOUSCHLICHER, VARGAS e DENEHY (1996), LIBERMAN, GORFIL e BEN-AMAR (1996), GORACCI e MORI (1996), YAP, STOKES e PEARSON (1996), CAGIDIACO et al. (1997), CIUCCHI et al. (1997), HANSEN e ASMUSSEN (1997), PIMENTA e PAIVA (1997), SCHÜPBACH, KREJCI e LUTZ (1997), CARDOSO e VIEIRA (1998), IWAMI et al. (1998), NYSTROM et al. (1998). Como pode ser notado a grande maioria dos estudos desenvolvidos na área odontológica utilizaram os dentes humanos como substratos. Entretanto, outros autores optaram por desenvolver suas pesquisas com substratos diferentes, talvez pela maior facilidade de se obter o número de elementos necessários, como na utilização dos dentes bovinos. Esses elementos apresentam constituição bastante similar aos dentes humanos e são mais fáceis de serem obtidos. Os seguintes autores consultados fizeram a opção por esses dentes: DAVIDSON, DE GEE e FEILZER (1984), UNTERBRINK e MUESSNER (1995), TITLEY et al. (1998), VERSLUIS, TANTBIROJN e DOUGLAS (1998). Na revisão da literatura, encontramos, também, autores que utilizaram dentes de primatas (BERGENHOLTZ, LOESCH e SYED (1982). A opção por esses dentes poderia estar relacionada a uma maior padronização das variáveis envolvidas na pesquisa e que poderiam afetar os testes. Dentre essas, vale citar a idade dos dentes colhidos, se estão ou não em função, dieta alimentar e hábitos do doador, entre outros. Por isso, quando se tem a certeza de que todos os elementos vieram de uma mesma fonte, ou de fontes que pudessem ser padronizadas, os resultados poderiam ser melhor correlacionados. Essa padronização, quando se utilizam dentes humanos, é mais complexa de ser conseguida, pois os elementos apresentam grandes variações quanto a todas

as variáveis envolvidas, tais como: idade do paciente, função dos elementos dentais (contatos oclusais), dieta, variações na composição, espessura de esmalte e dentina, qualidade do tecido dental, hábitos parafuncionais, tempo de erupção do elemento dental (RETIEF,1991). Dependendo do objetivo da pesquisa, o fato de o elemento dental ter estado ou não em função, seria de suma importância para a qualidade dos substratos envolvidos. Entretanto, na revisão da literatura, houve casos em que as amostras foram de terceiros molares ainda inclusos ou de pacientes muito jovens, como nos trabalhos de BOUSCHLICHER, VARGAS e DENEHY (1996), GORACCI e MORI (1996), CIUCCI et al. (1997), onde foram utilizados terceiros molares de pacientes com idade variando entre 18 e 22 anos. As causas para indicação das extrações poderiam ser, também, de razões periodontais, o que, via de regra, seria representativa em pacientes mais idosos, como nos trabalhos desenvolvidos por FERRARI et al. (1993) e CAGIDIACO et al. (1997), os quais utilizaram amostras provenientes desse tipo de indicação. Por outro lado, a indicação ortodôntica faz com que as amostras possuam características de pacientes bastante jovens, como no trabalho de TORTENSON, BRÄNNSTRÖM e MATTSSON (1985), CHAN e GLYN JONES (1994). A seleção de dentes de origem animal é feita principalmente em função da dificuldade de se obter dentes humanos íntegros (RETIEF, 1991). Esse fato, aliado aos fatores já mencionados, faz com que determinados pesquisadores façam a escolha por elementos que não tenham origem humana. Outros, ainda, utilizaram modelos de metal (MOMOI e McCABE ,1994), borracha (YAP, LYE e SAL, 1994) e Teflon (SWARTZ, PHILLIPS e RHODES, 1993, IWAMI et al., 1998).

Como iríamos trabalhar na face vestibular, com preparos apresentando a borda cavo superficial totalmente em esmalte, fizemos a escolha por pré-molares e caninos. Esses grupos de dentes apresentam similaridade de espessura do esmalte e a forma anatômica é menos complexa do que a dos molares. Não apresentam sulcos na vestibular, favorecendo o tipo de preparo a que nos propusemos confeccionar, bem como os procedimentos de acabamento e polimento. Além do mais, os elementos com indicação por razões ortodônticas (principalmente para pré-molares), freqüentemente nos

forneceriam dentes com boa integridade. Esse tipo de indicação raramente ocorre para molares, a não ser no caso de terceiros molares, que apresentam, rotineiramente, formas anatômicas variadas. Utilizamos dentes superiores e inferiores, distribuídos de forma aleatória entre os sistemas adesivos dentinários e os diferentes tempos de acabamento e polimento. A mesma opção por esses elementos dentais foi feita por CRIM e MATTINGLY (1981), VON FRAUNHOFER e HAMMER (1984), CRIM, SWARTZ e PHILLIPS (1985), TORTENSON, BRÄNNSTRÖM e MATTSON (1985), CRIM e GARCIA-GODOY (1987), ZIDAN, GOMEZ-MARIN e TSUCHIYA (1987), TJAN, BERGH e LIDNER (1992), VAZ et al. (1992), CHAN e GLYN JONES (1994), FEILZER, DE GEE e DAVIDSON (1995), CARDOSO e VIEIRA (1998). A grande maioria dos pesquisadores optou por preparos cavitários localizados em esmalte e dentina ou cimento. A nossa opção foi por término totalmente em esmalte, como nos trabalhos de CRIM e CHAPMAN (1986), HANSEN e ASMUSSEN (1997), para que pudéssemos fazer uma correlação entre a microinfiltração nas margens oclusais e cervicais. Isso seria mais difícil de ser efetuado se o posicionamento da cavidade abrangesse substratos com parede gengival em dentina (cimento).

Para a limpeza inicial dos dentes obtidos, fizemos a opção pela raspagem manual com curetas do tipo Grace e, posteriormente, polimento com escovas de Robson e pedra pomes. Procedimento semelhante foi adotado por ZIDAN, GOMEZ-MARIN e TSUCHIYA (1987), BULLARD, LEINFELDER e RUSSEL (1988), HOLTAN et al. (1993), BOUSCHLICHER, VARGAS e DENEHY (1996), PIMENTA e PAIVA (1997), NYSTROM et al. (1998). Alguns pesquisadores escolheram fazer a remoção de depósitos sólidos sobre a estrutura dental, com aparelhos de ultra-som, como foi o caso de YAP, STOKE e PEARSON (1996). O importante é que todas as amostras deveriam ser limpas antes da utilização, ponto sobre o qual há consenso na literatura.

O meio de armazenagem dos elementos dentais, antes do início dos procedimentos da pesquisa, é um assunto que tem gerado bastante discussão entre os autores. Muitos meios poderiam ser utilizados, alguns deles influenciando os testes para adesão. Ao nosso ver, este é um ponto que

merece maior padronização, para que os resultados dos vários experimentos possam ser confrontados, e deste modo, os trabalhos apresentem maior facilidade para reprodutibilidade. Fizemos a opção pelo uso da solução de Timol em soro fisiológico, sob refrigeração a 4°C, para que fosse evitado o crescimento de bactérias e fungos. Esta solução foi trocada a cada 15 dias. Opção semelhante, quanto ao meio de armazenagem, foi feita por RETIEF (1991), FORTIN et al. (1994), BOUSCHLICHER, VARGA e DENEHY (1996), sendo que TITLEY et al. (1998) desenvolveram um trabalho sobre este assunto. Relataram que o Timol não seria um bom meio de armazenamento para elementos que fossem utilizados em testes de resistência de união ao cisalhamento. Porém concluíram dizendo que os meios de armazenamento têm pouca influência sobre os resultados finais, mas neste estudo foram utilizados dentes bovinos. Como o teste de resistência da união não foi objetivo de nosso estudo, não achamos que este meio de armazenamento seria prejudicial para os nossos planos. Na revisão da literatura, encontramos diversos meios utilizados, sendo que a maioria deles optou pelo uso da água em temperatura ambiente, como CRIM e MATTINGLY (1981), CRIM, SWARTZ e PHILLIPS (1985), CRIM e CHAPMAN (1986), CRIM e GARCIA-GODOY (1987), HANSEN e ASMUSSEN (1988), LIBERMAN, GORFIL e BEN-AMAR (1996). As pesquisas de ZIDAN, GOMEZ-MARIN e TSUCHIYA (1987), NYSTRON et al. (1998) utilizaram como meio a água destilada sob refrigeração. A Cloramina T foi usada como meio de armazenamento por ARAÚJO e ASMUSSEN (1990), BATITUCCI (1991), BARREIROS (1993), FERRARI et al. (1993). Formalina a 10% foi usada por BULLARD, LEINFELDER e RUSSEL (1988), GORACCI e MORI (1996), CAGIDIACO et al. (1997). YAP, STOKES e PEARSON (1996), PIMENTA e PAIVA (1997) fizeram a opção por Formol, variando a concentração, sendo que os primeiros utilizaram a 10% e os últimos, a 2%. A solução salina fosfatada foi usada por CIUCCHI et al. (1997). VAZ et al. (1992) e IWAMI et al. (1998) utilizaram o soro fisiológico como meio de armazenamento. Apesar de ser importante esta informação para o detalhamento do trabalho, notamos, na revisão, muitos autores que não mencionaram o meio utilizado para armazenagem das amostras. Os seguintes

trabalhos não mencionaram o meio de armazenamento: DAVIDSON, DE GEE e FEILZER (1984), VON FRAUNHOFER e HAMMER (1984), CHAN e BOYER (1985), TORSTENSON, BRÄNNSTRÖM e MATTSSON (1985), EAKLE e ITO (1991), TJAN, BERGH e LIDNER (1992), HOLTAN et al. (1993), CHAN e GLYN JONES (1994), FEILZER, DE GEE e DAVIDSON (1995), UNTERBRINK e MUSSNER (1995), HANSEN e ASMUSSEN (1997), CARDOSO e VIEIRA (1998). Após o término dos preparos cavitários, usamos água destilada sob refrigeração (4°C) para armazenagem, até que as amostras fossem submetidas à ciclagem térmica. Esta era trocada periodicamente (média de quatro dias) para evitar o crescimento de fungos.

Os preparos cavitários do tipo CI V, com margens totalmente em esmalte, foram escolhidos por nós, assim como CRIM e CHAPMAN (1986), BULLARD, LEINFELDER e RUSSEL (1988), HANSEN e ASMUSSEN (1997). As cavidades apresentavam as seguintes dimensões: distância méso-distal de 4,0mm, ocluso-cervical de 3,0mm e profundidade de 2,0mm. Essas dimensões foram baseadas no trabalho de ARAÚJO e ASMUSSEN (1990). A importância de preparos cavitários padronizados, tanto quanto possível, poderia ser embasada através do estudo desenvolvido por CAGIDIACO et al. (1997) sobre a orientação dos túbulos dentinários em cavidades dos tipos CI V e II. Foi verificado que a densidade dos túbulos variava consideravelmente nas diferentes regiões dos preparos, sendo que a superfície intertubular aumentou após o condicionamento ácido em preparos CL V, de 20,9% para 50,3% nas paredes onde os túbulos foram cortados paralelamente ao longo eixo, e de 5,8% para 47,8%, onde foram cortados perpendicularmente. Nesse tipo de preparo, a margem cervical apresentou, principalmente, túbulos cortados perpendicularmente ao longo eixo, enquanto na incisal essa inclinação foi predominantemente oblíqua ou paralela. Além do mais, é sabido que o diâmetro dos túbulos dentinários é maior quanto mais próximo à polpa e que o número destes, assim como o seu diâmetro, diminuem em relação à superfície (RETIEF, 1991; RETIEF, 1994; CAGIDIACO et al., 1997). Desta forma, se não fosse feita a padronização dos preparos cavitários, poderiam ocorrer, ainda mais, alterações nos substratos dentinários disponíveis para os procedimentos

da união adesiva. A padronização das distâncias méso-distal e ocluso/incisal-cervical foram obtidas com o auxílio de um dispositivo de aço de extremidade cortante, confeccionado por nós. Esse era pressionado sobre uma fita adesiva, deslocando fragmentos com dimensões ligeiramente inferiores às aquelas. A seguir, esse fragmento de fita era colado sobre a superfície vestibular dos dentes e contornado com lapiseira (grafite de 0,5mm), para delineamento das cavidades. A fita era removida e os preparos, executados em alta velocidade e sob constante refrigeração de água/ar. A execução das cavidades nestas circunstâncias (alta velocidade e refrigeração água/ar) foi unanimidade nos trabalhos consultados, variando os instrumentos de corte, ora sendo pontas diamantadas, ora brocas de aço. Para padronização da profundidade dos preparos, desenvolvemos um cursor metálico. Este cursor, feito de latão, era adaptado a uma ponta diamantada (4137 da K. G. Sorensen®) através de um equipamento para inserção e remoção deste (também desenvolvido por nós). A remoção do esmalte era feita sem este cursor, sendo que, a partir da penetração em dentina, este era adaptado à ponta. EAKLE e ITO (1991) citaram que os preparos realizados por eles eram padronizados através de guias metálicos, mas não descreveram tais guias.

As pontas diamantadas utilizadas neste experimento (4137 da KG SORENSEN®) foram trocadas após a confecção de 10 preparos. Este procedimento visou à eficiência do corte sem o desenvolvimento de pressão e calor excessivos, ocasionados com a utilização de pontas já desgastadas. Este calor seria gerado pela necessidade de proporcionar maior pressão sobre a ponta, para que houvesse desgaste da estrutura dental, aumentando o atrito. Este fato seria prejudicial, não somente para as estruturas dentais mas, também, para a resistência de união. Na literatura, encontramos pesquisadores que trocavam suas brocas ou pontas com esta mesma frequência: CRIM, SWARTZ e PHILLIPS (1985), BULLARD, LEINFELDER e RUSSEL (1988). Os seguintes autores efetuaram a troca após cinco preparos: FORTIN et al. (1994), BOUSCHLICHER, VARGAS e DENEHY (1996), PIMENTA e PAIVA (1997) trocavam suas brocas após três preparos cavitários. Julgamos essa troca, com apenas três preparos, prematura, já que os preparos deveriam ser

executados sem forte pressão e com irrigação eficiente. Estes procedimentos aumentariam a vida útil dos instrumentos rotatórios. Quando descartávamos as pontas, após os 10 preparos, estas ainda se apresentavam bastante eficientes. Um fator pode ter sido determinante para este fato: o início do corte (remoção do esmalte) era feito com a ponta inclinada em relação à superfície do dente na qual seria realizado o preparo (vestibular). Este fato fazia com que a superfície cortante da ponta não fosse tão desgastada, aumentando a sua vida útil. Esta técnica foi desenvolvida durante o projeto piloto deste estudo. O término dos preparos cavitários foi feito em 90°, sem a confecção de bisel.

O acabamento dos preparos foi realizado com instrumentos de corte manual para a remoção dos prismas de esmalte sem suporte dentinário. Esse procedimento teve por finalidade evitar a fratura dos prismas durante o estresse desenvolvido pela contração de polimerização. Os instrumentos usados eram afiados periodicamente. Na revisão, não encontramos procedimentos similares, sendo que esses, quando citados, eram feitos com brocas, como em BATITUCCI (1991), BARREIROS (1993), que usaram brocas de número 57 em baixa velocidade. O preparo das amostras para o processo da adesão seguiu as instruções dos fabricantes para todos os sistemas utilizados, exceto para a etapa de secagem das cavidades, nos preparos cavitários que utilizaram o sistema adesivo SBMP®. Nós utilizamos a técnica de remoção do excesso de água através de papel absorvente, enquanto o fabricante recomenda breve secagem com jato de ar, por dois a cinco segundos. É interessante ressaltar que, apesar de ser produzido pelo mesmo fabricante do SBMP®, as recomendações para remoção do excesso de água para o sistema Single Bond® orientam para a utilização de pontas de papel absorvente ou algodão. Não sabemos se, por se tratar de um produto mais antigo no mercado, as bulas que acompanham o sistema adesivo SBMP® ainda não foram trocadas, por questão de economia, ou se o processo de adesão para o Single Bond® se daria de maneira diferente, já que este produto contém o *primer* associado ao *bond* no mesmo frasco. A secagem com ar torna-se muito subjetiva, pois não temos condições de padronizar quanto à pressão da seringa tríplice, distância do preparo à ponta da seringa, o que

poderia ocasionar desidratação em determinadas áreas ou excesso de umidade, principalmente nos ângulos. Qualquer uma das situações seria prejudicial para o processo da adesão (CARVALHO et al.1996). Haveria ainda o risco da contaminação da cavidade por óleo proveniente do compressor de ar, mesmo com a utilização de filtros. Acreditamos que a maneira por nós utilizada seria mais uniforme, evitando a desidratação da dentina e mantendo o substrato úmido. Este procedimento iria permitir melhor controle da umidade sobre a estrutura dental. O ideal é que não se deixasse umidade visível sobre a dentina. A secagem com ar, após o condicionamento ácido, poderia produzir o colapso da matriz desmineralizada, reduzindo a resistência de união, levando a falhas posteriores das restaurações. Entretanto, para IWAMI et al. (1998)<sup>b</sup>, esses sistemas adesivos não são tão sensíveis à quantidade de umidade superficial quanto os sistemas baseados em acetona. Para o sistema SBMP®, que contém o *primer* baseado em água, o ideal seria a secagem com papel absorvente, o que iria produzir a superfície mais propícia, facilitando a difusão do *primer* para dentro da camada desmineralizada, aumentando a resistência de união. Quanto ao sistema Single Bond®, que necessita de um condicionamento ácido prévio e apresenta o *primer* associado ao adesivo dentro de um mesmo frasco, e ao sistema Etch & Prime®, apresentado na forma de dois frascos, não requerendo a utilização separada do ácido, as informações na literatura especializada ainda são escassas, por se tratar de sistemas relativamente novos no mercado. Na revisão da literatura, foram encontrados diferentes tipos de preparadores dos substratos dentários (ácido fosfórico, oxálico, ácido clorídrico, oxalato de Alumínio + glicina, ácido maleico, EDTA) com diferentes concentrações (para o ácido fosfórico foram encontradas concentrações de 10%, 35%, 40%, 50%, 85%), assim como diferentes tempos de aplicação e processos de lavagem (variando de 15 segundos a um minuto e meio), e secagem. Com a constante evolução, tanto dos materiais quanto das técnicas, muitos dos procedimentos utilizados no passado, atualmente não são aplicados. O importante é o conhecimento do material, da técnica e o tipo de substrato sobre o qual será aplicado, para que suas vantagens sejam

maximizadas e suas desvantagens, minimizadas. O que hoje parece ser bem lógico para ser utilizado, amanhã, pode não o ser.

Para a restauração de todos os preparos cavitários, foram usadas resinas compostas na cor A 3. A escolha da mesma cor para as duas resinas foi uma tentativa para que a profundidade de polimerização não fosse influenciada pelos coeficientes de transmissão da luz, o que iria alterar os resultados finais. Isso está em concordância com os trabalhos de SWARTZ, PHILLIPS e RHODES (1983), onde foi relatado que a cor influenciou no grau de polimerização das resinas, e no trabalho de YEARN (1985), que afirmou que as propriedades ópticas da resina podem afetar a profundidade de polimerização. O mesmo foi concluído por PAULINELLI (1999), que observou que as cores mais claras permitiram maior difusão da luz.

A técnica de inserção incremental diagonal foi a escolhida por nós, por acreditarmos que, para cavidades nas quais a resina composta é aderida para mais de uma parede, o estresse da contração de polimerização desenvolvido seria melhor liberado com o uso desta técnica. Este procedimento iria fazer com que a resistência de união do sistema adesivo à estrutura dental pudesse ser mantida, preservando, dessa forma, a integridade marginal. A inserção do primeiro incremento no sentido ocluso-axial, sem o envolvimento total do esmalte, pareceu-nos lógica, já que a oclusal normalmente apresenta maior espessura de esmalte, propiciando maior resistência de união do que se o primeiro incremento fosse inserido na parede cervical (RETIEF, 1991). Com a liberação do estresse da contração de polimerização pelo escoamento do material através da superfície livre, não aderida, a resina permaneceria em contato mais íntimo em relação à estrutura dental. Esta afirmação corrobora aqueles autores que comprovaram a influência do fator de configuração da cavidade (fator – c) na liberação do estresse da contração de polimerização. Também DAVIDSON e DE GEE (1984) verificaram que a polimerização da resina, em condições de confinamento parcial, poderia fazer com que grande parte do estresse desenvolvido durante a polimerização fosse liberado pelo escoamento. Seguindo a mesma tendência, DAVIDSON, DE GEE e FEILZER (1984) afirmaram que restaurações confinadas em três dimensões não

conseguiram resistir às tensões da contração de polimerização, quando inseridas em incremento único. As vantagens da utilização da técnica incremental também foram abordadas no trabalho de YEARN (1985), onde foi salientado que esta técnica poderia fazer com que a luz tivesse maior acesso à superfície da resina composta, nos diferentes incrementos, aumentando dessa forma o grau de polimerização alcançado pela restauração, quando comparada à técnica de inserção em incremento único. DAVIDSON (1986) ressaltou que o primeiro incremento deveria ser inserido de maneira que permitisse a contração livre e o escoamento procedesse através da dentina e não fosse obstruído pela forte resistência de união da interface esmalte/resina. FEILZER, DE GEE e DAVIDSON (1987), VAN MEERBEEK (1992), FERRARI et al. (1993), RETIEF (1991), FORTIN et al. (1994), RETIEF (1994), CARVALHO et al. (1996), LIBERMAN, GORFIL e BEM-AMAR (1996), YAP, STOKES e PEARSON (1996), CIUCCHI et al. (1997), DAVIDSON e FEILZER (1997), HANSEN e ASMUSSEN (1997), PIMENTA e PAIVA (1997), VERSLUIS, TANTBIROJN e DOUGLAS (1998) também verificaram as vantagens da utilização da técnica incremental em relação ao incremento único. Entretanto, apesar de parecer bastante óbvio, as vantagens obtidas com esta técnica, sua indicação não conseguem ser unânimes entre os autores. ZIDAN, GOMEZ-MARIN e TSUCHIYA (1987), EAKLE e ITO (1991), TJAN, BERGH e LIDNER (1992), JEDRYCHOWSKI, BLEIER e CAPUTO (1998) não verificaram diferenças estatisticamente significantes entre o uso da técnica incremental e do incremento único.

Como relatado anteriormente neste estudo, procuramos otimizar a utilização dos materiais restauradores, para que, ao final do experimento, apresentassem a melhor adaptação marginal possível, exibindo um mínimo de microinfiltração. Tendo em vista este ponto, resolvemos aumentar o tempo de fotoativação para todos os incrementos. Este tempo adicional foi feito com o uso de um dispositivo metálico, desenvolvido por nós, acoplado à ponta do aparelho fotoativador. O acessório tinha 10mm de comprimento e foi encaixado à ponta do aparelho, sob pressão, visando diminuir a intensidade luminosa sobre a superfície da resina composta após a inserção de cada incremento.

Acredita-se que este fato iria permitir maior escoamento, melhor adaptação da resina à estrutura dental, diminuindo, também, o estresse da contração de polimerização (CARVALHO et al., 1996; VERSLUIS, TANTBIROJN e DOUGLAS,1998). De fato, foi verificado que, com o uso deste acessório, a intensidade luminosa, emitida pelo aparelho fotoativador, caía de aproximadamente  $550\text{mW}/\text{cm}^2$ , para algo em torno de  $250\text{mW}/\text{cm}^2$  (redução de aproximadamente 50%). Cada incremento era novamente polimerizado, por 40 segundos, sem o uso do dispositivo distanciador, permanecendo a ponta do aparelho em contato com a superfície do elemento dental. Este procedimento foi baseado nos trabalhos de SWARTZ, PHILLIPS e RHODES (1983), que afirmaram existir sempre uma tendência à redução da polimerização quando a fonte luminosa não é colocada diretamente em contato com a superfície da resina. Esta diminuição inicial da polimerização seria compensada pelo aumento do tempo da polimerização. DAVIDSON e DE GEE,1984; RETIEF,1991 afirmaram que nos estágios iniciais da polimerização, a contração é máxima, mas o material restaurador ainda é fraco e consegue se deformar. CHAN e BOYER (1986), YEARN (1985) verificaram que a dureza da resina aumentava para cada aumento no tempo de exposição. DAVIDSON, 1986; VERSLUIS, TANTBIROJN e DOUGLAS, 1998 afirmaram que o estresse da contração poderia ser diminuído pela diminuição da intensidade luminosa, salientando que 80% da resistência de união e dos estresses da contração de polimerização ocorreriam nos primeiros 20 segundos. RETIEF, 1991; RETIEF,1994; FEILZER, DE GEE e DAVIDSON, 1995; UNTERBRINK e MUESSNER, 1995; DAVIDSON e FEILZER, 1997; HANSEN e ASMUSSEN, (1997) concluíram que a fotoativação com intensidades menores contribuíram para se obter melhor integridade nas interfaces das restaurações com a estrutura dental. Portanto julgávamos que, com o uso deste acessório distanciador, a diminuição inicial da intensidade luminosa seria benéfica para a adesão entre o material restaurador e a estrutura dental, permitindo maior escoamento com conseqüente redução do estresse de contração. O procedimento seria padronizado para todas as amostras.

O aparelho utilizado para a fotoativação, em todo o experimento, foi o Opitlux 401®. Este era sempre aferido antes do início da polimerização, quanto à intensidade luminosa. De acordo com VERSLUIS, TANTBIROJN e DOUGLAS, 1998; PAULINELLI, (1999) utilizamos como norma o aquecimento prévio do aparelho para que a intensidade luminosa permanecesse estável durante os procedimentos da ativação. O sentido da fotoativação seguido para cada incremento foi: 1º incremento, luz direcionada contra a parede oclusal do preparo cavitário; 2º incremento, luz direcionada contra a parede cervical e, no 3º, a luz foi direcionada em direção ao centro da restauração. Este procedimento foi realizado para todas as restaurações, estando a ponta fototoativadora com ou sem o dispositivo distanciador. O direcionamento da luz contra as paredes cavitárias foi realizado por DAVIDSON, 1986; VAN MEERBEEK, 1992. Por outro lado, TJAN, BERGH e LIDNER (1992) não encontraram diferenças significativas quando as restaurações foram ativadas somente pela superfície oclusal, em comparação àquelas que foram ativadas em diferentes direções. Apesar de estudos mais recentes como os de VERSLUIS, TANTBIROJN e DOUGLAS (1998) confirmarem que, em restaurações executadas pela técnica adesiva, o sentido dos vetores da contração de polimerização não são direcionados para a fonte luminosa, mantivemos este procedimento por acharmos que ele reproduz a realidade na maioria dos consultórios odontológicos.

As resinas compostas sempre apresentam contração durante o processo de polimerização, sendo que esta ocorreria de forma muito rápida para as resinas que são fotoativadas, quando comparadas com as resinas ativadas quimicamente, nas quais esta contração iria ocorrer de maneira bem mais lenta (CARVALHO et al. 1996). É sabido que a contração de polimerização é deletéria para a união adesiva entre o material restaurador e a estrutura dental. Por outro lado, as resinas apresentam a sorpção de fluidos do meio ambiente oral. Esta sorpção produz um aumento volumétrico conhecido pelo nome de expansão higroscópica que poderia compensar, em parte, a contração ocorrida, melhorando, dessa forma, o *gap* formado na interface dente/material restaurador (DAVIDSON e FEILZER, 1997). Acontece que a

contração de polimerização é um processo muito rápido, enquanto a expansão higroscópica é um processo lento e gradual, que pode levar dias, e até mesmo meses. Como estas duas características são intrínsecas nas resinas, que poderiam afetar diretamente a interface marginal, encontramos, na literatura, autores que aconselham a postergação dos procedimentos de acabamento e polimento para que a expansão volumétrica possa ocorrer, de forma livre, sem impedimentos físicos que poderiam ser impelidos no *gap*, quando da realização destes procedimentos. Esses resíduos poderiam ser oriundos dos agentes abrasivos dos materiais utilizados, da estrutura dental ou mesmo das resinas compostas, e iriam funcionar como verdadeiras cunhas físicas que impediriam uma maior aproximação da resina em direção à estrutura dental. Essas afirmações estão em concordância com os trabalhos de DAVIDSON e DEE GEE, 1984; VON FRAUNHOFER e HAMMER, 1984; BATITUCCI, 1991; BARREIROS, 1993. Eles verificaram que a microinfiltração no *gap* apresentou tendências a diminuir com o passar do tempo. FAN et al. (1985) afirmaram que a sorção ainda continuou após 30 dias. LEUNG, ADISHIAN e FAN (1985) concluíram que as resinas continuaram a aumentar os valores de dureza após 7 dias, sendo mais expressivo este aumento nos primeiros 20 minutos, (YEARN, 1985; DAVIDSON, 1986; FEILZER, DE GEE e DAVIDSON, 1987; TROWBRIDG, 1987; BULLARD, LEINFELDER e RUSSEL, 1988; HANSEN e ASMUSSEN, 1988; ARAÚJO e ASMUSSEN, 1990). BATITUCCI (1991) concluiu dizendo que os procedimentos de acabamento e polimento deveriam ser adiados por um período de sete dias ou mais, para que o processo da sorção de fluidos pudesse melhorar a interface dente/material restaurador. VAN MEERBEEK, 1992; BARREIROS, 1993 aconselharam a postergação desses procedimentos por um período de 21 dias ou mais, enquanto CHAN e GLYN JONES, 1994; MOMOI e McCABE, (1994) verificaram que a expansão continuou após seis meses. BOUSCHLICHER, VARGAS e DENEHY, 1996; CARVALHO et al., (1996) relataram que apesar de ser benéfica inicialmente, a expansão higroscópica poderia causar erosão da rede polimérica, o que levaria à redução da resistência, perda de adaptação e diminuição da resistência ao desgaste (YAP, STOKES e PEARSON, 1996; DAVIDSON e FEILZER, 1997;

PIMENTA e PAIVA, 1997; IWAMI et al., 1998<sup>a</sup>). Apesar das fortes evidências de que os procedimentos de acabamento e polimento deveriam ser adiados para consultas subseqüentes, foi verificado que muitos autores realizaram o acabamento de suas amostras imediatamente após a conclusão das restaurações, como CRIM, SWARTZ e PHILLIPS, 1985; CRIM e GARCIA-GODOY, 1987; FERRARI et al., 1993; VAN MEERBEEK et al., 1996; YAP, LYE e SAL, 1997.

Sabe-se que as resinas compostas apresentam agentes de ligação cruzada em concentrações variadas. É também conhecido que o mecanismo da sorção de líquidos é feito por difusão. Portanto, conforme os agentes de ligação cruzada presentes e suas concentrações, estes poderiam dificultar, e muito, o mecanismo dessa difusão. Como os componentes, concentrações e formulações são segredos dos fabricantes, pergunta-se: Será que os diferentes tempos preconizados na literatura, para o acabamento e polimento, não estariam em função da composição química diferente das resinas compostas, utilizadas nos diferentes trabalhos, tais como o tipo e a concentração dos agentes para promoção das ligações cruzadas? Sabe-se que, quanto maior a concentração desses agentes, maior será o grau de conversão apresentado pela resina durante a polimerização. Por outro lado, maior será, também, a contração exibida por esta, aumentando a fenda marginal. Este fato é relatado por CARVALHO et al. (1996) e tratado como um conflito vivido pelos fabricantes, para os quais um fator que apresenta melhoria das propriedades físicas das resinas compostas deterioraria as propriedades biológicas do produto. Como podemos notar, não existe unanimidade quanto ao prazo que seria aconselhável para a realização do polimento final das restaurações. Evidentemente, restaurações que apresentassem biséis muito longos seriam menos afetadas, mas aquelas que apresentassem término em 90° estariam mais sujeitas a esta variável e apresentariam influência direta na microinfiltração marginal (CRIM e CHAPMAN, 1986). A inviabilidade clínica de se retardar o polimento por períodos muito dilatados também deveria ser levada em conta. Este fato nos motivou na confecção deste estudo, para que pudéssemos observar qual o período que seria menos crítico para a confecção

do polimento em restaurações de resina composta. Por isso escolhemos os seguintes tempos para a confecção dos procedimentos de acabamento e polimento: imediatamente após a confecção das restaurações, 24 horas, 14 dias, 21 dias e 30 dias. As amostras que não foram polidas imediatamente foram mantidas em água destilada à temperatura ambiente, até que fosse completado o referido tempo. Essa água foi trocada freqüentemente para evitar o crescimento de fungos.

A escolha dos instrumentos abrasivos para acabamento e polimento utilizados neste trabalho teve a preocupação de manter uma ordem decrescente de abrasividade, para que o material restaurador possuísse uma lisura de superfície compatível com a necessidade clínica. Todos os instrumentos foram utilizados em baixa velocidade, sem refrigeração por água ou ar, em leves movimentos no mesmo sentido, por um único operador. O tempo de aplicação de cada um foi de 30 segundos, sendo que os discos de lixa eram utilizados somente uma vez e descartados. As brocas multilaminadas foram descartadas após serem utilizadas por 15 vezes. As borrachas foram trocadas sempre que perdiam a forma de chama, o que ocorreu em média após a utilização por 20 vezes, e os minifeltros eram trocados sempre que perdessem a textura macia. Após a utilização de cada instrumento abrasivo, as amostras foram lavadas com água corrente para que a granulação de um instrumento não interferisse na do elemento subsequente. Não tivemos a intenção de reproduzir uma seqüência clínica. A intenção primária era de utilizarmos instrumentos abrasivos que fossem encontrados facilmente na rotina clínica. Alguns autores verificaram a influência do adiamento do polimento sobre o *gap* como ZIDAN, GOMEZ–MARIN e TSUCHIYA, 1987; BATITUCCI, 1991; BARREIROS, 1993; FORTIN et al., 1994. MOMOI e McCABE, (1994) utilizaram polimento das resinas com lixas manuais de carbetto de silício com granulação decrescente, irrigadas com água. Na revisão da literatura, pudemos encontrar técnicas de polimento e acabamento bastante refinadas como a de ZIDAN, GOMEZ–MARIN e TSUCHIYA (1987), que utilizaram discos de lixa de granulação média, fina e superfina, sob microscópio com oito vezes de aumento. VAN MEERBEEK et al. (1996) utilizaram a

seqüência com pontas diamantadas, borrachas abrasivas e discos de lixa Sof-Lex® num experimento *in vivo*. PIMENTA e PAIVA (1997) utilizaram as borrachas Enhance® e os discos de lixa Sof-Lex®. Os instrumentos abrasivos mais citados na literatura foram os discos de lixa. Acreditamos que o uso dos instrumentos, como em nosso experimento, reproduz melhor o comportamento que desejamos verificar, para esses materiais restauradores, abrangendo a maioria dos sistemas que poderiam ser usados na rotina do consultório.

As amostras foram seladas com o uso de uma camada do adesivo instantâneo 401 da Loctite®, que é à base de éster de cianocrilato, e duas camadas de esmalte para unhas, em toda sua extensão, respeitando-se as restaurações a 1,0mm de suas bordas. Esta técnica foi baseada nos trabalhos de VAZ et al. (1992), onde foram comparadas várias técnicas para selamento de amostras que seriam submetidas à microinfiltração de corantes. Fizemos pequenas substituições, durante o estudo piloto, e chegamos à conclusão de que essas facilitaram sobremaneira a manipulação das amostras, assim como foi evidenciada grande confiabilidade quanto ao selamento obtido. Estas mudanças foram baseadas na troca do Araldite® pelo adesivo 401 da Loctite®, e pela adição de mais uma camada de esmalte para unhas.

Para a realização da termociclagem, desenvolvemos o projeto da construção de uma máquina que pudesse nos atender neste intento, devido ao alto custo do equipamento semelhante oferecido no mercado. Após o teste no estudo-piloto, foi comprovada sua eficiência e simplicidade de uso. Essa máquina apresentou a vantagem de poder utilizar três temperaturas para a realização do estresse térmico, quando comparada com as duas temperaturas possíveis no modelo disponível no mercado nacional, além do fato de que o seu custo foi muito inferior ao daquele equipamento. As temperaturas escolhidas para o estudo foram 5°, 37° e 55° ± 5°C com banhos em água de 30 segundos, e intervalos entre eles de 13 segundos, sendo definido a realização de 500 ciclos (RETIEF,1991). Na revisão da literatura, encontramos uma grande variação quanto ao número de ciclos e quanto à duração dos banhos de imersão, sendo realizados em água ou em corantes (RETIEF, 1991). Porém, segundo os trabalhos de CRIM, SWARTZ e PHILLIPS (1985), o grau

de penetração do corante pareceu ser independente do tempo do banho e não foram verificadas diferenças entre amostras que foram termocicladas nos corantes ou em água. CRIM e GARCIA–GODOY (1987) concluíram que o tempo de armazenagem das amostras, antes da realização da termociclagem, assim como o número de ciclos, não tiveram influência sobre a microinfiltração. A grande maioria dos autores pesquisados utilizou banhos de pequena duração, o que achamos bastante coerente na tentativa de simular a condição real. Porém CHAN e GLYN JONES (1994) utilizaram ciclos contendo banhos de um minuto a 45°C, quatro minutos a 37°C, um minuto a 15°C e quatro minutos a 37°C, o que nos pareceu demasiado. Com o uso da termociclagem, a microinfiltração seria potencializada, tornando-se mais evidente aos testes que utilizam o contraste por corantes para sua detecção. Entretanto TROWBRIDGE (1987) fez uma ressalva quanto aos testes, envolvendo trocas térmicas, salientando que o significado clínico destes ainda continuaria indefinido, já que clinicamente os dentes permaneceriam em contato com os alimentos, quentes ou frios, por apenas poucos segundos. Dessa forma, a imersão por períodos prolongados não seria um quadro próximo do real.

Utilizamos para evidenciação da microinfiltração um corante, pois segundo GOING, 1972; RETIEF, 1991; TAYLOR e LYNCH, 1992; RETIEF, 1994 este seria um dos mais rotineiros métodos para esta análise. O corante escolhido para verificação da microinfiltração foi a fucsina básica a 0,5%, por ser de fácil obtenção, baixo custo, apresentar bom contraste com as estruturas dentais, necessitar curto período de imersão, ser atóxico, não requerer mão de obra especializada para seu manuseio, e ser bastante estável. Estas características preenchem os requisitos de um corante para verificação da microinfiltração, como descrito pelos autores acima citados. Utilizamos o tempo de 24 horas de imersão das amostras, por ser esse o tempo mais constante entre as diversas publicações, tais como: CRIM e MATTINGLY, 1981; CRIM e CHAPMAN, 1986; CRIM e GARCIA–GODOY, 1987; PIMENTA e PAIVA, 1997. Porém encontramos tempos de imersão das amostras variando de 60 segundos, como na pesquisa de ZIDAN, GOMEZ–MARIN e TSUCHIYA (1987), na qual não foi utilizada a termociclagem, até o período de 21 dias de imersão

das amostras no corante, como no trabalho de LIBERMAN, GORFIL e BEM-AMAR (1996). Este período de armazenagem utilizado, com certeza, é demasiado, influenciando de forma direta os resultados obtidos, tornando difícil uma correlação com a clínica e sua comparação com os demais trabalhos desenvolvidos sobre o mesmo tema. Achemos que qualquer tempo de armazenagem que extrapole 24 horas na fucsina básica a 0,5% já seria excessivo. O uso de corantes é questionado por TROWBRIDGE (1987), para quem o uso de substâncias que utilizam moléculas infinitamente menores do que as bactérias poderia ser representativo de um alto grau de microinfiltração sem evidências de que estes estudos seriam correlacionados com a rotina da clínica. Ainda segundo esse autor, um material que falhasse no estudo *in vitro* poderia ser um sucesso *in vivo*. Respeitamos esse ponto de vista, mas deve ser compreendido que, de alguma forma, os novos materiais e técnicas necessitariam de outras avaliações. Se os resultados forem analisados criteriosamente, com o uso de bom senso, muito temos a ganhar com os estudos laboratoriais, mesmo que não possam ser diretamente relacionados com a clínica diária. Segundo WILSON, 1990; RETIEF, (1994) existe uma importante correlação entre as investigações clínicas e pesquisas laboratoriais, sendo que estas sempre seriam um bom indício do comportamento clínico dos materiais testados. Existiria, também, a necessidade de trabalhos multidisciplinares com a intenção de se obter um melhor comportamento de produtos e achados, frutos de pesquisas e desenvolvimento científicos, para o benefício da sociedade.

Para o embutimento das amostras, com a finalidade de facilitar os cortes para observação em microscópio, inicialmente havíamos utilizado resina acrílica auto-polimerizável, como na pesquisa de TJAN, BERGH e LIDNER (1992). Porém tivemos muita dificuldade para a manipulação deste material, devido ao grande número de bolhas e grande tendência à retenção nos moldes de PVC® que utilizamos para este fim, além do curto tempo de trabalho. Pensamos então na utilização de resina epóxica (FERRARI et al. 1993), mas fomos desestimulados devido ao alto custo desse produto, em que pesem suas excelentes qualidades. Optamos pelo uso da resina cristal RPC® de presa

lenta (baseada em cadeia de poliéster), que conseguiu unir as boas características das resinas epóxicas com um custo financeiro menor do que as resinas acrílicas quimicamente polimerizáveis, além de uma grande facilidade de manipulação. Conseguimos o embutimento das amostras em modelos claros, com o mínimo de bolhas e fácil visualização para os procedimentos de corte.

O corte das amostras foi realizado com o auxílio de uma máquina de corte com disco diamantado, da marca Isomet®, sob constante refrigeração com óleo mineral. Este tipo de refrigeração é muito importante, pois o óleo não é miscível em água, não mascarando, dessa forma, os resultados pela união ou lavagem da substância corante usada para evidenciar a microinfiltração. A grande maioria dos autores consultados não nos informou se as amostras foram seccionadas em alta ou baixa velocidade, se foram ou não refrigeradas e qual o agente usado para tal. Os trabalhos que estavam nessas condições foram: DAVIDSON, DE GEE E FEILZER, 1984; CRIM e CHAPMAN, 1986; CRIM e GARCIA-GODOY, 1987; TJAN, BERGH e LIDNER, 1992; VAZ et al., 1992; FERRARI et al., 1993; HOLTAN et al., 1993; BOUSCHLICHER, VARGAS e DENEHY, 1996; LIBERMAN, GORFIL e BEM-AMAR, 1996; CARDOSO e VIEIRA, 1998. Por outro lado, os experimentos de BULLARD, LEINFELDER e RUSSEL, 1988; CHAN, GLYN JONES, 1994; PIMENTA e PAIVA, 1997 utilizaram como evidenciador a fucsina básica a 0,5% e água como agente de refrigeração, durante o seccionamento das amostras, o que poderia interferir na penetração do corante.

A avaliação da microinfiltração poderia ser realizada através de métodos quantitativos ou qualitativos. O método quantitativo é mais complexo e laborioso. Os corpos de prova seriam imersos em soluções e, após a sua completa dissolução, os resíduos dos corantes seriam calculados em µg de corante por volume de restauração. Teria a vantagem de representar de maneira mais fiel a microinfiltração total ocorrida, não se limitando à avaliação subjetiva através dos escores utilizados nos métodos qualitativos, que avaliam somente uma determinada área (exposta no corte), não definindo o restante da microinfiltração. O método qualitativo é o mais utilizado nos testes para

verificação da microinfiltração e constitui-se na medição linear ou da área da microinfiltração, RETIEF (1991). Este método permite a documentação fotográfica e uma rápida visualização, de maneira contrastante, da penetração do corante, nas margens das restaurações. Neste estudo, optou-se pela avaliação do corte central (deve ser lembrado que as restaurações foram seccionadas no sentido vestibulo-lingual em três cortes, sendo dois proximais e um central), no lado que apresentasse maior penetração do corante, o que seria representativo de uma situação mais rigorosa e extrema. Para visualização da penetração do corante as amostras foram inspecionadas através de um estéreo-microscópio da marca Wild® com o aumento de 25 vezes. Aumentos com igual magnitude para visualização da microinfiltração foram usados nos trabalhos de CRIM e CHAPMAN, 1986; CRIM e GARCIA-GODOY, 1987; PIMENTA e PAIVA, 1997.

O escore usado para a classificação da microinfiltração visou facilitar este processo, criando escalas mais fáceis de serem padronizadas. Foi baseado no escore utilizado por CRIM, SWARTZ e PHILLIPS (1985), que classificavam como 0) (zero) ausência de penetração do corante; 1) penetração do corante até o limite amelo-dentinário; 2) penetração do corante até a dentina e 3) penetração do corante estendendo-se pela parede axial. Escore semelhante foi usado por CRIM e GARCIA-GODOY (1987) e por CARDOSO e VIEIRA (1998), com pequenas mudanças. Acreditamos que a utilização de escores com muitas classificações, como o utilizado por BULLARD, LEINFELDER e RUSSEL (1988), que tinha sete níveis de microinfiltração, assim como aqueles que dividem as cavidades em frações, como o usado por BOUSCHLICHER, VARGAS e DENEY (1996) são muito difíceis de serem padronizados, apresentando interferências muito grandes da incidência do corte para secção das amostras. Assim, acreditamos que este escore usado por nós seria mais facilmente passível de reprodução.

A microscopia eletrônica de varredura (MEV) foi proposta para um melhor embasamento durante a discussão dos resultados, permitindo uma visão mais fiel do que realmente estaria acontecendo na interface dente/material restaurador. Inicialmente fizemos uma análise dos cortes, que já

havam sido examinados através do estéreo-microscópio, em microscópio óptico e não conseguimos bons resultados. Fizemos então o condicionamento ácido da amostra, utilizando uma solução de ácido fosfórico a 35%, por dois minutos, e voltamos a examinar a amostra no microscópio óptico. Verificamos que toda *smear layer*, proveniente do corte das amostras com a serra diamantada, havia sido removida. Dessa forma, a visão em MEV seria bem mais efetiva, permitindo uma visão direta destas estruturas (GOING, 1972; TROWBRIDGE, 1987; TJAN, BERGH e LIDNER, 1992; TAYLOR e LYNCH, 1992; FEILZER, DE GEE e DAVIDSON, 1995; GORACCI e MORI, 1996; CAGIDIACO et al.; SCHÜPBACH, KREJCI e LUTZ, 1997). Como é um meio de visualização mais oneroso, fizemos o exame de somente seis amostras, sendo duas de cada sistema adesivo.

## 6.2 DISCUSSÃO DOS RESULTADOS

Existe consenso na literatura de que a microinfiltração, entre o material restaurador e a estrutura dental, é o principal fator para a falha das restaurações dentais, podendo levar ao manchamento das margens das restaurações, recidiva de cárie, hipersensibilidade dos dentes restaurados e ao desenvolvimento de patologias pulpares (GOING, 1972; BERGENHOLTZ, LOESCHE e SYED, 1982; WALTON, 1987; TROWBRIDGE, 1987).

As restaurações estéticas, utilizando as resinas compostas, em substituição às restaurações metálicas diretas, têm apresentado grande aumento na demanda, principalmente com o grande apelo da mídia. Esta tem correlacionado restaurações com a cor da estrutura dental ao sucesso social e à saúde, dando a entender que a utilização de restaurações que contêm Mercúrio em sua constituição poderiam ser danosas para o organismo. DUNN (1998) enfatizou este fato, relatando que nenhum outro material restaurador odontológico, comercializado atualmente, poderia ser colocado diretamente sobre o dente, restaurando tanto a função quanto a estética, preservando ao máximo a estrutura dental, como as resinas compostas. Concluiu dizendo ser imperativo o uso das resinas na prática odontológica, onde fosse necessária a preservação da aparência natural da estrutura dental. Segundo FUSAYAMA (1990), as resinas já substituíram totalmente os cimentos de silicato. Agora estão travando, com as restaurações de amálgama, a batalha pela supremacia na restauração direta de dentes posteriores. No entanto, este fato tem feito com que algumas resinas compostas e sistemas adesivos para restaurações dentais estejam sendo utilizadas clinicamente sem a realização prévia de estudos clínicos do tipo longitudinal. Isso tem feito com que os consultórios dentais se tornem os verdadeiros laboratórios de pesquisa desses produtos, em função dos resultados obtidos com a sua utilização.

Como iremos correlacionar a microinfiltração com a contração de polimerização, julgamos por bem definirmos inicialmente alguns termos. Segundo DAVIDSON e FEILZER (1997), a contração de polimerização seria a

redução volumétrica, ocorrida com a conversão das moléculas de monômeros em rede polimérica, podendo alcançar valores de 1,0 a 5,0% por volume, para resinas compostas. Se a adesão às paredes cavitárias conseguir superar a contração de polimerização, irá ser gerada uma tensão de tração sobre o dente, podendo levar à perda da união adesiva, ou à perda da coesão. O estresse da contração ocorre quando esta é obstruída e o material restaurador é rígido o suficiente para resistir ao escoamento (estado pós-gel da resina composta).

É fato conhecido que as limitações deste material restaurador e sua grande dependência à técnica restauradora fazem com que o custo clínico de seu uso seja maior do que os materiais restauradores metálicos diretos. Devido às características intrínsecas das resinas compostas, tais como contração de polimerização e estresse de contração, a microinfiltração é determinante na longevidade das restaurações dentais realizadas com esse material. Apesar do desenvolvimento constante de materiais e técnicas restauradoras, ainda não se conseguiu obter a tão sonhada restauração de resina composta com as margens livres de fendas, como nos trabalhos de CRIM e MATTINGLY, 1981; BERGENHOLTZ, LOESCH e SYED, 1982; DAVIDSON e DE GEE, 1984; DAVIDSON, DE GEE e FEILZER, 1984; VON FRAUNHOFER e HAMMER, 1984; TORSTENSON, BRÄNNSTRÖM e MATTSON, 1985; RETIEF, 1987; ZIDAN, GOMEZ-MARIN e TSUHIYA, 1987; ARAÚJO e ASMUSSEN, 1990; BATITUCCI, 1991; EAKLE e ITO, 1991; BARREIROS, 1993; RETIEF, 1994; CIUCCHI et al. 1997; PIMENTA e PAIVA, 1997; CARDOSO e VIEIRA, 1998.

Os nossos resultados, apresentados neste trabalho *in vitro*, mostraram a ocorrência da penetração de corante em todas as condições testadas, mostrando claramente que os sistemas adesivos utilizados e suas respectivas resinas não conseguiram coibir a microinfiltração. Segundo WILSON (1990), as investigações laboratoriais de simulação *in vitro* são realizadas em modelos que simulam a clínica, podendo utilizar várias técnicas, entre elas: microscopia, réplica de modelos, verificação da habilidade do selamento de sistemas restauradores, penetração de corantes. Nas situações onde o comportamento do material restaurador pode ser observado, clínica e laboratorialmente, os

dados podem prever, em muitos casos, a função e o entendimento desses objetos de pesquisa. Como os nossos resultados não eliminaram a microinfiltração, poderíamos imaginar que a longevidade das restaurações realizadas com os produtos testados estaria comprometida.

Concordamos com GOING, 1972; TROWBRIDGE, 1987; ZIDAN, GOMEZ-MARIN e TSUCHIYA, 1987; CHAN e GLYN JONES; 1994; FORTIN et al. (1994), que ressaltaram a necessidade de avaliar cuidadosamente os resultados dos testes *in vitro* para microinfiltração, pois pequenas variações nas condições testadas poderiam interferir, de forma significativa, nos valores finais. Daí a necessidade de se padronizar o máximo possível todas as variáveis. GOING (1972) também ressaltou que a utilização de marcadores com partículas muito pequenas poderiam criar situações mais severas do que aquelas encontradas nas condições orais. O mesmo foi ressaltado por TROWBRIDGE (1987); EAKLE e ITO (1991).

Desde o advento da técnica de condicionamento ácido por BUONOCORE, em 1955, os materiais estéticos e as técnicas adesivas têm melhorado significativamente, porém ainda sem a obtenção de restaurações livres de microinfiltração, existindo, entretanto, uma tendência para a sua redução.

Os valores obtidos para adesão ao esmalte seriam suficientes para se obter restaurações livres de fendas marginais (RETIEF, 1987; TROWBRIDGE, 1987; FERRARI et al., 1993; RETIEF, 1994). Contudo, este fato não tem sido verificado, de forma consistente, na literatura. Os resultados deste trabalho estão em conformidade com os de ZIDAN, GOMEZ-MARIN e TSUCHIYA (1987); EAKLE e ITO (1991), que encontraram microinfiltração em paredes terminadas em esmalte, e se contrapõem aos resultados obtidos por FERRARI et al. (1993), que utilizaram o sistema adesivo SBMP® e a resina composta Z-100®, *in vivo*, em três incrementos fotoativados por 40 segundos cada. O polimento das restaurações foi realizado imediatamente após a confecção, com discos de lixa Sof-Lex®. A remoção dos elementos para avaliação da penetração de corante foi feita entre 70 e 90 dias após o término das restaurações. Esses autores não encontraram microinfiltração nas paredes

terminadas em esmalte. Assim como BOUSCHLICHER, VARGAS e DENEHY (1996), que não evidenciaram microinfiltração em margens de esmalte, utilizando o sistema adesivo SBMP® associado à resina de micropartículas Silux Plus®. FORTIN et al. (1994), em estudo no qual usaram vários sistemas adesivos dentinários, obtiveram igualmente margens livres de microinfiltração em paredes de esmalte, porém estas foram biseladas. Este fato faria com que os valores para microinfiltração fossem reduzidos (CRIM e CHAPMAN, 1986). PIMENTA e PAIVA (1997), utilizando três sistemas adesivos (SBMP Plus®, Prime & Bond 2.0®, Paama®), e a mesma resina para a restauração de todas as cavidades (Z-100®), não encontraram diferenças, estatisticamente significantes, para microinfiltração marginal, sendo que um destes sistemas adesivos (Prime & Bond 2.0®) apresentava simplificação de manipulação com o *primer* sendo associado ao *bond* no mesmo frasco. CARDOSO e VIEIRA (1998) também utilizaram os sistemas adesivos SBMP Plus® e Prime & Bond 2.0® para verificação da microinfiltração de corante. Só que a resina usada para restauração das cavidades foi a TPH®, e não encontraram diferenças, estatisticamente significantes, para penetração do corante nas margens em esmalte. Já para as cavidades com términos em dentina, o sistema adesivo Prime & Bond 2.0® apresentou melhores resultados do que o SBMP Plus®. Neste trabalho, o sistema adesivo Scotchbond® também foi testado e apresentou os piores resultados, tanto para as margens em esmalte quanto em dentina, ficando evidente que os sistemas adesivos que faziam a remoção da *smear layer* apresentaram melhores resultados para a microinfiltração.

O desenvolvimento dos sistemas adesivos dentinários iniciou-se com BUONOCORE, WILEMAN e BRUDEVOLVD (1956). Entretanto, passadas mais de quatro décadas, a adesão ao substrato dentinário ainda gera incertezas quanto à sua efetividade. CAGIDIACO et al., 1997; SHÜPBACH, KREJCI e LUTZ, 1997 ressaltaram a importância do aumento da área de superfície dentinária na obtenção de altos valores para a resistência de união. Foi verificado, por esses autores, que, em preparos do tipo CI V, os quais também utilizamos, houve um aumento da superfície na área da dentina intertubular, de 20,9% para 50,3%, onde os túbulos corriam paralelamente ao longo eixo e de

5,8% para 47,8%, onde eles foram cortados perpendicularmente. Também foi verificado que mais de 50% dos túbulos dentinários, em preparos do tipo CI V, estão posicionados de forma paralela ou oblíqua aos cortes. Este fato poderia ajudar a compreender as dificuldades enfrentadas na obtenção de fortes resistências de união para o substrato dentinário, ressaltando, também, a importância do tipo de preparo escolhido para a realização das restaurações. Deve ainda ser salientado que esses autores observaram que nos preparos cavitários do tipo CI V, a margem cervical apresentou principalmente túbulos cortados perpendicularmente ao longo eixo, havendo variações da inclinação de paralelos para oblíquos em outras regiões. Quando avaliamos as amostras em MEV, pudemos constatar que a orientação dos túbulos dentinários, assim como dos prismas de esmalte, variava com frequência, ora sendo paralela ao corte, ora orientando-se de forma perpendicular a este. Isso poderia explicar as diferenças encontradas, para penetração do corante, em nossos resultados. Quanto à orientação dos prismas do esmalte, pudemos verificar que estes se orientavam, principalmente de maneira paralela aos cortes dos preparos cavitários, favorecendo desta maneira as fraturas, que observamos em grande número, nos preparos restaurados com a resina composta Z-100®. A hipótese para este fato poderia ser que, como ressaltado por UNTERBRINK e MUESSNER (1995; VERSLUIS, TANTBIROJN e DOUGLAS, 1998), esta resina composta apresentaria uma alta dependência da intensidade luminosa, gerando um grande estresse de contração da polimerização. Como esse estresse ocorreria imediatamente após a incidência da luz, as fraturas ocorreriam já na ativação, ou seja, quando as restaurações fossem concluídas (CARVALHO et al., 1996). Dessa forma, a imersão dos dentes restaurados, em água pelos diferentes tempos pesquisados, não mais conseguiu impedir a penetração do corante, pois as trincas do esmalte já estariam presentes. Como os dentes foram submetidos ao estresse térmico, imaginamos que esta situação foi potencializada. Ou seja, pequenas fendas que se originaram com o estresse da contração foram propagadas com a contração/expansão ocorridas durante os ciclos térmicos, levando às fraturas evidenciadas nesta pesquisa e apresentadas no capítulo de resultados.

A microinfiltração marginal estuda a diferença entre o coeficiente de expansão térmico linear (CETL) do material restaurador e as estruturas dentais (GOING, 1972; TROWBRIDGE, 1987; RETIEF, 1991; RETIEF, 1994). Este fato mostra a importância da utilização dos ciclos térmicos nos estudos da microinfiltração, fazendo com que as condições testadas se apresentem mais próximas da realidade clínica, com o que concordamos, e foi utilizado em nossa pesquisa, assim como pelos seguintes autores consultados: CRIM e MATTINGLY, 1981; CRIM, SWARTZ e PHILLIPS, 1985; CRIM e CHAPMAN, 1986; CRIM e GARCIA-GODOY, 1987; TROWBRIDGE, 1987; BULLARD, LEINFELDER e RUSSEL, 1988; EAKLE e ITO, 1991; TAYLOR e LYNCH, 1992; HOLTAN et al., 1993; FEILZER, DE GEE e DAVIDSON, 1995; BOUSCHLICHER, VARGAS e DENEHY, 1996; BOUSCHILICHER, VARGAS e DENEHY, 1996; LIBERMAN, GORFIL e BEM-AMAR, 1996; PIMENTA e PAIVA, 1997; CARDOSO e VIEIRA, 1998; NYSTROM et al., 1998. Eles também preconizaram a utilização dos ciclos térmicos para estudos de microinfiltração, ressaltando que a variação térmica poderia ser o fator que mais influenciaria o processo. Entretanto, CHAN e GLYN JONES (1994) verificaram que os resultados das medidas para microinfiltração de diversos materiais testados foram mais efetivos quando realizados em temperatura constante. Ao passo que YAP, STOKES e PEARSON, 1996 afirmaram que a microinfiltração diminuiu com o uso do sistema adesivo SBMP® em associação com a resina Z-100®, para as regiões oclusais, quando os ciclos térmicos foram aplicados. O mesmo efeito não foi verificado para as regiões localizadas em cimento ou dentina.

Observamos, em nossas análises, um grande número de fraturas do esmalte, principalmente próximo daquelas restaurações que utilizaram a resina Z-100®. Julgamos que este fato poderia ter sido originado por alguns fatores, sendo que um deles poderia ser devido à grande dependência desta resina à

intensidade luminosa (como nos resultados de UNTERBRINK e MUSSNER, 1995, onde esta resina apresentou grande grau de contração pós-polimerização, quando comparada com a resina Tetric®), como já salientado anteriormente. Esta grande dependência da intensidade luminosa da resina Z-100® também foi verificada no trabalho de VERSLUIS, TANTBIROJN e DOUGLAS (1998). O segundo fator poderia ser devido à fadiga ocasionada pelos ciclos térmicos (500) que poderiam induzir à propagação das trincas formadas durante a fase do preparo cavitário. A forma esférica das partículas da resina Z-100® (FIG. 16) facilitaria a rápida contração de polimerização.

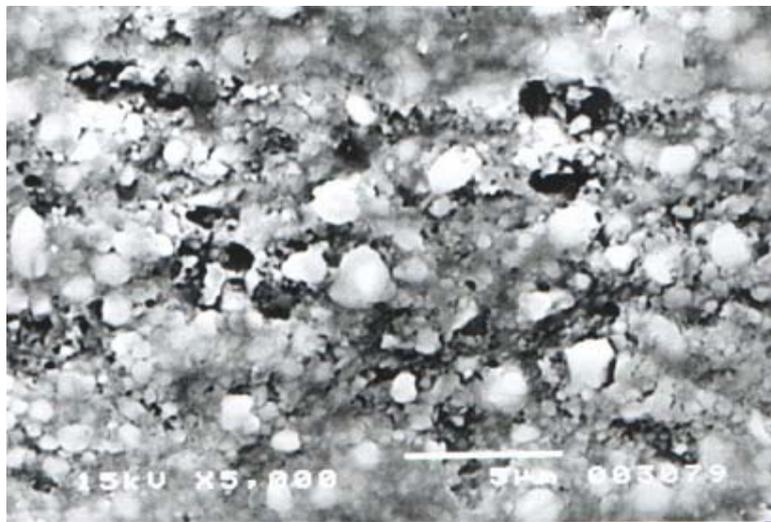


FIGURA 16 - Resina composta Z-100® em micrografia feita de amostra polimerizada (5000X)

Como a resistência de união dos dois sistemas adesivos que utilizaram esta resina (Single Bond® e SBMP®) parece ser alta, as trincas seriam inevitáveis, ocorrendo fraturas no esmalte. Quando observamos as restaurações em microscópio eletrônico de varredura (MEV), com aumento de 5000X, pudemos verificar a diferença entre o formato de partículas de carga da resina Degufill® (FIG. 17), mais irregulares do que as da resina Z-100®.

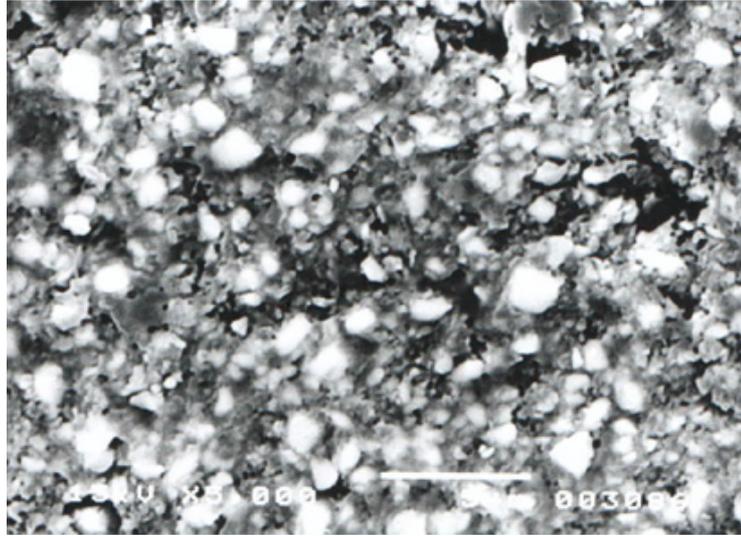


FIGURA 17 - Resina composta Degufill® em micrografia feita de amostra polimerizada (5000X)

Este fato poderia fazer com que ocorresse um intertravamento durante o processo da polimerização, que poderia ajudar a diminuir a tensão desenvolvida nas estruturas dentais, diminuindo, dessa forma, o número de fraturas coesivas da estrutura dental. Analisando os resultados, e fazendo uma associação com as imagens, no estéreo-microscópio, julgamos que a resina Degufill® deve apresentar menor dependência à intensidade luminosa do que aquela resina, assim como menor contração no estado pós-gel. O outro fator poderia estar na dependência da orientação dos prismas de esmalte (RETIEF, 1987), sendo que estes estariam mais propensos ao condicionamento quando orientados de forma perpendicular ao corte do preparo cavitário. Isto nos faz crer que, quando estes se orientavam de forma paralela ao corte, seria favorecida a fratura coesiva do esmalte durante a ocorrência do estresse da contração de polimerização. Este fato pode ser comprovado: quando examinamos o esmalte em MEV, verificamos que a orientação dos prismas de esmalte é bastante complexa e muitas vezes ocorreu de forma paralela (FIG. 18).

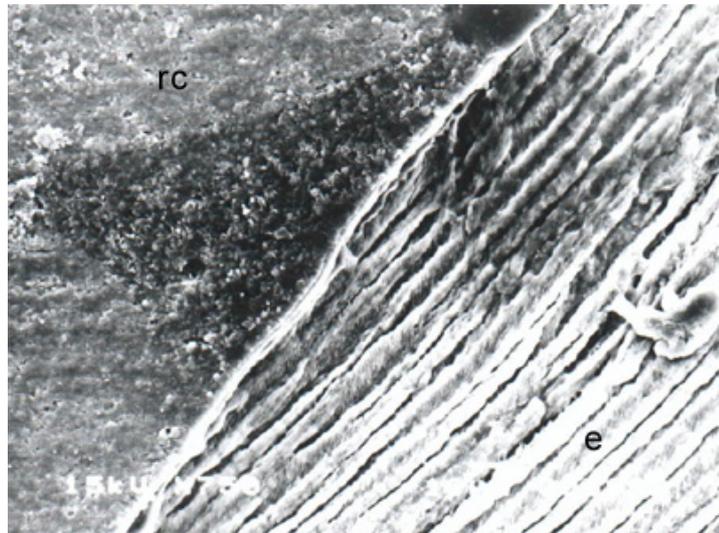


FIGURA 18 - micrografia com 750X de aumento mostrando direção paralela dos prismas de esmalte, em relação ao preparo cavitário. **Nota** rc=resina composta; e=esmalte

Existe, ainda, um fator relatado por CARVALHO et al. (1996) que poderia interferir na contração de polimerização das resinas compostas, que é a quantidade de diluentes (por exemplo TEGDMA), empregados na formulação destas. Estes diluentes têm por finalidade aumentar o grau de polimerização das resinas, porém aumentariam também a contração de polimerização. Se esses valores fossem fornecidos pelos fabricantes, tornariam o ato de comparação de resultados uma tarefa mais fácil de ser executada.

Uma das formas de que dispúnhamos para minimizar o estresse de contração da polimerização seria a diminuição da intensidade luminosa inicial. Para tanto, utilizamos um dispositivo distanciador (1cm) acoplado à ponta do aparelho fotoativador. Segundo HANSEN e ASMUSSEN (1997), a profundidade de polimerização ocorreria de maneira linear e não em relação ao quadrado da distância. Esta confirmação, aliada ao uso da técnica incremental, permitiria que as restaurações localizadas em caixas proximais mais profundas pudessem ser fotoativadas de maneira eficiente. Isso iria permitir que o escoamento da resina composta pudesse ocorrer, compensando, parcialmente, o estresse de contração, através da diminuição da intensidade luminosa, passando de  $550 \text{ mW/cm}^2$  para algo em torno de  $250 \text{ mW/cm}^2$  (SWARTZ, PHILLIPS e RHODES, 1983; DAVIDSON e DE GEE, 1984; YEARN, 1985;

DAVIDSON, 1986; FEILZER, DE GEE e DAVIDSON, 1995; UNTERBRINK e MUSSNER, 1995; DAVIDSON e FEILZER, 1997).

Houve, no entanto, de nossa parte, uma preocupação: a recuperação das propriedades físicas e mecânicas das resinas com o aumento do tempo de fotoativação, o qual foi executado com a ponta do aparelho em contato com a superfície do preparo cavitário. Esta necessidade da utilização do tempo adicional para compensar a diminuição da intensidade luminosa inicial foi salientada por SWARTZ, PHILLIPS e RHODES, 1983; CHAN e BOYER, 1985; YEARN, 1985; DAVIDSON, 1986; HANSEN e ASMUSSEN, 1997, que observaram existir uma tendência à redução do grau de polimerização, quando a fonte luminosa não é colocada diretamente em contato com a matriz de poliéster. Entretanto, FEILZER, DE GEE e DAVIDSON (1995), analisando a resina composta Clearfil Lustre®, uma hora após a fotoativação, não encontraram alterações nas propriedades finais desta, quando ativada com intensidade luminosa menor ( $250\text{mW/cm}^2$ ), em comparação com a ativada usando  $650\text{mW/cm}^2$ . Estes autores verificaram, de modo significativo, menor quantidade de defeitos na integridade da interface das resinas ativadas com  $250\text{mW/cm}^2$ . UNTERBRINK e MUESSNER (1995) também não encontraram alterações nas propriedades físicas e mecânicas das resinas compostas fotoativadas com intensidades luminosas menores quando usaram  $250\text{mW/cm}^2$  em comparação com intensidades de  $450\text{mW/cm}^2$ , usando as resinas compostas Tetric® e Z-100®, observando, entretanto, que as duas resinas testadas apresentaram um comportamento consideravelmente diferente em suas respostas, para as variações da intensidade luminosa. O mesmo pôde ser observado em nossa pesquisa, quando comparamos as resinas Z-100® e Degufill®, no que diz respeito ao número das fraturas de esmalte ocorridas nas regiões próximas às margens cavitárias.

Os resultados de nossas avaliações evidenciaram que, apesar do uso do dispositivo distanciador, as restaurações confeccionadas com a resina mais sensível à intensidade luminosa (Z-100®) apresentaram um grande número de fraturas do esmalte localizado próximo aos preparos cavitários. Seria mais lógico que essas fraturas tivessem ocorrido, principalmente, na região cervical,

onde a camada de esmalte é menos espessa. Porém o número de fraturas observadas nas regiões oclusais e cervicais foi praticamente idêntico. Estes achados estão em concordância com os de ARAÚJO e ASMUSSEN (1990), onde não foi possível verificar as dimensões dos *gaps* marginais nas regiões terminadas em esmalte pela presença constante de fraturas associadas a estes. Entretanto, entram em conflito com os obtidos por UNTERBRINK e MUSSNER (1995), que verificaram melhorias, estatisticamente significantes, na adaptação marginal da resina Z-100® (utilizando o SBMP®), quando esta foi ativada com intensidade luminosa menor ( $250\text{mW}/\text{cm}^2$ ) em comparação às margens obtidas com a ativação com intensidade maior ( $450\text{mW}/\text{cm}^2$ ). Deve ser salientado que o método de inserção da resina, neste estudo, foi feito em incremento único. Achamos que este fato poderia ter sido a causa das diferenças encontradas entre esses resultados e os de nossa pesquisa.

Apesar do fato de DAVIDSON, DE GEE e FEILZER (1984) terem utilizado dentes bovinos, e o sistema adesivo usado (Scotchbond®) utilizar somente o condicionamento do esmalte, e de que as resinas compostas usadas foram de micropartículas (Silar® e Silux®), os resultados evidenciaram ruptura de união entre o material restaurador e a estrutura dental nas cavidades aderidas a três paredes. Este fato corrobora o avanço na obtenção dos valores de união para sistemas adesivos dentinários, pois o caminho para microinfiltração em nosso experimento aparentou ser, principalmente, a fratura coesiva da estrutura dental (esmalte) nos sistemas que utilizaram o condicionamento ácido da estrutura dental de forma separada ao *primer* (Single Bond® e SBMP®). Já para o sistema Etch & Prime®, que é autocondicionante, o caminho para a microinfiltração aparentou estar entre o sistema adesivo e a estrutura dental. Entretanto, os valores para resistência de união não deveriam ser supervalorizados na intenção de obter baixos níveis de microinfiltração. HOLTAN et al., 1993; FORTIN, 1994 verificaram ausência dessa correlação, ao observarem que os sistemas adesivos, que haviam alcançado altos valores para a resistência de união em estudos preliminares (XR Bond®), apresentaram maiores níveis de microinfiltração do que outros sistemas que tinham menor resistência de união (SBMP®).

Se a contração de polimerização é uma característica intrínseca das resinas compostas, gerando um estresse e favorecendo a microinfiltração inicial, a sorpção de líquidos pela resina também é uma característica inerente a este material, podendo compensar, com o passar do tempo, a contração de polimerização. Esta iria melhorar a adaptação do material restaurador à estrutura dental, diminuindo a microinfiltração, estando na dependência do tipo de resina utilizada, assim como do tipo e formato de partículas desta (FAN et al., 1985). A sorpção de líquidos também é dependente do volume e da área de superfície das partículas de carga da resina exposta ao meio ambiente oral (VON FRAUNHOFER e HAMMER, 1984; FAN et al., 1985; TROWBRIDGE, 1987; HANSEN e ASMUSSEN, 1988; ARAÚJO e ASMUSSEN, 1990; BATITUCCI, 1991; RETIEF, 1991; VAN MEERBEEK, 1992; BARREIROS, 1993; MOMOI e Mc CABE, 1994; RETIEF, 1994; CARVALHO et al. 1996; YAP, STOKES e PEARSON, 1996; DAVIDSON e FEILZER, 1997; IWAMI et al, 1998).

Apesar de utilizarem materiais restauradores e técnicas diferentes para verificação da microinfiltração, VON FRAUNHOFER e HAMMER, 1984; LEUNG, ADISHIAN e FAN, 1985; TROWBRIDGE, 1987, HANSEN e ASMUSSEN, 1988; BATITUCCI, 1991; RETIEF, 1991; VAN MEERBBEK, 1992; BARREIROS, 1993; MOMOI e Mc CABE, 1994; RETIEF, 1994; UNTERBRINK e MUESSNER, 1995; YAP, STOKES e PEARSON, 1996; DAVIDSON e FEILZER, 1997 evidenciaram que as resinas compostas apresentaram maior microinfiltração nos primeiros dias, sendo que estas apresentavam tendências à redução com o passar do tempo. Isso justifica a postergação dos procedimentos de polimento, tendo em vista permitir que a restauração de resina composta possa apresentar o fenômeno da expansão higroscópica, melhorando a adaptação da restauração às margens dentais. Apesar da dificuldade em se fazer a comparação dos resultados entre os diversos trabalhos, os nossos resultados apontaram para a redução dos níveis médios de microinfiltração com o passar dos dias. Este fato torna-se mais evidente no sistema adesivo que apresentou menor número de fraturas nas bordas das restaurações (Etch & Prime® + Degufill®), pois os outros resultados

certamente sofreram influências, com o corante penetrando via fraturas coesivas do esmalte. UNTERBRINK e MUESSNER (1995) também justificaram a necessidade de se postergar os procedimentos para polimento com a necessidade de se permitir algum tempo para que possa ocorrer a contração pós-polimerização. Ou seja, a resina composta iria apresentar um *gap* mais próximo ao *gap* definitivo, não sendo mais afetada pela continuidade da contração e também iria aumentar os valores de dureza da resina composta pela continuidade do processo de polimerização. A mesma afirmativa foi feita por YAP, STOKES e PEARSON (1996), que utilizaram em suas pesquisas o mesmo sistema adesivo e resina composta usados por nós (SBMP® e Z-100®).

Achamos que a sorpção de líquidos pela resina poderia ser influenciada pelo tipo, quantidade e concentração dos agentes de ligação cruzada, pois estes, sendo diferentes para as diversas resinas, poderiam apresentar valores diferentes para a sorpção. Esta hipótese também poderia explicar os diferentes resultados encontrados na literatura, bem como explicar os resultados encontrados por nós. Com o passar do tempo houve uma tendência para diminuição da microinfiltração.

A constante busca pelo aumento da longevidade das restaurações estéticas fez com que DAVIDSON (1986) publicasse um estudo correlacionando à contração de polimerização das resinas compostas, que utilizavam técnicas adesivas, ao fator de configuração da cavidade fator-c (é igual à razão entre as superfícies aderidas de uma restauração e aquelas livres), à técnica incremental e à intensidade luminosa. Ressaltou que o estresse de contração poderia ser parcialmente liberado pelo escoamento durante a fase inicial da polimerização, estando este fato ligado à forma do preparo cavitário. Foi salientado que esse estresse poderia ser diminuído pela redução da intensidade luminosa inicial. Porém isso poderia fazer com que houvesse perda nas propriedades físicas e mecânicas do material restaurador. Foi relatado que a inserção incremental da resina composta poderia contornar essa situação, permitindo o escoamento, sem que houvesse perda nas propriedades da resina. Concordamos inteiramente com essas afirmações,

tanto que resolvemos aplicar as duas técnicas (incremental e redução na intensidade luminosa inicial) ao mesmo tempo, neste estudo. Como o preparo cavitário utilizado nesta pesquisa (Cl V) tem fator de configuração acima de dois, o que seria desfavorável para a resistência de união (DAVIDSON, 1986; FEILZER, DE GEE e DAVIDSON, 1987; UNTERBRINK e MUESSNER, 1995), fizemos a opção por inserir o material restaurador de forma incremental, reduzir a intensidade luminosa inicial (com o uso do dispositivo distanciador) e, posteriormente, aumentar o tempo de ativação em 40 segundos para cada incremento, sem o uso desse dispositivo. Este procedimento iria permitir a liberação parcial do estresse de contração e garantir a manutenção das propriedades do material restaurador. Apesar de tudo isso, os resultados obtidos neste trabalho evidenciaram grande microinfiltração em todas as situações. Ficamos imaginando como seriam esses resultados se a metodologia empregada nesta pesquisa não se tivesse preocupado com esses detalhes, por demais importantes, na execução das restaurações de resina composta. Também indagamos se, na clínica, os profissionais se acercam desses cuidados que poderiam elevar a longevidade das restaurações de resina composta. Evidentemente, como já relatado anteriormente, os resultados dos testes *in vitro* podem ser mais severos do que na rotina clínica. A necessidade de se observar o fator-c e a técnica incremental durante a inserção do material restaurador é compartilhada por FEILZER, DE GEE e DAVIDSON, 1987; VAN MEERBEEK, 1992; MOMOI e Mc CABE, 1994; RETIEF, 1994; UNTERBRINK e MUESSNER, 1995; CARVALHO et al. 1996; LIBERMAN, GORFIL e BEM-AMAR, 1996; YAP, STOKES e PEARSON, 1996; CIUCCHI et al. 1997; DAVIDSON e FEILZER, 1997; PIMENTA e PAIVA, 1997, VERSLUIS, TANTBIROJN e DOUGLAS, 1998.

Por outro lado, EAKLE e ITO, 1991; TJAN, BERGH e LIDNER, 1992; JEDRYCHOWSKI, BLEIER e CAPUTO, 1998 não obtiveram resultados estatisticamente significativos para redução da microinfiltração com o uso da técnica incremental, quando comparados com a técnica de inserção única e fotoativação pela oclusal. Ao analisarmos esse fato, imaginamos que esses resultados poderiam ter ocorrido pela menor contração volumétrica que

ocorreria nessa situação. A fotoativação pela oclusal seria incapaz de atingir toda a extensão da restauração, fazendo com que a resina que estivesse mais distante da ponta fotoativadora apresentasse menor grau de polimerização (FEILZER, DE GEE e DAVIDSON, 1995; DAVIDSON e FEILZER, 1997; VERSLUIS, TANTBIROJN e DOUGLAS, 1998). Com a menor formação das cadeias poliméricas a contração volumétrica final tenderia a ser menor, fazendo com que houvesse maior contato inicial entre a resina e as paredes cavitárias, o que iria diminuir a microinfiltração marginal. Como já discutido anteriormente, este fato iria trazer prejuízos para as propriedades físicas e mecânicas das restaurações, comprometendo sua vida útil.

Existem hipóteses que poderiam ajudar na compreensão das diferenças entre os resultados dos diversos trabalhos que normalmente são pouco exploradas pelos autores, e que, ao nosso ver, são muito importantes. Uma delas seria como é realizado o processo de remoção do excesso de água após o condicionamento ácido da dentina (quando este é realizado). Segundo o trabalho de IWAMI et al. (1998)<sup>b</sup>, a resistência de união à dentina, dos sistemas adesivos que contêm *primers* baseados em água, foi maior quando este substrato encontrou-se em condições secas (testes de cisalhamento). Por outro lado, para os *primers* baseados em acetona, os maiores valores da resistência de união ao cisalhamento foram obtidos quando a dentina se encontrava úmida. O sistema adesivo SBMP®, que é baseado em água, apresentou resistência de união ao cisalhamento para a dentina acima de 20 MPa, quando em condições secas, caindo para uma média de 15 MPa quando o substrato permaneceu úmido para sua aplicação. Foi salientado que, para o esmalte, não foram constatadas diferenças estatisticamente significantes, sendo que este sistema (SBMP®) sempre apresentou valores superiores a 20 MPa, independentemente das condições em que se encontrava o substrato (úmido ou não). Nesta pesquisa, foi detectado o tipo de fratura ocorrida durante o teste, sendo encontradas várias fraturas coesivas do esmalte para este sistema adesivo (SBMP®). Os resultados deste trabalho poderiam justificar o grande número de fraturas ocorridas no nosso experimento, quando este sistema adesivo foi associado à resina Z-100®, que, como já relatado, apresenta uma

grande sensibilidade à intensidade luminosa e alta contração pós-gel. Para os demais sistemas adesivos utilizados no nosso trabalho, fica difícil uma justificativa, pois são sistemas relativamente novos no mercado, não apresentando, ainda, muitas informações na literatura. Uma outra hipótese que poderia justificar a grande divergência entre os resultados encontrados nas diferentes publicações poderia estar nos aparelhos fotoativadores utilizados nas diferentes pesquisas. MARTIN (1998) mostrou que 27% das unidades pesquisadas apresentavam intensidade luminosa de  $200\text{mW}/\text{cm}^2$ , ou menos. Esse nível é considerado inadequado para a fotoativação das resinas. Vinte e seis por cento das unidades pesquisadas apresentavam a intensidade entre 201 e  $399\text{mW}/\text{cm}^2$ . Este nível pode ser considerado como aceitável, porém necessita de um tempo de fotoativação adicional, tendo sido verificada uma correlação negativa entre a idade do aparelho fotoativador e a intensidade luminosa emitida. Foi visto que mais de 50% dos aparelhos não apresentavam as condições adequadas para a realização da fotoativação. Se as variáveis utilizadas nas pesquisas não forem bem controladas e descritas, fica muito difícil correlacionar os resultados com os de outros pesquisadores. Pudemos verificar, na discussão da metodologia, que grande parte das informações não são repassadas nas publicações, fazendo com que a análise dos resultados tenha, necessariamente, que ser muito criteriosa. Este fato fica bem evidente quando analisamos os resultados obtidos por NYSTROM et al. (1998) quando foi analisado o efeito sobre a resistência de união ao cisalhamento da umidade e temperatura, similares às aquelas encontradas na cavidade oral, quando comparadas às condições de uma sala de pesquisa laboratorial utilizando SBMP® e a resina composta Z-100®. Em condições próximas daquelas encontradas na cavidade oral, a resistência de união ficou próxima à 7,0 MPa enquanto o controle (sala de pesquisa) apresentou valores de 14 MPa. Os resultados encontrados em nossa pesquisa, demonstrando a presença da microinfiltração, mesmo em condições mais rigorosas do que aquelas normalmente existentes na prática clínica, demonstraram que, apesar dos avanços no campo dos materiais e na tecnologia dos sistemas adesivos, ainda

há muito a realizar para se obter um selamento marginal realmente efetivo, que impeça a microinfiltração.

## **7 CONCLUSÕES**

---

## 7 CONCLUSÕES

De acordo com a proposição inicial, nas condições em que foi desenvolvido o experimento e na análise estatística dos resultados obtidos, podem-se elaborar as seguintes conclusões:

I – Nenhum sistema adesivo avaliado foi capaz de inibir, de forma efetiva a penetração do corante, mesmo estando o ângulo cavo superficial localizado em esmalte.

II – Os menores valores para a microinfiltração ocorreram quando as amostras foram acabadas e polidas após 21 dias, para as duas paredes avaliadas.

III – O sistema adesivo Etch & Prime® aparentou menor resistência de união às estruturas dentais do que os sistemas Single Bond® e SBMP®, que se mostraram mais efetivos na intenção de inibir a formação de fendas marginais.



## 8 SUMMARY

An *in vitro* study was performed in order to verify the influence of different adhesive systems and finishing and polishing times in relation to marginal micro-leakage in Black's Class V restorations. A total of 150 human canines and premolars were used, and these were rigid, with no enamel fractures, and kept in Timol's saline solution (0.9%) at 4°C until used. The teeth were randomly divided into three groups with 50 teeth in each, according to the adhesive system used (Single Bond®, Etch & Prime® and SBMP®). Each group was further divided according to the time between the end of the restoration and the finishing and polishing, into five sub-groups: immediately, 24 hours, 14 days, 21 days and 30 days after. The cavity preparations had the tooth/cavity limit totally on enamel, and the following dimensions: mesio/distal – 4.0 mm; occlusal/cervical – 3.0 mm; and the depth of 2.0 mm. The cavities were prepared using a high-speed drill with a diamond bur, under air/water cooling. Until the cavity preparation, the teeth were kept in distilled water at room temperature. The Z-100® filling composite was used with the Single Bond® and SBMP® systems, while the Degufill® was used with the Etch & Prime® adhesive system. The insertion technique used three diagonal increments, each photo activated twice (40 seconds each). The first activation was kept more distant using an appropriate device in order to reduce the initial light intensity (around 50%). The teeth were sealed, thermocycled (500 cycles), submerged in basic fuchsin at 0.5% for 24 hours, washed, embedded in polyester resin, sectioned and evaluated in relation to micro-leakage under a stereomicroscope with a 25x magnification, according to a score. The results were statistically analysed with a non-parametric test (Kruskal-Wallis), with the significance level at 5% ( $p < 0.05$ ). Some samples were evaluated under a surface electron microscope. A great

number of cohesive enamel fractures were noted in the cavities filled with the Z-100®, in all time periods evaluated. After the results analysis it could be concluded that, under the conditions tested in this study: 1) no adhesive system could effectively avoid the penetration of the die, in any of the periods analyzed; 2) the process of sorption of fluids by the filling composites reduced the micro-leakage values over time; 3) the adhesives systems Single Bond® and SBMP were more effective in the reduction of the micro-leakage than the system Etch & Prime®.

## **9 REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS**

---

## 9 REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS<sup>1</sup>

- 1 ARAÚJO, P. A., ASMUSSEN, E. Effect of dentin adhesives on contraction of restorative resins in cavities surrounded by acid-etched enamel. Acta Odontol. Scand., Oslo, v.48, n.4, p.333 - 336, Aug. 1990.
- 2 ASMUSSEN, E., MUNKSGAARD, E. C. Adhesion of restorative resins to dentinal tissues mechanisms, accomplishments and expectations. In: VANHERLE, G., SMITH, D. C. Posterior composite resin dental restorative materials. Minnesota: Netherlands, 1985, p. 217- 229
- 3 BARREIROS, I. D. Eficiência do sistema adesivo em restaurações com resina composta, com determinados períodos de acabamento e polimento. Bauru: Faculdade de Odontologia da USP, 1993. 87 p. (Dissertação, Mestrado)
- 4 BATITUCCI, M. H. G. Avaliação da adaptação marginal de resinas compostas em cavidades dentinárias submetidas a diferentes sistemas adesivos. Bauru: Faculdade de Odontologia da USP, 1991. 116 p. (Dissertação, Mestrado)
- 5 BERGENHOLTZ., LOESCHE, C. F., SYED, S. A. Bacterial leakage around dental restorations: its effect on the dental pulp. J. Oral Pathol., Copenhagen, v. 11, n. 6, p. 439 - 450, Dec. 1982.
- 6 BOUSCHLICHER, M. R., VARGAS, M. A., DENEHY, G. E. Effect of desiccation on microleakage of five class 5 restorative materials. Oper. Dent., Seattle, v.21, n.2, p. 45 - 48, Mar./Apr. 1996.
- 7 BUONOCORE, M. G. A simple method of increasing the adhesion of acrylic filling materials to enamel surfaces. J. Dent. Res., St. Louis, v.34, n.6, p. 849 - 853, Dec.1955.
- 8 BUONOCORE, M., WILEMAN, W., BRUDEVOLD, F. A report on a resin composition capable of bonding at human dentin surfaces. J. Dent. Res., St. Louis, v.35, n.6, p.846 - 851, Dec. 1956.

---

<sup>1</sup> Capítulo baseado na NBR-6023 aprovada pela ABNT, em agosto de 1989.

- 9 BULLARD, R. H., LEINFELDER, K. F., RUSSEL, C. M. Effect of coefficient of thermal expansion on microleakage. J. Am. Dent. Assoc., Chicago, v. 116, n. 6, p. 871 - 874, June 1988.
- 10 CAGIDIACO, M. C. et al. Mapping of tubule and intertubule surface areas available for bonding in class V and class II preparations. J. Dent., Kidlington, v. 25, n. 5, p. 379 – 389, Sept. 1997.
- 11 CARDOSO, M., VIEIRA, L. C. C. Infiltração marginal em cavidades classe II MOD em pré - molares. Rev. Assoc. Paul. Cir. Dent., São Paulo, v. 52, n.1, p. 65 - 69, jan./fev. 1998.
- 12 CARDOSO, L. A. M., et al. Adesivos de dentina: influência na infiltração marginal de restaurações cervicais. R.G.O., Porto Alegre, v.37, n.2, p.103 - 106, mar./abr. 1989.
- 13 CARVALHO, R. M. et al. A review of polymerization contraction: the influence of stress development versus stress relief. Oper. Dent., Seattle, v.21, n. 1, p. 17 - 24, Jan./ Feb. 1996.
- 14 CHAN, K. C., BOYER, D. B. Curing light – activated composite resin through dentin. J. Prosthet. Dent., St. Louis, v. 54, n. 5, p. 643 – 645, Nov. 1985.
- 15 CHAN, M. F. W –Y., GLYN JONES, J. C. Significance of thermal cycling in microleakage analysis of root restorations. J. Dent., Guildford, v. 22, n. 6, p. 292 – 295, Oct. 1994.
- 16 CIUCCHI, B. et al. Volume of the internal gap formed under composite restorations in vitro. J.Dent., Kidlington, v. 25, n. 3 - 4, p. 305 - 312, May/July 1997.
- 17 CRIM, G. A., CHAPMAN, K. W. Prevention of marginal leakage by four dentinal adhesives. Gen Dent., Chicago, v. 34, n. 3, p. 235-236, May/June 1986.
- 18 CRIM, G. A., GARCIA – GODOY, F. Microleakage: the effect of storage and cycling duration. J. Prosthet. Dent., St. Louis, v. 57, n. 5, p. 574 – 576, May 1987.

- 19 CRIM, G. A., MATTINGLY, S. L. Evaluation of two methods for assessing marginal leakage. J. Prosthet. Dent., St. Louis, v. 45, n. 2, 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. 1, p. 50 – 53, Jan. 1985.
- 21 DAVIDSON, C. L. Resisting the curing contraction with adhesive composites. J. Prosthet. Dent., St. Louis, v. 55, n. 4, p. 446 – 447, Apr. 1986.
- 22 DAVIDSON, C. L., FEILZER, A. J. Polymerization shrinkage and polymerization shrinkage stress in polymer – based restoratives. J.Dent., Kidlington, v. 25, n. 6, p.435 – 440, Nov. 1997.
- 23 DAVIDSON, C.L., De GEE, A. J. Relaxation of polymerization contraction stresses by flow in dental composites. J. Dent. Res., Washington, v. 63, n. 2, p. 146 – 148, Feb. 1984.
- 24 DAVIDSON, C. L., De GEE, A. J., FEILZER, A. The competition between the composite dentin bond strength and the polymerization contraction stress. J. Dent. Res., Houston, v. 63, n. 12, p. 1396 – 1399, Dec. 1984.
- 25 DUNN, R. J. Direct composites in a contemporary restorative practice. Compend. Contin. Educ. Dent., Jamesburg, v. 19, n. 3, p. 271 – 281, Mar. 1998.
- 26 EAKLE, W. S., ITO, R. K. Diferentes técnicas de inserção de compósitos em cavidades mesio – ocluso – distais e seu efeito sobre a microinfiltração. Quintessência, Gondomar, v. 2, n. 2, p. 107 – 114, 1991.
- 27 FAN, P. L. et al. Alternative interpretations of water sorption values of composite resins. J. Dent. Res., Houston, v. 64, n. 1, p. 78 – 80, Jan. 1985.

- 
- 28 FEILZER, A. J., DE GEE, A. J., DAVIDSON, C. L. Setting stress in composite resin in relation to configuration of the restoration. J. Dent. Res., Washington, v. 66, n. 11, p. 1636 – 1639, Nov. 1987.
- 29 FEILZER, A. J., DE GEE, A. J., DAVIDSON, C. L. Influence of light intensity on polymerization shrinkage and integrity of restoration – cavity interface. Eur. J. Oral Sci., Copenhagen, v. 103, n. 5, p. 322 – 326, Oct. 1995.
- 30 FERRARI, M. et al. Preliminary report of an experimental design for in vivo testing of bonded restorations applied to a new enamel – dentinal bonding agent. J. Prosthet. Dent., St. Louis, v. 70, n. 5, p. 465 – 467, Nov. 1993.
- 31 FORTIN, D. et al. Bond strength and microleakage of current dentin adhesives. Dent. Mater., Washington, v.10, n.7, p.253 - 258, July 1994.
- 32 FUSAYAMA, T. Posterior adhesive composite resin: a historic review. J. Prosthet. Dent., St. Louis, v. 64, n. 6, p. 534 – 538, Nov. 1990.
- 33 GOING, R. R. Microleakage around dental restorations: a summarizing review. J. Am. Dent. Assoc., Chicago, v. 84, n. 6, p. 1349 - 1357, June 1972.
- 34 GORACCI, G., MORI, G. Scanning electron microscopic evaluation of resin- dentin and calcium hidroxide: dentin with resin composite restorations. Quintessence Int., Berlin, v. 27, n. 2, p. 129 - 135, Feb. 1996.
- 35 HANSEN, E. K., ASMUSSEN, E. Effect of postponed polishing on marginal adaptation of resin used with dentin-bonding agent. Scand. J. Dent. Res., Copenhagen, v.96, n.3, p.260 - 264, June 1988.
- 36 HANSEN, E. K., ASMUSSEN, E. Visible – light curing units: correlation between depth of cure and distance between exit window and resin surface. Acta Odontol. Scand., Oslo, v. 55, n. 3, p. 162 – 166, June 1997.

- 37 HOLTAN, J. R. et al. Microleakage of five dentinal adhesives. Oper. Dent., Seattle, v.19, n. 5, p.189 - 193, Sept./Oct. 1993.
- 38 IWAMI, Y. et al. Weight change of various light-cured restorative materials after water immersion. Oper. Dent., Seattle, v. 23, n.3, p. 132 - 137, Mar./June 1998 a.
- 39 IWAMI, Y. et al. Effect of enamel and dentin surface wetness on shear bond strength of composites. J. Prosthet. Dent., St. Louis, v. 80, n.1, p. 20 – 26, July 1998 b.
- 40 JEDRYCHOWSKI, J. R., BLEIER, R. G., CAPUTO, A. A. Shrinkage stresses associated with incremental composite filling techniques. J. Dent. Chil., Chicago, v. 65, n. 2, p.111 – 115, Mar. / Apr. 1998.
- 41 KANCA III, J. Microleakage of five dentin bonding systems. Dent. Mater. Washington, v.5, n.6, p.415 - 416, Nov. 1989.
- 42 KIDD, E. A. M. Microleakage: a review. J. Dent., Bristol, v.4, n.5, p.199-206, Sept. 1976.
- 43 LEUNG, R. L., ADISHIAN, S. R., FAN, P. L. Postirradiation comparison of photoactivated composite resins. J. Prosthet.Dent., St. Louis, v. 54, n. 5, p. 645 – 649, Nov. 1985.
- 44 LIBERMAN, R., GORFIL, C., BEN - AMAR. Reduction of microleakage in class II composite resin restoration using retentive pins. J. Oral Rehabil., Oxford, v.23, n.4, p.240 - 243, Apr. 1996.
- 45 MARTIN, F. E. A survey of the efficiency of visible light curing units. J. Dent., Kindlington, v. 26, n. 3, p. 239 – 243, Mar. 1998.
- 46 MOMOI, Y., McCABE, J. F. Hygroscopic expansion of resin based composites during 6 months of water storage. Br. Dent. J., London, v. 176, n. 3, p. 91 - 96, Feb. 1994.
- 47 NYSTROM, G. P. et al. Temperature and humidity effects on bond strength of a dentinal adhesive. Oper. Dent., Seattle, v.23, n.3, p.138 - 143, Mar./June 1998.

- 48 PAULINELLI, V. M. F. Transmissão de luz através de amostras de porcelana com diferentes cores e espessuras. Belo Horizonte: Faculdade de Odontologia da UFMG, 1999. 118p. (Dissertação, Mestrado em Dentística Restauradora).
- 49 PIMENTA, L, A, F., PAIVA, O. C. Efetividade de adesivos dentinários hidrofílicos no controle da microinfiltração marginal. Ver. Assoc. Paul. Cir. Dent., São Paulo, v.51, n.2, p.183-187, mar./abr. 1997.
- 50 RETIEF, D. H. Are adhesive techniques sufficient to prevent microleakage? Oper. Dent., Seattle, v. 12, n. 4, p. 140 – 145, 1987.
- 51 RETIEF, D. H. Standardizing laboratory adhesion tests. Am. J. Dent., San Antonio, v. 4, n. 5, p. 231 – 236, Oct. 1991.
- 52 RETIEF, D. H. Do adhesives prevent microleakage? Int. Dent. J., Bristol, v. 44, n. 1, p. 19 – 26, Feb. 1994.
- 53 SOUZA JÚNIOR, M. H. S. et al. Adesivos dentinários: estruturas, modo de ação e considerações clínicas. Rev. Bras. Odontol., Rio de Janeiro, v.45, n.6, p.22 - 25, nov./dez. 1988.
- 54 SCHÜPBACH, P., KREJCI, I., LUTZ, F. Dentin bonding – effect of tubule orientation on hybrid-layer formation. Eur. J. Oral Sci., Copenhagen, v. 105, n. 4, p. 344 – 352, Aug. 1997.
- 55 SWARTZ , M. L., PHILLIPS, R. W., RHODES, B. Visible ligth – activated resins – depth of cure. J. Am. Dent. Assoc., Chicago, v. 106, n. 5, p. 634 – 637, May 1983.
- 56 TANI, Y., TOGAYA, T. Dentin surface treatment without acids, Dent. Mater. J., Tokyo, v.14, n.1, p.58 - 69, Jan. 1995.
- 57 TAYLOR, M. J., LYNCH, E. Microleakage. J. Dent., Guildford, v. 20, n.1, p. 3 – 10, Jan./Feb. 1992.

- 58 TITLEY, K. C. et al. The effect of various storage methods and media on shear-bond strengths of dental composite resin to bovine dentine. Arch. Oral Biol., Oxford, v. 43, n. 4, p. 305 – 311, Apr.1998.
- 59 TJAN, A. H. L. BERGH, B. H., LIDNER, C. Effect of various incremental techniques on the marginal adaptation of class II composite resin restorations. J. Prosthet. Dent., St. Louis, v. 67, n. 1, p. 62 – 66, Jan. 1992.
- 60 TORTENSON, B., BRÄNNSTRÖM, M., MATTSSON, B. A new method for sealing composite resin contraction gaps in lined cavities. J. Dent. Res., Houston, v. 64, n. 3, p. 450 - 453, Mar.1985.
- 61 TROWBRIDGE, J. O. Model systems for determining biologic effects of microleakage. Oper. Dent., Seattle, v.12, n. 4, p.164 - 172, 1987.
- 62 UNTERBRINK, G. L., MUESSNER, R. Influence on light intensity on two restorative systems. J. Dent., Guildford, v. 23, n. 3, p. 183 - 189, June 1995.
- 63 VAN MEERBEEK, B. et al. Factors affecting adhesion to mineralized tissues. Oper. Dent., Seattle, v. 17, n. 3, p. 111 - 124, May/June 1992. (Supl. 5).
- 64 VAN MEERBEEK, B. et al. Three – year clinical effectiveness of four total – etch dentinal adhesive systems in cervical lesions. Quintessence Int., Berlin, v. 27, n. 11, p. 775 – 784, Nov. 1996.
- 65 VAZ, R, R. et al. Avaliação de alguns materiais impermeabilizantes utilizados na verificação de infiltração marginal. Arq. Centro Est. Curso Odonto., Belo Horizonte, v. 29, n. 1, p. 41 – 45, jan./ jun. 1992.
- 66 VERSLUIS, A., TANTBIROJN, D., DOUGLAS, W. H. Do dental composites always shrink toward the light? J. Dent. Res., Washington, v. 77, n. 6, p. 1435 – 1445, June 1998.
- 67 VON FRAUNHOFER, J. A., HAMMER, D. W. Microleakage of composite resin restorations. J. Prosthet. Dent., St. Louis, v. 51, n. 2, p. 209 – 213, Feb. 1984.

- 
- 68 WALTON, R. Microleakage of restorative materials. Oper. Dent., Guildford, v. 12, n. 4, p. 138 - 139, 1987.
- 69 WILSON, N. H. F. Buonocore memorial lecture: the evaluation of materials: relationships between laboratory investigations and clinical studies. Oper. Dent., Seattle, v.15, n. 4 ,p.149 - 155, Aug.1990.
- 70 WIECKOWSKI JR, G. et al. Microleakage in various dentin bonding agent/composite resin systems. Oper. Dent., Seattle, p. 62 – 67, 1992. (Supl. 5).
- 71 YEARN, J. A. Factors affecting cure of visible light activated composites. Int. Dent. J., The Hague, v. 35, n. 3, p. 218 – 225, Sept. 1985.
- 72 YAP, A., STOKES, A. N., PEARSON, G. J. An *in vitro* microleakage study of a new multi: purpose dental adhesive system. J. Oral Rehabil., Oxford, v. 23, n. 5, p. 302 - 308, May 1996.
- 73 YAP, A., LYE, K. W., SAL, C. W. Surface characteristics os tooth-colored restoratives polished utilizing different polishing systems. Oper. Dent., Seattle, v.22, n.6, p.260-265, Nov./Dec. 1997.
- 74 ZIDAN,O., GOMEZ - MARIN, O., TSUCHIYA, T. A comparative study of the effects of dentinal bonding agents and application techniques on marginal gaps in Cass V cavities. J. Dent. Res., Washington, v.66, n.3, p. 716 - 721, Mar. 1987.