



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



**Rosana Costa Casanovas**  
Cirurgiã - dentista

UNICAMP  
BIBLIOTECA CENTRAL  
SEÇÃO CIRCULANTE

**AVALIAÇÃO *IN VITRO* DA MICROINFILTRAÇÃO  
MARGINAL EM RESTAURAÇÕES CLASSE II UTILIZANDO  
DIFERENTES TÉCNICAS DE INSERÇÃO DA RESINA  
COMPOSTA CONDENSÁVEL**

Dissertação apresentada à Faculdade de Odontologia de Piracicaba – Universidade Estadual de Campinas, como parte dos requisitos para obtenção do título de Mestre em Clínica Odontológica na área de Dentística.

**PIRACICABA  
2001**





UNIVERSIDADE ESTADUAL DE CAMPINAS  
FACULDADE DE ODONTOLOGIA  
DE PIRACICABA



**Rosana Costa Casanovas**  
Cirurgiã – dentista

**AVALIAÇÃO *IN VITRO* DA MICROINFILTRAÇÃO  
MARGINAL EM RESTAURAÇÕES CLASSE II UTILIZANDO  
DIFERENTES TÉCNICAS DE INSERÇÃO DE RESINA  
COMPOSTA CONDENSÁVEL**

Dissertação apresentada à Faculdade de Odontologia de Piracicaba – Universidade Estadual de Campinas, como parte dos requisitos para obtenção do título de Mestre em Clínica Odontológica na área de Dentística.

**Orientadora:** Prof<sup>a</sup>. Dra. Giselle Maria Marchi Baron

**Co-orientador:** Prof. Dr. Luiz André Freire Pimenta

**Banca Examinadora:**

Prof<sup>a</sup>. Dra. Fernanda Augusta Passianoto de Lima

Prof. Dr. Mário Alexandre Coelho Senhoreti

Prof<sup>a</sup>. Dra. Giselle Maria Marchi Baron

Este exemplar foi devidamente corrigido,  
de acordo com a Resolução CCPG-036/83  
CPG, 03 / 04 / 01

  
Assinatura do Orientador

PIRACICABA  
2001

TI UNICAMP  
 C263a  
 V. \_\_\_\_\_ Ex. \_\_\_\_\_  
 TOMBO BC/ 45149  
 PROC. 16-892107  
 C  D   
 PREÇO R\$ 11,00  
 DATA 06/07/02  
 N.º CPD \_\_\_\_\_

CM00157616-B

### Ficha Catalográfica

C263a Casanovas, Rosana Costa.  
 Avaliação *in vitro* da microinfiltração marginal em restaurações classe II utilizando diferentes técnicas de inserção de resina composta condensável. / Rosana Costa Casanovas. – Piracicaba, SP : [s.n.], 2001.  
 xxii, 108p. : il.

Orientadores : Prof<sup>a</sup> Dr<sup>a</sup> Giselle Maria Marchi Baron,  
 Prof. Dr. Luiz André Freire Pimenta.  
 Dissertação (Mestrado) – Universidade Estadual de Campinas, Faculdade de Odontologia de Piracicaba.

1. Infiltração. 2. Resinas compostas. 3. Restaurações (Odontologia). 4. Condensação. I. Baron, Giselle Maria Marchi. II. Pimenta, Luiz André Freire. III. Universidade Estadual de Campinas. Faculdade de Odontologia de Piracicaba. IV. Título.

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



FACULDADE DE ODONTOLOGIA DE PIRACICABA  
UNIVERSIDADE ESTADUAL DE CAMPINAS



A Comissão Julgadora dos trabalhos de Defesa de Tese de MESTRADO, em sessão pública realizada em 14 de Fevereiro de 2001, considerou a candidata ROSANA COSTA CASANOVAS aprovada.

1. Profa. Dra. GISELLE MARIA MARCHI BARON

Handwritten signature of Giselle Maria Marchi Baron in black ink, written over a horizontal line.

2. Profa. Dra. FERNANDA AUGUSTA PASSIANOTO DE LIMA

Handwritten signature of Fernanda Augusta Passianoto de Lima in black ink, written over a horizontal line.

3. Prof. Dr. MARIO ALEXANDRE COELHO SINHORETI

Handwritten signature of Mario Alexandre Coelho Sinhoreti in black ink, written over a horizontal line.

Aos meus pais,  
**JOAQUIM e ZÉLIA,**  
pelo exemplo de  
força , caráter e  
determinação que  
me fizeram resistir  
às intempéries do  
caminho.

Ao meu irmão **NETO,**  
**ÂNGELA e THAISSA**  
e **TODA MINHA FAMÍLIA,**  
que compartilharam dos  
meus ideais; pelo apoio e  
incentivos certos das horas  
incertas, fundamentais para  
a realização deste sonho.

Ao meu esposo  
**TADEU FERNANDO**  
que soube com paciência  
e serenidade enfrentar  
obstáculos e conseguiu  
transformar a dor da nossa  
separação em confiança e  
esperança por dias melhores,  
confirmando a solidez  
do nosso amor .

A minha pequena e grande  
filha **JULIANA**.  
Pequena no tamanho e  
entendimento, mas grande na  
arte de alegrar e inspirar.  
Obrigada por você existir  
e ser a principal razão  
do meu existir.

Aos meus sogros,  
**FERNANDO e HAYDEÉ**  
meus grandes incentivadores,  
pela confiança que depositam  
em mim .

## **AGRADECIMENTOS**

A **Deus**, a quem  
devo a minha vida e todas  
as minhas conquistas.

Aos meus orientadores

**Prof<sup>a</sup>. Dra. Giselle Maria Marchi Baron**

Que me fez descobrir que competência  
não é medida pelo número de aniversários  
de uma pessoa, mas pelas experiências vividas e pelas lições  
aprendidas com elas.

**Prof. Dr. Luiz André Freire Pimenta**

O mais importante é saber que alguém  
confia em nós e de nós espera grandes coisas.  
Obrigada pela oportunidade ímpar de ter  
desfrutado da companhia de alguém tão  
brilhante e capaz.  
“O tempo, a ausência e a distância jamais  
conseguirão apagar de nossos corações a  
imagem daqueles que souberam  
cativar a nossa amizade”.

**JOSÉ FERREIRA COSTA e  
SORAIA DE FÁTIMA CARVALHO SOUZA**

Agradeço a vocês pela ajuda  
na execução da parte experimental  
desta tese, pelo companheirismo em  
todos os momentos que convivemos  
e, principalmente, pela amizade que  
extrapola os limites da Faculdade.  
Com muito carinho compartilho  
com vocês os méritos deste trabalho.

A querida amiga  
**ANA KARINA BARBIERI BEDRAN DE CASTRO**  
que me acolheu como irmã e  
cujo apoio e incentivo constantes  
deram-me forças para alcançar este objetivo.  
“A amizade verdadeira continua  
a crescer independente  
da distância que nos separa ”.

Aos colegas professores  
**Antônio Duarte Júnior, Josimar Camelo,**  
**Áurea Feitosa, Lucíola Vasconcelos,**  
**Tetis Sauaia, Fernanda Lopes**  
**e Adriana de Fátima Vasconcelos,**  
que assumiram comigo o compromisso  
de buscar conhecimento para engrandecer  
o patrimônio cultural da Universidade  
Federal do Maranhão, agradeço  
pela oportunidade de conhecê-los  
mais profundamente e pela convivência  
harmoniosa durante todo o tempo em  
que formamos uma verdadeira família .

Ao **Dr. Othon de Carvalho Bastos**, reitor da UFMA e ao **Dr. Hermano de Medeiros Ferreira Tavares**, reitor da UNICAMP que permitiram a realização deste mestrado de cooperação acadêmica;

À **CAPES**, pela concessão de bolsas de estudo durante nossa permanência em Piracicaba;

À **Prof<sup>a</sup>. Dr<sup>a</sup>. Altair Antoninha Del Bel Cury**, Coordenadora Geral dos cursos de pós-graduação da Faculdade de Odontologia de Piracicaba – UNICAMP, pela dedicação e competência que tornaram possível a realização deste mestrado;

À **Prof<sup>a</sup>. Dr<sup>a</sup>. Brenda de Paula Figueredo Almeida Gomes**, Coordenadora do Curso de pós-graduação em Clínica Odontológica da Faculdade de Odontologia de Piracicaba – UNICAMP, exímia professora e pesquisadora, cujo exemplo de caráter, organização e competência norteia nossas condutas;

À **Prof<sup>a</sup>. Dr<sup>a</sup>. Flor de Maria Pires Mendes**, Coordenadora do Curso de Mestrado Interinstitucional em Clínica Odontológica da Universidade Federal do Maranhão, pela orientação competente, amizade e acessibilidade durante todo o curso;

Aos **professores Antônio Luís Amaral Pereira**, Coordenador do curso de Odontologia da Universidade Federal do Maranhão, e **Ana Maria Almeida Muniz**, chefe do Departamento de Odontologia I, pelo dom de chefiar com humildade, valorizando a amizade, o respeito e a dignidade humana;

Aos professores do Mestrado Interinstitucional: **Francisco Humberto Nociti Júnior**, **Ivani Aparecida Lombardo**, **José Ricardo de Albergaria Barbosa**, **Renata Cunha Matheus Rodrigues Garcia**, **Guilherme Elias Pessanha Henriques**, **Marcelo Ferraz Mesquita**, **Lúis Valdrighi**, **Altair A. Del Bel Cury**, **Gláucia Maria Bovi Ambrosano**, **Luiz André Freire Pimenta**, pelo empenho em romper divisas para a divulgação da ciência;

Aos demais professores que participaram da nossa formação durante nossa estada na Faculdade de Odontologia de Piracicaba: **Mônica Campos Serra, Giselle Maria Marchi Baron, Mauro Antônio de Arruda Nóbilo, Jaime Aparecido Cury, Luis Augusto Passeri**, pelo conhecimento compartilhado;

À **Dentsply Industria e Comércio LTDA.**, pela concessão de materiais usados na parte experimental;

Aos **colegas de pós-graduação**, em especial aos da área de Dentística: **Anderson Takeo Hara, Cecília Pedroso Turssi, Ana Karina Barbieri Bedran de Castro, Cristiane Mariote Amaral, José Augusto Rodrigues, Vicente Saboia e Roberta Basting**, pela recepção amigável, ajuda constante e prazer em fazer parte desse grupo seletivo de mentes prodigiosas;

Ao brilhante colega **Anderson Takeo Hara**, pela elaboração das ilustrações utilizadas nesta dissertação;

Aos colegas de pós-graduação da área de Endodontia, **Érika e Cícero**, pela convivência agradável durante tantos finais de semana no laboratório e pela realização das imagens na lupa estereoscópica;

Ao **quadro de funcionários da Biblioteca, CPD, Xerox e Cantina**, que em muito facilitaram nossas atividades nesta Faculdade;

Aos **colegas, professores e funcionários do Curso de Odontologia da UFMA**, pela condução de todas as atividades de ensino durante nossa ausência ;

Aos amigos maranhenses em Piracicaba: **Eider, Ana Cláudia, Luís e Tereza, Ana Emília e Samira** que ajudaram a diminuir a saudade da terrinha e encontrar soluções em momentos difíceis;

Em nossa vida, recebemos apoio de muitas pessoas queridas, que não podem deixar de serem lembradas em um momento tão importante de nossa formação. Deixo aqui o meu agradecimento a estas pessoas pela amizade, apoio e amor a mim dispensados: Vovó Rosita, tios e primos, cunhados e sobrinhos, Ana Rosa, Rachel, Duda, Antônia, Márcia, Leila, Adriana, Kênia, Suzana, Silvia e todos aqueles que de alguma maneira colaboraram para a realização deste sonho.

MUITO OBRIGADA !!!!

## SUMÁRIO

CAPÍTULO	PÁGINA
RESUMO	01
ABSTRACT	03
1. INTRODUÇÃO	05
2. REVISÃO DA LITERATURA	09
2.1 MICROINFILTRAÇÃO EM RESTAURAÇÕES DE RESINA COMPOSTA	09
2.2 TÉCNICAS RESTAURADORAS COM COMPÓSITOS	27
3. PROPOSIÇÃO	59
4. MATERIAIS E MÉTODOS	61
4.1 SELEÇÃO E PREPARO DOS DENTES	61
4.2 PREPAROS CAVITÁRIOS	62
4.3 PROCEDIMENTOS RESTAURADORES	63
4.3.1 TÉCNICAS RESTAURADORAS	66
4.4 POLIMENTO DAS RESTAURAÇÕES	70
4.5 CICLAGEM TÉRMICA	70
4.6 IMPERMEABILIZAÇÃO E IMERSÃO DOS ESPÉCIMES EM CORANTE	71
4.7 SECCIONAMENTO DOS ESPÉCIMES E AVALIAÇÃO DA INFILTRAÇÃO	72
5. RESULTADOS	75
6. DISCUSSÃO	79
7. CONCLUSÃO	89
REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS	91
BIBLIOGRAFIA	103
ANEXOS	105

## RESUMO

Neste trabalho, estudou-se a influência de quatro diferentes técnicas de inserção da resina composta condensável fotoativada em cavidades de classe II, no vedamento marginal, através de testes de infiltração de um agente corante. Foram realizadas 120 cavidades em dentes bovinos extraídos, com parede gengival localizada em dentina/cimento, sendo divididas, aleatoriamente, em 4 grupos (n = 30), de acordo com as técnicas restauradoras: Grupo 1- Inserção Única, Grupo 2- Inserção em Incrementos Horizontais, Grupo 3- Inserção em Incrementos Oblíquos e Grupo 4- Inserção Mista. As cavidades foram restauradas empregando-se o sistema adesivo (Prime & Bond 2.1<sup>®</sup>) e a resina composta (Surefil<sup>®</sup>). Após as restaurações serem polidas, os dentes foram submetidos à termociclagem ( $5\pm 2^{\circ}\text{C}$  e  $55\pm 2^{\circ}\text{C}$ , durante 1000 ciclos) e, depois de adequadamente impermeabilizados, foram imersos em solução corante de azul de metileno a 2% pH 7 por 4 horas. Em seguida, os dentes foram cortados e avaliados quanto à microinfiltração na interface parede gengival/material restaurador, por dois examinadores, com auxílio de lupa estereoscópica (50x) e segundo um critério pré-estabelecido (escores de 0 a 4). O teste de Kruskal-Wallis demonstrou não haver diferença estatisticamente significativa na microinfiltração entre as diferentes técnicas ao nível de significância de 5%. Nenhuma das técnicas restauradoras foi capaz de eliminar a microinfiltração em restaurações classe II em resina composta condensável com a margem gengival em dentina/cimento.

Palavras-chaves: Microinfiltração, técnicas de inserção e resina composta condensável.

## ABSTRACT

This work evaluated the influence of four different insertion techniques of light-cured condensable composite resin in class II restorations on marginal sealing by the microleakage tests of a dye agent. One hundred and twenty cavities were prepared in extracted bovine teeth with gingival wall located in dentine/cementum being randomly divided into four groups (n=30) according to the restorative techniques: group 1 – bulk insertion; group 2 – horizontal increments insertion; group 3 – oblique increments insertion and group 4 – mixed insertion. The cavities were restored with adhesive system (Prime & Bond 2.1<sup>®</sup>) and composite resin (Surefil<sup>®</sup>). After the restoration had been polished, the teeth were submitted to a thermocycle process ( $5\pm 2^{\circ}\text{C}$  and  $55\pm 2^{\circ}\text{C}$  during 1000 cycles) and properly impermeabilized, they were immersed in a dye solution of 2% Methylene Blue pH 7 for 4 hours. Following that process, the teeth were cut and evaluated for microleakage in gingival wall and restorative material interface by two examiners using a stereoscope magnifying glass (50x) with regard to previous criterion (0-4 score). The Kruskal-Wallis test has showed no statistically significant difference in microleakage among different techniques in terms of 5% significance. No restorative technique was able to eliminate the microleakage in class II restorations with condensable composite resin in gingival margin located in dentine/cementum.

Key Words: Microleakage, insertion techniques and condensable composite resin.

## 1. INTRODUÇÃO

Desde o advento das restaurações com resina composta para dentes posteriores no início dos anos 80, seu uso tem crescido com a conscientização pública e profissional da disponibilidade de uma alternativa estética para as restaurações de amálgama (YOUNGSON et al., 1990).

Observa-se que o uso de compósitos em dentes posteriores tem obtido popularidade nos últimos anos devido as suas cores semelhantes as do dente, por serem livres de mercúrio em sua composição, por não apresentarem alta condutividade térmica (JORDAN & SUZUKI, 1991) e se unirem à estrutura dental através da aplicação de agentes adesivos (EAKLE, 1986; BERTOLOTTI, 1991), possibilitando a confecção de preparos mais conservativos com maior preservação do remanescente dental (KANCA III, 1986).

Entretanto, as resinas compostas para dentes posteriores sofrem contrações de polimerização volumétricas entre 2,6 a 7,1 % (FEILZER et al., 1988). Isso pode resultar na formação de fendas microscópicas devido ao deslocamento do compósito da margem cavitária (LUTZ et al., 1991), principalmente em margens situadas em dentina/cimento (DAVIDSON et al., 1984; ABDALLA & DAVIDSON, 1993; RETIEF, 1994; MIRANDA JR. et al., 1999). A presença dessas microfendas pode facilitar a passagem de bactérias, fluidos,

moléculas e íons entre a parede da cavidade e o material restaurador, processo denominado de microinfiltração (KIDD, 1976), que pode resultar em sensibilidade pós-operatória, alteração de cor dental, cáries secundárias e patologias pulpares (MJÖR , 1985; PASHLEY, 1990; COX, 1992).

No intuito de eliminar ou pelo menos minimizar a microinfiltração, várias alternativas têm sido estudadas, baseadas tanto no desenvolvimento de materiais adesivos e restauradores mais eficientes, quanto na diversidade de técnicas de inserção e fotopolimerização da resina composta (HILTON et al., 1997).

Dentre as alternativas amplamente estudadas, está o desenvolvimento de sistemas adesivos capazes de resistir às tensões geradas durante a contração de polimerização do compósito na cavidade (BERTOLOTTI, 1991; SWIFT JR. et al., 1995), utilizando-se a técnica do condicionamento ácido total (esmalte e dentina) e adesivos dentinários hidrófilos (PIMENTA, 1999), que baseiam-se na penetração dos monômeros na dentina peri e intertubular, envolvendo as fibras colágenas e formando uma camada adesiva chamada de “zona híbrida”, garantindo um melhor selamento marginal (NAKABAYASHI et al., 1982; SWIFT JR. et al., 1995).

Com a finalidade de melhorar a resistência das resinas compostas diretas, modificações têm sido propostas em sua composição original, como a adição de fibras e partículas de vidro à matriz de BIS-GMA (PORTO NETO & MACHADO, 1999). Assim sendo, surgiram no mercado odontológico, nos últimos

anos, as resinas compostas “condensáveis” ou “compactáveis”, que possuem como características uma boa resistência mecânica, rigidez e alta radiopacidade, baixo desgaste e, ainda, permitem a inserção em um único incremento, devido a alta profundidade de polimerização e baixa contração (PORTO NETO & MACHADO, 1999).

Várias técnicas restauradoras também têm sido sugeridas para reduzir o tamanho e a incidência das fendas formadas após a polimerização dos compósitos. Quando uma resina composta fotopolimerizável é utilizada, uma técnica incremental é freqüentemente recomendada para diminuir a contração de polimerização através da redução do volume de resina composta a ser polimerizada de cada vez, resultando em um menor tensão marginal e a possibilidade de direcionamento da polimerização, visto que esses materiais supostamente se contraem em direção à fonte de luz polimerizadora (LUTZ et al., 1986a; POLLACK, 1988; DIETSCHI et al., 1995). Outros trabalhos, entretanto, demonstram que esta contração se dá em direção às superfícies aderidas (VERLUIIS et al., 1998), não havendo relação entre a técnica de inserção única ou em vários incrementos no que diz respeito a infiltração marginal (MANGUM et al., 1994; NEIVA et al., 1998; AFFLECK et al., 1999; PIMENTA, 1999).

Dessa forma, é válido considerar que, com o advento das resinas compostas “condensáveis”, novos estudos clínicos e laboratoriais são necessários para avaliar o comportamento desses novos materiais em relação às várias técnicas de inserção sugeridas.

## 2. REVISÃO DA LITERATURA

### 2.1 MICROINFILTRAÇÃO EM RESTAURAÇÕES DE RESINA COMPOSTA

Em 1975, JÖRGENSEN et al. publicaram um artigo sobre danos ao esmalte ocasionados pela contração das resinas restauradoras. Após realizadas restaurações *in vitro* em dentes humanos extraídos, com condicionamento ácido do esmalte, aplicação de resina fluída, seguida da inserção de resinas quimicamente ativadas, foram detectadas microfraturas no esmalte adjacente às restaurações. Estas fraturas, segundo os autores, foram decorrentes da contração de polimerização associada às diferenças de coeficiente de expansão térmica linear entre a resina composta e a estrutura dental. Além destas fraturas, foi relatada a formação de microfendas no esmalte, indicando ser a força da contração de polimerização superior à resistência coesiva do próprio esmalte dental.

A microinfiltração foi definida por KIDD, em 1976, como sendo a passagem clinicamente indetectável de bactérias, fluídos, moléculas ou íons entre a parede cavitária e o material restaurador aplicado a ela. Neste trabalho foram descritos e discutidos alguns métodos utilizados para avaliar a microinfiltração. Dentre os métodos de detecção de microinfiltração *in vitro*, a autora descreve como empregar corantes, isótopos radioativos, pressão de ar, bactérias, análise por ativação de nêutrons, indução de cárie artificial ou avaliação através da

microscopia eletrônica de varredura. Relata, ainda, que a ciclagem térmica invariavelmente mostrava aumento na infiltração quando era utilizada nos testes laboratoriais. Após essa revisão, concluiu-se que os testes de microinfiltração são muito importantes na avaliação dos materiais restauradores odontológicos, sendo o uso de corantes o método mais comumente utilizado, apesar de considerar a indução de lesões artificiais de cárie o método com maior relevância clínica.

FUSAYAMA, em 1980, buscando uma solução para melhorar a adaptação entre o compósito e a parede cavitária e, conseqüentemente, diminuir a microinfiltração marginal, descreveu, a aplicação de uma resina composta associada a um sistema de adesão à dentina onde sugeria o condicionamento ácido (ácido fosfórico a 40%) sobre a dentina na busca de melhores níveis de adesão. Esclarecia, ainda, que a resposta pulpar decorrente da aplicação do ácido na dentina mostrou-se muito sutil e sempre menor que nos casos realizados sem condicionamento.

No intuito de avaliar a eficácia de dois métodos distintos para detecção da microinfiltração *in vitro* usando corantes, CRIM & MATTINGLY, em 1981, realizaram um estudo em 20 pré-molares humanos extraídos, nos quais foram realizados 40 restaurações de resina composta de classe V. Deste total, 20 foram imersos em solução aquosa de fucsina básica a 0,5% e mantidos a temperatura constante de 37°C durante 25 horas, enquanto que os outros 20 foram submetidos a 1500 ciclos térmicos (4 segundos a 60°C, 23 segundos a 37°C, 4 segundos a 5°C e 23 segundos a 37°C) durante 25 horas, usando a mesma solução corante.

Os resultados deste estudo indicaram que a termociclagem é o procedimento mais eficiente para avaliar a microinfiltração em testes *in vitro*, mostrando-se superior aos estudos com temperatura estática que não levam em consideração a diferença existente entre os coeficientes de expansão térmica linear da estrutura dental e do material restaurador.

Devido à dificuldade de obtenção de dentes humanos para realização de testes de adesão dos materiais odontológicos, NAKAMICHI et al., em 1983, compararam a força adesiva dos dentes bovinos aos humanos, usando cinco cimentos dentais e duas resinas compostas diferentes. Os autores concluíram que: 1) não houve diferença estatisticamente significativa na força adesiva ao esmalte entre os dentes humanos e bovinos com nenhum dos materiais usados, apesar dos valores médios serem sempre ligeiramente menores com os dentes bovinos; 2) a força adesiva à dentina bovina foi de 1.6 a 10.7 vezes maior na camada superficial (mais madura) que na profunda, não havendo diferença estatisticamente significativa na adesão da camada superficial de dentina entre dentes humanos e bovinos; 3) dentes extraídos a mais tempo sempre apresentaram força de adesão maior que os recém-extraídos devido à entrada dos túbulos dentinários estar mais aberta nos dentes mais antigos pela degradação dos processos odontoblásticos, aumentando o efeito de ancoragem; 4) dentes bovinos são úteis nos testes de adesão como substitutos para os dentes humanos usando tanto o esmalte quanto a camada superficial da dentina.

DAVIDSON et al. em 1984, publicaram um artigo no qual estudaram a influência da tensão gerada durante a contração de polimerização das resinas compostas sobre a adesividade à dentina tratada com adesivos dentinários. Dois tipos de experimentos foram conduzidos para se avaliar o efeito da contração sobre a adesão à estrutura dentinária. O primeiro constou de um modelo linear consistindo basicamente de um teste de tração durante a polimerização da resina composta aplicada sobre a superfície de dentina previamente tratada com adesivo dentinário, realizado com um tensiômetro. O segundo teste, um modelo tridimensional, consistiu de restaurações realizadas em cavidades classe V, em dentes bovinos, com adesão da resina composta acontecendo, no mínimo, em três paredes e a citada resistência adesiva foi avaliada por teste de infiltração do corante azul de metileno. Os resultados indicaram que, no modelo linear, a resistência adesiva foi superior à tensão de contração de polimerização, com a manutenção da adesão da resina à dentina; já no modelo tridimensional, a tensão de contração foi superior, ocasionando ruptura da adesão, caracterizada pela infiltração do corante na interface dente/restauração. Os autores explicaram tais resultados através da capacidade de escoamento da resina durante a polimerização ocorrer com maior liberdade no modelo linear, por estar aderida apenas a uma parede e com maior quantidade de superfície livre; enquanto que em uma classe V, o material fica inserido em uma cavidade, impedindo o livre escoamento devido à adesão às paredes. Concluíram que, para conseguir uma adaptação marginal estável, é necessário não apenas um agente adesivo

melhorado como também uma resina com menor contração, além da atenção à configuração da cavidade.

Em 1986, STANINEC et al. avaliaram a influência da variação de temperatura sobre dois tipos de resinas compostas quanto à formação de fendas na interface, infiltração marginal e fraturas de esmalte em torno das restaurações classe V. Em 16 incisivos foram realizadas cavidades classe V com margens cervicais localizadas em cimento. Após condicionamento ácido do esmalte e dentina, foi aplicado um agente adesivo e realizadas as restaurações com resina de micropartículas e resina convencional. Depois de restaurados, os dentes foram termociclados (4°C e 60°C, três minutos em cada banho, durante 100 ciclos), isolados e imersos em solução corante à base de metil-violeta a 0,025%. Após avaliados e analisados os resultados, os autores concluíram que: 1) o efeito da temperatura foi mais evidente nas resinas de micropartículas, devido ao seu alto coeficiente de expansão térmica; 2) a fenda provocada pela contração de polimerização era aumentada pela diminuição da temperatura, em função do maior coeficiente de expansão térmica linear das resinas compostas, quando comparadas com os dentes; 3) a microinfiltração foi proporcional à grandeza das falhas na interface e 4) a fratura do esmalte ocorreu mais nas resinas de micropartículas, devido à maior contração de polimerização (menos carga) e ao alto coeficiente de expansão térmica linear.

No ano seguinte, CRIM & GARCIA-GODOY avaliaram qual a influência dos tempos de armazenamento dos corpos-de-prova e do número de ciclos

térmicos sobre a microinfiltração aferida nos testes *in vitro*. Foram feitas restaurações de classe V em resina composta e os dentes divididos em quatro grupos: grupo A-100 ciclos realizados imediatamente após a conclusão das restaurações; grupo B-1500 ciclos também iniciados logo após o término das restaurações; grupo C-100 ciclos iniciados 24 horas após as restaurações serem realizadas; grupo D-1500 ciclos iniciados após um período de estocagem de 24 horas das restaurações. Os ciclos consistiram em banhos às temperaturas de 37°C por 23 segundos; 54°C por 4 segundos; 37°C por 23 segundos e 12°C por 4 segundos. Em seguida, os dentes foram seccionados e avaliados, em um microscópio esterioscópico, classificando em escores que variaram de 0 a 3. Em função dos resultados encontrados, concluíram que, quando o tempo de armazenamento e o número de ciclos térmicos são reduzidos, não há impacto significativo nos resultados de microinfiltração de restaurações com resina composta.

Ainda em 1987, TROWBRIDGE publicou um interessante trabalho, no qual analisou os efeitos biológicos da microinfiltração e estudou diversas técnicas para aferição desta infiltração, assim como o efeito da ciclagem térmica. Discutiu as causas da infiltração, as condições que afetam a quantidade de infiltração marginal, as técnicas desenvolvidas para avaliação das falhas marginais e considerações sobre os efeitos adversos da microinfiltração sobre o esmalte, dentina e polpa. As diversas técnicas utilizadas foram: testes com corantes e radiótopos, com penetração de bactérias, com ar comprimido, nêutrons ativos,

testes com penetração de corrente elétrica, de visualização direta das fendas, corantes com bactérias e com cáries artificiais. Analisou, ainda, o efeito de diferentes materiais usados como protetores e seus efeitos sobre a condição pulpar, além da permeabilidade dentinária e os efeitos da microinfiltração sobre a polpa. Concluiu que: 1) as causas e conseqüências da microinfiltração precisam ser melhor caracterizadas; 2) quanto ao papel da microinfiltração como fator etiológico de problemas pulpares, mais informações são necessárias quanto à natureza, concentração e toxicidade das substâncias que atingem a polpa e; 3) que as bactérias foram mais nocivas à polpa que muitos materiais restauradores.

Com o objetivo de estudar a relação entre o coeficiente de expansão térmica linear e a microinfiltração, BULLARD et al. em 1988, testaram seis materiais odontológicos diferentes: amálgama, resina acrílica, cimento de óxido de zinco e eugenol modificado, cimento de ionômero de vidro, resina composta de micropartículas e resina composta para dentes posteriores. Cavidades classe V foram preparadas em 60 molares humanos extraídos e restaurados com os citados materiais. Após restaurados, os dentes foram isolados e submetidos à ciclagem térmica em solução corante de fucsina básica a 0,5%, durante 125 ciclos, em banhos de 5 e 55°C durante 30 segundos em cada banho. Os espécimes foram seccionados e avaliados quanto à infiltração provocada pela alteração dimensional dos materiais usados. Os autores concluíram que houve uma relação direta entre os valores do coeficiente de expansão térmica linear com a

quantidade de infiltração encontrada, tendo o cimento de ionômero de vidro a menor infiltração e, a resina acrílica, a infiltração máxima.

Avaliando a infiltração marginal em função do preparo cavitário executado, tipo de material restaurador e da realização de condicionamento ácido do esmalte cervical em restaurações em dentes posteriores com resina composta, ARAÚJO, em 1989, realizou um trabalho *in vitro*, utilizando cavidades de classe II, ocluso-proximais (OD ou OM) com margens gengivais em esmalte, preparadas em pré-molares. Foram realizados dois tipos distintos de cavidades: uma do tipo convencional (de Black) e outra denominada adesiva (de Luecher). As resinas P10<sup>®</sup>, quimicamente ativada, e P30<sup>®</sup>, fotoativada, foram aplicadas após o adesivo Scotchbond<sup>®</sup> através da técnica incremental. Depois de restaurados, os dentes foram isolados e submetidos à ciclagem térmica imersos em corante rodamina a 0,2%. Os ciclos térmicos, realizados durante 24 horas, consistiam em banhos em temperaturas extremas de 10 e 50°C durante 15 segundos, passando por um banho intermediário a 37°C durante 3 horas. Após lavados e cortados no sentido mesio-distal, os espécimes foram analisados quanto ao grau de infiltração do corante na parede gengival. A autora concluiu que: quanto ao tipo de cavidade, a convencional apresentou mais infiltração que a adesiva; sendo a maior porcentagem das infiltrações classificadas como de grau máximo (até a parede axial); não houve diferença significativa entre os tipos de resina composta usadas (química ou fotoativadas) quanto ao nível de infiltração; e que o condicionamento ácido do esmalte cervical reduziu o percentual de infiltração observado.

Em estudo laboratorial avaliando a microinfiltração em restaurações MOD de resina composta, usando 3 tipos diferentes de sistemas adesivos, EAKLE & NAKAMOTO, no mesmo ano, concluíram que, independente dos adesivos utilizados, houve severa infiltração quando as margens das cavidades localizavam-se em cimento. Ainda fizeram uma abordagem sobre os resultados deste trabalho e sua relevância clínica, relatando que, o fato de haver infiltração *in vitro*, não significa necessariamente falha clínica da restauração, porque esta infiltração estaria na dependência do tamanho das moléculas dos corantes, da dimensão das microfendas, da ação capilar na interface dente/restauração e da influência da pressão dos túbulos dentinários, dentre outros fatores.

Também estabelecendo uma relação entre os testes laboratoriais de microinfiltração e sua aplicabilidade clínica, PASHLEY, em 1990, afirmou ser difícil uma adequada correlação entre estudos *in vitro* e *in vivo*, dizendo que nem sempre o que ocorre naquele é verdadeiro neste. No entanto, se um material aplicado *in vitro* não exibir microinfiltração, existe alta probabilidade de obter sucesso em condições clínicas *in vivo*. Assim, salienta que as medidas de microinfiltração *in vivo* sofrem influência de um maior número de fatores tais como os produtos de corrosão, placa bacteriana ou cálculo dental, que podem se depositar na interface dente/restauração, além da complexa e dinâmica situação dentina/polpa (forças hidrodinâmicas, estruturas orgânicas como proteínas e anticorpos) e a esclerose dentinária, que afetam diretamente a permeabilidade dos túbulos dentinários.

Ainda em 1990, YOUNGSON et al., estudaram a microinfiltração marginal *in vitro* associada a cinco sistemas adesivos dentinários e resinas compostas. Para realização deste experimento foram realizadas 50 cavidades de classe II em pré-molares, onde os autores preconizaram condições consideradas ideais para a confecção das restaurações, quando comparadas à situação clínica real, visto que não havia ameaça de contaminação úmida pela saliva, não houve tempo limite para a realização das restaurações, além de um maior acesso à cavidade para inserção e polimerização do material restaurador. Concluíram que, desta forma, puderam analisar o comportamento isolado de cada grupo testado e fazer comparações entre eles, com o mínimo de variáveis.

Em artigo de revisão de literatura, TAYLOR & LYNCH, em 1992, abordaram a microinfiltração, discutindo os vários métodos e materiais utilizados para avaliar a habilidade seladora de diversos materiais restauradores. Foram abordados testes com ar comprimido, meios de cultura com bactérias, radioisótopo, análise de ativação de neutrons, testes eletroquímicos (passagem de corrente), microscopia eletrônica de varredura, a influência das ciclagens térmica e mecânica, substâncias não radioativas (por exemplo: nitrato de prata) e agentes corantes. Os autores citaram os testes de microinfiltração com corantes como os mais usados na atualidade, devido a sua simplicidade de técnica, sem riscos nem reações químicas, embora exijam necessidade de cuidadosa padronização. Como desvantagens do uso dos corantes, citam apenas a necessidade de criação de índices de avaliação (scores) e, normalmente, mais de um examinador.

No mesmo ano, WENDT et al. estudaram o efeito da termociclagem sobre análises de microinfiltração em restaurações MOD com resina composta. Em 50 molares hígidos extraídos foram preparadas cavidades MOD com margens gengivais em diferentes níveis; de um lado situada em esmalte e do outro, em cimento. Após restaurados, os dentes foram divididos em 5 grupos, a saber: A) sem ciclagem térmica e imersos em corante fucsina básica a 0,5% por 24 horas a temperatura de 37°C; A') sem ciclagem térmica e imersos no mesmo corante por 4 horas a 37°C; B) com ciclagem térmica, em banho de água (5 e 55°C, por 15 segundos em cada banho, durante 250 ciclos) e, depois, imersos em corante por 24 horas, como no grupo A; B') com ciclagem térmica em água como no grupo anterior e posterior imersão em corante por 4 horas, como no grupo A'; e C) com ciclagem térmica, porém com banhos na própria solução corante nas mesmas condições de tempo e temperatura que os grupos anteriores. Após seccionados, a infiltração foi avaliada, através de escores de 0 (sem infiltração) à 4 (infiltração atingindo a parede pulpar). Os autores puderam concluir que não houve aumento significativo de microinfiltração em restaurações que foram submetidas à termociclagem, seja em banho de água com posterior imersão em corante, seja em banhos com o próprio corante.

No intuito de fazer uma comparação da microinfiltração obtida, entre restaurações com compósitos realizadas *in vivo* e *in vitro*, ABDALLA & DAVIDSON, em 1993, realizaram um trabalho onde as duas condições foram analisadas. Para a parte *in vivo*, 48 preparos classe II com margem gengival em

esmalte foram realizados em 24 pré-molares indicados para exodontia por motivos ortodônticos e restaurados usando seis diferentes combinações de materiais e técnicas restauradoras. Transcorridas 4 a 6 semanas após a realização das restaurações, os referidos dentes foram extraídos. Para a parte *in vitro*, preparos similares foram feitos em 48 dentes extraídos e restaurados usando as mesmas combinações, sendo, em seguida, submetidos a 500 ciclos térmicos entre 5 e 55°C durante 3 minutos em cada banho e 4000 ciclos de carga mecânica com 12,5 Kg. Todas as amostras, *in vivo* e *in vitro*, foram impermeabilizadas com esmalte de unha, deixando exposta apenas 1 mm em torno da margem gengival e imersas em solução corante por 24 horas. Após lavados, os espécimes foram cortados mesiodistalmente e inspecionados quanto à microinfiltração. Foi observada a presença da microinfiltração em todos os espécimes *in vivo* contra apenas 60% dos espécimes *in vitro*. Esses resultados indicam a limitação das investigações laboratoriais em predizer ou prever a performance de microinfiltração das restaurações em resina compostas sob circunstâncias clínicas.

RETIEF, em 1994, em seu trabalho sobre microinfiltração, esclareceu que todos os materiais restauradores à base de resina composta sofrem contração de polimerização resultando no desenvolvimento de tensões e/ou estresses na interface dente/restauração, que podem causar o rompimento da adesão do material restaurador às paredes da cavidade, propiciando a infiltração. Além da contração de polimerização, o autor cita ainda outras propriedades das resinas restauradoras, como a diferença de coeficiente de expansão térmica linear e a

sorção de água, que podem contribuir para o agravamento da microinfiltração. Acrescenta que, em margens onde há uma adequada espessura de esmalte, a técnica do condicionamento ácido associada aos adesivos tem eliminado estes problemas; entretanto, nenhum dos sistemas adesivos restauradores desenvolvidos foi capaz de eliminar completamente a microinfiltração em margens gengivais abaixo da junção cimento/esmalte.

No mesmo ano, FERRARI et al., realizaram um estudo com o objetivo de comparar os dados da microinfiltração entre restaurações adesivas *in vivo* daquelas realizadas *in vitro*. Para amostra *in vivo*, foram realizadas 40 restaurações de classe V em pacientes voluntários com dentes indicados para exodontia por razões periodontais, sendo estes extraídos após 3 meses de avaliação clínica das restaurações e estocados em solução de cloramina a 1 % em temperatura ambiente. Para a amostra *in vitro*, 40 incisivos humanos foram preparados e restaurados, em ambiente laboratorial, usando os mesmos materiais e técnicas do grupo *in vivo*, sendo mantidos em água a 37°C por sete dias após concluídas as restaurações e, em seguida, submetidos a 250 ciclos térmicos entre 5 e 55°C. Ambos os grupos foram então imersos em solução de fucsina básica a 0,5% durante 24 horas e os escores obtidos foram avaliados pelo teste de Kruskal-Wallis. Os autores concluíram que os testes de microinfiltração *in vitro* ofereceram resultados muito semelhantes daqueles realizados *in vivo* e que, portanto, tais testes laboratoriais deveriam ser considerados suficientemente

confiáveis para uma estimativa razoável da performance clínica dos materiais restauradores dentais.

FITCHIE et al., em 1995, realizaram um trabalho *in vitro* comparando a utilização de dentes humanos e bovinos em teste de microinfiltração de um novo adesivo dentinário associado às resinas compostas híbrida e microparticulada. Preparos de classe V foram realizados com margem gengival ao nível da junção cimento/esmalte em 20 incisivos bovinos e 20 incisivos humanos. Um grupo de 10 dentes humanos e 10 bovinos foram restaurados com o adesivo Syntac<sup>®</sup> e a resina híbrida APH<sup>®</sup> e o outro grupo com mesma combinação de dentes foi restaurado com Syntac<sup>®</sup> e uma resina composta posterior de micropartículas, a Heliomolar<sup>®</sup>. A microinfiltração foi estudada através da penetração de Ca<sup>45</sup> e os resultados revelaram que nenhuma diferença estatisticamente significativa foi encontrada entre os substratos humano e bovino, reafirmando que os dentes bovinos podem ser considerados como substitutos aceitáveis para os dentes humanos em testes de microinfiltração *in vitro* de materiais adesivos. As restaurações com resina composta híbrida exibiram menor microinfiltração em margens gengivais em dentina/cimento em dentes bovinos; entretanto, esta diferença não foi estatisticamente significativa.

Ainda no intuito de comprovar a efetividade dos dentes bovinos como substrato comparável aos dos dentes humanos em testes laboratoriais, REEVES et al., no mesmo ano, realizaram um trabalho *in vitro* avaliando a microinfiltração em restaurações de resina composta realizadas com três sistemas adesivos

dentinários distintos. Sessenta restaurações de classe V foram feitas com margem gengival na junção cimento/esmalte, em grupos contendo 30 dentes humanos e 30 bovinos. Após armazenagem e termociclagem, foram selados e mantidos no isótopo  $\text{Ca}^{45}$  por 2 horas. Foram produzidas auto-radiografias para avaliação da microinfiltração. Os materiais foram comparados uns com os outros através dos testes de Kruskal-Wallis e Mann-Whitney U. Os resultados mostraram que não houve diferenças estatisticamente significantes entre o comportamento da microinfiltração nos substratos humano e bovino, comprovando a hipótese do uso de dentes bovinos como substitutos para dentes humanos em estudos de microinfiltração.

Em 1996, FERRARI & DAVIDSON avaliaram o comportamento de restaurações adesivas de classe II realizadas com Scotchbond Multi-Purpose® e resina composta Z100®, realizadas *in vivo* e *in vitro*, comparando a habilidade de selamento nas duas condições. Para a parte *in vivo*, restaurações de classe II, com margens gengivais em dentina/cimento (1mm abaixo da junção amelo-cementária) foram realizadas em pacientes com dentes posteriores indicados para extração por problemas periodontais, sendo submetidos à exodontia após 2 a 3 meses dos procedimentos restauradores. Os dentes extraídos foram selados apicalmente e impermeabilizados com duas camadas de esmalte de unha, deixando exposta apenas 1mm em torno da margem gengival, e imersos em corante azul de metileno a 2% por 24 horas. A parte *in vitro* foi realizada em dentes posteriores extraídos, livres de cáries e restaurações, seguindo o mesmo

protocolo do grupo *in vivo*, sendo entretanto, também submetidos a 250 ciclos térmicos entre 5 a 55°C, antes da imersão no corante. Os espécimes foram seccionados na direção méso-distal e a avaliação da infiltração, através de escores, foi feita por dois examinadores diferentes. Após avaliados estatisticamente através dos testes de Kruskal-Wallis e Newman-Keuls, os autores obtiveram os seguintes resultados: 1) a infiltração por corante foi observada na margem gengival em 70% das amostras *in vivo* e em 50% dos caso *in vitro*; 2) todos os espécimes *in vivo*, que não apresentaram infiltração na margem gengival, foram registrados em dentes restaurados sem a presença do dente adjacente; 3) em mais de 40% das restaurações feitas *in vivo*, a infiltração também foi encontrada nas margens oclusais; 4) diferenças estatisticamente significantes foram encontradas nas margens cervicais entre os grupos *in vivo* e *in vitro* e 5) as amostras *in vitro* podem ter valor apenas limitado para prever a performance clínica dos sistemas adesivos dentinários em restaurações adesivas de classe II.

Estudando a efetividade de adesivos dentinários hidrófilos no controle da microinfiltração marginal, PIMENTA & PAIVA, no ano de 1997, realizaram, em 30 molares humanos, cavidades de classe II tipo *slot* vertical com margens cervicais 1mm abaixo da junção cimento/esmalte. Após o condicionamento com ácido fosfórico a 35% em esmalte e dentina, os dentes foram divididos em três grupos de acordo com os tipos de adesivos usados (Scotchbond Multi-Purpose Plus<sup>®</sup>, Prime & Bond 2.0<sup>®</sup> e Paama 2<sup>®</sup>) e restaurados com a resina composta Z100<sup>®</sup> em três incrementos. Foram armazenados em estufa a 37°C por 24 horas e

receberam acabamento e polimento com pontas Enhance<sup>®</sup> e discos Sof-lex<sup>®</sup>. Em seguida, os espécimes foram submetidos a 200 ciclos térmicos e impermeabilizados. Após imersão por 24 horas em solução de fucsina básica, foram lavados e seccionados com discos diamantados de dupla face para análise da infiltração em lupa estereoscópica com 25 vezes de aumento. A classificação da infiltração foi feita de acordo com o grau de intensidade de penetração do corante. Após submeter os dados a análise não-paramétrica de Kruskal-Wallis, os autores verificaram que não houve diferença estatística significativa entre os grupos testados, concluindo que, apesar de reduzir consideravelmente a microinfiltração, nenhum dos adesivos usados foi capaz de impedi-la totalmente.

ALANI & TOH, ainda em 1997, realizaram um abrangente trabalho de revisão de literatura sobre as técnicas laboratoriais usadas para detectar a microinfiltração em torno das restaurações dentais. Dentre as técnicas abordadas pelos autores, o uso de corantes orgânicos foi citado como um dos mais antigos e mais comuns métodos para detectar microinfiltração *in vitro*, sendo mostradas inúmeras variações na escolha do corante usado, bem como em sua concentração (0,5 a 10%) e tempo de imersão (10 segundos a 30 dias). Apesar de apresentar limitações, como a necessidade de destruição do espécime e avaliação subjetiva dos resultados, relatam, como vantagens deste método, ser detectável em concentrações diluídas, não ser tóxico, ter baixo custo, permitir penetração não destrutiva, além de propiciar um estudo longitudinal das margens das restaurações. Quanto à ciclagem térmica, apesar da variação de temperaturas

usadas, tempo de imersão nos banhos e número de ciclos encontrados na literatura; afirmam ser um processo *in vitro* para submeter a restauração e o dente à temperaturas extremas, semelhantes às encontradas na cavidade oral, devendo ser incorporado aos testes de microinfiltração.

Buscando analisar as alterações na infiltração marginal em relação a localização do limite cervical das restaurações de classe II com resina composta, CARDOSO & VIEIRA, em 1998, realizaram um trabalho *in vitro* usando três diferentes sistemas adesivos em 45 cavidades MOD, sendo que a parede gengival de um lado ficava localizada 2mm aquém da junção amelo-cementária e do outro lado, 2mm além desta. Concluídas as restaurações, os dentes foram isolados com adesivo epóxi (Araldite<sup>®</sup>) e uma camada de esmalte para unha. Após ficarem armazenados por 24 horas em água a 37°C, foram termociclados (5 minutos a 37°C, 5 segundos a 5°C, 5 minutos a 37°C e 5 segundos a 55°C) por 7 dias, sendo 15 ciclos por dia, totalizando 105 ciclos e sendo os últimos 15 ciclos realizados em água corada com fucsina básica a 0,5%. Os dentes foram então seccionados longitudinalmente na direção méso-distal com disco de carborundum e analisados em lupa com 50 vezes de aumento por dois examinadores, os quais atribuíram escores de 0 a 3, de acordo com o grau de infiltração. A análise dos resultados mostrou um grau de infiltração maior nas margens em dentina que nas de esmalte, apresentando uma infiltração severa (escore 3) em 14 dos 45 espécimes em dentina, contra apenas 2 dos mesmos 45 espécimes em esmalte. Quanto aos sistemas adesivos analisados, concluíram que, o Prime & Bond<sup>®</sup> foi o que

proporcionou os melhores resultados em cavidades com paredes em dentina e, naquelas estritamente em esmalte, apresentou capacidade de selamento boa, semelhante ao Scotchbond Multi-Use Plus<sup>®</sup>.

Abordando a Odontologia Adesiva e suas aplicações clínicas atuais, PEREIRA et al., em 1999, enfatizam que com o advento dos sistemas adesivos e sua rápida evolução, podemos solucionar, de forma rápida e simples, alguns problemas encontrados na clínica diária, proporcionando ao paciente restaurações diretas ou indiretas mais conservativas, e devido, à sua melhor adesão às estruturas dentais, com menos infiltração e conseqüentes cáries secundárias. No entanto, ainda hoje, não temos materiais milagrosos; a durabilidade das restaurações está muito mais na dependência de corretos planejamento, execução, orientação e preservação do trabalho em si do que propriamente do material ou materiais empregados.

## **2.2 TÉCNICAS RESTAURADORAS COM COMPÓSITOS**

AZARBAL & DENEHY, em 1981, realizaram um trabalho sobre as técnicas de inserção e a adaptação da resina composta às margens cavitárias, esclarecendo que a falta de uma boa proximidade do material restaurador às paredes da cavidade ou a presença de espaços entre eles, podem levar ao aumento da microinfiltração. Desta forma, salientam que é de fundamental importância o uso de uma técnica de inserção que venha a minimizar a pobre adaptação dos compósitos. Realizaram, neste estudo, 120 restaurações classe III

em resina composta (Adaptic<sup>®</sup>), usando seis técnicas diferentes de inserção: 1) Incremento único sem pressão digital; 2) Incremento único com pressão digital; 3) Técnica incremental (3 incrementos) sem pressão; 4) Técnica incremental com pressão; 5) Injetada com seringa (Centrix<sup>®</sup>) sem pressão e 6) Injetada com seringa com pressão. Os resultados não mostraram diferenças estatísticas significantes entre as técnicas de inserção quando usadas em posição operatória simulada, indicando que um tipo de inserção específica não é tão importante quanto a disciplina da técnica.

GARONE FILHO, em 1984, em publicação sobre resinas compostas, abordou aspectos relativos ao material (propriedades e características), vinculando-os à aplicação clínica. No tocante à contração de polimerização e a dificuldade de adaptação do material às paredes cavitárias, o autor citou: “Nas restaurações mais extensas e volumosas, como nas classes II, dois problemas precisam ser contornados: o primeiro refere-se à contração de polimerização, que gera uma tensão de 130 Kgf/cm<sup>2</sup>, semelhante à força de união ao esmalte, e o segundo diz respeito à dificuldade de conseguirmos uma boa adaptação às regiões de acesso difícil, como a região gengival das caixas proximais. Ambos os inconvenientes podem ser contornados pela realização da restauração em etapas”.

JORGENSEN & HISAMITSU, no mesmo ano, realizaram um trabalho *in vitro* a fim de mostrar que seria possível prevenir a formação das fendas resultantes da contração de polimerização em restaurações de resina composta

de classe II. Segundo os autores, isso seria possível se fosse empregada uma resina composta condensável, onde essa condensação contra as paredes eliminaria a contração de parede para parede. No entanto, admitem que esse é só um dos aspectos que envolvem os procedimentos restauradores de classe II.

Também abordando a problemática da polimerização das resinas compostas, KANCA III, em 1986, ressaltou que até mesmo a inserção em camadas de apenas 2mm de resina, apresenta problemas para conseguir uma polimerização uniforme do material, gerando uma diferença entre a dureza da porção superficial e da porção mais profunda. Desta forma, quando ajustes oclusais são realizados nas restaurações, a camada superficial mais dura é removida em extensão variável, expondo a porção de resina mais profunda que não tem a polimerização máxima. Assim, o autor se propôs a avaliar se é possível aumentar a dureza superficial das resinas compostas para posteriores, após os ajustes oclusais, com uma exposição adicional de luz visível. Sete tipos de resinas para posteriores foram testadas e amostras foram divididas em dois grupos teste: No Grupo 1, a resina era fotopolimerizada por 40 segundos, polida após 5 minutos e a dureza Barcol medida na superfície e no fundo dos corpos-de-prova; No Grupo 2, além destes procedimentos, um tempo adicional de 20 segundos de exposição à luz foi dado na superfície de cada amostra e a dureza medida imediatamente. Os resultados apontaram que a dureza da superfície de todas as resinas testadas foram melhoradas pela exposição adicional da luz, realizadas após os ajustes oclusais.

O advento das resinas compostas ativadas por luz visível levou à busca de técnicas restauradoras alternativas, como as técnicas incrementais, onde a resina composta é inserida e polimerizada em pequenas porções sucessivas até completo preenchimento da cavidade, que não eram possíveis com o uso dos materiais quimicamente ativados. No intuito de comparar as possíveis diferenças na microinfiltração, entre a técnica incremental e a técnica de inserção única, CRIM & CHAPMAN, no mesmo ano, realizaram um estudo *in vitro* em 80 cavidades de classe V com margens em esmalte e dentina. Na técnica incremental foram usados 2 incrementos, sendo o primeiro na metade gengival, fotopolimerizado por 20 segundos e o segundo sobre este, polimerizado por 40 segundos. Na técnica da inserção da resina em única porção, preenchendo completamente a cavidade, a fotopolimerização foi feita por 40 segundos. Os dentes foram selados, termociclados por 1500 ciclos e corados em fucsina básica. A análise dos dados da microinfiltração mostrou que as duas técnicas testadas não diferiram ao nível de significância de 5% e que também não alteraram os padrões de infiltração, independente da localização das margens em esmalte ou dentina.

Ainda em 1986, EICK & WELCH publicaram um trabalho sobre a influência das técnicas de inserção na contração de polimerização e na sensibilidade pós-operatória de dentes posteriores restaurados com resina composta. Foram feitas restaurações méso-oclusais de classe II com uma mesma marca comercial de adesivo e resina composta, variando apenas as técnicas de

inserção da resina, a saber: 1) inserção única; 2) inserção incremental gengivo-oclusal (horizontal) e 3) inserção incremental vestibulo-lingual (vertical). Após análise em microscopia eletrônica de varredura, os autores concluíram que a técnica de inserção única apresentou, em todas as amostras, grande quantidade de fendas e porosidades, tanto no corpo da restauração quanto na interface; já a técnica incremental horizontal apresentou fraturas no esmalte das paredes vestibular e lingual, além de falhas adesivas na interface; no entanto, a técnica incremental vertical apresentou um corpo de material compacto, boa adesão ao dente e pouca porosidade, o que os fizeram indicar esta última técnica para minimizar os problemas decorrentes da contração de polimerização e diminuir a sensibilidade pós-operatória.

Neste mesmo ano, LUTZ et al. (a) publicaram um trabalho em que descreviam uma nova técnica restauradora que, segundo os autores, eliminava as tensões oriundas da contração de polimerização sobre as margens das restaurações de resina composta. Consistia, esta técnica, no uso de uma base de cimento de ionômero de vidro para diminuir a quantidade do material restaurador, associada ao uso de cunha refletora e na inserção da resina em três incrementos na caixa proximal: o 1º sobre a parede gengival e polimerizado pela cunha refletiva; o 2º, mais largo, sobre a parede vestibular e polimerizado pela face vestibular e o 3º, menor, sobre a parede lingual e polimerizado pela face correspondente, além de um 4º incremento adicionado à face oclusal. Dentes molares com preparos MOD foram restaurados e submetidos à ciclagem térmica

(2.500 ciclos, em banhos de 5 e 55°C) e mecânica (500.000 ciclos de 1,6 Hz com carga de 72,5 N). A avaliação marginal foi realizada via penetração de corante. Os autores concluíram que a técnica diminuiu a quantidade de contração da restauração e melhorou a qualidade e estabilidade da adaptação marginal. Acrescentam ainda, que apenas o aumento na força de união ao esmalte ou a dentina não resolveria o problema da adaptação, uma vez que as tensões de contração de polimerização seriam superiores à força coesiva dos tecidos duros dentais, particularmente daquelas margens sem esmalte e, até o surgimento de resinas com menor contração de polimerização, seria de responsabilidade dos profissionais superar determinadas propriedades desfavoráveis dos materiais através de técnicas adequadas.

Buscando uma melhoria na adaptação da margem proximal das restaurações de classe II em resina composta, LUTZ et al., ainda em 1986(b), analisaram a performance do uso das cunhas refletoras de luz. Realizaram 36 restaurações MOD em molares extraídos, todas usando uma técnica de inserção em dois incrementos horizontais e a metade usando cunhas refletoras. Alguns grupos não recebiam condicionamento ácido do esmalte, mas em todos foram aplicados agentes adesivos. Em dois grupos foi aplicado uma base de cimento de ionômero de vidro, sendo que um deles tinha a superfície condicionada por ácido. Após restaurados, as margens gengivais eram analisadas em microscópio eletrônico de varredura e, em seguida, imersos em solução de fucsina a 0,5% por 20 horas e seccionados para avaliação da infiltração marginal. Concluíram que o

uso da cunha refletora melhorou a adaptação da resina na parede gengival, devido a mudança de direção do vetor de contração para gengival, de encontro os tecidos duros; e que o uso do ionômero de vidro também melhorou tal adaptação pela diminuição do volume de resina a contrair.

LEMBRECHTS et al., em 1987, em um trabalho avaliando a performance clínica de resinas compostas em dentes posteriores e adesivos dentinários, abordaram assuntos como as propriedades físicas e mecânicas, contração de polimerização, radiopacidade, desgaste da resina e do esmalte, resistência à compressão e à tração, módulo de elasticidade, coeficiente de expansão térmica linear e condutibilidade térmica. Em relação ao tópico contração de polimerização, em particular, os autores também discorreram sobre as conseqüências negativas, como a deflexão de cúspides e micro ou macro fraturas do esmalte circundante à cavidade, decorrentes dos valores desta contração superarem a resistência à tração do próprio esmalte, afirmando que a obtenção do sucesso com as resinas fotoativadas depende do uso de uma técnica restauradora adequada. Como conclusão, os autores afirmaram que a resina composta ainda não pode substituir completamente o amálgama, principalmente em cavidades mais extensas, devido aos problemas decorrentes da contração de polimerização, perda da adesão, fratura, fadiga do material e desgaste, devendo serem indicadas apenas para restaurações de classes I e II conservativas.

Buscando evitar o aspecto descontínuo entre as camadas de resina composta, encontrado quando a técnica tradicional de inserção era usada na superfície proximal de restaurações de classe II, HASSAN et al., em 1987, sugeriram uma técnica restauradora incremental alternativa. Enquanto na técnica tradicional os incrementos eram colocados um sobre o outro, de gengival para oclusal; na técnica modificada, o primeiro incremento era colocado cobrindo todo o assoalho gengival e a parte interna da matriz até a altura da futura crista marginal, o segundo incremento sobre o primeiro e sobre a parede gengival com igual tempo de polimerização e o último incremento preenchendo toda a cavidade e polimerizado da mesma forma. A polimerização era completada por vestibular e lingual, com 20 segundos cada, depois de removida a matriz metálica e a cunha. Após analisar a superfície proximal com microscópio com 20 vezes de aumento, os autores verificaram que: a técnica tradicional exibiu três camadas distintas do material restaurador, com interfaces irregulares entre elas; no entanto, a técnica modificada sugerida mostrou a superfície proximal lisa e uniforme nas direções oclusogengival e vestibulolingual, não sendo observado nenhum efeito de camadas.

Em 1988, LECLAIRE et al. publicaram um trabalho sobre a inserção da resina em duas etapas, a fim de diminuir a microinfiltração em cavidades com margens além da junção amelo-cementária. Os autores realizaram restaurações de classe V, usando adesivo Scotchbond® ativado quimicamente e por luz e a resina Silux® inserida de duas formas: a) em única etapa (controle) com 60

segundos de fotopolimerização e b) em duas etapas, sendo o primeiro incremento sobre o esmalte e a parede axial com 30 segundos de fotoativação e o segundo aplicado sobre o anterior e na parte radicular (cimento) com a mesma polimerização. Os resultados mostraram que a técnica restauradora em dois incrementos, com o uso de um agente adesivo fotopolimerizável, foi capaz de reduzir significativamente a microinfiltração em restaurações de classe V com extensão apical à junção amelo-cementária.

POLLACK, em 1988, desenvolveu uma técnica para inserção de resina composta em cavidades de classe II, baseando-se na teoria do vetor de contração de polimerização em direção à fonte de luz. A técnica descrita consistia no uso de cunha refletora e matriz transparente, com inserção incremental do material. No sentido de diminuir o efeito da contração sobre a deflexão das cúspides, o autor preconizou a inserção do primeiro incremento de forma diagonal, isto é, sobre a parede gengival e lingual com polimerização pela face lingual e em seguida pela oclusal; o segundo incremento foi colocado sobre o primeiro e sobre a parede vestibular, com polimerização por vestibular e pela oclusal e assim sucessivamente até o total preenchimento da cavidade. Com o uso da cunha refletora, buscava-se dirigir a contração das primeiras porções de resina para cervical. O tempo de fotopolimerização preconizado era de 60 segundos por incidência de luz. O autor observou melhoria na qualidade marginal conseguida com o uso da técnica.

PRATI, em 1989, estudou *in vitro*, a microinfiltração em restaurações de classe II com resina composta, frente a diferentes associações de adesivos, resinas e cimentos de ionômero de vidro em cavidades MOD, com margem gengival situada na junção amelo-cementária. Os dentes foram restaurados pela técnica de inserção incremental descrita por LUTZ et al. em 1986(a), polidos e imersos em corante. Três cortes transversais foram realizados a 0,5; 2,5 e 3,5 mm da junção amelo-cementária e a avaliação da microinfiltração foi realizada sob estereomicroscópio. Os resultados mostraram mais infiltração na junção cimento/esmalte e diferenças significantes entre as diferentes associações de materiais quanto a quantidade de microinfiltração, sendo esta reduzida significativamente nas restaurações que usaram ionômero de vidro como forramento. O autor concluiu que a microinfiltração não depende apenas da técnica restauradora, mas também dos tipos de resinas compostas (viscosidade, quantidade de carga, módulo de elasticidade, capacidade de escoamento durante a contração de polimerização) e dos adesivos dentinários.

Em 1990, EAKLE & ITO também estudaram o efeito da técnica de inserção na microinfiltração de restaurações MOD com resina composta. Cavidades MOD foram preparadas em 40 molares inferiores, sendo que a parede gengival da caixa mesial localizava-se em esmalte e a da caixa distal em cimento. As restaurações foram realizadas com um mesmo adesivo e resina, seguindo técnicas de inserção diferentes, todas com matriz transparente. No grupo I, usou-se a inserção única, com 120 segundos de fotopolimerização (40 por oclusal, 40

por vestibular e 40 por lingual); no grupo II, usou-se a técnica de 3 incrementos horizontais fotopolimerizados por 40 segundos cada um; no grupo III, usou-se a técnica de 3 incrementos, porém em 2 camadas oblíquas (diagonais) na caixa proximal e 1 incremento horizontal na oclusal, com mesmo tempo de polimerização que o grupo anterior; e, por fim, o grupo IV usando a mesma técnica oblíqua do grupo anterior, porém previamente forrada, na axial e gengival, com cimento de ionômero de vidro. Decorridos 30 minutos da restauração, foi realizado o acabamento e os dentes restaurados ficaram armazenados por 2 semanas em água a temperatura ambiente. Após este período, foram impermeabilizados com esmalte e submetidos à ciclagem térmica (100 ciclos com banho a 5 e 55°C) e imersos em nitrato de prata por 4 horas. A análise da microinfiltração marginal mostrou os seguintes resultados: houve significativamente menos infiltração nos preparos com término gengival em esmalte que aqueles em cimento, onde a infiltração foi severa, independente da técnica de inserção. Nas restaurações com margens em esmalte, o grupo III (oblíqua) mostrou menos infiltração, seguida de forma não significativa pelo grupo I (única); o grupo II (horizontal) se mostrou em posição intermediária e o grupo IV (com ionômero), com maior infiltração. Concluíram que nenhuma das técnicas empregadas conseguiu evitar completamente a infiltração nos casos de margem gengival em cimento e que novas técnicas de inserção precisam ser estudadas.

LUTZ et al., em 1991, estudaram a qualidade e a durabilidade da adaptação marginal de restaurações com resina composta em dentes posteriores,

através de testes que mediam a deflexão dos dentes, provocada pela contração de polimerização e os efeitos da ciclagem térmica e mecânica. Em 36 molares inferiores extraídos foram realizados preparos MOD e restaurados de acordo com 6 diferentes formas, incluindo restaurações com resina quimicamente ativada. Houveram variações nas técnicas de inserção (incremental X inserção única), direcionamento da incidência de luz (oclusal X gengival X proximal), quantidade de resina polimerizada (uso do cimento ionomérico como material de preenchimento) e polimerização de uma fina camada de agente cimentante (*INLAY* de resina composta). A medida da deflexão dos dentes restaurados era realizado com registro de raios infra-vermelhos emitidos por um dispositivo adaptado nas faces vestibular e lingual dos dentes. A adaptação marginal, após ciclagem térmica e mecânica, era avaliada em microscópio eletrônico de varredura. Concluíram que a qualidade e durabilidade das margens destas restaurações são inversamente proporcionais à quantidade de tensão interna desenvolvida pela contração de polimerização da resina composta e que os fatores, como direcionamento dos vetores de polimerização, diminuição da quantidade de resina a polimerizar e redução da relação superfície livre/superfície aderida (fator C), podem reduzir tal tensão de contração de polimerização.

No ano seguinte, TJAN et al. avaliaram o efeito de várias técnicas de inserção na adaptação marginal de restaurações com resina composta de classe II, analisando a formação de microfendas nas margens gengivais em cimento. Três técnicas de inserção incrementais foram empregadas: a de camadas

gengivo-oclusais; camadas oblíquas e outra em camadas vestibulo-linguais. Ainda foram empregadas duas técnicas de inserção em única etapa; uma com polimerização só por oclusal e a outra polimerizada pela vestibular, lingual e oclusal. Em todas as técnicas foram utilizadas matriz transparente e cunha refletora, com tempo de polimerização total de 90 segundos. A fenda formada foi avaliada, via microscópio eletrônico de varredura com 1.000 vezes de aumento, em cinco diferentes pontos da interface resina/parede gengival. Os autores concluíram que nenhuma das técnicas incrementais de inserção melhoraram significativamente a adaptação da margem gengival, quando comparada com a técnica de inserção única polimerizada por oclusal. Entretanto, a técnica de inserção única fotopolimerizada por vestibular, lingual e oclusal criou um significativo aumento nas fendas marginais.

Ainda em 1992, SEGURA et al. estudaram a influência do direcionamento da incidência de luz sobre a adaptação da resina composta em faces vestibulares de incisivos com preparos em esmalte e em dentina. Para tanto, 50 incisivos superiores humanos foram divididos em 5 grupos, que receberiam facetas estéticas de resina composta, a saber: Grupo 1) aplicação do adesivo (Scotchbond®) sobre o esmalte condicionado, sendo inserida a resina híbrida e polimerizada só por vestibular durante 60 segundos; Grupo 2) adesivo polimerizado pela lingual e resina aplicada da mesma forma, porém polimerizada inicialmente pela lingual por 60 segundos e após pela vestibular por 30 segundos; Grupo 3) adesivo aplicado sobre a dentina condicionada, sendo a resina

polimerizada apenas pela vestibular por 60 segundos; Grupo 4) mesma polimerização por lingual e vestibular do grupo 2, porém com uso de adesivo em dentina e Grupo 5) aplicação do adesivo em dentina, com inserção imediata da resina, sendo os dois polimerizados simultaneamente pela vestibular por 80 segundos. Depois de polidos, os dentes foram seccionados no sentido incisogengival e a adaptação da resina na parede axial foi avaliada através de fotografias com 40 vezes de aumento. Os autores concluíram que nos preparos em esmalte, o direcionamento da luz não exerceu influência significativa na adaptação, enquanto que nas superfícies em dentina, a fotopolimerização pela lingual apresentou menores níveis de desajuste, levando aos autores a indicarem a fotoativação através do dente como forma de melhorar a adaptação da resina composta à dentina.

SHAHANI & MENESES, no mesmo ano, avaliaram a influência de retenções no selamento marginal de restaurações de classe II em resina composta, quando as técnicas de inserção única e incremental são usadas. Foram realizados 40 preparos de classe II, com margem gengival em esmalte, sendo que em 20 deles, foram confeccionadas canaletas nos ângulos áxio-vestibular e áxio-lingual. Duas técnicas de inserção foram utilizadas: a inserção única, polimerizada por oclusal durante 40 segundos, e a incremental em 5 camadas horizontais, onde cada uma era polimerizada por 40 segundos; em ambas foi feita, após remoção da matriz metálica, uma polimerização adicional por proximal durante mais 40 segundos. A avaliação foi feita quantitativamente com contador gama para o

traçador I <sup>125</sup> e qualitativamente, pela auto-radiografia do dente seccionado. Os resultados mostraram que as cavidades com retenções adicionais e preenchimento em camadas mostraram menos penetração do radioisótopo, enquanto a ausência de retenções em inserção única, mostrou a maior infiltração.

Meses depois, TERUYA et al. publicaram um trabalho de natureza clínica, no qual propuseram uma técnica restauradora que possibilitava condensar a resina composta em restaurações de classe II. Essa condensação foi conseguida pela inserção de fragmentos pré-polimerizados da mesma resina, com a qual se restaurava o dente. Os fragmentos de diferentes tamanhos e quantidades, foram inseridos sobre uma camada de resina previamente aplicada sobre o terço mais profundo da caixa proximal e pressionados com um condensador grande, com auxílio de matriz transparente. A possibilidade de condensar o material, até então apenas acomodado, possibilitou uma maior facilidade na obtenção de contato proximal adequado, uma melhor adaptação às paredes cavitárias, além da ausência de sensibilidade pós-operatória e uma possível diminuição da contração de polimerização.

BARATIERI et al., ainda em 1992, preconizou que, independente do tipo de matriz a ser utilizada (metálica ou transparente) nas restaurações de resina composta de classe II, a técnica de inserção de forma incremental deve ser escolhida no intuito de melhorar a adaptação marginal. Explicou que as resinas fotopolimerizáveis, infelizmente, apresentam um elevado vetor de contração de polimerização em direção à fonte luminosa. Portanto, se a cavidade for preenchida

com um único incremento, a polimerização irá começar na oclusal e gradualmente irá se estender por toda a caixa proximal, gerando uma contração elevada no sentido oclusal e deixando uma grande fenda junto à parede gengival. Indicou ainda, a técnica incremental de POLLACK (1988) como meio de reduzir a contração de polimerização de resinas compostas em cavidades de classe II e superar problemas a ela associados.

Também buscando alternativas para minimizar os problemas decorrentes da contração de polimerização das resinas compostas, KOMATSU et al., neste mesmo ano, estudaram o efeito dos vetores de contração da resina, associado ao emprego de diferentes técnicas de inserção, com matrizes e cunhas adequadas, sobre a microinfiltração marginal. Cavidades ocluso-proximais foram preparadas em 64 dentes humanos e restauradas em oito grupos diferentes, tendo como variáveis: tipo de matriz (metálica e transparente) e cunha (madeira e refletora); sistema adesivo (resina fluida e adesivo dentinário) e técnica de inserção (inserção única, dois incrementos horizontais e a matriz preconizada por LUTZ et al., 1986a). Após isolamento com esmalte, os dentes ficaram imersos em corante durante 24 horas, para em seguida serem seccionados e analisados em microscópio óptico. Os resultados mostraram que a inserção em única etapa apresentou sempre alto grau de infiltração, independente das outras variáveis, e que a inserção incremental, associada ao uso de matriz transparente e cunha refletora, indicaram menos infiltração. Os autores concluíram que a infiltração gengival só é totalmente evitada quando a caixa proximal é preenchida em duas

camadas, com uso de matriz transparente e polimerização inicial através da cunha refletora.

Outro trabalho semelhante, analisando o efeito das técnicas incremental e incremento único, com emprego de uma base ionomérica, foi realizado, neste mesmo ano, por PUCKETT et al. Preparos de classe V foram realizados em dentes bovinos e restaurados, após aplicação de base com ionômero de vidro, seguindo as duas técnicas: incremento único com polimerização por 60 segundos e em 3 incrementos oblíquos com 30 segundos de polimerização cada um. Após armazenagem de 24 horas, os dentes foram termociclados, selados, imersos em  $Ca^{45}$  e avaliados com auto-radiografias. Somente foi observada diferença estatística significativa com relação à técnica de inserção na resina composta P50<sup>®</sup>, onde o uso da técnica incremental possibilitou resultados significativamente melhores quanto à infiltração.

Também estudando a relação existente entre a técnica restauradora e a adaptação marginal de restaurações de resina composta classe II, COLI & BRÄNNSTRÖM, em 1993, testaram quatro agentes adesivos e duas técnicas de inserção diferentes. Foram preparadas 160 cavidades tipo *slot* vertical, com duas canaletas retentivas na parede gengival em cimento. As técnicas de inserção usadas foram: a) inserção em única etapa, com matriz plástica e polimerização inicial pela cervical (40 segundos) e depois pela oclusal (80 segundos) e b) inserção incremental, com matriz metálica, com primeiro incremento aplicado no terço gengival da caixa proximal, fotopolimerizado pela oclusal por 40 segundos e

o restante, preenchido de uma só vez e polimerizada por 80 segundos, também pela oclusal. Após restaurados, foi aplicada em metade das amostras uma resina fluorescente, sendo a outra metade imersa em corante azul de metileno por 22 a 24 horas. Os dentes, depois de cortados, foram fotografados em microscópio com 210 vezes de aumento e analisados quanto à presença da fenda marginal e penetração do corante. Os autores mostraram que resultados similares foram obtidos entre as técnicas de inserção avaliadas.

Em 1994, LINDEN & SWIFT JR. avaliaram a eficácia de dois novos adesivos dentinários em relação à microinfiltração, quando usados associados às técnicas incremental e do incremento único, em restaurações de classe V com margem gengival em dentina/cimento. Foram realizados dois grupos testes e um grupo controle no qual não foi aplicado nenhum adesivo, todos variando as técnicas de inserção da resina em um ou dois incrementos. Os resultados obtidos pela penetração de nitrato de prata demonstraram que não houve infiltração nas margens em esmalte em nenhum grupo testado; entretanto, nas margens em dentina/cimento, nenhum grupo conseguiu eliminar completamente a microinfiltração, independente da técnica restauradora. A técnica incremental somente reduziu a infiltração de forma significativa no grupo controle, onde nenhum adesivo foi aplicado.

No mesmo ano, TERUYA estudou a influência de quatro diferentes técnicas de inserção (única, horizontal, vertical e com fragmentos pré-polimerizados) da resina composta fotoativada em cavidades de classe II, no

vedamento marginal, através de testes de infiltração de um agente corante. As cavidades foram preparadas em molares humanos extraídos, com parede gengival localizada na junção amelo-cementária e restauradas usando um adesivo dentinário e resina composta da mesma marca comercial. Realizadas as restaurações, os dentes foram submetidos à termociclagem (5 e 55°C por 700 ciclos) e depois de adequadamente impermeabilizados, foram imersos em solução de azul de metileno a 0,5% por 4 horas. Os dentes foram, então, cortados e avaliados, quanto a microinfiltração por 3 examinadores. O autor concluiu que: todas as técnicas apresentaram infiltração em maior ou menor grau, não havendo diferença significativa entre as técnicas única, horizontal e pré-polimerizada; porém a técnica vertical foi significativamente superior às demais.

Também comparando as vantagens de uma técnica de inserção incremental, frente a inserção em única etapa, GODDER et al., em 1995, realizaram 24 cavidades de classe II convencionais, com extensão proximal terminando 1mm para apical da junção cimento/esmalte. Após condicionamento simultâneo do esmalte e dentina, foi usado o mesmo adesivo dentinário e resina composta, com duas técnicas diferentes de inserção: incremento único com 120 segundos de polimerização por oclusal e técnica em múltiplos incrementos oblíquos de 1mm cada, polimerizados por 40 segundos, iniciando pela margem vestibular, seguindo pela lingual e terminando na oclusal. Após polidos e selados, os espécimes sofreram 500 termociclos em solução de fucsina a 5 e 55°C e foram seccionados para análise da infiltração. O teste não paramétrico de Kruskal-Wallis,

mostrou não haver diferença entre os grupos. Esclareceram que a inserção única pode ser uma alternativa, quando um sistema adesivo hidrófilo a base de acetona for usado. Os autores concluíram que ambas as técnicas testadas produziram excelentes resultados frente a microinfiltração, ficando a critério do operador a escolha entre elas.

Também estudando a interferência de materiais de forramento na adaptação marginal de restaurações com compósitos, ULUSU et al., em 1996, avaliaram, em estudo de microscopia eletrônica de varredura, o desempenho das técnicas de inserção única e incremental após o uso de duas bases fotopolimerizáveis: uma a base de hidróxido de cálcio e outra modificada com ionômero de vidro. Os resultados demonstraram que uma adaptação mais favorável da restauração de resina composta às paredes cavitárias foi obtida quando a resina foi inserida incrementalmente com ambas as bases usadas, não sendo reveladas diferenças estatísticas entre os materiais a base de hidróxido de cálcio ou cimento de ionômero de vidro.

Na tentativa de comprovar se realmente as técnicas incrementais são capazes de reduzir o estresse resultante da contração de polimerização, VERLUIIS et al., ainda em 1996, realizaram um trabalho, através da análise do elemento finito, com o objetivo de demonstrar o efeito das técnicas restauradoras incrementais em comparação com a inserção em única etapa, em restaurações de compósito. Além da técnica do incremento único, quatro técnicas restauradoras incrementais foram avaliadas: a) camadas vestibulo-linguais; b) camadas ocluso-

gingivais c) camadas oblíquas e d) forma de “U” associada à técnica oblíqua, sendo o estresse de polimerização cada incremento medido separadamente. Os resultados numéricos obtidos mostram que o estresse de contração de polimerização aumenta com o número de incrementos e com o atraso no tempo de polimerização das camadas. Os autores, puderam então concluir, que as técnicas incrementais produziram maiores estresses de contração que a técnica de inserção única, resultando em maior deformação da cavidade, sendo necessária uma quantidade menor de compósito para preenche-la.

No mesmo ano, CARVALHO et al., em trabalho de revisão de literatura sobre a contração de polimerização, esclareceu que a inserção das resinas compostas nos preparos cavitários leva a uma competição entre as forças da contração de polimerização e as forças de adesão à estrutura dental. No entanto, o grau de estresse desenvolvido pode ser controlado, em parte, pelo preparo cavitário, pelo uso de bases, pelo tamanho, forma e posição dos incrementos de resina inseridos na cavidade variando se a resina for quimicamente ou fotoativada. Desta forma, os autores citaram como soluções para a problemática da contração de polimerização o uso de sistemas adesivos capazes de desenvolver forças adesivas superiores às da contração de polimerização, semelhante aquelas obtidas com condicionamento ácido do esmalte; o uso de um forro elástico sobre as superfícies dentinárias, funcionando como amortecedor entre a dentina e a resina e o uso das resinas fotoativadas em incrementos para reduzir o volume de resina contraída durante a polimerização.

Na tentativa de encontrar um material restaurador ideal para ser usado na parede gengival da caixa proximal de restaurações de classe II de resina composta, MILLER et al., ainda em 1996, realizaram um estudo *in vitro*, onde várias combinações restauradoras foram testadas, a fim de controlar a infiltração. Em 60 dentes extraídos, foram realizadas cavidades de duas faces (MO ou OD), tendo a margem gengival 1mm abaixo da junção amelo-cementária. Os dentes foram restaurados, com auxílio de matriz metálica, de acordo com os seis grupos experimentais: Grupo 1) a resina de micropartículas Heliomolar<sup>®</sup>, em três incrementos; Grupo 2) uma resina quimicamente ativada para o incremento gengival, seguida de mais dois incrementos de Heliomolar<sup>®</sup>; Grupo 3) Vitremer<sup>®</sup> na porção gengival, seguida de mais dois incrementos de Heliomolar<sup>®</sup>; Grupo 4) a resina híbrida Tetric<sup>®</sup> em três incrementos; Grupo 5) a resina quimicamente ativada no incremento gengival, seguida de dois incrementos da Tetric<sup>®</sup> e; Grupo 6) Vitremer<sup>®</sup> na porção gengival, seguida por dois incrementos de Tetric<sup>®</sup>. Após 15 dias de armazenagem, os dentes sofreram ciclagens térmicas e mecânicas, buscando simular as condições orais para, em seguida, serem selados e imersos em nitrato de prata. A avaliação da infiltração foi feita em escores e os resultados, obtidos pela análise não paramétrica de Kuskall-Wallis, mostraram infiltração significativamente menor nos grupos 3 e 6, os quais usaram o ionômero de vidro modificado por resina Vitremer<sup>®</sup> na porção gengival. Materiais com baixa viscosidade e quimicamente ativados, proporcionaram menos infiltração que os de

alta viscosidade e fotoativados, não havendo diferenças entre as resinas de micropartículas e híbrida.

Também com propósito de avaliar a microinfiltração, CÂNDIDO et al., em 1997, realizaram restaurações de classe V com margens em esmalte e em dentina/cimento, usando duas resinas compostas, dois sistemas adesivos e duas técnicas restauradoras distintas (técnica única: com sistema adesivo e resina composta do mesmo fabricante e a técnica mista: com sistema adesivo e resina de diferentes fabricantes), sendo ambas incrementais. Após serem restaurados, foram submetidos a ciclagem térmica, imersos em solução de nitrato de prata, seccionados e avaliados em lupa estereoscópica quanto à penetração do traçador. Os autores concluíram que não houve diferenças estatísticas significantes entre as paredes oclusal e gengival, assim como entre as duas técnicas restauradoras avaliadas, o que sugere que o intercâmbio entre resinas compostas e sistemas adesivos não afeta o desempenho das restaurações, com relação à microinfiltração.

Avaliando a importância do condicionamento ácido sobre o esmalte e dentina para garantir uma íntima adesão entre a dentina e as resinas compostas, através da formação da camada híbrida, FERRARI et al., no mesmo ano, testaram o mecanismo de adesão de três sistemas adesivos de frasco único sobre substratos condicionados e não condicionados. Concluíram que todos os sistemas testados (Prime & Bond 2.1<sup>®</sup>, Single Bond<sup>®</sup> e Syntac Sprint<sup>®</sup>) são efetivos na formação da camada híbrida, lacunas de resina e ramificações laterais de

adesivos, quando usados de acordo com às instruções dos fabricantes pois, quando estes sistemas são aplicados sem condicionamento ácido total, a lama dentinária (*smear layer*) impede a formação de um embricamento mecânico efetivo entre a resina e o substrato dental.

No que diz respeito ao uso das resinas compostas em dentes posteriores, CARVALHO & SALGADO, também em 1997, realizaram um trabalho de revisão de literatura onde concluíram que: a) o uso das resinas compostas apresentam vantagens em relação ao amálgama, como estética e economia de tecido dental; b) o desgaste oclusal apresentado pelas resinas atuais se aproxima do desgaste do amálgama e do esmalte; c) o aprimoramento técnico e a seleção dos casos são exigidos para obtenção de resultados satisfatórios e d) com os melhoramentos apresentados e constante evolução, a resina composta posterior se apresenta com um futuro promissor.

Com relação aos métodos de acabamento usados para restaurações de resina composta, BRACKETT et al., ainda no mesmo ano, avaliaram seus efeitos quanto a microinfiltração. Usando dentes bovinos, realizaram cavidades de classe V que foram restauradas com duas resinas compostas diferentes (Z 100<sup>®</sup> e Prodigy<sup>®</sup>) associadas aos adesivos Scotchbond Multipurpose<sup>®</sup> e Optibond FL<sup>®</sup>, respectivamente. Os métodos de acabamento testados foram pontas de acabamento carbide e diamantadas em alta velocidade e discos de óxido de alumínio (Sof-lex<sup>®</sup>). Os dentes foram termociclados (200 ciclos), imersos em corante e seccionados para análise da infiltração. Os resultados mostraram que

nenhum espécime apresentou infiltração na margem em esmalte, sendo a maior incidência de infiltração observada nas restaurações com margem gengival em dentina/cimento polidas com brocas de acabamento *carbide*, apesar de não haver diferenças significantes entre os 3 métodos ou entre os materiais restauradores pelo teste ANOVA.

Com o objetivo de testar a eficiência adesiva dos sistemas adesivos simplificados, que vieram para facilitar a técnica restauradora e reduzir o tempo clínico, WILDER et al., já em 1998, fizeram um estudo comparativo entre três sistemas convencionais (condicionador, primer e adesivo) e seis sistemas simplificados (combinações de primer e adesivo ou condicionador e primer), tendo um grupo controle em esmalte usando o Scotchbond Multipurpose<sup>®</sup>. Os testes foram realizados em dentes bovinos extraídos, sendo os sistemas aplicados de acordo com recomendações dos fabricantes, e as respectivas resinas compostas colocadas sobre a superfície adesiva em duas porções. Após 48 horas armazenados em água, a força adesiva foi avaliada em máquina de ensaio universal. Os resultados mostraram força adesiva média para os sistemas convencionais de 16.3 a 20.6 MPa e para os simplificados de 14.7 a 17.4 MPa, enquanto o grupo controle em esmalte apresentou-se com 21.4 Mpa. Os autores concluíram que não houveram diferenças estatísticas entre os sistemas testados.

Buscando comprovar a afirmativa, amplamente divulgada na literatura, que os compósitos sempre contraem em direção à luz, VERLUIIS et al., também em 1998, analisaram os vetores de contração tanto dos compósitos auto quanto

fotoativados, utilizando a análise de elemento finito para simular os processos de contração, estresse aliviado pelo escoamento e solidificação. Dentre os testes realizados incluíram-se: capacidade de penetração da luz polimerizadora, profundidade de cura, medida da contração pós-geleificação e comportamento dos vetores de contração, sendo usada fotopolimerização por oclusal por 60 segundos em três condições de adesão diferentes na interface dente/restauração (contração livre, perfeita adesão apenas ao esmalte e perfeita adesão ao esmalte e dentina). Os resultados mostraram que a direção da contração não é significativamente afetada pela orientação da luz polimerizadora, mas sim determinada pela adesão da restauração ao dente e pelas superfícies livres, sendo mínimas as diferenças no padrão de contração entre as resinas quimicamente ativadas e fotoativadas. Concluíram que, como os compósitos não contraem em direção à luz, a melhoria da qualidade marginal deve ser conseguida pela otimização de outros fatores, como o processo de polimerização e a qualidade da adesão.

NEIVA et al., ainda em 1998, realizaram um estudo *in vitro* objetivando comparar a infiltração marginal de restaurações posteriores de compósitos com diferentes técnicas de inserção e fotopolimerização. Foram realizados preparos de classe II em pré-molares extraídos, sendo a margem gengival em esmalte na caixa mesial e em cimento na caixa distal. As restaurações, realizadas com um mesmo material restaurador, foram inseridas nas caixas proximais de acordo com as técnicas testadas: Grupo 1) uso de matriz metálica e inserção em único incremento com polimerização apenas por oclusal durante 60 segundos; Grupo 2)

uso de matriz metálica e inserção em 3 incrementos horizontais, polimerizados por oclusal, durante 60 segundos cada um; Grupo 3) matriz metálica associada à técnica em 3 incrementos oblíquos, sendo igualmente polimerizados por oclusal, durante 60 segundos cada; Grupo 4) uso de matriz metálica associada à inserção horizontal, porém usando um cone colimador, acoplado à ponta polimerizadora, pressionando a massa de resina em direção à parede gengival, antes da polimerização por oclusal e Grupo 5) uso de cunha refletora e matriz transparente, associada a técnica de inserção oblíqua com polimerização diferenciada (1º incremento polimerizado simultaneamente pela gengival e lingual, pela cunha refletora por 60 segundos, seguida de 40 segundos de exposição por oclusal; o 2º incremento, polimerizado por vestibular durante 60 segundos e por oclusal durante 40 segundos e; o 3º polimerizado apenas por oclusal durante 60 segundos. Depois de restaurados, os dentes foram termociclados e suas margens gengivais expostas ao corante. Os resultados mostraram que não houve diferenças significantes na infiltração entre as técnicas usadas nas margens em esmalte; entretanto, nas margens em cimento, a técnica de inserção oblíqua e polimerização com cunhas refletoras e matriz transparente (Grupo 5) resultou em infiltração significativamente maior que as técnicas incrementais oblíqua e horizontal com cone colimador, usando matriz metálica.

Devido a evolução constante dos materiais odontológicos, surgem no mercado inúmeros produtos novos, que necessitam ser avaliados clinicamente para comprovar sua superioridade frente aos produtos já existentes. Com este

objetivo, TRAITEL, em 1999, comparou o comportamento dos novos compômeros (Dyract<sup>®</sup> e Compoglass F<sup>®</sup>), bem como da resina composta TPH<sup>®</sup> associada aos adesivos de quarta e quinta geração, com relação à infiltração marginal. Quarenta preparos de classe V foram realizados em dentes humanos, com margem cervical ao nível da linha amelo-cementária. Trinta dentes foram restaurados com a resina TPH<sup>®</sup>, alternando o sistema adesivo (Prime & Bond 2.0<sup>®</sup>, Prime Bond<sup>®</sup> e PAAMA 2<sup>®</sup>), e dos 10 dentes restantes, a metade foi restaurada com Dyract<sup>®</sup> associado ao adesivo Prime & Bond 2.1<sup>®</sup> e a outra metade com Compoglass F<sup>®</sup> e adesivo Syntac<sup>®</sup>. Após acabamento e polimento, todas as restaurações foram impermeabilizadas com esmalte e imersas em solução de nitrato de prata por 2 horas, seguida de nova imersão em revelador por 10 minutos. Os resultados foram obtidos através da análise de microscopia óptica. O autor concluiu que: a) as resinas compostas demonstraram melhores resultados nas margens em esmalte do que os compômeros; b) a associação da resina TPH<sup>®</sup> e o adesivo Prime & Bond 2.0<sup>®</sup> obteve 100% de efetividade em relação a infiltração marginal no esmalte; c) na região do cimento, os compômeros reagiram um pouco melhor, sendo que o resultado superior foi verificado com o Dyract<sup>®</sup>; e d) o flúor dos compômeros, associado à facilidade de manuseio e estética agradável torna-os um novo caminho na Odontologia moderna.

A busca por um material estético, que pudesse substituir o amálgama nas restaurações dos dentes posteriores, tem originado modificações da composição original das resinas compostas como a adição de fibras e partículas

de vidro à matriz de BIS-GMA, bem como a substituição destes. Assim, segundo PORTO NETO & MACHADO, no mesmo ano, surgiram as resinas compostas “condensáveis”, que diferem das tradicionais devido ao aumento da quantidade de partículas inorgânicas (mais que 80% por peso) e apresentam, como características favoráveis: uma boa resistência mecânica, rigidez, alta radiopacidade, baixo desgaste, além da possibilidade de inserção em um só incremento, dada a alta profundidade de polimerização e uma baixa contração. Após realização de dois casos clínicos, usando as resinas compostas “condensáveis” Solitaire® e Alert®, em cavidade de classe I e II, respectivamente, os autores comprovaram as características citadas, porém ressaltaram a necessidade de um correto diagnóstico, plano de tratamento, indicação e de adestramento do profissional, para o sucesso clínico com esses novos e promissores materiais.

Neste mesmo ano, HALISKI & SANTOS, também realizaram um trabalho relatando um caso clínico no qual foi usada a resina composta condensável Alert®, em substituição a uma restauração de classe II em amálgama fraturada. Após a remoção de cárie abaixo da restauração antiga, a cavidade foi protegida com ionômero de vidro (Vitremer®), sendo, em seguida, condicionado e aplicado o sistema adesivo, além da colocação da matriz Palodent® e cunha de madeira. A resina foi levada até a cavidade com auxílio de um porta-amálgama e condensada em camadas, sendo cada uma polimerizada por 30 segundos. Realizado o acabamento com ponta diamantada fina, o dente recebeu uma

aplicação de selante sobre a superfície. Os autores concluíram que algumas propriedades fundamentais para o bom desempenho da restauração, antes não disponíveis nas resinas convencionais, puderam ser encontradas, como condensabilidade, baixa contração de polimerização, pouco desgaste e boa adaptação marginal. No entanto, ainda deixam a desejar devido a falta de lisura e brilho da superfície após o polimento e escala de cores limitada, que traz prejuízos substanciais à estética final.

AFFLECK et al., também em 1999, estudaram a microinfiltração de restaurações de classe II realizadas com três resinas compostas “condensáveis”, comparando a técnica de inserção incremental à de incremento único. Preparos cavitários, com margem gengival localizada em dentina/cimento, foram feitos na mesial e distal de molares extraídos. Após serem condicionados com ácido fosfórico a 37%, um agente adesivo hidrófilo (Prime & Bond 2.1<sup>®</sup>) foi aplicado em todas as cavidades. Foram avaliadas as resinas Alert<sup>®</sup>, Solitaire<sup>®</sup> e Surefil<sup>®</sup>, tendo a Heliomolar<sup>®</sup> como controle. Estas foram inseridas de um lado em incremento único e, do outro, em vários incrementos. Os espécimes foram submetidos a 300 ciclos térmicos, antes da imersão em nitrato de prata. Três cortes foram feitos e a microinfiltração avaliada a luz do microscópio. Os resultados mostraram infiltração até a parede axial em todas as amostras restauradas com Solitaire<sup>®</sup> e Surefil<sup>®</sup>, bem como na técnica de inserção única com a Heliomolar<sup>®</sup>, porém não houve diferenças significantes com relação às técnicas restauradoras em nenhuma das resinas condensáveis testadas. Sendo assim, os autores concluíram que a

infiltração marginal não parece ser dependente do material ou da técnica de inserção com os compósitos condensáveis.

Avaliando a efetividade de materiais restauradores adesivos modernos no controle da microinfiltração de restaurações de classe II, com margem gengival localizada em dentina/cimento, WIBOWO et al., ainda em 1999, testaram sete técnicas restauradoras distintas, incluindo cimentos ionoméricos, resinas *flow* e “condensável” e compômeros, tendo como grupo controle o compósito híbrido Z100<sup>®</sup> usado com o sistema adesivo Scotchbond Multipurpose<sup>®</sup>. Após estocagem e termociclagem (250 ciclos-5 e 55°C), os espécimes foram corados com nitrato de prata. A restauração foi removida e a penetração de corante no soalho gengival foi analisada com auxílio de um *software* de imagens computadorizadas. Os resultados mostraram que nenhuma das técnicas restauradoras usadas ou materiais testados produziram margens livres de microinfiltração marginal, entretanto, o uso de cimento de ionômero de vidro (Vitrebond<sup>®</sup>) foi útil para reduzir e controlar a infiltração na margem gengival, bem como o compômero F2000<sup>®</sup>. A resina *flow* (Wave<sup>®</sup>) e a condensável Surefil<sup>®</sup> mostraram-se menos favoráveis que o ionômero de vidro e o compômero. Os autores concluíram que, quando as margens da restauração estiverem abaixo da junção amelo-cementária, a técnica do uso de uma lâmina de ionômero de vidro deve ser empregada na gengival de áreas sem estresse, enquanto que em áreas de estresse deve-se usar os compômeros.

Ainda em 1999, PIMENTA realizou um trabalho *in vitro* avaliando a efetividade de dois adesivos hidrófilos e duas técnicas de inserção no selamento das margens em cimento/dentina de restaurações de classe II realizadas com uma resina composta microhíbrida. Em 50 molares, foram realizadas cavidades do tipo *slot* vertical, sendo uma OM e outra OD, as quais foram numeradas e divididas, aleatoriamente, em 4 grupos. Foram testados dois tipos de adesivos: um auto-condicionante (Etch & Prime 3.0<sup>®</sup>) e um de frasco único (Single Bond<sup>®</sup>), associados a duas técnicas restauradoras: a incremental preconizada por LUTZ et al. em 1986(a) e a de incremento único. Após polimento, os dentes foram submetidos a 1000 ciclos térmicos, selados e imersos em corante por 4 horas. O teste de Kruskal-Wallis demonstrou não haver diferença estatística significativa entre as técnicas avaliadas. O autor concluiu que a técnica incremental e os sistemas adesivos não foram capazes de eliminar a microinfiltração na margem gengival das restaurações de classe II em compósito.

### 3. PROPOSIÇÃO

O objetivo deste trabalho de pesquisa *in vitro*, foi avaliar, qualitativamente, a infiltração marginal em restaurações classe II com margens gengivais em cimento/dentina, em dentes bovinos, empregando um sistema adesivo de frasco único e quatro técnicas diferentes de inserção da resina composta “condensável”.

## 4. MATERIAIS E MÉTODOS

### 4.1 SELEÇÃO E PREPARO DOS DENTES

Nesta pesquisa foram empregados 60 incisivos inferiores bovinos, recém-extraídos, devido ao fato de serem encontrados em boas condições, com maior facilidade que os dentes humanos, além da semelhança estrutural entre eles e menor risco de transmissão de doenças infecciosas (NAKAMICHI et al., 1983).

Imediatamente após serem extraídos, os dentes foram selecionados de uma amostra de 215 dentes imersos em formol 2% com pH 7, com objetivo de escolher aqueles que se mostravam sem defeitos ou trincas superficiais e que possuíam o ápice radicular fechado. Após selecionados, os dentes foram limpos com curetas periodontais (Duflex Inox Ind. e Com. Ltda-MG) e, em seguida, polidos com pasta de pedra-pomes e água com auxílio de escova tipo Robinson (KG Sorensen Ind. e Com.Ltda-SP), em baixa rotação, e lavados em água corrente.

Os dentes foram seccionados, a 5 mm da junção amelo-cementária, com discos diamantados dupla face (KG Sorensen - Ref 070), formando uma superfície plana, com o objetivo de permitir a simulação de preparos classe II (FIG. 1).

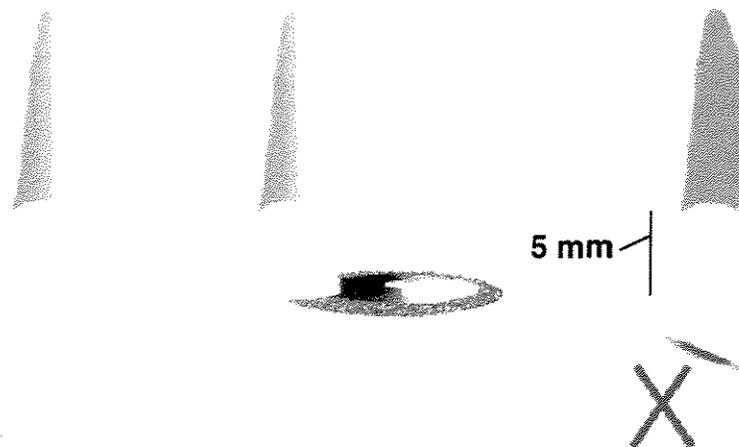


FIGURA 1 - Esquema ilustrativo do corte dos dentes bovinos para simular uma face oclusal.

Imersos em água destilada, os dentes já cortados foram mantidos no refrigerador (Brastemp<sup>®</sup>) a  $\pm 5^{\circ}\text{C}$  até o início dos preparos cavitários.

#### 4.2 PREPAROS CAVITÁRIOS

Cada dente recebeu dois preparos cavitários do tipo *slot* vertical, sendo um méso-oclusal e outro disto-oclusal, realizados com brocas nº 245 de carboneto de tungstênio (Beavers Dental) em caneta de alta rotação (MS 350-Dabi Atlante) sob refrigeração constante de *spray* ar/água. As cavidades foram padronizadas com auxílio de um paquímetro digital (MAHR-16ES) mantendo as seguintes características (FIG. 2):

- Margem gengival 1 mm abaixo da junção cimento / esmalte;
- 2,5 mm de largura na distância vestibulo / lingual;
- 1,5 mm de profundidade.

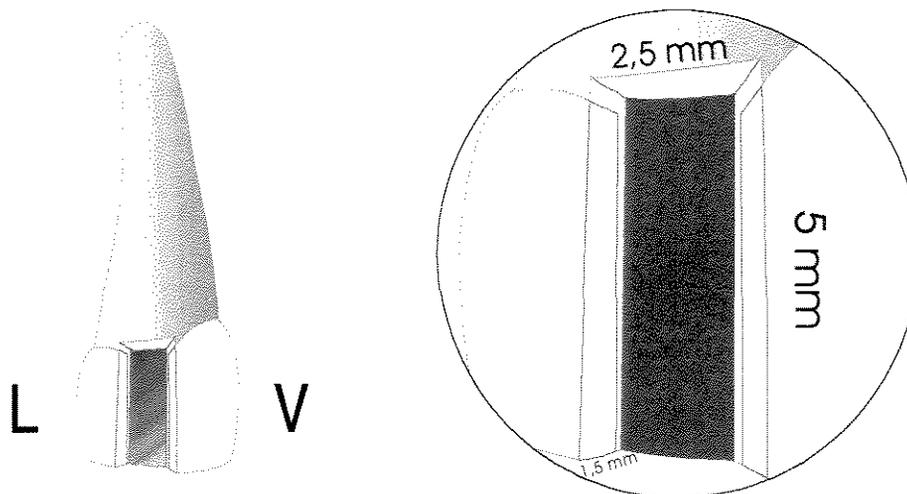


FIGURA 2 - Esquema ilustrativo dos preparos cavitários realizados, onde L = face lingual e V = face vestibular

Realizados os 120 preparos cavitários, os dentes foram armazenados em recipiente contendo água destilada, no refrigerador por 24 horas.

#### **4.3 PROCEDIMENTOS RESTAURADORES**

Antes do procedimento restaurador, as cavidades foram numeradas de 1 a 120, no terço cervical da raiz, com auxílio de grafite. Sobre os números, foi aplicada uma fina camada de cola a base de cianocrilato (Super Bonder<sup>®</sup> -Loccite Brasil Ltda).

Em seguida, as 120 cavidades foram aleatoriamente divididas em 4 grupos, com 30 cavidades cada grupo, de acordo com a técnica de inserção a ser usada (QUADRO 1).

**QUADRO 1**

**Apresentação das quatro diferentes técnicas de inserção da resina composta condensável utilizadas para a restauração dos dentes de acordo com os grupos.**

<b>GRUPO</b>	<b>TÉCNICA DE INSERÇÃO</b>
<b>Grupo 1</b>	<b>Inserção Única</b>
<b>Grupo 2</b>	<b>Inserção em Incrementos Horizontais</b>
<b>Grupo 3</b>	<b>Inserção em Incrementos Obíquos</b>
<b>Grupo 4</b>	<b>Inserção Mista</b>

Antes do início dos procedimentos restauradores, a intensidade de luz do aparelho fotopolimerizador a ser usado (Degulux<sup>®</sup> - Degussa) foi medida com o auxílio de um radiômetro (Demetron<sup>®</sup>), para avaliar sua potência (600 mW/cm<sup>2</sup>).

Todas as restaurações foram executadas usando um sistema adesivo de frasco único hidrófilo (Prime & Bond 2.1<sup>®</sup> - Dentsply), de acordo com as instruções de uso fornecidas pelo fabricante e apenas um tipo de resina composta condensável (Surefil<sup>®</sup> - Dentsply) para se avaliar, exclusivamente, os efeitos das técnicas de inserção, mantendo um tempo padrão de polimerização de 120 segundos.

Os procedimentos operatórios prévios comuns às quatro técnicas:

- a) condicionamento ácido do esmalte e dentina por 15 segundos com ácido fosfórico (condicionador dental gel<sup>®</sup> - Dentsply) a 36%;
- b) lavagem do ácido por 15 segundos e remoção do excesso de água com bolinhas de algodão;
- c) aplicação imediata da primeira camada do sistema adesivo com pontas aplicadoras *microbrush*<sup>®</sup> em todas as paredes da cavidade;
- d) após 20 segundos, aplicação de um suave jato de ar (5 segundos);
- e) fotopolimerização por 10 segundos;
- f) aplicação da segunda camada do sistema adesivo em toda a cavidade;
- g) aplicação do jato de ar imediatamente (5 segundos);
- h) fotopolimerização por 10 segundos.

#### 4.3.1 TÉCNICAS RESTAURADORAS

- **GRUPO 1: TÉCNICA DE INSERÇÃO ÚNICA**

As cavidades foram completamente preenchidas com resina composta em único incremento, fotopolimerizada por oclusal durante 40 segundos, seguida por vestibular e lingual por igual tempo. Não se polimerizava diretamente pela face proximal, na tentativa de simular a condição clínica, isto é, a presença do dente vizinho, que impediria tal procedimento (FIG. 3).

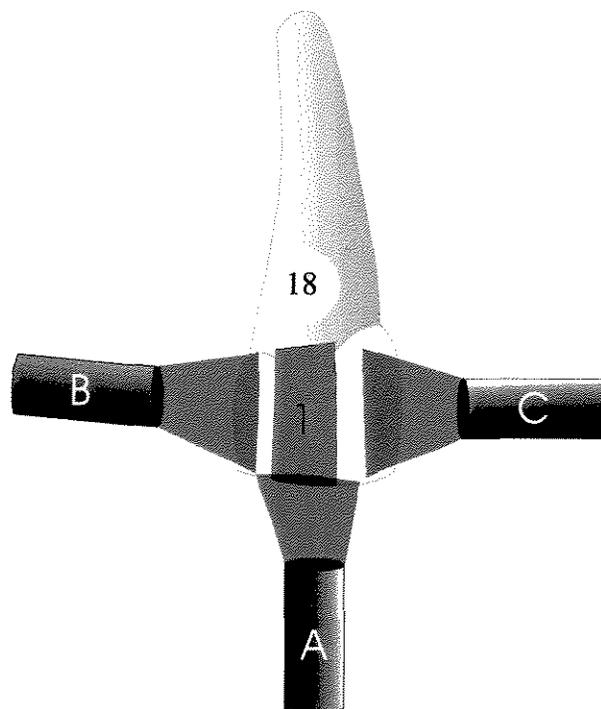


FIGURA 3 - Preenchimento total da cavidade em única etapa (1) e fotopolimerização seqüencial nas direções (A), (B) e (C) durante 40 segundos

- **GRUPO 2: TÉCNICA DE INSERÇÃO EM INCREMENTOS HORIZONTAIS**

As cavidades foram preenchidas por três incrementos inseridos horizontalmente, da gengival para oclusal, e fotopolimerizados por oclusal durante 40 segundos cada incremento (FIG. 4).

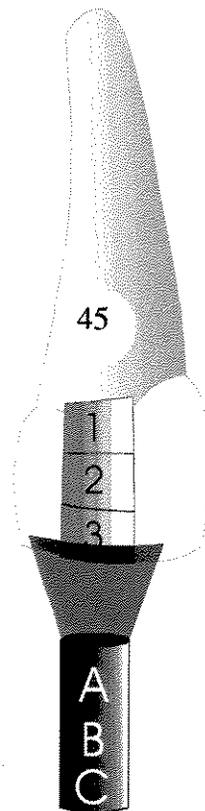


FIGURA 4 - Preenchimento cavitário incremental gengivo-oclusal, com incremento (1) fotopolimerizado por oclusal durante 40 segundos (A), seguido seqüencialmente pelos incrementos (2) e (3) com as respectivas polimerizações (B) e (C), também durante 40 segundos cada.

- **GRUPO 3: TÉCNICA DE INSERÇÃO EM INCREMENTOS OBLÍQUOS**

Baseada na técnica de POLLACK, 1988, as cavidades foram preenchidas por três incrementos, inseridos de forma vertical, com inclinação sobre as paredes vestibular e lingual (forma oblíqua). O primeiro incremento foi inserido sobre a metade da parede gengival e sobre toda a parede vestibular, de forma divergente para oclusal, sendo fotopolimerizado pela face vestibular durante 40 segundos. O segundo incremento foi aplicado da mesma forma, porém sobre a parede lingual e fotopolimerizado pela face lingual por igual tempo. A porção central entre as duas vertentes internas de resina, foi preenchida por um terceiro incremento e fotopolimerizado por oclusal por 40 segundos (FIG. 5).

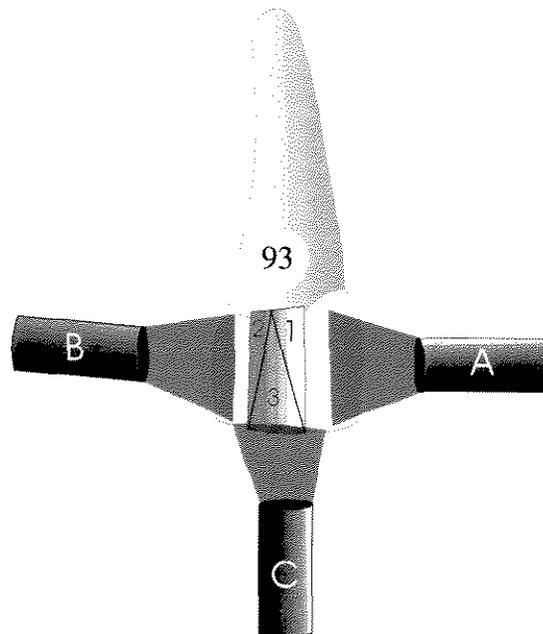


FIGURA 5 - Preenchimento da cavidade através de incrementos oblíquos: incremento (1) com incidência de luz pela direção (A), o incremento (2) pela direção (B) e o (3) pela direção (C), durante 40 segundos cada incremento.

- **GRUPO 4: TÉCNICA DE INSERÇÃO MISTA**

Baseada na técnica preconizada por LUTZ et al. (1986a), as cavidades foram preenchidas totalmente por três incrementos, sendo um horizontal e dois verticais. O primeiro incremento foi inserido horizontalmente sobre a parede gengival e fotopolimerizado durante 40 segundos por oclusal. O segundo incremento foi inserido de forma vertical, sobre a parede vestibular da caixa proximal e fotopolimerizado durante 40 segundos por vestibular. Já o terceiro incremento foi aplicado da mesma forma do anterior, porém agora, sobre a parede lingual e fotopolimerizado pela lingual durante o mesmo tempo (FIG. 6).

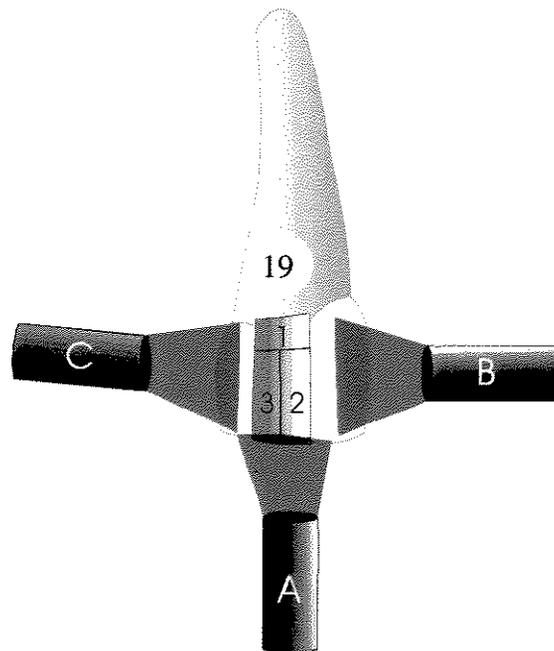


FIGURA 6 - Preenchimento cavitário através da técnica de inserção mista: Incremento (1) fotopolimerizado na direção (A); incremento (2) na direção (B) e o (3) na (C) durante 40 segundos cada um.

#### **4.4 POLIMENTO DAS RESTAURAÇÕES**

Após os procedimentos restauradores, os espécimes foram armazenados sob umidade em estufa (002 CB -Fanen Ltda.) durante 24 horas, a 37°C, para, em seguida, receberem polimento. Este se fez seguindo a ordem cronológica em que os dentes foram restaurados, usando-se discos de lixa de óxido de alumínio (Sof-lex<sup>®</sup> - 3M do Brasil Ltda.), em ordem decrescente de granulação (média, fina e extra-fina), montados em mandril e acoplados ao contra-ângulo e micromotor (Kavo), sempre no sentido da restauração para o dente.

#### **4.5 CICLAGEM TÉRMICA**

Concluído o polimento, os dentes foram novamente armazenados em estufa em ambiente úmido por mais 24 horas para, em seguida, serem submetidos à termociclagem em água destilada, na tentativa de submeter as amostras a um processo de "envelhecimento", devido à diferença dos coeficientes de expansão térmica entre a resina composta e o dente. Os corpos-de-prova foram submetidos a 1000 ciclos térmicos, realizados mecanicamente em máquina de ciclagem (MCT2-AMM-Instrumental) (FIG. 7), com água destilada a temperatura de  $5 \pm 2^\circ\text{C}$  e  $55 \pm 2^\circ\text{C}$ , com banhos de 1 minuto em cada temperatura e com 7 segundos de intervalo de transferência entre os banhos.

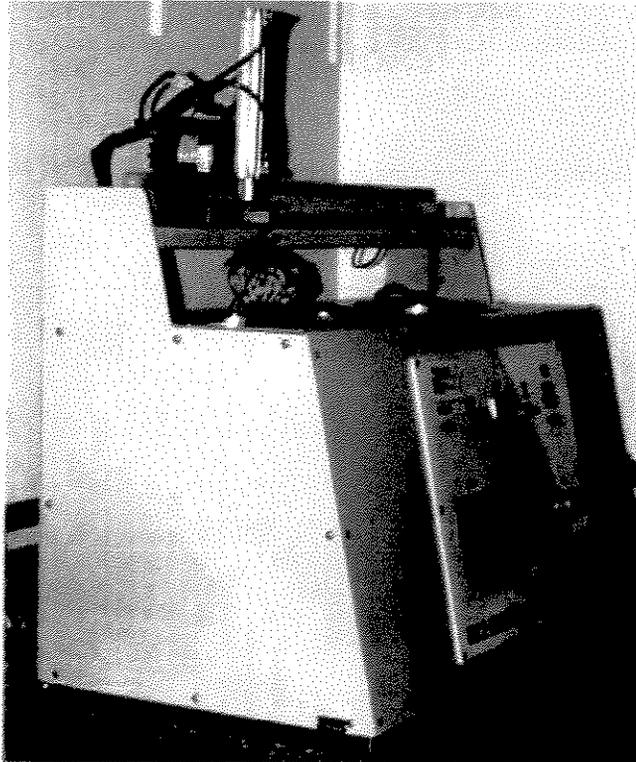


FIGURA 7 - Máquina de ciclagem térmica usada no experimento.

#### **4.6 IMPERMEABILIZAÇÃO E IMERSÃO DOS ESPÉCIMES EM CORANTE**

Objetivando a impermeabilização de áreas do espécime que não deveriam estar em contato direto com a solução corante, a abertura coronária e apical do canal foram fechadas com adesivo e resina composta (Prime & Bond 2.1<sup>®</sup> e TPH<sup>®</sup> - Dentsply) e aplicadas uma camada de adesivo (Prime & Bond 2.1<sup>®</sup>), uma cola a base de cianocrilato (Super Bonder<sup>®</sup> - Loctite Brasil Ltda.) e duas camadas de esmalte para unha vermelho (Risqué<sup>®</sup> - Niasi S.A.) em toda a superfície coronária e radicular, deixando exposta apenas a interface resina/dente da margem gengival e 1 mm ao redor dela.

Depois que os materiais impermeabilizantes aplicados estavam secos, os espécimes foram imersos em uma solução aquosa de azul de metileno a 2% pH 7, por 4 horas e, em seguida, foram lavadas em água corrente por 10 minutos e secos (FIG. 8).



FIGURA 8 - Espécimes antes e após a impermeabilização e imersão no corante.

#### **4.7 SECCIONAMENTO DOS ESPÉCIMES E AVALIAÇÃO DA INFILTRAÇÃO**

A fim de avaliar a infiltração do corante, os dentes foram seccionados no sentido méso-distal, no centro da restauração, empregando-se discos diamantados dupla face (Ref. 070-KG Sorensen Ind. e Com. Ltda.) montados em micromotor e peça reta (Kavo), sendo a porção média e apical da raiz desprezadas. No intuito de manter a precisão do corte, usou-se um disco para cada 20 dentes.

Os cortes obtidos foram avaliados quanto ao grau de infiltração marginal da solução corante na interface dente/restauração, utilizando-se lupa estereoscópica (MEIJI-2000), com 50 vezes de aumento, adotando-se sempre a metade do dente em que estava mais evidente e severo o nível de infiltração.

A avaliação do grau de infiltração marginal foi realizada por dois examinadores calibrados, até a obtenção de um consenso entre eles, usando escores previamente estabelecidos, conforme descritos no Quadro 2 e esquematizados na Figura 9, não sendo consideradas áreas de penetração do corante não advindas da interface dente/restauração.

## QUADRO 2

### Avaliação do grau de infiltração na margem gengival (dentina/cimento) através de escores

ESCORE	GRAU	INFILTRAÇÃO MARGINAL
0	Ausente	Total ausência de corante na interface dente/restauração no nível gengival
1	Pequena	Penetração do corante até 1/3 da parede cavitária
2	Moderada	Penetração do corante além de 1/3 da parede cavitária sem atingir a parede axial
3	Elevada	Penetração do corante atingindo o ângulo cérvico-axial
4	Severa	Penetração do corante além do ângulo cérvico-axial

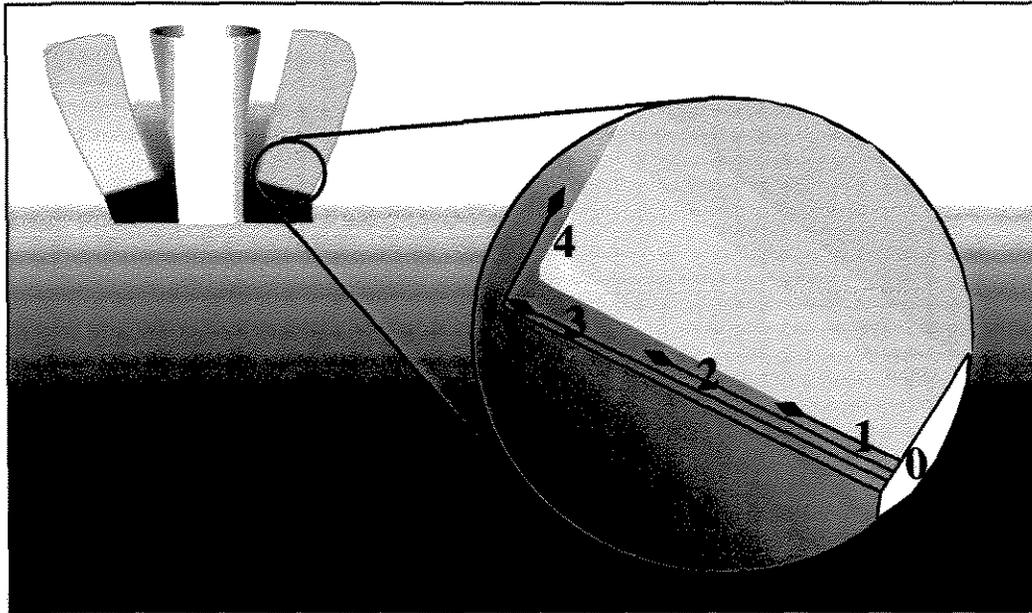


FIGURA 9 - Esquema representativo dos diferentes escores de microinfiltração marginal.

Após a obtenção dos escores, representando o grau de infiltração marginal, estes foram tabulados e submetidos à análise estatística, empregando-se o teste estatístico não paramétrico de Kruskal-Wallis (CAMPOS, 1983) para fazer a comparação dos grupos experimentais. Para realizar os cálculos estatísticos dos dados foi empregado o software STATA<sup>®1</sup>.

---

<sup>1</sup> STATA ®-Computing Resource Center Stata Reference Manual: Release 3 5<sup>th</sup> ed., Santa Mônica, CA, 1992.

## 5. RESULTADOS

A avaliação dos dados foi feita pelo teste não-paramétrico de Kruskal-Wallis, para a comparação dos grupos experimentais (1, 2, 3 e 4). O gráfico de barras (Gráfico 1) foi usado para ilustrar os achados. Os cálculos estatísticos foram realizados pelo software STATA<sup>®</sup>. Os escores atribuídos a cada corpo-de-prova se encontram nos ANEXOS.

Dessa forma, considerando o fator dentina, foi construída a Tabela 1, onde estão apresentados os valores exploratórios (mediana e soma das ordens) para os testes de Kruskal-Wallis, ao nível de 5%.

Tabela 1

Valores exploratórios e somas das ordens do Teste de Kruskal-Wallis, para os escores de microinfiltração em dentina.

GRUPOS	N	Mediana	Soma das Ordens
ÚNICA	28	3,0	1602.00 a
HORIZONTAL	30	3,3	1866.50 a
OBLÍQUA	30	2,6	1546.00 a
MISTA	28	3,3	1771.50 a

$\chi^2 = 2.258$   
probabilidade = 0.5207

- Os resultados do teste de Kruskal-Wallis não revelaram valor significativo ( $\alpha = 0.5207$ ).

Mesma letra representa igualdade estatística.

A aplicação dos testes estatísticos, ao nível de 5%, apontou não haver diferenças estatisticamente significantes com relação a técnica restauradora empregada entre grupos experimentais avaliados.

Procurando ilustrar os resultados obtidos, foi construído o Gráfico 1 e a Tabela 2 com a distribuição percentual de cada escore, verificando-se uma maior frequência de aparecimento do escore 4 (FIG.10), seguido pelo escore 0 (FIG. 11).

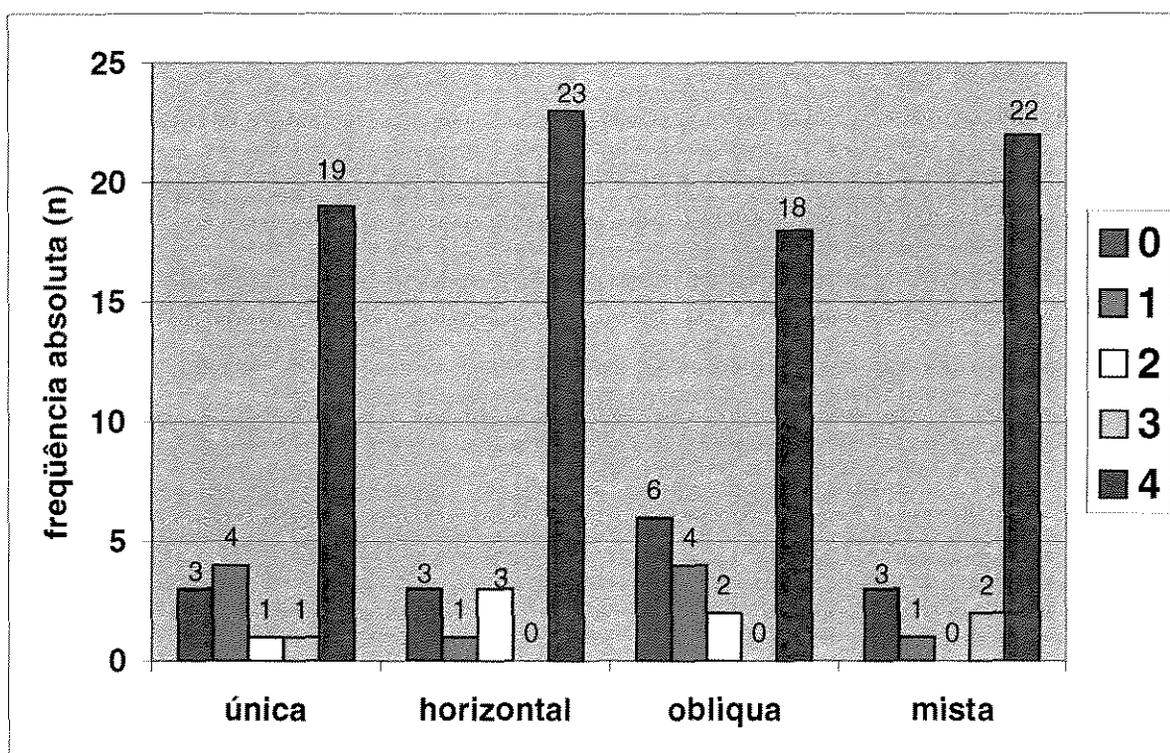


GRÁFICO 1 - Frequência dos escores de acordo com a técnica de inserção

Tabela 2

Freqüência de escores e sua representação em percentual, independente dos grupos.

ESCORES	FREQÜÊNCIA	PERCENTUAL
0	15	12,93
1	10	8,62
2	6	5,17
3	3	2,59
4	82	70,69

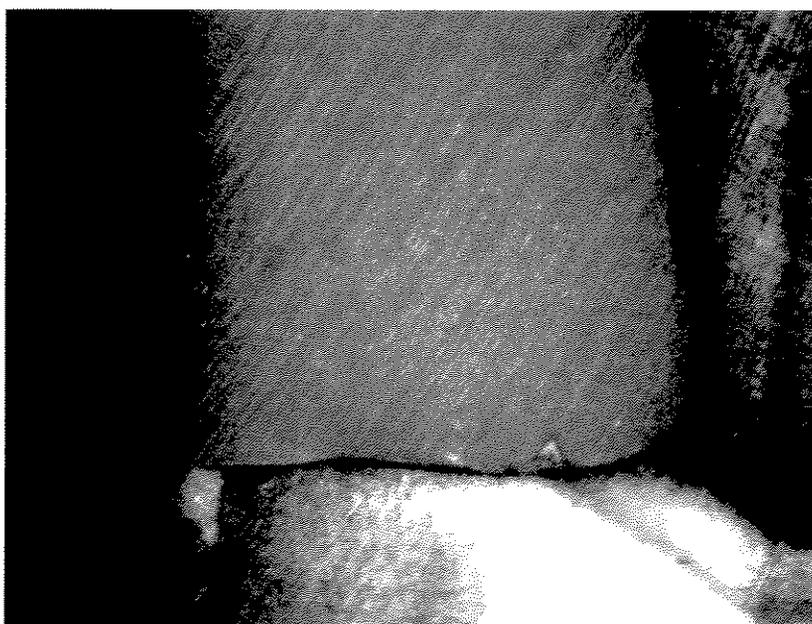


FIGURA 10 - Espécime representativa do escore 4, apresentando penetração severa da solução corante na interface dente/restauração, ultrapassando o ângulo cérvico-axial.

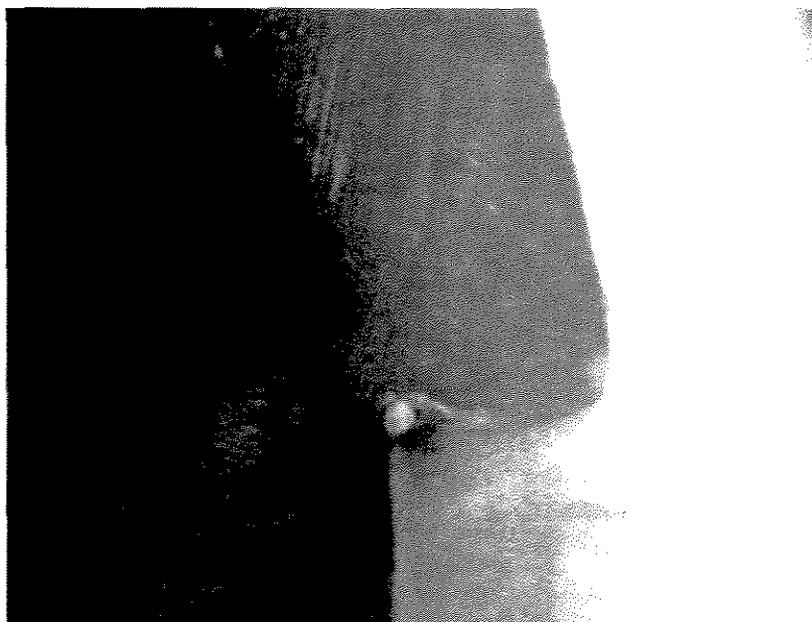


FIGURA 11 - Espécime representativa do escore 0, apresentando ausência de penetração de corante na interface dente / restauração.

## 6. DISCUSSÃO

Um dos principais problemas da Odontologia Restauradora está localizado na interface dente/restauração, devido às deficiências na adesão do material restaurador aos tecidos duros mineralizados (CÂNDIDO et al., 1997). Em consequência desta deficiência, ocorre a penetração de compostos salivares, resíduos alimentares e bactérias através desta interface, denominada microinfiltração, que pode acarretar no surgimento de sensibilidade pós-operatória, manchamento das margens, desenvolvimento de cáries secundárias, injúrias pulpares e, até mesmo, a perda da restauração (KIDD, 1976; TROWBRIDGE, 1987; PASHLEY, 1990; ALANI & TOH, 1997).

Desde o surgimento dos materiais adesivos na Dentística, inúmeros melhoramentos foram obtidos em suas propriedades. No entanto, o controle da microinfiltração continua sendo a meta dos pesquisadores, no intuito de promover uma maior longevidade das restaurações de compósitos (FUSAYAMA, 1980; DAVIDSON et al., 1984; PIMENTA & PAIVA, 1997; AFFLECK et al., 1999).

O uso de corantes orgânicos como elemento traçador no estudo da infiltração marginal é a metodologia mais comumente utilizada para avaliar o desempenho dos materiais em sua interface com as paredes cavitárias (KIDD, 1976; TAYLOR & LYNCH, 1992). Devido à simplicidade de sua manipulação,

baixo custo, não ser tóxico ao organismo humano, permitir uma penetração não destrutiva, além de propiciar um estudo longitudinal das margens das restaurações (ALANI & TOH, 1997), essa metodologia, tem sido empregada com diferentes agentes traçadores, dentre eles: a fucsina básica (LUTZ et al.(b), 1986; BULLARD et al., 1988; FERRARI et al., 1994; NEIVA et al., 1998); a rodamina (ARAÚJO, 1989); a cristal de violeta (STAININEC et al., 1986) e o azul de metileno (DAVIDSON et al., 1984; TERUYA, 1994; PIMENTA, 1999), usado neste trabalho. Outras alternativas, relatadas na literatura, são as análises também qualitativas utilizando-se pressão de ar, penetração de bactérias, elementos traçadores como nitrato de prata ou isótopos radioativos, que permitem avaliar, através de escores, o grau de infiltração marginal (KIDD, 1976; ALANI & TOH, 1997).

Embora a quantificação possa permitir uma análise mais objetiva da microinfiltração, pode também proporcionar erros na interpretação dos resultados. O adesivo pode falhar em um só ponto, porém essa infiltração se direcionar profundamente até a polpa, assim como, a presença de uma pequena falha de adesão que se estenda superficialmente em toda a margem cavitária, não necessariamente deve apresentar infiltração severa até a polpa. No entanto, em ambos os casos, ao se fazer a quantificação do corante, verificar-se-iam valores semelhantes de corante, porém com comprometimentos distintos às estruturas dentais, além da necessidade de destruição do corpo-de-prova para análise em espectrofotômetro, que inviabilizaria as reavaliações e outros tipos de análise (PIMENTA, 1999).

Partindo deste raciocínio, o método qualitativo, empregando cortes das restaurações, apesar de ilustrar apenas a região da restauração por onde passa o corante, permite fazer uma análise comparativa por escores, em função do grau de infiltração das restaurações (PIMENTA, 1999). No entanto, por ser um método subjetivo, exige que se tenha o maior número possível de repetições dos diferentes tratamentos, com o objetivo de obter uma amostra mais homogênea e uma maior confiança dos resultados, devendo a avaliação ser feita por mais de um examinador (KIDD, 1976; TAYLOR & LYNCH, 1992; WENDT et al., 1992; ALANI & TOH, 1997; PIMENTA, 1999).

Para alcançar o objetivo de realizar um maior número de repetições para cada tratamento ( $n = 30$ ), foram utilizados neste trabalho, dentes bovinos, dada a maior facilidade de adquiri-los em grande quantidade e em boas condições que os dentes humanos, cada vez mais escassos, além da comprovada semelhança estrutural entre eles e o menor risco de transmissão de doenças (NAKAMICH et al., 1983). Outros trabalhos, citados na literatura, reafirmam a hipótese de utilização dos dentes bovinos como substitutos aceitáveis para os dentes humanos nos testes de microinfiltração *in vitro* dos materiais adesivos (DAVIDSON et al., 1984; PUCKETT et al., 1992; FITCHIE et al., 1995; REEVES et al., 1995; BRACKETT et al., 1997; WILDER et al., 1998).

Semelhante a outros autores (EAKLE & ITO, 1990; TJAN et al., 1992; PIMENTA & PAIVA, 1997; AFFLECK et al., 1999; PIMENTA, 1999), os preparos cavitários realizados neste trabalho, tiveram as paredes gengivais das caixas proximais localizadas em dentina/cimento. Assim, qualquer resultado favorável, nesta situação crítica (ausência de esmalte), teria uma melhor repercussão em cavidades com margem em esmalte, enquanto o contrário não seria verdadeiro.

A evolução e melhoria dos materiais restauradores estéticos, ocorridas principalmente nos últimos 20 anos, permitiram que os compósitos passassem a ser indicados também para restaurações de dentes posteriores (GARONE FILHO, 1984; LUTZ et al., 1991; BARATIERI et al., 1992; PEREIRA et al., 1999). Contudo, algumas propriedades inerentes desses materiais, como a contração volumétrica de polimerização e o coeficiente de expansão térmica linear, podem causar falhas na adesão do material às paredes da cavidade, resultando no fracasso clínico da mesma (JÖRGENSEN et al., 1975; DAVIDSON et al., 1984; LAMBRECHTS et al., 1987; LUTZ et al., 1991; CARVALHO et al., 1996; VERLUIJS et al., 1996).

Por esta razão, novos materiais e técnicas restauradoras alternativas vêm sendo estudadas e aplicadas, visando reduzir os efeitos negativos da contração de polimerização e proporcionar uma melhor adaptação do material às paredes cavitárias, um melhor selamento e aumentar a vida útil das restaurações de resinas compostas (LEMBRECHTS et al., 1987; PRATI, 1989; NEIVA et al., 1998; AFFLECK et al., 1999). Dentre as soluções mais estudadas para solucionar

a problemática da contração de polimerização dos materiais resinosos estão: a) Uso de sistemas adesivos capazes de desenvolver forças adesivas superiores às da contração de polimerização (FUSAYAMA, 1980; LINDEN & SWIFT JR., 1994; FERRARI et al., 1997; WILDER et al., 1998; TRAITEL, 1999); b) Inserção da resina composta em pequenos incrementos, uma vez que a contração de polimerização é proporcional ao volume do material (LUTZ et al.(a), 1986; HASSAN et al., 1987; POLLACK, 1988; KOMATSU et al., 1992; TERUYA, 1994; ULUSU et al., 1996 ; NEIVA et al., 1998); c) Uso de uma resina composta que tivesse consistência firme e pudesse ser condensada, melhorando a adaptação contra às paredes cavitárias (JÖRGENSEN & HISAMITSU, 1984; TERUYA et al., 1992; PORTO NETO & MACHADO, 1999; AFFLECK et al., 1999) e d) Uso de bases elásticas sobre as superfícies dentinárias, funcionando como amortecedor entre a dentina e a resina composta (LUTZ et al.(a), 1986; PRATI, 1989; ULUSU et al., 1996; MILLER et al., 1996; HALISKI & SANTOS, 1999; WIBOWO et al., 1999).

Diante dessas alternativas, avaliou-se o comportamento de um agente adesivo hidrófilo de frasco único (Prime & Bond 2.1<sup>®</sup>) e uma resina composta “condensável” (Surefil<sup>®</sup>), associados a uma técnica de inserção única e três técnicas incrementais (Horizontal, Oblíqua e Mista), não sendo detectada diferença estatística significativa ( $p > 0,05$ ) entre elas, após análise dos dados pelo teste de Kruskal-Wallis (Tab.1).

Apesar de existirem trabalhos que associam o uso de uma técnica incremental com a diminuição na formação de fendas na interface dente/restauração e conseqüente redução da microinfiltração (EICK & WELSH, 1986; LUTZ et al.(a), 1986; LECLAIRE et al., 1988; POLLACK, 1988; KOMATSU et al., 1992; ULUSU et al., 1996); este fato não foi observado em outros experimentos (AZARBAL & DENEHY, 1981; CRIM & CHAPMAN, 1986; EAKLE & ITO, 1990; TJAN et al., 1992; COLI & BRÄNNSTRÖM, 1993; LINDEN & SWIFT JR., 1994; GODDER et al., 1995; NEIVA et al., 1998; PIMENTA, 1999), coincidindo com nossos resultados .

Apesar das técnicas restauradoras incrementais serem amplamente aceitas como as maiores responsáveis pela diminuição do estresse resultante da contração de polimerização, este fato é baseado na possibilidade de haver um menor contato com as paredes cavitárias e pela redução da contração obtida pelo pequeno volume do material (LUTZ et al.(a),1986; SEGURA et al., 1992). No entanto, apesar destas propriedades serem válidas para cada incremento individual, observa-se que, como a contração total e o estresse desenvolvido são resultantes do efeito combinado da contração de todas as camadas e sua conseqüente deformação na estrutura dental circundante, após a restauração ser concluída, os métodos restauradores incrementais acabam provocando um maior estresse de contração, resultando em maior deformação do preparo e redução efetiva da quantidade de compósito necessária para preencher a cavidade (VERLUIIS et al., 1996).

De acordo com a literatura consultada, a contração de polimerização, entre 13 e 17 MPa (DAVIDSON et al., 1984), quando não controlada, parece ser a maior responsável pela falha no vedamento marginal (DAVIDSON et al., 1984; LUTZ et al., 1986(a); LAMBRECHTS et al., 1987; SHAHANI & MENESES, 1992; TERUYA et al., 1992; COLI & BRÄNNSTRÖM, 1993; CARVALHO et al., 1996), podendo vencer a adesão à dentina e produzir microfendas (HASSAN, 1986), responsáveis pelo alto índice de microinfiltração, principalmente quando associam-se cavidades de classe II, com menor número de superfícies livres para liberação de tensões, restauradas com resina composta fotopolimerizável que tem menor capacidade de escoamento (CARVALHO et al., 1996) e margens gengivais localizadas em dentina/cimento, onde a adesão é mais fraca (PRATI, 1989; EAKLE & ITO, 1990; TERUYA, 1994; LINDEN & SWIFT JR., 1994; WIBOWO et al., 1999).

Isto justifica a predominância da microinfiltração severa (escore 4), tanto na técnica de inserção única quanto nas incrementais (Gráfico 1), correspondendo a 70,69% das 116 espécimes consideradas na análise estatística, independente da técnica restauradora (Tab.2), uma vez que 4 espécimes foram descartadas do corpo amostral, pelo fato de ser verificada penetração do corante pelo ápice radicular, corando toda a estrutura dental.

Em que se pesem os benefícios do uso de um condicionamento ácido total (FERRARI et al., 1997) e um sistema adesivo hidrófilo, associados a diferentes técnicas de inserção de uma resina composta “condensável”, com alto conteúdo de partículas inorgânicas e possível redução da contração de polimerização (PORTO NETO & MACHADO, 1999), o objetivo de controlar efetivamente a microinfiltração marginal não foi alcançado, da mesma forma que no trabalho de AFFLECK et al., em 1999.

Baseados na hipótese amplamente difundida, de que as resinas compostas contraem em direção à fonte de luz polimerizadora, outras técnicas restauradoras tem sugerido o uso de matrizes transparentes e cunhas refletoras de luz como uma forma de mudar o vetor de contração para a margem gengival, de encontro aos tecidos duros, melhorando a adaptação do compósito (LUTZ et al., 1986(a); POLLACK, 1988; KOMATSU et al., 1992; NEIVA et al., 1998). Entretanto, essa alternativa passou a ser amplamente discutida quando outros autores (VERLUIIS et al., 1998), afirmaram, após interpretação de dados empregando análise de elemento finito, que os compósitos não contraem em direção à luz, mas sim que a direção é predominantemente determinada pela forma da cavidade e qualidade da adesão. Sugeriram ainda que, outros fatores, como o processo e técnica de polimerização e qualidade da adesão, deveriam ser estudados em busca de melhorias das propriedades marginais, uma vez que o direcionamento dos vetores de contração não parece ser um critério apropriado para melhorar a qualidade marginal das restaurações de compósitos.

Outros trabalhos (LUTZ et al.(a), 1986; PRATI, 1989; LUTZ et al., 1991; ULUSU et al., 1996; MILLER et al., 1996; WIBOWO et al., 1999), apontam o uso de materiais de forramento, principalmente à base de ionômero de vidro, como um método eficaz para a redução da infiltração marginal, baseados na redução do volume de resina necessário para o preenchimento da cavidade e pelo aumento das superfícies livres da cavidade, uma vez que a resina não adere a essas superfícies, tornando-as equivalentes às superfícies livres não aderidas, reduzindo, assim, o estresse gerado nas paredes cavitárias durante a polimerização (DAVIDSON et al., 1984; LUTZ et al., 1991; CARVALHO et al., 1996).

O desafio continua, exigindo novas técnicas e novos materiais, que venham a minimizar as forças de contração de polimerização e maximizar as forças de adesão à dentina, na tentativa de realização do objetivo maior da Odontologia Restauradora: devolver estética, função e promover um selamento cavitário completo e permanente.

## 7. CONCLUSÃO

De acordo com a metodologia adotada e a análise dos resultados pode-se concluir que:

1) Não houve diferença estatisticamente significativa entre as quatro técnicas restauradoras (Inserção Única, Horizontal, Obliqua e Mista) da resina composta “condensável” avaliadas;

2) O uso da resina composta “condensável”, associada ao sistema adesivo de frasco único, não foi capaz de eliminar completamente a microinfiltração marginal em cavidades de classe II com margens em dentina/cimento.

## REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS\*

- ABDALLA, A.I. & DAVIDSON, C.L. Comparison of the marginal integrity of *in vivo* and *in vitro* class II composite restorations. **J Dent**, Oxford, **21**(3):158-62, June 1993.
- AFFLECK, M.S.; DENEHY, G.E.; VARGAS, M.A.; SETTLEN, V.J. Microleakage with incremental versus bulk placement utilizing condensables composites. **J Dent Res**, Washington, **78**(SI): 155, Mar. 1999. [Abstract, 393].
- ALANI, A.H. & TOH, C.G. Detection of microleakage around dental restorations: a review. **Oper Dent**, Seattle, **22** (3): 173-85, 1997.
- ARAÚJO, R.M. **Estudo da infiltração marginal em restaurações de resinas compostas para dentes posteriores. Efeito do material, preparo cavitário e condicionamento do esmalte à nível cervical.** Araraquara, 1989. 141p. [Tese (Doutorado) – Faculdade de Odontologia de Araraquara, Universidade Estadual Paulista Julio de Mesquita Filho].
- AZARBAL, P. & DENEHY, G.E. Insertion techniques and adaptation of composite resin to cavity margins. **J Prosthet Dent**, Saint Louis, **46**(1): 66-70, July 1981.
- BARATIERI, L.N. et al. **Dentística: procedimentos preventivos e restauradores.** 2.ed. Rio de Janeiro, Quintessence, 1992. p.475 -502.

---

\* De acordo com a NB-66, de 1978, da Associação Brasileira de Normas Técnicas (ABNT). Abreviatura dos periódicos em conformidade com o "Medline"

- BERTOLOTTI, R.L. Posterior composite technique utilizing directed polymerization shrinkage and a novel matrix. **Pract Periodontics Aesthet Dent.**, New Jersey, **3**(4): 53-8, June-July 1991.
- BRACKETT, W.W.; GILPATRICK, R.O.; GUNNIN, T.D. Effect of finishing method on the microleakage of class V resin composite restorations. **Am J Dent**, San Antonio, **10**(4): 189-91, Aug. 1997.
- BULLARD, R.H.; LEINFELDER, K.F.; RUSSELL, C.M. Effect of coefficient of thermal expansion on microleakage. **J Am Dent Assoc**, Chicago, **116**(6): 871-4, June 1988.
- CÂNDIDO, M.S.M.; PORTO NETO, S.T.; POZZOBON, R.T.; RODRIGUES JÚNIOR, A.L. Avaliação qualitativa da microinfiltração em restaurações de classe V com resina composta. **Odonto 2000**, Araraquara, **1**(2): 22-7, 1997.
- CARDOSO, M. & VIEIRA, L.C.C. Infiltração marginal em cavidades classe II MOD em pré-molares. **Rev Assoc Paul Cir Dent**, São Paulo, **52**(1): 65-9, jan-fev. 1998.
- CARVALHO, M.E.A.B. & SALGADO, F. **Resina composta posterior**. Alfenas, 1997. p.18. [Monografia (Especialização) - Escola de Farmácia e Odontologia de Alfenas].
- CARVALHO, R.M.; PEREIRA, J.C.; YOSHIYAMA, M.; PASHLEY, D.H.A. Review of polymerization contraction: the influence of stress development versus stress relief. **Oper Dent**, Seattle, **21**: 17-24, 1996.

- COLI, P. & BRÄNNSTRÖM, M. The marginal adaptation of four different bonding agents in class II composite resin restorations applied in bulk or in two increments. **Quintessence Int**, Berlin, **24**(8): 583 -91, 1993.
- COX, C.F. Microleakage related to restorative procedures. **Proc Finn Dent Soc**, Helsink, **88**(1): 83-93, 1992.
- CRIM, G.A. & CHAPMAN, K.W. Effect of placement techniques on microleakage of a dentin-bonded composite resin. **Quintessence Int**, Berlin, **17**(1): 21-4, Jan. 1986.
- \_\_\_\_\_. & GARCIA-GODOY, F. Microleakage: the effect of storage and cycling duration. **J Prosthet Dent**, Saint Louis, **57**(5): 574-6, May 1987.
- \_\_\_\_\_. & MATTINGLY, S.L. Evaluation of two methods for assessing marginal leakage. **J Prosthet Dent**, Saint Louis, **45**(2): 160-3, Feb. 1981.
- DAVIDSON, C. L.; DEGEE, A. J.; FELTZER, A. The competition between the composite – dentin bond strenght and the polymerization contraction stress. **J Dent Res**, Washington, **63**(12): 1396-9, Dec. 1984.
- DIETSCHI, D.; DE SIEBENTHAL, G.; NEVEU-ROSENSTAND, L.; HOLZ, J. Influence of the restorative technique and new adhesives on the dentin marginal seal and adaptation of resin composite class II restorations: an *in vitro* evaluation. **Quintessence Int**, Berlin, **26**(10): 717-27, 1995.
- EAKLE, W.S. Frature resistance of teeth restored with class II bonded composite resin. **J Dent Res**, Washington, **65**: 149-53, 1986.

- \_\_\_\_\_. & ITO, R.K. Effect of insertion technique on microleakage in mesio-occlusodistal composite resin restorations. **Quintessence Int**, Berlin, **21**(5): 369-74, May 1990.
- \_\_\_\_\_. & NAKAMOTO, D.K. Microleakage in MOD resin composite with three dentin bonding agents. **Dent Mater**, Oxford, **5**(6): 361-4, Nov. 1989.
- EICK, J.D. & WELCH, F.H. Polymerization shrinkage of posterior composite resin and its possible influence on postoperative sensitivity. **Quintessence Int**, Berlin, **7**(2): 103-10, Feb. 1986.
- FEILZER, A.J.; DEGEE, A.J.; DAVIDSON, C.L. Curing contraction of composites and glass ionomer cements. **J Prosthet Dent**, Saint Louis, **59**: 297-300, 1988.
- \_\_\_\_\_.; \_\_\_\_\_.; \_\_\_\_\_. Setting stress in composite resin in relation to configuration of the restoration. **J Dent Res**, Washington, **66**(11): 1636 -9, Nov. 1987.
- FERRARI, M. & DAVIDSON, C.L. Sealing performance of scotchbond multi-purpose – Z100 in class II restorations. **Am J Dent**, San Antonio, **9**(4): 145-9, Aug. 1996 .
- \_\_\_\_\_.; GORACCI, G.; GARCIA-GODOY, F. Bonding mechanism of three “one bottle” systems to conditioned and unconditioned enamel and dentin. **Am J Dent**, San Antonio, **10**: 224-30, 1997.
- \_\_\_\_\_.; YAMAMOTO, K.; VICHI, A.; FINGER, W.J. Clinical and laboratory evaluation of adhesive restorative systems. **Am J Dent**, San Antonio, **7**(4): 217-9, Aug. 1994.

- FITCHIE, J.G.; PUCKETT, A.D.; REEVES, G.W.; HEMBREE, J.H. Microleakage of a new dental adhesive comparing microfilled and hybrid resin composites. **Quintessence Int**, Berlin, **26**(7): 505-10, 1995.
- FUSAYAMA, T. **New concepts in operative dentistry**. Chicago, Quintessence, 1980. p.72.
- GARONE FILHO, W. Resinas compostas: o material restaurador mais utilizado na atualidade. In: BOTTINO, M.A. & FELLER, C. **Atualização clínica em Odontologia**. São Paulo, Artes Médicas, 1984. p.141-62.
- GODDER, B.; SETTEMBRINI, L.; ZHUKOVSKY, L. Direct -shrinkage composite placement. **Gen Dent**, Chicago, **43**(5): 444-6, Sept.-Oct. 1995.
- HALISKI, A. & SANTOS, P.C.G. Resina composta condensável: relato de um caso clínico. **JBC**, Curitiba, **3**(13): 18-20, 1999.
- HASSAN, K.; MANTE, F.; LIST, G.; DHURU, V. A modified incremental filling technique for class II composite restorations. **J Prosthet Dent**, Saint Louis, **58**(2):153-6, Aug. 1987 .
- HILTON, T.J.; SCHWARTZ, R.S.; FERRACANE, J.L. Microleakage of four classe I resin composite insertion techniques at intraoral temperature. **Quintessence Int**, Berlin, **28**(2): 135-44, 1997.
- JORDAN, R.E. & SUZUKI, M. Posterior composite restorations: where and how they work best. **J Am Dent Assoc**, Chicago, **122**: 31-7, 1991.
- JÖRGENSEN, K.D. & HISAMITSU, H. Class 2 composite restorations: prevention *in vitro* of contraction gaps. **J Dent Res**, Washington, **63**(2): 141-5, Feb. 1984.

- \_\_\_\_\_.; ASMUSSEN, E.; SHIMOKOBE, H. Enamel damages caused by contracting restorative resins. **Scand J Dent Res**, Copenhagen, **83**(1): 120-2, Jan. 1975.
- KANCA III, J. Maximizing the cure of posterior light -activated resins. **Quintessence Int**, Berlin, **17**(1): 25-7, Jan. 1986.
- KIDD, E.M.A. Microleakage: a review. **J Dent**, Oxford, **14**(4): 199 -204, 1976.
- KOMATSU, J.; HOLLAND JÚNIOR, C.; MESTRENER, S.H. Restaurações classe II com resina composta. **RGO**, Porto Alegre, **40**(3): 177-809, maio./jun. 1992.
- LAMBRECHTS, P.; BRAEM, M.; VANHERLE, G. Evaluation of clinical performance for posterior composite resins and dentin adhesives. **Oper Dent**, Seattle, **12**: 53-78, 1987.
- LECLAIRE, C.C.; BLANK, L.W.; HARGRAVE, J.W.; PELLEU JR., G.B. Use of a two-stage composite resin fill to reduce microleakage below the cementoenamel junction. **Oper Dent**, Seattle, **13**(1): 20-3, 1988.
- LINDEN, J.J. & SWIFT JR., E.J. Microleakage of two new dentin adhesives. **Am J Dent**, San Antonio, **7**(1): 31-4, Feb. 1994.
- LUTZ, F.; KREJCI, I.; BARBAKOW, F. Quality e durability of marginal adaptation in bonded composite restorations. **Dent Mater**, Oxford, **7**(2): 107-13, Apr. 1991.

\_\_\_\_\_.; \_\_\_\_\_.; LUESCHER, B.; OLDENBURG, T.R. Elimination of polymerization stresses at margins of posterior composite resin restorations: a new restorative technique. **Quintessence Int**, Berlin, **17**(12): 777-84, Dec. 1986a.

\_\_\_\_\_.; \_\_\_\_\_.; \_\_\_\_\_.; \_\_\_\_\_. Improved proximal margin adaptation of class II composite resin restorations by use of light-reflecting wedges. **Quintessence Int**, Berlin, **17**(10): 659-64, Oct. 1986b.

MANGUM JR., W.G.; BERRY, E.A.; DESCHEPPER, E.; RIEGER, M.R. Microleakage of incremental versus compression matrix bulk filling of cervical resin composite restoration. **Gen Dent**, Chicago, **42**(4): 304-8, July-Aug. 1994.

MILLER, M.B.; CASTELLANOS, I.R.; VARGAS, M.A.; DENEY, G.E. Effect of restorative materials on microleakage of class II composites. **J Esthet Dent**, Hamilton, **8**(3): 107-33, 1996.

MIRANDA JR., W.G.; NUNES, M.F.; CARDOSO, P.E.C.; SANTOS, J.F.F. Microleakage of condensable composite resins combined with flowable composite. **J Dent Res**, Washington, **78**: 306, Mar. 1999. [Abstract, 1603].

MJÖR, I.A. Frequency of secondary caries at various anatomical locations. **Oper Dent**, Seattle, **10**(2): 88-92, 1985.

NAKABAYASHI, N.; KOJIMA, K.; MASUHARA, E. The promotion of adhesion by the infiltration of monomers into tooth substrates. **J Biomed Mater Res**, New York, **16**(3): 265-73, May 1982.

- NAKAMICHI, I.; IWAKU, M.; FUSAYAMA, T. Bovine teeth as possible substitutes in the adhesion test. **J Dent Res**, Washington, **62**(10): 1076-81, Oct. 1983.
- NEIVA, I.F. et al. An *in vitro* study of the effect of restorative technique on marginal leakage in posterior composites. **Oper Dent**, Seattle, **23**(6): 282-9, Nov.-Dec. 1998.
- PASHLEY, D.H. Clinical considerations of microleakage. **J Endod**, Baltimore, **16**(2): 70-9, Feb. 1990.
- PEREIRA, G.D.S. et al. A odontologia adesiva e suas aplicações clínicas. **Rev Bras Odontol**, Rio de Janeiro, **56**(3): 112-6, 1999.
- PIMENTA, L.A.F. **Avaliação da microinfiltração em restaurações de classe II em compósito realizadas com duas técnicas diferentes de inserção**. Piracicaba, 1999. 94p. [Tese (Livre-Docência) - Faculdade de Odontologia de Piracicaba, Universidade Estadual de Campinas].
- \_\_\_\_\_. & PAIVA, O.C. Avaliação da efetividade de adesivos dentinários hidrofílicos no controle da microinfiltração marginal. **Rev Assoc Paul Cir Dent**, São Paulo, **51**(2): 183-7, mar. /abr. 1997.
- POLLACK, B.F. Class II composites: 1987 thoughts and techniques. **Oral Health**, Toronto, **78**(4): 23-5, Apr. 1988.
- PORTO NETO, S.T. & MACHADO, C.T. Resinas condensáveis. **JBC**, Curitiba, **3**(13): 35-9, 1999.
- PRATI, C. Early marginal microleakage in class II resin composite restorations. **Dent Mater**, Oxford, **5**: 392-8, Nov. 1989 .

- PUCKETT, A.; FITCHE, J.; HEMBREE, J.; SMITH, J. The effect of incremental versus bulk fill techniques on the microleakage of composite resin using a glass-ionomer liner. **Oper Dent**, Seattle, **17**(5): 186-91, Sept. 1992.
- RETIEF, D.H. Do adhesives prevent microleakage? **Int Dent J**, Guildfor, **44**(1): 65-9, Jan.-Feb. 1994.
- REEVES, G.W.; FITCHIE, J.G.; HEMBREE, J.H.; PUCKETT, A.D. Microleakage of new dentin bonding systems using human and bovine teeth. **Oper Dent**, Seattle, **20**: 230-5, 1995.
- SEGURA, A.; DONLY, K.J.; CROLL, T.P. The effect of polymerization shrinkage during veneer placement. **Quintessence Int.**, Berlin, **23**(9): 629-32, Sept. 1992 .
- SHAHANI, D.R. & MENEZES, J.M. The effect of retention grooves on posterior composite resin restorations: an *in vitro* microleakage study. **Oper Dent**, Seattle, **17**(4): 156-64, July/Aug. 1992.
- STAININEC, M. et al. Interfacial space, marginal leakage and enamel cracks around composite resins. **Oper Dent**, Seattle, **11**(1): 14-24, Winter 1986.
- SWIFT JR., E.J.; PERDIGÃO, J.; HEYMAN, H.O. Bonding to enamel and dentin: a brief history and state of the art. **Quintessence Int**, Berlin, **26**(2): 95-110, Feb. 1995.
- TAYLOR, M.J. & LYNCH, E. Microleakage. **J Dent**, Oxford, **20**(1): 3-10, Feb. 1992.

TERUYA, J.I. **Influência de diferentes técnicas de inserção na infiltração marginal de restaurações de resina compostas em cavidades classe II.** São Paulo, 1994. 106p. [Tese (Mestrado) – Faculdade de Odontologia, Universidade de São Paulo] .

\_\_\_\_\_. et al. Uma nova técnica para restaurar dentes posteriores com resina composta. **RGO**, Porto Alegre, **40**(3): 171-4, maio/jun. 1992.

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**, Saint Louis, **67**(1): 62-6, Jan. 1992.

TRAITEL, M. Cômponero X resina: a evolução dos materiais restauradores. **Rev Bras Odontol**, Rio de Janeiro, **56**(4): 165-9, 1999.

TROWBRIDGE, H.O. Model systems for determining biologic effects of microleakage. **Oper Dent**, Settle, **12**: 164-72, 1987.

ULUSU, T.; ÖZTAS, N.; TULUNOGLU, Ö. Comparison of effect of insertion techniques of a resin composite of dentinal adaptation of two visible light – cured bases: direct evaluation versus a replica technique. **Quintessence Int**, Berlin, **27**: 63-8, 1996.

VERLUIJS, A.; DOUGLAS, W.H.; SAKAGUCHI, R.L. Does an incremental filling technique reduce polymerization shrinkage stresses? **J Dent Res**, Washington, **75**(3): 871-8, Mar. 1996.

- \_\_\_\_\_.; TANTBIROJN, D.; DOUGLAS, W.H. Do dental composites always shrink toward the light? **J Dent Res**, Washington, **77**(6): 1435-45, June 1998.
- WENDT, S.L.; McINNIS, P.M.; DICKINSON, G.L. The effect of thermocycling in microleakage analysis. **Dent Mater**, Oxford, **8**(3): 181-4, May 1992.
- WIBOWO, G.; STOCKTON, L.; SUZUKI, M. Microleakage on class II composite restorations: a dry penetration study. **J Dent Res**, Washington, **78**:155, Mar. 1999. [Abstract, 396].
- WILDER JR., A.D.; SWIFT JR., E.J.; MAY JR., K.N.; WADDELL, S.L. Bond strengths of conventional and simplified bonding systems. **Am J Dent**, San Antonio, **11**(3): 114-7, June 1998.
- YOUNGSON, C.C.; GREY, N.J.A.; MARTIN, D.M. *In vitro* marginal microleakage associated with five dentine bonding systems and associated composite restorations. **J Dent**, Oxford, **18**: 203-8, 1990.

## BIBLIOGRAFIA

CAMPOS , H . **Estatística experimental não-paramétrica** . 3<sup>a</sup> edição.

Piracicaba , Editora da ESALQ – USP , 1983 .

Coumputing Resource Center Stata Reference Manual: **Release 3 , 5 th ed** .

**Santa Mônica , CA , 1992 .**

VIEIRA , S . **Como escrever uma tese** . São Paulo , 4<sup>a</sup> ed . Pioneira , 1998.

## ANEXOS

## QUADRO 3

Valores correspondentes aos escores atribuídos  
aos espécimes pertencentes ao grupo 1.

NÚMERO DO ESPÉCIME	ESCORES EM DENTINA
4	4
5	4
7	4
8	3
9	1
11	1
18	1
20	4
22	4
31	4
32	0
33	4
39	4
55	1
58	4
59	4
61	4
62	0
63	4
73	4
78	X
83	2
86	X
87	4
94	4
96	4
101	4
109	4
114	0
115	4

**QUADRO 4**

**Valores correspondentes aos escores atribuídos  
aos espécimes pertencentes ao grupo 2.**

<b>NÚMERO DO ESPÉCIME</b>	<b>ESCORES EM DENTINA</b>
1	4
2	4
6	4
13	2
15	4
23	0
24	1
25	4
29	0
35	4
38	4
42	4
44	4
45	4
49	4
50	4
53	2
56	4
65	0
66	2
74	4
75	4
79	4
88	4
89	4
97	4
99	4
107	4
112	4
119	4

## QUADRO 5

Valores correspondentes aos escores atribuídos  
aos espécimes pertencentes ao grupo 3.

NÚMERO DO ESPÉCIME	ESCORES EM DENTINA
3	4
10	4
12	1
26	4
30	0
34	4
37	4
40	0
43	2
46	4
47	1
51	4
57	4
64	4
67	0
69	4
70	4
71	2
72	1
80	0
92	4
93	1
95	4
98	4
103	0
108	4
110	4
113	0
117	4
120	4

## QUADRO 6

Valores correspondentes aos escores atribuídos  
aos espécimes pertencentes ao grupo 4.

NÚMERO DO ESPÉCIME	ESCORES EM DENTINA
14	1
16	4
17	4
19	0
21	4
27	4
28	4
36	3
41	4
48	4
52	4
54	0
60	4
68	4
76	4
77	X
81	4
82	4
84	4
85	X
90	4
91	4
100	0
102	4
104	4
105	4
106	3
111	4
116	4
118	4