

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

*OSWALDO SCOPIN DE ANDRADE
CIRURGIÃO – DENTISTA*

UNICAMP
BIBLIOTECA CENTRAL
SEÇÃO CIRCULANTE

**ADAPTAÇÃO MARGINAL DE RESTAURAÇÕES
INDIRETAS EM COMPÓSITO FIXADAS COM
RESINAS DE ATIVAÇÃO DUPLA**

Dissertação apresentada à
Faculdade de Odontologia de
Piracicaba da Universidade
Estadual de Campinas, para
obtenção do Título de Mestre
em Clínica Odontológica - Área
de Prótese Dental

61071019

Piracicaba
2000

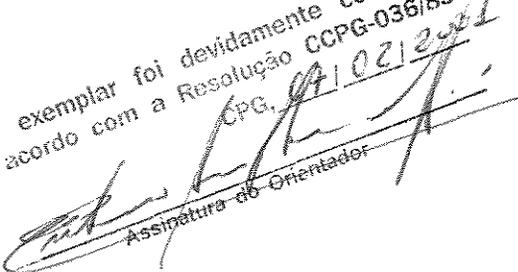
i

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

*OSWALDO SCOPIN DE ANDRADE
CIRURGIÃO – DENTISTA*

**ADAPTAÇÃO MARGINAL DE RESTAURAÇÕES
INDIRETAS EM COMPÓSITO FIXADAS COM
RESINAS DE ATIVAÇÃO DUPLA**

Dissertação apresentada à
Faculdade de Odontologia de
Piracicaba da Universidade
Estadual de Campinas, para
obtenção do Título de Mestre
em Clínica Odontológica - Área
de Prótese Dental

Este exemplar foi devidamente corrigido,
de acordo com a Resolução CCPG-036/83
CPG, 09/02/2001

Assinatura do Orientador

Orientador: **Prof. Dr. Frederico Andrade e Silva**

Co-orientador: **Prof. Dr. Mario Fernando de Goes**

Piracicaba
2000

Ficha Catalográfica

An24a Andrade, Oswaldo Scopin de.
Adaptação marginal de restaurações indiretas em compósito
fixadas com resinas de ativação dupla. / Oswaldo Scopin de
Andrade. -- Piracicaba, SP : [s.n.], 2000.
xi, 76f. : il.

Orientadores : Prof. Dr. Frederico Andrade e Silva,
Prof. Dr. Mario Fernando de Goes.
Dissertação (Mestrado) – Universidade Estadual de Campinas,
Faculdade de Odontologia de Piracicaba.

1. Resinas dentárias. 2. Cimentos dentários. 3. Prótese dentária.
I. Silva, Frederico Andrade e. II. Goes, Mario Fernando. 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 20 de Novembro de 2000, considerou o candidato OSWALDO SCOPIN DE ANDRADE aprovado.

1. Prof. Dr. FREDERICO ANDRADE E SILVA

A handwritten signature in black ink, written over a horizontal line.

2. Prof. Dr. FERNANDO MANDARINO

A large, stylized handwritten signature in black ink, written over a horizontal line.

3. Prof. Dr. LUIS ROBERTO MARCONDES MARTINS

A handwritten signature in black ink, written over a horizontal line.

A Deus

Palavras, sons, fala, homem, memórias, pensamentos
Medos e emoções - tempo - tudo relacionado...
Tudo criado por um... tudo criado em um.
Abençoado seja o seu nome.
Ondas de pensamento, ondas quentes,
todas as vibrações...
Todos os caminhos levam a Deus.
Obrigado Senhor.

John Coltrane

Aos meus pais **Oswaldo e Zenaide**
pelo esforço, incentivo e amor durante
toda minha vida.

À minha esposa **Adriana**, pela
paciência, carinho, apoio e
amor.

AGRADECIMENTO

Ao Prof. Dr. Frederico Andrade e Silva, orientador e amigo,
que sempre demonstrou confiança e amizade, desde
a minha graduação.

AGRADECIMENTO ESPECIAL

Ao Prof. Dr. Mario Fernando de Goes, Titular da Área de Materiais Dentários, da Faculdade de Odontologia de Piracicaba, da Universidade Estadual de Campinas, pela amizade, competência e pelo exemplo de vida e caráter que levarei por toda vida.

AGRADECIMENTOS

A todos os professores da Área de Materiais Dentários por ter permitido a utilização do laboratório da área.

À Profa. Dra. Altair Antoninha Del Bel Cury, pelo incentivo, apoio e amizade durante toda minha vida acadêmica e, por gentilmente permitir a utilização do laboratório de Prótese Parcial Removível para elaboração de parte deste experimento.

Ao Prof. Dr. Fernando A. de Azevedo Pacheco, professor e amigo que me fez trilhar pelos caminhos da Prótese.

Ao Prof. Dr. Jaime Aparecido Cury, por ter cedido gentilmente o aparelho Politriz APL- 4, do Laboratório de Bioquímica Oral da Faculdade de Odontologia de Piracicaba.

Ao Prof. Dr. Luiz André Freire Pimenta, por ter permitido o uso do aparelho de ciclagem térmica do Laboratório de Dentística Restauradora da Faculdade de Odontologia de Piracicaba.

Ao Prof. Dr. Oslei Paes de Almeida, pela utilização da lupa estereoscópica para fotografia dos corpos de prova.

Ao Prof. Dr. Mário Alexandre Coelho Sinhoreti, por ter ajudado na análise estatística.

À Profa. Dra. Gláucia M. Bovi Ambrosano, do Departamento de Odontologia Social da Faculdade de Odontologia de Piracicaba, pela orientação na análise estatística.

Ao Prof. Paulo Oliveira, da Faculdade de Odontologia de Araras, por ter cedido gentilmente seu laboratório para confecção das restaurações.

Ao técnico especializado da Área de Materiais Dentários da FOP-UNICAMP, Marcos Blanco Cangiani, pela colaboração técnica neste trabalho.

Ao Prof. Dr. Elliot Kitajima do Núcleo de Apoio à Pesquisa da Escola Superior de Agricultura "Luiz de Queiroz" - USP, pela utilização do microscópio eletrônico de varredura.

Às empresas 3M Dentários, Kuraray, Dentsply e Ivoclar, pela doação dos materiais utilizados neste experimento.

À Sra. Selma A. B. de Souza, técnica da Área de Materiais Dentários da FOP-UNICAMP, pela atenção prestada.

À bibliotecária da Faculdade de Odontologia de Piracicaba Marilene Girello, pela orientação na diagramação desta dissertação.

À Érica Alessandra Pinho por ter sempre com gentileza me atendido na secretaria de pós-graduação.

À Eliete Righetto secretária do Departamento de Prótese e Periodontia.

À minha irmã Fernanda, pela amizade e compreensão.

Para Tatiana, Marina, Jill e Pedro por todos estes anos juntos e pela paciência e carinho.

A todos os colegas do curso de pós-graduação em Clínica Odontológica da FOP-UNICAMP, que participaram de minha formação científica.

SUMÁRIO

	Página
LISTA DE ABREVIATURAS E SIGLAS	v
RESUMO	v
ABSTRACT	v
1. INTRODUÇÃO	vii
2. REVISÃO DA LITERATURA	12
3. MATERIAIS E MÉTODO	46
4. RESULTADOS	57
5. DISCUSSÃO DOS RESULTADOS	63
6. CONCLUSÃO	70
REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS	71

LISTA DE ABREVIATURAS E SIGLAS

%	- por cento
µm	- micrometro
°C	- grau centígrado
Au-Pd	- ouro paládio
Bis-GMA	- bisfenol-A glicidil metacrilato
DO	- preparo cavitário envolvendo as faces distal e oclusal
<i>dual</i>	- polimerização dupla
<i>et al.</i>	- et alli (e colaboradores)
g	- grama
HEMA	- 2 hidróxietil metacrilato
<i>inlay</i>	- preparo cavitário intracoronário sem envolvimento de cúspide
N1	- número de espécimes do grupo 1
N2	- número de espécimes do grupo 2
MDP	- 10 metacriloxidecil dihidrogênio fosfato
MEV	- microscópio eletrônico de varredura
mm	- milímetro
MMA	- metil metacrilato
MO	- preparo cavitário envolvendo as faces mesial e oclusal
MOD	- preparo cavitário envolvendo as faces mesial, distal e oclusal
MPa	- mega pascal

<i>onlay</i>	- preparo cavitário extracoronário com envolvimento de cúspide
p	- para
<i>primer</i>	- agente de união dentinário que contém em sua composição monômeros resinosos
4 - META	- 4- metacriloxietil trimelitato
R1	- posto médio 1
R2	- posto médio 2
<i>smear layer</i>	- camada de resíduos sobre a estrutura dental proveniente dos procedimentos de preparo
<i>tags</i>	- prolongamentos
TBB	- tri-n-butilborano
TEGDMA	- trietilenoglicoldimetacrilato
UDMA	- uretano dimetacrilato

RESUMO

O objetivo deste estudo foi avaliar a adaptação marginal de restaurações indiretas de compósitos fixadas com cimentos resinosos de dupla polimerização. As restaurações foram feitas com o material Targis (Ivoclar/Vivadent), uma resina composta usada para técnica indireta. As resinas para fixação possuem em comum a polimerização química e física pela luz visível. A resina para fixação Panavia- F (Kuraray) utiliza um adesivo auto condicionante denominado ED-Primer (Kuraray) antes da fixação, e a resina Rely X (3M), utiliza o adesivo Single Bond (3M) que requer a utilização de condicionamento por ácido fosfórico. Quarenta molares humanos hígidos extraídos foram desgastados com lixas d'água sob irrigação constante para remoção do esmalte de suas superfícies a fim de obter uma superfície oclusal plana em dentina. Preparos para restaurações indiretas tipo *inlay* limitados à dentina foram confeccionados com pontas diamantadas e brocas multilaminadas. Modelos de gesso foram obtidos à partir de moldes de silicone polimerizado por adição. As restaurações indiretas foram feitas nestes modelos e então divididas em dois grupos e fixadas a cada respectivo dente preparado seguindo as recomendações do fabricante, sendo 20 restaurações fixadas com Panavia-F e 20 com Rely X. Após os procedimentos adesivos cada restauração foi polida com uma sequência de lixas d'água (400, 600 e 1000), seguida de pastas diamantadas (6 μm , 3 μm , 1 μm e 1/4 μm). Os espécimes foram limpos

em ultra-som com água destilada entre cada passo do polimento. Todos os corpos foram submetidos a 1200 ciclos térmicos, variando a temperatura entre 5° C e 55° C. Uma solução de vermelho ácido e propileno-glicol foi colocada em cada espécime por 10 segundos e em seguida lavado e seco com papel absorvente. A penetração do corante foi então captada por uma lupa estereoscópica, e a imagem da restauração foi transferida para um computador com um programa de mensuração para determinar a extensão da penetração do corante. A penetração do corante foi determinada pelo comprimento da penetração sobre o comprimento total da cavidade, multiplicado por 100. Os resultados foram submetidos à análise estatística não paramétrica pelo teste de Mann-Whitney. Metade dos espécimes foi seccionada, polida com sequência de pastas diamantadas e coberta com Au-Pd para avaliação interna e externa das margens das restaurações em MEV. Resultados mostraram que a resina Panavia-F apresentou média de 22,17% e a resina Rely X 36,78% para penetração do corante, porém sem diferença estatística. A avaliação em MEV, mostrou a ausência de fendas entre dentina e restauração, tanto na parede interna como externa das restaurações para ambos os cimentos. Entretanto, foram observados bolhas de ar e porosidade em pequenas áreas nas superfícies oclusais, independentes do tipo de material fixador.

Palavras chave: adaptação marginal - cimento resinoso - compósito

ABSTRACT

The purpose of this study was to evaluate the marginal adaptation of composite indirect restorations bonding with dual curing resin cements. Restorations were made with Targis (Ivoclar/Vivadent), a composite resin for indirect technique. The resins for bonding have in common chemical and light curing activation. Panavia-F (Kuraray) utilizes a self-etching primer named ED-Primer (Kuraray) prior to the fixation, and Rely X (3M) that works with the adhesive Single Bond (3M) which requires phosphoric acid etching technique. Forty extracted human molars were grinded on wet sandpaper to remove adequate amount of enamel in the occlusal to obtain a flat surface in dentin. Inlay preparations limited to dentin were done with diamond and finishing burs. Stone casts were obtained from impressions made with addition silicone. Indirect restorations were made in those casts then was divided in two groups and bonded to each prepared tooth following manufacturer's instructions, being 20 with Panavia-F and 20 with Rely X. After bonding procedures each restoration was polished with a sequence of wet sandpaper (400 and 600, 1000 grain) followed by diamonds pastes (6 μ m , 3 μ m, 1 μ m and 1/4 μ m). Specimens were cleaned with in ultrasonic with distilled water between each polishing step. The specimens were subjected to thermocycling between 5°C and 55°C, for 1200 cycles. A solution of red acid and propylene-glycol was dropped on each specimen for 10 seconds and after that washed and dried with tissue paper.

Staining penetration was captioned under stereoscopic lens; the image of the restoration was then transferred to a computer with a measurement program to determine the extension of stain penetration. Staining penetration values were obtained by staining margin length by total cavity length, then multiplied by 100. The results were submitted to non-parametric statistical analysis with the Mann-Whitney Test. Half of the specimens was sectioned, polished with a sequence of diamond pastes and covered with Au-Pd for SEM evaluation of internal and external margins. Results showed that Panavia F had mean value of 22,17% and Rely X 36,78% of marginal staining, however it was not statistically different. SEM analysis showed no gaps on the external and internal interface, between dentin and restoration for both resin cements. However, were observed air bubbles inside the resin cements and porosities in small areas in occlusal surface, independent of bonding material.

Keywords: composite - marginal adaptation - resin cement

1. INTRODUÇÃO

A associação dos sistemas adesivos com as resinas compostas mudou os conceitos e as atitudes na odontologia restauradora nestas últimas duas décadas, sendo acompanhada rapidamente por alternativas técnicas que propiciaram um aumento na demanda por restaurações estéticas.

O destaque entre os materiais restauradores estéticos tem sido a resina composta. Com modificações tanto na quantidade, tipo e tamanho médio das partículas inorgânicas e no tipo e peso molecular dos monômeros que compõem a fase orgânica, as resinas compostas têm demonstrado melhor qualidade, maior facilidade na manipulação e aplicação do material durante os procedimentos restauradores (VAN NOORT, 1994) ⁴². Entretanto, ainda continuam apresentando problemas relacionados à infiltração e integridade marginal decorrentes da contração proveniente da polimerização (DIETSCHI *et al.*, 1995) ¹¹.

Geralmente a resina composta é aplicada pela técnica direta durante a confecção de restaurações em dentes anteriores e posteriores. Durante o processo de polimerização, a reação química desencadeada na fase orgânica da resina produz a conversão dos monômeros em polímeros resultando na aproximação das moléculas e conseqüente contração. A magnitude da contração tem influência no estado de tensão gerado na interface entre a estrutura dental e o material restaurador e, geralmente, compromete a resistência de união nessa região (VERSLUIS *et al.*, 1996) ⁴³. Além disso, a

contração de polimerização das resinas também é influenciada pela forma geométrica da cavidade. Quando a relação entre as superfícies da restauração unidas às paredes da cavidade com as superfícies livres e não unidas for maior que dois, a tensão gerada pela contração da resina excede a resistência de união às paredes da cavidade e produz fendas marginais (FEILZER *et al.*, 1987) ¹⁶. Estes problemas quando são acrescidos à dificuldade de inserção e acabamento da restauração proporcionam clinicamente infiltração marginal, forma anatômica e contatos proximais inadequados, com conseqüente redução na longevidade da restauração (REID *et al.*, 1993 ³³; FUHRER, 1997 ¹⁷; LEINFELDER, 1997 ²³).

Embora, a utilização de formas para restaurar uma cavidade por técnicas de adição e polimerização da resina em pequenas camadas ou a combinação com o uso de fontes de luz que iniciam a polimerização com baixa intensidade nos primeiros 10 segundos e complementam a polimerização por mais 30 segundos em alta intensidade tenham melhorado a adaptação marginal das restaurações (BURGESS *et al.*, 1999) ⁶, a indicação das resinas compostas tem sido limitada às restaurações anteriores e pequenas cavidades em dentes posteriores.

No início dos anos oitenta, melhores situações clínicas em relação ao contato proximal, anatomia oclusal e adaptação marginal foram obtidas ao utilizarem restaurações indiretas confeccionadas em resinas compostas polimerizadas fora da boca (TOUATI & AIDAN, 1997) ³⁹. Neste caso, todo procedimento técnico de confecção e polimerização da restauração ocorreu em

ambiente externo à cavidade bucal, e apenas uma fina camada de resina foi usada para a fixação da restauração. Entretanto, durante a polimerização da resina para fixação também pode ocorrer o desenvolvimento de tensões e produzir o rompimento entre a restauração e o dente gerando infiltração marginal, principalmente, quando as margens da restauração estão localizadas em dentina (DOUGLAS *et al.*, 1989 ¹⁵; CASSIN & PEARSON, 1992 ⁸; HASANREISOGLU *et al.*, 1996 ²⁰).

Desta forma, a integridade marginal passa a estar diretamente relacionada à resistência de união entre a superfície da dentina e o sistema adesivo associado à resina indicada para fixação das restaurações indiretas. Atualmente, tem sido sugerida a utilização de resinas para fixação, cuja reação de polimerização seja iniciada tanto por componente químico como pela forma física em função da maior resistência de união desenvolvida nos primeiros momentos após o assentamento da restauração (DIETSCHI & SPREAFICO, 1997) ¹².

Associados às resinas para fixação estão os sistemas adesivos, cujo desempenho depende da forma de tratamento da superfície da dentina. Assim sendo, a união pode ser obtida pelo condicionamento da dentina utilizando ácido fosfórico, em concentrações variáveis entre 30% e 40%, durante 15 segundos, seguido pela aplicação de diversas camadas de uma solução polimerizável formada pela combinação de monômeros hidrófilos e hidrófobos (PERDIGÃO & LOPES, 1999) ³¹. Durante esse procedimento, ocorre a interdifusão do monômero hidrófilo na rede de fibras colágenas exposta pelo

ácido para formar a camada híbrida. Neste procedimento técnico, o detalhe crítico está relacionado ao momento de lavar o ácido da superfície da dentina e promover a remoção do excesso de água para deixar a superfície levemente úmida e prevenir o colapso da rede colágena (GWINNET, 1992) ¹⁹. O descaso técnico neste instante pode dificultar a difusão do monômero para obtenção da hibridização da região desmineralizada da dentina, resultando em vulnerabilidade à degradação hidrolítica e sensibilidade pós-operatória (SANO, 1994) ³⁵.

Uma outra forma para obtenção da união tem sido estabelecida pelo uso de monômeros ácidos polimerizáveis diretamente sobre a superfície da dentina. Denominados como sistemas auto condicionantes, não removem completamente a *smear layer* e produzem uma abertura limitada dos túbulos dentinários, o que reduz a permeabilidade da dentina (BARKMEIER *et al.*, 1995) ¹. Dessa forma, a rede colágena permanece mais flexível e permeável para a difusão do monômero e formação da camada híbrida. Com isto, esta opção parece ser menos crítica quando comparada aos sistemas que utilizam ácidos fortes (SANO *et al.*, 1998) ³⁷.

Considerando importante essa combinação de fatores para preservação da integridade marginal das restaurações indiretas, o propósito deste estudo foi avaliar a adaptação marginal de restaurações indiretas confeccionadas em resina composta e fixadas por diferentes cimentos resinosos que possuem como característica comum a forma dupla de ativação da reação de

polimerização e se diferenciam na forma de tratamento da superfície dentinária e no agente de união.

2. REVISÃO DA LITERATURA

Considerando que um dos problemas da resina acrílica era a falta de adesão à estrutura dental, BUONOCORE ⁴ em 1955, cita que para melhorar a adesão destes materiais, seria necessário o desenvolvimento de novos materiais restauradores com estas características, modificações nos mesmos, uso de um agente intermediário e alteração da estrutura para produzir uma superfície mais apropriada para adesão. O autor utilizou então ácido fosfórico no esmalte aumentando a adesão da resina acrílica ao esmalte. Todas estas modificações sugeridas pelo autor se mostraram necessárias para a técnica adesiva com o surgimento de novos materiais e técnicas.

BUONOCORE *et al.* ⁵ em 1956 realizaram um experimento, onde utilizaram ácidoglicerofosfórico dimetacrilato previamente à aplicação de resina acrílica sobre a dentina. Foram realizados testes de resistência de união e os corpos-de-prova que utilizaram o ácido obtiveram maiores valores quando comparados ao outro grupo que não utilizou o ácido. Porém, após um mês armazenado em água, os mesmos testes demonstraram que houve diminuição dos valores anteriormente obtidos.

Em 1982, NAKABAYASHI *et al.* ²⁷ estudaram e mostraram a efetividade de monômeros que tenham grupos hidrófilos e hidrófobos em sua composição para utilização em dentina. Os autores mostraram a penetração destes monômeros na dentina previamente tratada com uma solução que contém 10% de ácido cítrico e 1% de cloreto férrico. Foi observado também que esta faixa

penetrada e polimerizada por estes monômeros é resistente à desmineralização com ácido hidrocloreídrico, e concluem que esta área se torna reforçada por estes monômeros biocompatíveis.

Em 1987, FEILZER *et al.*¹⁶ realizaram um experimento utilizando as resinas compostas autopolimerizáveis Silar e P-10 (3M). O material a ser testado era colocado em um aparato com que permitia a regulagem para se obter diferentes configurações de cavidades, assim ajustando-se este aparato se obtinha a relação entre superfície aderida e não aderida, de cada tipo de configuração. O estresse ocorrido durante a polimerização era mensurado por 30 minutos. Os resultados mostraram que quanto maior o valor do resultado da relação superfícies aderidas sobre superfícies não aderidas, maior o estresse gerado. Os autores propuseram o termo fator de configuração, ou fator-C, para descrever a relação entre superfícies aderidas e não aderidas, e relacionaram com a classificação de Black para preparos cavitários. O valor 0,2 seria referente a resina sobre uma superfície dental plana. Simulando uma cavidade classe IV o valor seria 0,5. Valores entre 1 e 2 estariam cavidades tipo III e II respectivamente. Os maiores valores ficariam para cavidades tipo classe V e I com valores 2 e 5 respectivamente. Os autores concluíram que quanto maior o valor do fator-C, maior o potencial de desenvolver estresse entre as superfícies aderidas e a resina composta.

ROBINSON *et al.*³⁴, em 1987 compararam a microinfiltração em esmalte de restaurações classe II, tipo MOD, de resina composta utilizando duas técnicas restauradoras, e a utilização ou não da termociclagem. Todas as

cavidades tiveram suas paredes proximais localizadas em esmalte, sendo um lado ao nível da parede pulpar e outro 1 mm aquém da junção cimento-esmalte. Foram utilizados quatro grupos para o experimento, sendo dois grupos restaurados pela técnica incremental direta a partir da parede gengival, e os outros dois grupos com restaurações tipo *inlay* confeccionadas com a mesma técnica, porém em modelos de gesso. A resina composta microparticulada Prisma-Fine (LD Caulk) foi utilizada nas duas técnicas. Para os grupos de restaurações indiretas foi utilizado o cimento Comspan (LD Caulk). Não foi citado o adesivo utilizado em nenhuma das duas técnicas. Um grupo de cada técnica foi submetido a 2500 ciclos térmicos. Para os testes de microinfiltração, os corpos-de-prova foram imersos em cloreto de cálcio por duas horas, e depois seccionados e avaliados indiretamente com autoradiografias em cinco graus diferentes de microinfiltração. Para os corpos-de-prova que não foram submetidos a termociclagem, não houve diferença nos valores de microinfiltração quando comparadas as duas técnicas. A técnica direta apresentou o maior grau de penetração do isótopo quando submetida à ciclagem térmica. Os autores também observaram que, quanto mais próxima a parede gengival da restauração da junção cimento-esmalte, maior a microinfiltração e concluíram que isto provavelmente é devido ao maior volume de resina e à direção dos prismas de esmalte na região o que pode dificultar a adesão da resina na estrutura dental.

Em 1989, devido ao aumento da utilização das resinas compostas e as conseqüências clínicas devido à contração intrínseca do material que

supostamente causaria desadaptação das margens DOUGLAS *et al.*¹⁵ realizaram um estudo comparando a técnica de inserção direta do material com a técnica indireta. Este estudo *in vitro* utilizou 40 terceiros molares extraídos que foram divididos em quatro grupos sendo dois grupos para restaurações diretas e dois para indiretas. Foram confeccionados preparos tipo classe V, sendo metade da cavidade em dentina, metade em esmalte. Os autores utilizaram resina composta microparticulada para ambos os grupos e as restaurações indiretas não foram submetidas a nenhum tratamento laboratorial posterior, portanto somente luz foi usada como polimerizador das resinas. A metodologia utilizada para determinar a microinfiltração foi a imersão em solução de nitrato de prata a 50% por duas horas e subsequente imersão em solução reveladora por 8 horas. Os resultados obtidos levaram os autores a concluir que, em geral, a técnica indireta na confecção de restaurações de resina composta é superior à técnica direta em termos de microinfiltração, principalmente na interface dentina-resina.

Considerando que, devido à técnica indireta ser polimerizada em ambiente extra-oral e que a contração de polimerização ocorre nesta fase, PEUTZFELD & ASMUSSEN em 1990³², compararam a eficácia de adaptação e formação de fendas de três técnicas para confecção de restaurações tipo *inlay/onlay*. Foram testadas as resinas Brilliant (Coltene AG), Estilux Posterior C VS (Kulzer) e SR-Isosit (Ivoclar). As resinas Brilliant e Estilux que tecnicamente podem ser fotopolimerizadas permitiram a confecção de *inlays* de duas formas, diretamente na cavidade e indiretamente em modelo de gesso

após moldagem com material elastomérico. Para a técnica indireta, a resina Brilliant foi submetida a um ciclo extra de polimerização em uma unidade DI-500 (Coltene) de luz e calor por 7 minutos, e a resina Estilux polimerizada em uma unidade Dentacolor XS (Kulzer) por 6 minutos. Como o sistema SR-Isosit é polimerizado por pressão e temperatura, as restaurações só foram realizadas pela técnica indireta. Os testes de adaptação foram realizados em uma matriz metálica simulando uma cavidade tipo MOD para restauração tipo *inlay*, e o teste de formação de fendas foi realizado em dentes naturais que foram desgastados até apresentarem uma superfície plana em esmalte ou dentina. As restaurações indiretas foram cimentadas com resinas específicas de polimerização dupla de cada fabricante. A formação de fendas foi analisada em microscópio óptico antes e depois de serem submetidos à termociclagem. No teste de adaptação, as resinas Brilliant e Estilux confeccionadas diretamente apresentaram menores valores nas primeiras 24 horas, sendo que após este, tempo não houve diferença significativa entre elas. Nos testes realizados para avaliar a formação de fendas não houve diferença entre as técnicas e entre as resinas. Não encontraram também formação de fendas quando as margens das restaurações se situavam em esmalte, e citaram que margens localizadas em dentina são mais críticas e sensíveis à técnica adesiva. Os autores concluem que a principal vantagem das restaurações realizadas pela técnica indireta é a possibilidade de se obter uma melhor adaptação marginal.

Com o propósito de avaliar e comparar a microinfiltração de restaurações diretas e indiretas de resina composta HASEGAWA *et al.*²¹,

realizaram em 1989 um estudo *in vitro* em cavidades classe II, tipo MOD. Os dentes foram preparados para restaurações tipo *inlay*, sendo que uma caixa proximal se localizou em esmalte e a outra abaixo da junção cimento-esmalte, portanto em dentina ou cimento. Cinco grupos foram utilizados no estudo, sendo que em todos os dentes foi utilizado cimento de ionômero de vidro (Ketac-Bond/Espe-Premier) como base. Os grupos 1 e 3 foram restaurados pela técnica direta com as resinas P-30 (3M) e Heliomolar (Vivadent) com seus respectivos adesivos. Os grupos 2, 4 e 5 foram restaurados com *inlays* confeccionados pela técnica indireta em modelos de gesso. O grupo 2 foi restaurado com P-30 (3M) e cimentado com uma fina camada desta mesma resina. As restaurações dos outros dois grupos foram confeccionadas com Heliomolar (Vivadent) e cimentadas respectivamente com Heliomolar (Vivadent) e *Dual Cement* (Vivadent), com seus respectivos sistemas adesivos. Os corpos-de-prova foram submetidos a 300 ciclos de termociclagem, antes do teste de microinfiltração utilizando-se solução aquosa de nitrato de prata. Os resultados mostraram que a microinfiltração quanto à localização esmalte ou dentina, foi muito maior nas margens localizadas abaixo da junção cimento-esmalte, para todos os grupos avaliados. Não houve diferença significativa para as margens localizadas em esmalte para os grupos de restaurações indiretas e diretas com P-30, porém o grupo restaurado com Heliomolar, obteve os piores resultados em esmalte. Nas margens gengivais as restaurações indiretas obtiveram os menores valores de microinfiltração, quando comparadas as restaurações diretas, exceto para o grupo da resina Heliomolar

onde não houve diferença entre as técnicas. Os autores concluem que a contração de polimerização das resinas compostas é um fator contribuinte para a microinfiltração em restaurações classe II, salientam também que quando na ausência de esmalte os adesivos ainda não são totalmente efetivos para o selamento em dentina.

Segundo CIUCCHI *et al.*⁹ em 1990 a principal causa da ocorrência de cáries recorrentes e injúria pulpar em restaurações de resina composta é a microinfiltração. Esse inconveniente destas restaurações seria devido a uma das mais indesejadas características das resinas, a contração de polimerização. A contração de polimerização que ocorre quando a restauração é realizada pela técnica direta, pode levar à ruptura da interface dente-restauração, causando um espaço nesta área, o que teoricamente levaria a microinfiltração. Para avaliar a adaptação marginal e o selamento destas restaurações foram utilizadas duas técnicas de confecção direta de restaurações de resina composta e uma técnica indireta, e ambas comparadas com restaurações de amálgama de prata. Os testes foram realizados em terceiros molares preparados para restauração tipo MOD, sendo que um lado da cavidade se localizou 0,5 mm acima da junção cimento-esmalte e o outro lado 0,5 mm abaixo. Para o método direto de inserção da resina composta foram usadas duas técnicas, a primeira é a técnica de polimerização em três direções utilizando-se de matriz transparente e cunha refletora onde a primeira camada foi inserida na parede gengival e as seguintes nas paredes laterais da cavidade. A outra técnica utilizada foi a técnica incremental em camadas de 0,5

mm a partir da parede gengival. Para a técnica indireta neste experimento foi utilizado o sistema Coltene D.I. (Coltene) que consiste de uma resina híbrida polimerizada por luz e calor. Restaurações realizadas com amálgama de prata (Dispersalloy, Jonhson & Jonhson) também foram acrescentadas neste estudo como controle. Os testes de adaptação proximal e de infiltração marginal foram realizados com e sem termociclagem. O primeiro teste consistiu na avaliação em MEV de réplicas obtidas das restaurações após os procedimentos adesivos, o acabamento e o polimento. Não houve diferença estatística entre os grupos que foram submetidos à termociclagem e os que não foram. Os resultados mostraram que nenhuma das técnicas conseguiu superar o amálgama em ambos os testes e que, em relação às resinas a técnica incremental em camadas de 0,5 mm foi superior. Os autores concluem que as restaurações de amálgama ainda permitem melhor adaptação e selamento marginal. Não foi citado o tipo de cimento utilizado para a técnica indireta, apenas que foi o mesmo procedimento adesivo.

Em 1991, NAKABAYASHI *et al.*²⁸ mostraram a importância de se obter uma região de interdifusão de monômeros com características hidrofílicas e hidrofóbicas que, quando polimerizados, formam uma camada em dentina ácido-resistente selando a dentina contra a infiltração. Para se obter esta região, os autores utilizaram o monômero 4-META, que possui as características acima, formando uma camada híbrida que a nível microscópico é formada por dentina desmineralizada impregnada com resina.

Em 1992, CASSIN & PEARSON⁸ realizaram um estudo *in vitro* para avaliar a microinfiltração comparando a técnica direta com a técnica indireta realizada em sessão única. Foram utilizados quatro grupos, sendo dois para cada tipo de material. Para as restaurações realizadas com a técnica incremental direta foi utilizada a resina composta Heliomolar (Ivoclar-Vivadent) em cavidades MOD tipo classe II, sendo que o término de um dos lados proximal da cavidade terminou em esmalte e o outro lado em cimento. Para os dentes restaurados pela técnica indireta foram realizados preparos como descrito para o grupo anterior, sendo estes moldados e na seqüência isolados e confeccionados modelos do mesmo material elastomérico para confecção das restaurações tipo *inlay* com o sistema EOS (Ivoclar-Vivadent). Foi utilizado um cimento resinoso de polimerização *dual*. Um grupo de cada material foi submetido à termociclagem. Para a avaliação da microinfiltração foi utilizada uma solução de vermelho neutro por 24 horas. Os dois grupos que não foram submetidos à ciclagem térmica foram avaliados imediatamente. A termociclagem realizada nos outros dois grupos simulou, segundo os autores, três meses de uso *in vivo* antes da avaliação da microinfiltração. Os resultados mostraram que nos dentes que não foram submetidos à ciclagem térmica, houve mais fendas que não foram coradas nas restaurações indiretas. Para ambos os materiais, os dentes submetidos à ciclagem térmica apresentaram valores menores de microinfiltração quando comparados com os que não foram submetidos ao teste. Os autores concluem que os resultados sugerem que houve menos infiltração nos dentes restaurados pela técnica indireta, porém

como a durabilidade deste tipo de procedimento depende do agente cimentante, as propriedades do cimento resinoso devem ser avaliadas cuidadosamente.

Em 1992, GWINNETT ¹⁹ realizou um estudo onde comparou a eficiência de cinco sistemas adesivos aplicados sobre a superfície dentinária seca e úmida. Entre os adesivos utilizados três usavam acetona como solvente, All Bond (Bisco), Mirage Bond (Chameleon), Tenure (DenMat). Dois grupos foram realizados para cada adesivo. Em um grupo o condicionamento era realizado seguindo as indicações do fabricante, isto é, secando a dentina, antes da aplicação do adesivo. No outro grupo a superfície dentinária era umedecida com um algodão com água antes da aplicação do adesivo. Os espécimes foram submetidos ao teste de cisalhamento. Os resultados mostraram diferença estatística com valores entre 40%-55% maiores para os grupos em que o adesivo foi aplicado sobre a dentina úmida. A única exceção foi para o adesivo Gluma (Bayer), que obteve melhores resultados em dentina seca. O autor concluiu que a utilização de adesivos que possuam em sua composição acetona se comportam melhor em dentina úmida, pois a presença da mesma auxilia a remoção da água da dentina permitindo uma melhor penetração da resina.

Após descrever a camada híbrida e como funciona o mecanismo de interdifusão dos monômeros dentro da camada desmineralizada de dentina, NAKABAYASHI *et al.* ²⁹ em 1992 avaliaram *in vivo* a formação da camada híbrida. Foram utilizados três dentes de dois pacientes com extração indicada

devido à doença periodontal. Um dos dentes apresentava cárie e dois estavam intactos. As superfícies vestibulares dos dentes foram desgastadas até a dentina ser exposta obtendo uma superfície lisa da mesma. Foi utilizado o adesivo C & B Metabond (Sun Medical), que possui em sua composição os monômeros 4-META / MMA-TBB que possuem características hidrofílicas e hidrofóbicas. Os autores observaram a impregnação e o preenchimento da área desmineralizada levando a formação de uma camada híbrida que minimiza a hidrólise do colágeno com o tempo, aumentando a durabilidade da adesão entre resina e dentina.

Variando o tipo de cimento e o tipo de restauração de resina composta, MILLEDING ²⁶ em 1992 comparou a microinfiltração de restaurações indiretas com restaurações diretas de resina composta. Foram preparadas cavidades tipo MOD que estendiam seus términos abaixo da junção cimento-esmalte. Para o estudo foram utilizados cinco grupos, o grupo 1 foi restaurado pela técnica incremental direta com a resina composta para dentes posteriores Occlusin (ICI), os grupos 2 e 3 foram restaurados pela técnica indireta com a mesma resina do grupo anterior. A resina indicada para técnica indireta SR-Isosit (Ivoclar) foi utilizada para realizar as restaurações dos grupos 4 e 5. As restaurações do grupo 2 e 4 foram fixadas utilizando-se a técnica adesiva com condicionamento apenas em esmalte e um cimento resinoso de dupla polimerização. No grupo 3 e 5 as restaurações foram cimentadas com cimento de ionômero de vidro. Após a cimentação os corpos-de-prova foram termociclados 1500 vezes em banhos de 5° C e 55° C. Foi utilizada como

corante uma solução aquosa de azul de metileno a 2%, onde os corpos foram mantidos por 24 horas. Os cinco valores utilizados para a avaliação da microinfiltração das restaurações em esmalte foram os seguintes, 0= sem microinfiltração, 1= limitada ao esmalte, 2= indo além da junção amelo-dentinária, 3= atingindo o assoalho da cavidade, 4= alcançando a polpa. Para restaurações com margem em dentina os valores foram, 0= sem microinfiltração, 1= microinfiltração somente no cavo-superficial, 2= ao longo da região do cavo-superficial, 3= ao longo da margem gengival e chegando a parede axial, e 4= quando o corante alcança a polpa. Não houve infiltração nem diferença entre as restaurações diretas e indiretas com término em esmalte, porém quando utilizado o cimento de ionômero de vidro houve infiltração, mas sem alcançar a junção amelo-dentinária. Todas as restaurações diretas com término além da junção cimento-esmalte apresentaram o mais alto índice de microinfiltração. As restaurações indiretas cimentadas com cimento resinoso apresentaram em 83% dos espécimes pouca ou nenhuma infiltração de corante. Os corpos-de-prova que obtiveram os mais altos índices de microinfiltração foram os restaurados com Occlusin indireto e cimentados com cimento de ionômero de vidro. Os autores concluíram que quando as margens da restauração se localizam em dentina, a técnica direta é a mais susceptível à microinfiltração, e que quando utilizada a técnica indireta, é imprescindível a utilização de um cimento resinoso de dupla polimerização.

Em 1992 SCOTT *et al.*³⁸, realizaram um estudo, onde foi avaliada a microinfiltração marginal de um sistema para confecção de restaurações indiretas de resina composta. Cavidades tipo MO e DO para preparos tipo *inlay* foram realizadas em dentes hígidos extraídos. Em um dos lados do dente preparado, o término foi em esmalte enquanto outro abaixo da junção amelo-dentinária, portanto em cimento. Este tipo de preparo permitiu avaliar a infiltração tanto em esmalte como em cimento. Para confecção das restaurações foi usada resina composta submetida à polimerização extra em um forno Coltene D.I. - 500 (Coltene). A cimentação foi realizada utilizando nove agentes dentinários e um cimento resinoso de pressa *dual* em oito grupos, e um dos grupos utilizou o cimento que acompanha o sistema. Apenas o esmalte foi condicionado com ácido fosfórico, sendo que a dentina foi submetida aos tratamentos inerentes de cada sistema. O teste de microinfiltração utilizou como corante uma solução aquosa de azul de metileno. Os resultados mostraram que as margens localizadas em dentina mostraram os maiores valores de microinfiltração. Apenas um adesivo, Mirage-Bond (Chameleon Dental) que utiliza o ácido cítrico como condicionante produziu em combinação com o cimento *dual* um selamento comparável ao esmalte. A conclusão foi que os agentes de união utilizados em dentina não permitem um selamento adequado de restaurações com término abaixo da junção cimento-esmalte.

Com a finalidade de avaliar melhor os mecanismos de adesão, VAN MEERBEEK *et al.*⁴¹ em 1992, descreveram o aspecto morfológico da zona de

interdifusão dentina-resina de diferentes sistemas adesivos. Foram utilizados molares humanos que foram seccionados, a fim de obter discos de dentina de aproximadamente 1,5 mm para os testes. Os autores utilizaram sistemas com diferentes estratégias de condicionamento. Sistemas que utilizam um ácido para desmineralizar a superfície da dentina para permitir a penetração do adesivo. Foram utilizados também sistemas autocondicionantes que utilizam ácidos fracos que ao mesmo tempo que condicionam, permitem a difusão de monômeros na dentina formando a camada híbrida. No terceiro tipo de sistema utilizado, o adesivo é aplicado diretamente sobre a *smear layer* sem alterá-la. Os autores concluem que, em todos os sistemas adesivos houve a formação de uma camada de interdifusão e que esta camada pode servir com uma proteção contra microrganismos e toxinas, porém a durabilidade clínica destes sistemas não pode ser avaliada somente pelo tipo de interdifusão.

Segundo WENDT & LEINFELDER ⁴⁴ em 1992, a infiltração marginal está associada principalmente com as técnicas de inserção da resina composta assim como a contração de polimerização do material. Os autores realizaram uma avaliação clínica utilizando sessenta restaurações, classes I e II com preparos para *inlays* de resina composta. As mesmas foram divididas em dois grupos sendo que no grupo I as restaurações foram realizadas diretamente na cavidade e polimerizadas apenas com luz antes da cimentação. No grupo II foi utilizada a técnica indireta para a confecção das restaurações, nesta técnica os preparos foram moldados e as restaurações realizadas em laboratório. Após a polimerização com luz as restaurações do grupo II foram colocadas em forno

de calor seco à 125° C por 7,5 minutos. Para ambos os grupos foi utilizada a resina Occlusin (COE Labs). As avaliações das restaurações foram realizadas diretamente na cavidade oral, indiretamente com fotos e modelos permanentes obtidos e análise em MEV. Os resultados mostraram que, no primeiro ano após a cimentação, as restaurações de ambos os grupos não apresentaram alteração em relação aos itens, estabilidade de cor, descoloração marginal, cáries recorrentes, integridade marginal, desgaste e textura superficial. No período de 24 a 36 meses, os dois grupos apresentaram alterações significativas em praticamente todas as restaurações no item textura superficial. Das duas restaurações que necessitaram de substituição ambas eram fotopolimerizadas, uma teve que ser substituída devido à falta de integridade marginal e outra houve fratura da peça. A sensibilidade pós-operatória foi inexistente para o grupo tratado com calor seco, enquanto que para o grupo tratado por luz 10% apresentaram sensibilidade durante os primeiros três meses após a inserção da restauração. A conclusão foi que o tratamento térmico com calor seco parece melhorar as propriedades físicas das resinas compostas, fazendo que clinicamente estas se comportem melhor na cavidade bucal.

Em 1993, LLENA PUY *et al.*²⁵, realizaram um estudo *in vitro* da adaptação marginal utilizando a microinfiltração como critério. Dois grupos de 10 dentes foram preparados para receber restaurações indiretas da resina composta Brilliant (Coltene). Foram utilizados preparos cavitários classe II, sendo que em um dos grupos o término gengival era em esmalte e o outro em

cimento. As restaurações foram confeccionadas na técnica indireta sobre modelo de gesso, e fixadas com a técnica adesiva. Apenas o esmalte foi condicionado e a dentina tratada com *primer* do agente cimentante, DuoCement (Coltene). Os corpos-de-prova foram submetidos à ciclagem térmica e imersos em solução de nitrato de prata para avaliar a microinfiltração. A avaliação microscópica mostrou que não houve infiltração ao nível de esmalte em nenhuma restauração. Para os espécimes com término em cimento, dois mostraram coloração que demonstravam microinfiltração, porém não atingindo a parede axial. Baseado nos resultados obtidos neste experimento, os autores concluem que a técnica de confecção de restaurações indiretas de resina composta é promissora, visto que o operador consegue excelente ponto de contato e o custo desta é inferior ao da cerâmica.

O'NEAL *et al.*³⁰ em 1993 avaliaram a formação de fendas na interface dente-restauração em estudo clínico envolvendo 230 restaurações tipo *inlay/onlay*. Segundo os autores a formação de fendas nesta área, pode levar ao desgaste do cimento resinoso levando o mesmo a degradação devido ao desgaste, à microinfiltração e uma incidência maior de cáries recorrentes. Foram utilizadas pelo menos 10 restaurações de cada grupo sendo duas cerâmicas e duas resinas compostas. Também foram usados cinco cimentos resinosos de fabricantes diferentes. Foram utilizadas duas técnicas para confecção das restaurações de resina composta, diretamente na cavidade bucal com a resina Brilliant (Coltene) e em modelo de gesso feitas com P-50 (3M). Ambos os grupos foram submetidos ao calor seco durante 5

minutos/125° C. Para as restaurações de cerâmica foi utilizado o sistema computadorizado Cerec CAD-CAM (Siemens) e a técnica convencional em modelo refratário (Cerate-DenMat). Os resultados da avaliação mostraram que as médias de profundidade e largura das fendas foram menores para o grupo restaurado pela técnica direta com resina composta. Não houve diferença entre os outros grupos na análise das fendas na interface dente-restauração. A perda do cimento por desgaste está diretamente ligada com a largura da fenda. Os autores concluíram também que os cimentos resinosos microparticulados são mais resistentes ao desgaste que os híbridos.

Três tipos de materiais restauradores foram utilizados e comparados em um estudo *in vitro* realizado por REID *et al.*³³ em 1993. Cavidades tipo MOD para restaurações tipo *inlay* foram realizadas com três diferentes angulações que determinaram a divergência oclusal do preparo. Foram utilizadas para o estudo as resinas compostas do sistema EOS (Vivadent) e SR-Isosit (Ivoclar) e a porcelana Hi-Ceram (Chameleon Dental). Para as restaurações de resina foi utilizado o adesivo Heliobond (Vivadent) e um cimento resinoso de prensa *dual*. Para as restaurações de porcelana foi utilizado o adesivo Mirage (Chameleon Dental). Os três grupos somente receberam condicionamento ácido em esmalte. Foram avaliadas as espessuras das fendas entre dente-material restaurador e a microinfiltração. Nenhuma das restaurações com preparos paralelos foi assentada, portanto não submetida aos testes. Os autores não encontraram relação direta entre tamanho da fenda e microinfiltração. As fendas entre a parede gengival e os três tipos de material estavam presentes

antes da cimentação. As conclusões são que a microinfiltração ocorre com mais frequência em dentina e não houve diferença significativa entre os materiais.

Em 1994, BURROW *et al.*⁷, avaliaram a resistência tardia à tração de sete adesivos dentinários, 1 minuto, 10 minutos e 24 horas após a colocação e polimerização da resina composta. Para este experimento foram utilizados dentes bovinos que tiveram suas superfícies vestibulares desgastadas para se obter uma área de 4 mm de diâmetro de esmalte ou dentina, para os testes. Para os resultados em esmalte houve pouca diferença entre os grupos, porém para dentina as variações foram maiores. Os adesivos mostraram maiores valores de tração após 24 horas. Os autores concluíram que os resultados foram devido à técnica de polimerização da resina sobre os dentes que não permitiu a polimerização total inicial da resina que se completou após 24 horas. A resina sobre os corpos-de-prova foi polimerizada lateralmente e visto que a resina possuía mais de 4 mm a porção mais próxima ao centro do dente não se polimerizou imediatamente, resultando em baixos valores de tração inicialmente. Portanto, os autores alertam sobre a necessidade de se garantir a polimerização correta do material, e quando utilizada a luz visível deve-se se limitar a 2 mm as camadas da resina composta.

SANO *et al.*³⁵, em 1994 demonstraram em um estudo *in vitro* que a técnica de condicionamento ácido na dentina cria uma nova via de acesso para a microinfiltração. O estudo foi realizado com restaurações diretas, porém como a técnica de condicionamento é usada tanto em restaurações diretas

como indiretas, é de extrema importância considerar os resultados deste experimento. Foram realizadas restaurações de resina composta, tipo classe V (Photo Clearfil Brigh-Kuraray) em dez dentes bovinos, sendo uma margem em esmalte e outra em dentina. Cinco dentes foram seccionados para avaliação em MEV pela técnica de congelamento dos espécimes com nitrogênio. Os outros cinco dentes foram imersos em solução aquosa de nitrato de prata, e posteriormente avaliados em MEV. No primeiro tipo de análise, foi encontrada em todos os corpos-de-prova uma camada homogênea sem formação de fendas nas margens. A camada híbrida foi visualizada com a formação de *tags* penetrando na camada desmineralizada de dentina, e logo abaixo uma zona em que não houve penetração do adesivo. Esta zona foi observada em maior aumento e foi considerada como uma área onde houve colapso da rede de colágeno. Na avaliação com o MEV dos espécimes tratados com nitrato de prata, a formação de fendas entre adesivo e compósito foi observada em algumas restaurações, porém não houve penetração da prata nestas fendas. Em aumentos maiores se observou que o nitrato de prata penetrou entre adesivo e a dentina e que esta zona corresponde à região, onde ocorreu colapso da rede de colágeno e não houve penetração do adesivo. Os autores mostraram que pode ocorrer microinfiltração mesmo na ausência de fendas, e que esta via de infiltração descrita e observada abaixo da camada híbrida é decorrente do condicionamento ácido e da incapacidade do adesivo em penetrar totalmente na camada desmineralizada de dentina.

Com o propósito de avaliar um adesivo que utiliza um agente autocondicionante, BARKMEIER *et al.*¹ em 1995 avaliaram o sistema adesivo Clearfil Liner Bond 2. Foram utilizados os testes de cisalhamento, microinfiltração em cavidades classe V e avaliação em MEV. Para os testes de microinfiltração as cavidades foram confeccionadas com margens em esmalte na margem oclusal e em dentina/cimento na margem gengival, não havendo diferença estatística entre esmalte e dentina. Na análise em MEV, os túbulos dentinários apresentavam infiltrados e ocluídos e a *smear layer* impregnada formando uma fina camada de resina. Segundo os autores a vantagem de se utilizar um adesivo autocondicionante é menor número de passos para se efetivar a adesão sem a necessidade da utilização de ácidos.

DIETSCHI *et al.*¹¹ em 1995, investigaram a influência da técnica restauradora avaliando o selamento e a adaptação marginal de restaurações tipo classe II de resina composta. Para o experimento foram utilizados terceiros molares extraídos, que foram preparados para restaurações tipo classe II de resina composta, com término um milímetro abaixo da junção amelo-dentinária, portanto todos os dentes tinham seus preparos com término em dentina. Foram utilizados dez grupos com dois tipos de resina composta, Z-100 (3M) e Herculite XRV (Kerr) com seus respectivos adesivos, Scotchbond Multipurpose (3M) e Optibond (Kerr). Foi também avaliada a eficácia de dois cimentos de ionômero de vidro usados como base. Os cimentos de ionômero de vidro testados foram Ketac Bond (ESPE) e Vitrebond (3M). As duas resinas foram testadas com a técnica direta incremental e indireta, através da confecção de

inlays diretamente na cavidade e submetidos a aplicação de calor seco à 110°C por 7 minutos, previamente a cimentação. Para ambas as técnicas e resinas foi também comparada a eficácia do cimento de ionômero de vidro, quando este presente ou não na base das restaurações. Todos os espécimes foram submetidos ao teste de ciclagem térmica. Os resultados mostraram que a técnica indireta provou ser superior à técnica direta para as duas resinas testadas. A associação da resina Z-100 com seu adesivo se mostrou superior a outra resina em adaptação marginal e microinfiltração, principalmente na técnica direta. O selamento marginal das restaurações indiretas não foi beneficiado pela presença ou não de cimento de ionômero de vidro.

Analisando clinicamente as margens de restaurações indiretas GLADYS *et al.*¹⁸ publicaram em 1995 um estudo sobre quatro sistemas em restaurações tipo *inlay*. Neste experimento 32 restaurações classe II tipo *inlay*, foram confeccionadas em molares e pré-molares permanentes. Dois tipos de porcelana e uma resina composta para restaurações indiretas foram utilizados, com três tipos de cimento e sistemas adesivos. As porcelanas Dicor (Caulk-Dentsply), Vita Porcelain Mark I (Vita) foram cimentadas com os cimentos Dicor MGC (Caulk-Dentsply) e Estiseal (Kulzer) e Duo Bond (Coltene). Para a resina P-50 (3M) foi utilizado o cimento resinoso do sistema. Na avaliação clínica foram utilizadas réplicas obtidas de moldagens realizadas três anos após a inserção das restaurações, que foram avaliadas em MEV. Após três anos as restaurações se apresentavam clinicamente satisfatórias e nenhuma delas necessitou ser trocada não ocorrendo cáries nas margens, infiltração evidente

ou incômodo para os pacientes. Os autores concluíram que há uma degradação das resinas nas margens, porém sem problemas clínicos evidentes que indiquem a substituição destas.

Com a proposição do termo nanoinfiltração SANO *et al.*³⁶ em 1995, confirmaram que pode ocorrer infiltração em restaurações adesivas sem a presença de fendas nas margens. O estudo foi realizado em restaurações classe V de terceiros molares extraídos. Foram utilizados cinco adesivos dentinários, sendo quatro que utilizam condicionamento ácido e o adesivo autocondicionante KB-2000 (Kuraray). Os que utilizaram a técnica de condicionamento foram os seguintes: All-Bond 2 (Bisco), Superbond C&B (Sun Medical Company), Scotchbond Multi-Purpose (3M) e Clearfil Liner Bond System (Kuraray). Os corpos-de-prova foram submetidos ao teste de imersão em solução de nitrato de prata. Os dentes foram seccionados e avaliados em MEV. Não houve coloração em esmalte indicando ausência de infiltração. Foi observado que a penetração da solução ocorreu mesmo sem a formação de fendas, abaixo da camada híbrida, o sistema All-Bond 2 (Bisco) foi o adesivo em que os valores de microinfiltração foram os mais elevados enquanto que o sistema auto condicionante KB-2000 Experimental, obteve os menores valores. Os autores concluíram que todos os sistemas adesivos testados podem criar restaurações livres de fendas em cavidades classe V, porém mesmo na ausência destas fendas todos os adesivos não foram capazes de impedir a penetração de prata abaixo da camada híbrida.

Em 1996, HASANREISOGLU *et al.*²⁰ realizaram um estudo *in vitro* comparando a microinfiltração de quatro materiais restauradores de resina composta. Foram utilizados dois sistemas para restaurações indiretas o EOS-Inlay (Ivoclar) e o SR-Isosit (Ivoclar). O primeiro é uma resina composta microparticulada que foi submetida a 40 segundos de polimerização à luz visível. O sistema SR-Isosit utiliza uma unidade de pressão e temperatura para tratamento final do material. As outras duas resinas compostas utilizadas são materiais híbridos que podem ser usados tanto para a técnica direta como para a técnica indireta. A resina Brilliant (Coltene) foi polimerizada inicialmente a 40 segundos em luz visível e depois submetida a um ciclo extra de polimerização de 120° C por 7 minutos. A resina Estilux (Kulzer) somente foi polimerizada com luz em dois ciclos, primeiramente com 90 segundos e na seqüência com 180 segundos. Para o teste foram feitas cavidades tipo classe II em pré-molares extraídos com cavidades MOD, sendo um lado em esmalte e outro em dentina. Em todas as cavidades foi utilizado cimento de ionômero de vidro para cobrir a estrutura dentinária, e quando a margem gengival se localizava abaixo da junção cimento-esmalte o material foi colocado até metade da parede gengival. Como as resinas Brilliant e Estilux podem ser feitas tanto diretamente como indiretamente, dois grupos foram confeccionados para cada resina, sendo um de *inlays* diretos no dente e outro em modelo de gesso. Após a cimentação, com os cimentos resinosos dos mesmos fabricantes, os dentes foram submetidos à ciclagem térmica e aos testes de microinfiltração com fucsina básica por 24 horas. Os resultados mostraram que as restaurações

realizadas diretamente na cavidade mostraram os melhores resultados e que a infiltração ocorreu em ambas as interfaces, dente-ionômero e ionômero-restauração. Os autores confirmam que quando em esmalte a microinfiltração ocorre a níveis superficiais não atingindo a região dentinária.

Em 1996, VAN DIJKEN & HORSTEDT ⁴⁰, avaliaram a degradação marginal de restaurações indiretas de resina composta tipo *inlay/onlay* em 40 pacientes cinco anos após a inserção. Foram realizadas 100 restaurações com a resina composta Brilliant D.I. (Coltene) cimentadas com a resina Brilliant DuoCement (Coltene) e seu respectivo adesivo. A primeira avaliação foi realizada um mês após a fixação e a segunda após cinco anos utilizando réplicas obtidas de moldagens intra-orais. Foram observadas mais falhas nas interfaces cimento resinoso-dente em relação à interface cimento-restauração. Com os resultados os autores concluíram que mesmo havendo formação de fendas, houve somente dois casos com lesões superficiais de cáries que não comprometeram clinicamente as restaurações e que a maioria das fendas ocorria na região cervical.

Em 1996, VERSLUIS *et al.* ⁴³ utilizando-se do teste de análise de elemento finito avaliaram a técnica incremental para confecção de restaurações MOD em resina composta. Quatro formas de colocação do material foram avaliadas. Duas começando a partir da margem gengival e duas obliquamente por vestibular ou lingual, até o preenchimento da cavidade. Foram utilizadas quatro camadas para cada técnica. Os autores concluíram que a contração de polimerização de cada incremento irá causar a deformação da cavidade devido

à diminuição total do volume da mesma. Pode-se então concluir que como cada incremento diminui em volume, após a polimerização, no final isto irá resultar em uma cavidade volumetricamente preenchida com menos material que seu volume inicial. Clinicamente este fator pode causar microinfiltração devido a falha na interface dente-restauração causado pela contração de polimerização.

Um estudo *in vitro* em 1997, BROWNING & SAFIRSTEIN³, avaliaram a microinfiltração na interface gengival de restaurações classe V de resina composta tipo *inlay*. Foram utilizados dois cimentos, um resinoso e outro de ionômero de vidro modificado. Os preparos foram centralizados no sentido méso-distal, com a parede gengival localizada 1 mm abaixo da junção cemento-esmalte. Os materiais utilizados para cimentação foram com o cimento resinoso Enforce (Dentsply) e o cimento de ionômero de vidro modificado Vitremer (3M). Todos os *inlays* foram confeccionados com a resina Herculite XRV (Kerr) e polimerizados primeiro com luz depois com calor (110° C/7,5 minutos). Quatro grupos foram divididos da seguinte forma: no grupo 1 os *inlays* foram realizados diretamente na boca e cimentados com Enforce. No grupo 2 as restaurações foram confeccionadas em modelo de gesso e cimentadas com Enforce. Para os grupos 3 e 4, foi utilizado o cimento Vitremer, sendo que no primeiro grupo as peças foram feitas diretamente e outro indiretamente. O adesivo Prime-Bond (Dentsply) e o cimento Enforce foram polimerizados ao mesmo tempo. Todos os dentes foram submetidos à ciclagem térmica e ao teste de microinfiltração, utilizando solução de azul de metileno

como corante. Os resultados mostraram que não houve diferença significativa entre as técnicas de fabricação, direta e indireta. Para as restaurações cimentadas com Enforce a técnica indireta foi superior, porém sem diferença estatística significativa. Comparando-se os cimentos, o ionômero de vidro Vitremer foi inferior quando comparado com o cimento resinoso. Os autores concluem que, segundo este teste o cimento modificado de ionômero de vidro, quando usado para cimentação de restaurações indiretas, não foi efetivo para o selamento marginal, especialmente quando comparado ao cimento resinoso.

DIETSCHI & SPREAFICO ¹², em 1997, consideram que devido às restaurações adesivas de porcelana e compósitos necessitarem de técnicas adesivas que permitam uma perfeita adaptação entre dente-material restaurador, o procedimento de fixação é um passo crítico que pode afetar todo tratamento. Os autores acrescentam a importância de se utilizar uma resina para fixação com tempo de trabalho e consistência adequados para inserção da peça. Consistência adequada seria o adequado escoamento do material. Outra característica é a dupla polimerização indispensável para áreas, onde a luz visível não penetra.

Utilizando-se da descrição de um caso clínico, FUHRER ¹⁷, em 1997 descreve as vantagens de utilizar-se restaurações indiretas de resina composta em cavidades extensas de dentes posteriores. O autor discute que para se restaurar dentes posteriores com materiais estéticos, há três opções: resina composta direta, indireta e porcelana. Na primeira opção, quando em cavidades extensas são tecnicamente difíceis de executar devido à dificuldade

de inserção, acabamento, polimento, obtenção de correta oclusão e contato proximal adequado. A porcelana possui custo elevado devido às técnicas laboratoriais. Portanto, o autor relata que se confeccionando a restauração de resina composta em laboratório é possível o controle total da forma adequada da restauração, além de obter melhores propriedades físicas da mesma.

Em 1997, LIEBERMAN *et al.*²⁴ realizaram um experimento *in vitro* comparando o selamento marginal de restaurações de resina composta. Foram utilizadas as técnicas semi-direta, em dois grupos, a indireta e a técnica incremental direta na cavidade. Um dos grupos da técnica semidireta foi polimerizado somente com luz, num total de 6 minutos, enquanto o outro grupo foi polimerizado em forno de calor seco por 7 minutos. As restaurações realizadas pela técnica indireta foram confeccionadas em duas camadas sendo polimerizadas conseqüentemente por 80 e 180 segundos. A técnica direta foi feita em duas camadas incrementais e polimerizadas com luz por 40 segundos cada camada. Em todas as técnicas a espessura máxima de aplicação de resina foi de 2 mm. Após a cimentação das peças indiretas com a técnica adesiva, utilizando-se um cimento de prensa *dual*, todos os espécimes foram submetidos à ciclagem térmica e mecânica e a 500 ciclos de 10 kg na superfície oclusal. Para a avaliação da microinfiltração foi utilizada uma solução de fucsina básica. Os resultados obtidos mostraram que as diferentes técnicas de confecção de restaurações indiretas tipo *inlay* são superiores à técnica incremental direta. Neste estudo as restaurações indiretas proporcionaram

melhor selamento marginal quando comparadas com as outras técnicas investigadas.

Em uma revisão sobre a evolução das resinas compostas em 1997, LEINFELDER ²³, cita as vantagens da utilização de técnicas de confecção indireta de restaurações de resina composta. Entre estas vantagens está a possibilidade de confecção destas em modelos que permitem total controle da anatomia, adaptação marginal e contato proximal.

Dividindo as resinas compostas indiretas em duas gerações TOUATI & AIDAN (1997) ³⁹, descrevem a evolução destes sistemas. Inicialmente os autores citam que a utilização de resinas compostas para técnica indireta começou no início da década de oitenta na Europa. A primeira geração era representada por resinas compostas microparticuladas que se fraturavam e se desgastavam devido às suas propriedades físicas, pois possuíam baixa quantidade de carga inorgânica, aproximadamente 50% em peso, e baixo módulo de elasticidade, em torno de 2500 MPa e resistência à flexão de até 100 MPa. Com o aumento da quantidade de carga inorgânica, para aproximadamente 75% em peso e mudanças na forma de polimerização, como por exemplo a utilização de luz e calor ao mesmo tempo, estas resinas compostas atingem valores de 160 MPa de resistência à flexão e possuem módulo de elasticidade de até 12000 MPa.

DIETSCHI & HERZFELD ¹³ realizaram em 1998, um experimento para avaliar *in vitro* a adaptação marginal de restaurações classe II da resina composta Tetric (Vivadent) confeccionadas em quatro formas diferentes. Duas

técnicas foram a confecção direta da resina na cavidade e duas semidiretas. A diferença entre as restaurações da técnica direta foi a direção de polimerização sendo uma diretamente por proximal e outra oclusalmente. Entre as restaurações realizadas pela técnica semidireta, isto é, restaurações que foram submetidas a polimerização fora da cavidade e posteriormente cimentadas, houve uma diferença em relação à técnica. Em um dos grupos, as cavidades foram condicionadas com ácido fosfórico 37% e em seguida aplicado o sistema adesivo Syntac (Vivadent) previamente a moldagem, então as restaurações foram cimentadas com a técnica adesiva utilizando a resina para fixação Variolink (Vivadent). Para os outros grupos foram usados os mesmos materiais. Os corpos-de-prova foram submetidos a ensaio de carga mecânica a fim de simular a mastigação além de termociclagem. Os testes simularam um ano de utilização clínica. Com os resultados obtidos, os autores concluíram que em dentina a técnica direta e a indireta possuem adesão insuficiente porém, a técnica com aplicação dupla de adesivo antes da moldagem e durante a inserção da peça nos procedimentos de fixação é a que apresenta a melhor adaptação. Os autores afirmam que a utilização de um tratamento prévio da dentina protege a rede de colágeno, mantendo-a intacta, o que não ocorre quando há a hibridização no momento da inserção da peça.

SANO *et al.* ³⁷ em 1998, publicaram um artigo sobre considerações clínicas em adesão dentinária. Inicialmente os autores citam a importância da hibridização na técnica restauradora, porém citando os fatores críticos que envolvem este procedimento. Um destes fatores é a manutenção da rede de

colágeno após o condicionamento ácido, que pode se colapsar se não for mantida umedecida para permitir a penetração do adesivo. Para evitar este passo crítico existe uma outra estratégia para evitar este possível colapso da rede de colágeno, a utilização de sistemas autocondicionantes. Esses sistemas utilizam monômeros ácidos que permitem que a rede de colágeno permaneça mais flexível e permeável à infiltração e difusão do *primer*. Os autores concluem também que nenhuma das duas estratégias de adesão permite um selamento perfeito da dentina, e que estudos clínicos devem ser realizados para avaliar a degradação dos sistemas adesivos a longo prazo.

Em 1998, ZISKIND *et al.*⁴⁵ realizaram um estudo para investigar a microinfiltração de três técnicas para confecção de restaurações estéticas. Foram utilizados dentes extraídos divididos em três grupos. Para o grupo A cavidades, classe II tipo MOD, convergentes para oclusal, foram confeccionadas e restauradas com a técnica incremental direta com a resina composta Estilux posterior (Kulzer). Os preparos para os grupos B e C só diferenciaram do grupo A pela divergência do preparo para oclusal. O grupo B foi restaurado com *inlays* de resina composta do sistema Kulzer Inlay CS (Kulzer), confeccionados diretamente no dente. Para o grupo C foi utilizada a técnica indireta com uma porcelana feldspática, Duceram (Ducera). Todos os preparos se estenderam aproximadamente 1,5 mm apicalmente a junção cimento-esmalte. A superfície de dentina foi coberta com cimento de ionômero de vidro e para as restaurações indiretas foi utilizado um cimento resinoso. Os corpos-de-prova foram submetidos à termociclagem e ao teste de

microinfiltração com fucsina básica a 2%. Para as superfícies em esmalte os grupos A e B mostraram melhores resultados quando comparados ao grupo C. A penetração de corante, que determinou a microinfiltração, foi significativamente menor para os grupos B e C, quando comparados com o grupo A. Segundo os autores, dentro dos limites deste experimento, os resultados mostraram que a confecção direta de uma restauração tipo *inlay* fixada ao dente com resina é mais efetiva para reduzir a microinfiltração quando o término é localizado abaixo da junção cimento-esmalte. Também, a técnica de confecção direta de um *inlay* de resina composta é superior em termos de selamento marginal quando comparadas as restaurações realizadas com a técnica incremental direta.

Como segunda parte do experimento anterior, ZISKIND *et al.*⁴⁶ em 1998 avaliaram também duas técnicas de confecção de *inlays* com duas diferentes técnicas adesivas. Os dentes preparados foram divididos em quatro grupos. Os grupos A e C foram restaurados com *inlays* indiretos confeccionados com a resina composta Brilliant (Coltene) e Estilux Posterior-CVS (Kulzer) respectivamente. Cada incremento das resinas foi polimerizado primeiramente por 60 segundos com luz. Após a finalização as restaurações foram colocadas em forno de calor seco por 6 minutos. Para os grupos B e D foi utilizada a técnica de confecção direta de *inlays*. O grupo B foi polimerizado com luz e calor e grupo D somente com luz por 6 minutos. Foram utilizados os adesivos ART-Bond (Coltene) e Adhesive Bond (Kulzer) e os cimentos DuoCement e Adhesive-Cement dos respectivos fabricantes. Os corpos-de-prova foram

submetidos aos mesmos testes descritos para o experimento anterior. Os resultados confirmam que margens localizadas em esmalte são superiores em termos de selamento e que não há diferença entre as técnicas de confecção de *inlays*. As restaurações confeccionadas com a resina Brilliant foram superiores nas margens localizadas em dentina e obtiveram valores menores de penetração de corante. Baseados nestes resultados, os autores concluem que a adaptação e a adesão são fatores fundamentais para evitar a microinfiltração.

BURGESS *et al.* ⁶ em 1999, avaliaram as propriedades físicas e a formação de fendas com quatro unidades utilizadas para polimerização de resinas compostas. Para a avaliação da formação de fendas foram realizadas cavidades classe V em 40 molares, sendo a metade da cavidade em esmalte e metade em dentina. Os dentes foram restaurados pela técnica direta com resina Herculite XRV (Kerr). No grupo 1 foi utilizado laser de argônio (AccuCure), para o grupo 2 foi utilizado o aparelho de luz visível Optilux 500 (Demetron), no grupo 3 foi utilizado um aparelho de luz visível de alta intensidade (KCP Whisperjet). Finalmente no grupo 4 foi utilizado o aparelho Elipar High (ESPE), que inicia a polimerização com baixa intensidade nos primeiros 10 segundos e complementam com mais 30 segundos em alta intensidade. Os resultados mostraram que a técnica de polimerização em duas intensidades não diminuiu as propriedades físicas da resina composta utilizada. Outra conclusão é que esta técnica não diminuiu a contração de polimerização da resina composta porém melhora a adaptação marginal em restaurações

classe V. Os autores concluíram as restaurações realizadas com o aparelho Elipar High apresentaram menor abertura marginal.

Em 1999, DIETSCHI & MOOR ¹⁴ realizaram um experimento em que avaliaram a adaptação marginal e a adaptação interna de restaurações indiretas de resina composta e cerâmica. Foram utilizados dois agentes cimentantes resinosos e três materiais restauradores. A resina Tetric (Vivadent) foi confeccionada pela técnica semidireta e submetida ao calor seco (110° C) por 7 minutos. As cerâmicas utilizadas foram In-Ceram Spinell (Vita) e Duceram LFC (Ducera). Todos foram testados com os cimentos Panavia (Kuraray) e Variolink (Vivadent) com seus respectivos adesivos. Para o experimento foram confeccionadas cavidades classe II para restaurações tipo *inlay* em molares hígidos, sendo uma face proximal com término em dentina e outra em esmalte. Os corpos-de-prova foram submetidos à ciclagem térmica e mecânica, simulando um ano de uso clínico. Após os testes, os dentes foram seccionados e réplicas das margens foram feitas para avaliação em MEV. Em esmalte as falhas ocorriam devido a microfraturas na estrutura levando a defeitos nas margens. Em relação à dentina, a adaptação marginal foi considerada satisfatória quando a porcentagem de continuidade era acima de 75%, que não foi obtida pelas combinações Tetric-Variolink e In-Ceram-Panavia. Os melhores resultados foram a combinação LFC Duceram-Panavia com 85% de continuidade. Os autores consideram que o melhor desempenho deste cimento pode ser devido ao seu escoamento que permite uma melhor adaptação. Outro fator observado na MEV é a compressão da camada híbrida

que foi considerado como uma possível explicação para os baixos valores dos outros grupos.

PERDIGÃO & LOPES ³¹ em 1999 publicaram uma revisão aonde foram discutidos a evolução dos sistemas adesivos, os mecanismos de adesão e as características da estrutura dentinária. Os autores citam que a maioria dos sistemas adesivos utiliza condicionamento ácido previamente a aplicação do adesivo dentinário, porém há adesivos que utilizam outra estratégia para adesão. Esses outros sistemas são chamados de adesivos autocondicionantes, que possuem em sua formulação substâncias que, ao mesmo tempo, que condicionam, penetram na dentina. A vantagem deste segundo tipo de estratégia é que a simplificação da técnica adesiva reduz o passo crítico que é o procedimento de lavagem do ácido e remoção do excesso de água. Com a eliminação dos passos de lavagem e secagem, as quais são difíceis de padronizar, se evita o colapso da rede de colágeno que pode influenciar a eficiência da técnica adesiva.

3. MATERIAIS E MÉTODO

Foi utilizada neste estudo uma resina composta indicada para confecção de restaurações indiretas e duas resinas de diferentes fabricantes, indicadas para fixação de restaurações em porcelana, resina e metal. Para cada agente cimentante, foi utilizado o respectivo sistema de união. As características de todos os materiais utilizados estão descritas na Tabela 1, 2 e 3.

Tabela 1. Características da resina indireta usada no estudo.

Resina	Composição*	n ^o do lote	Fabricante
Targis Dentina – 210	Inorgânica: 85% em peso de vidro de bário e sílica (0,04-1,0µm). Orgânica: Bis-GMA,UDMA e co-polímeros multifuncionais do Bis-GMA.	A14320	Ivoclar / Vivadent-Schaan-Liechtenstein

* Informações do fabricante

Tabela 2. Composição, número do lote e fabricante das resinas para fixação usadas neste estudo.

Material	Composição*	nº do lote	Fabricante
Panavia F	<p>Pasta A: sílica coloidal, BisGMA, MDP, dimetacrilato hidrófilo e hidrófobo, peróxido de benzoíla.</p> <p>Pasta B: vidro de bário silanizado, óxido de titânio, fluoreto de sódio, sílica coloidal, BisGMA, dimetacrilato hidrófilo e hidrófobo, dietanol p-toluidina, sulfonato de sódio trisopropílico benzênico.</p>	011137	Kuraray Co., Osaka-Japão.
Rely X ARC	<p>Pasta A: BisGMA, TEGDMA, partículas de zircônia/sílica (68%, em peso), fotoniciadores e amina, pigmentos.</p> <p>Pasta B: BisGMA, TEGDMA, peróxido de benzoíla, partículas de zircônia/sílica (67%, em peso).</p>	AAAA	3M Dental Products Division St. Paul, MN, USA.

* Informações do fabricante

Tabela 3. Composição, número do lote e fabricante dos sistemas adesivos usados em associação com as resinas para fixação.

Adesivo	Composição*	nº do lote	Fabricante
ED Primer	Líquido A: HEMA, MDP, NM ác. aminosalicílico, dietanol p-toluidina, água.	00075A	Kuraray Co., Osaka-Japão.
	Líquido B: NM ác. aminosalicílico, sulfinato benzênico de sódio, dietanol p-toluidina, água	00081A	
Single Bond	BisGMA, HEMA, dimetacrilatos, copolímeros do ác. poli-alcenóico, iniciador, água e etanol.	3411	3M Dental Products Division St. Paul, MN, USA.

* Informações do fabricante

Foram utilizados 40 molares humanos hígidos recém-extraídos e armazenados em água sob temperatura de 4°C. Os dentes foram submetidos à profilaxia utilizando escova tipo pincel, em baixa rotação, associada a uma pasta profilática (Odahcam- Herpo Produtos Dentários). Após a profilaxia, as raízes dos dentes foram incluídas com resina acrílica ativada quimicamente (Clássico, Artigos Odontológicos Ltda.) em cilindros plásticos, com 20 mm de diâmetro externo por 20 mm de altura, deixando a coroa dental totalmente exposta e projetada além da borda do cilindro plástico.

Em seguida, com o auxílio de uma politriz horizontal APL- 4 (Arotec S.A. Indústria e Comércio) e lixas d'água de carbetto de silício com granulação 320 e 600 (Carborundum Abrasivos Ltda.), sob constante irrigação, a superfície

oclusal dos quarenta dentes foi cuidadosamente desgastada sob refrigeração à água para se obter uma área plana em dentina e a periferia em esmalte. Após este procedimento, as superfícies dos dentes foram examinadas em lupa estereoscópica (Carl Zeiss, Alemanha) para assegurar que restos de esmalte não estivessem presentes na região delimitada pela junção amelo-dentinária.

A seguir, nas superfícies da dentina foram confeccionadas cavidades com diâmetro de 4 ± 1 mm e $2,5 \pm 0,5$ mm de profundidade, levemente expulsivas para oclusal usando pontas diamantadas em formato tronco-cônico arredondado (845KR314025 – Brasseler, USA), adaptadas em turbina de alta rotação e sob constante irrigação ar-água. A forma geométrica da cavidade seguiu as recomendações técnicas para confecção de restaurações indiretas tipo *inlay*. As pontas diamantadas foram substituídas por novas a cada 10 preparos. Todas as cavidades receberam acabamento com brocas de aço multilaminadas (H375R314023 – Brasseler, USA). Em todos os dentes preparados foram feitas marcas nas faces mesial ou distal, para determinar o correto eixo de inserção da peça depois de confeccionada. Após esses procedimentos, todos os dentes foram submetidos a banho ultra-sônico com água destilada durante 10 minutos para remoção de possíveis resíduos.

Na fase seguinte, com auxílio de moldeiras individuais confeccionadas em plástico rígido, o material de moldagem elastomérico polimerizado por adição (Aquasil-Caulk/Dentsply, Milford DE, USA) foi manipulado, seguindo as recomendações do fabricante, para uso na técnica para moldagem dupla e

simultânea (Figura1a). Dessa forma, as cavidades preparadas nos dentes foram moldadas e obtidas réplicas em gesso especial tipo IV (Vel-Mix – Kerr Co. Orange, CA, USA) após 30 minutos (Figura1b). Após a moldagem todos os dentes preparados foram novamente armazenados em água sob refrigeração à 4º C.

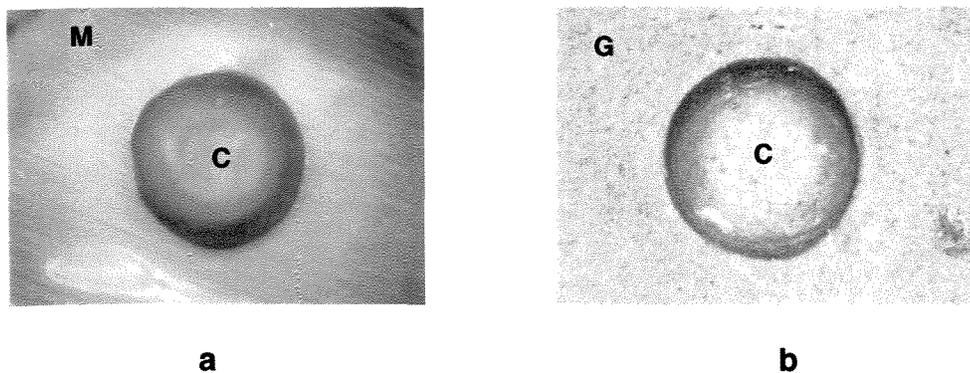


Figura1 - a) Molde da cavidade; b) Réplica obtida em gesso pedra tipo IV.
M= molde; C= cavidade; G= modelo em gesso pedra tipo IV.

Sobre os modelos em gesso obtidos, foram confeccionadas as restaurações usando a resina composta do sistema Targis, de acordo com os seguintes procedimentos: 1. Isolamento dos modelos com agente espaçador/separador recomendado pelo próprio sistema; 2. Aplicação da resina Targis na cavidade em camadas incrementais de 1 mm e polimerizadas pela unidade foto ativadora (Targis Quick – Ivoclar/Vivadent) por 10 segundos

cada camada até completar a restauração. Em seguida, foi adicionada uma porção de três milímetros de resina, com forma cilíndrica, sobre a superfície da restauração para auxiliar na remoção e cimentação da restauração na cavidade (Figura 2). Todas as restaurações em resina Targis foram removidas das respectivas cavidades e posicionadas no interior de um equipamento denominado Targis Power Curing Unit (Ivoclar/Vivadent), específico para o sistema e que combina a polimerização da resina por ativação pela luz visível e temperatura, durante 20 minutos, conforme as instruções do fabricante.

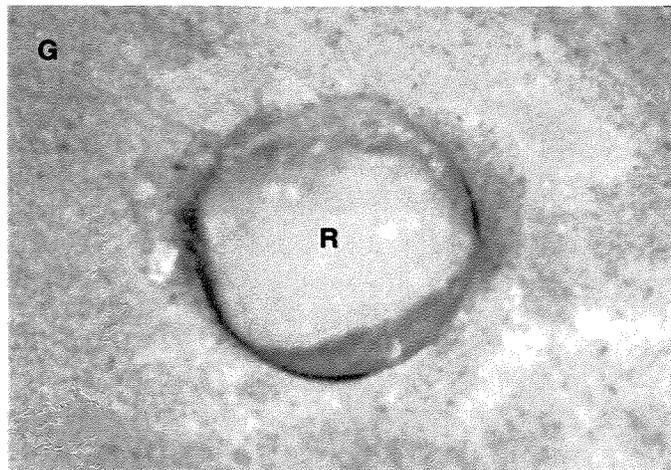


Figura 2 - Restauração em resina composta confeccionada sobre o modelo de gesso. R= restauração; G= modelo em gesso pedra tipo IV.

Os dentes preparados e as respectivas restaurações foram divididos aleatoriamente em 2 grupos contendo 20 unidades cada um. No Grupo 1, as restaurações foram fixadas utilizando o sistema Panavia - F que combina o

cimento a base de resina e adesivo auto-condicionante como agente de tratamento da cavidade. Neste procedimento, as superfícies internas das restaurações em resina foram submetidas a jatos com óxido de alumínio ($50\mu\text{m}$) por 10 segundos, lavadas e, a seguir, foi aplicado ácido fosfórico a 35%, por 10 segundos, para limpeza da superfície. Por outro lado, nas respectivas cavidades, a dentina foi tratada com o sistema ED primer formado por dois frascos. A mistura ED Primer A + B, foi então aplicada na superfície da dentina durante 60 segundos, seguido pela aplicação de um leve jato de ar comprimido. Após o condicionamento, as pastas A e B da resina Panavia F foram misturadas durante 20 segundos e, com o auxílio de um instrumento plástico aplicada nas paredes internas da cavidade. Neste momento, a restauração também foi inserida na cavidade e mantida em posição sob pressão constante de 500g por 10 minutos. Logo após, as margens das restaurações foram irradiadas pela luz visível emitida pela unidade ativadora XL 3000 (3M Dental Products, St Paul, MN, USA), por 20 segundos, em três direções ao redor da restauração. Nenhum excesso de cimento resinoso foi removido durante este procedimento.

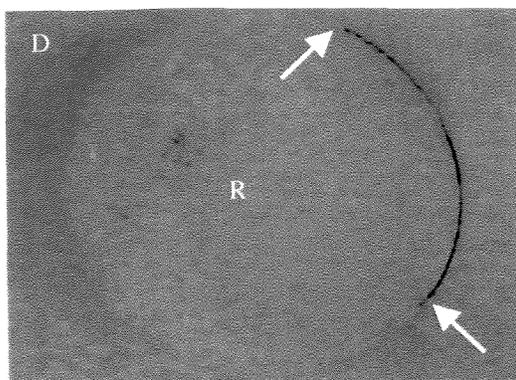
As restaurações do Grupo 2 foram fixadas com a resina denominada Rely X ARC utilizada em combinação com agente adesivo de frasco único Single Bond. Neste Grupo, as superfícies internas das restaurações em resina também foram submetidas a jatos com óxido de alumínio ($50\mu\text{m}$) por 10 segundos, lavadas e limpas usando ácido fosfórico a 35%, por 10 segundos.

No dente, a respectiva cavidade foi condicionada com ácido fosfórico a 35% por 15 segundos e lavada com água durante 30 segundos. O excesso de água foi removido da cavidade usando bolinhas de algodão hidrófilas, deixando a superfície da dentina umedecida. Em seguida, o adesivo Single Bond foi aplicado em toda a superfície da cavidade com o auxílio de um pincel, aplicado um leve jato de ar e, foto ativado por 10 segundos com a unidade de luz visível XL 3000. Neste momento, partes iguais da resina para fixação Rely X foram dispensadas sobre a superfície impermeável de papel próprio para manipulação de resinas, misturadas durante 20 segundos e aplicada nas paredes internas da cavidade. Em seguida, a restauração em resina Targis foi posicionada e adaptada na cavidade e mantida sob pressão constante de 500g durante 10 minutos. As margens da restauração receberam ativação adicional, usando a luz visível durante 40 segundos em três direções. Nenhum excesso do cimento resinoso foi removido durante este procedimento.

Na seqüência, os corpos-de-prova receberam acabamento usando lixas d'água com granulação decrescente a partir do número 320, 400, 600 e 1000 aderidas no prato giratório de uma politriz metalográfica e sob irrigação constante. Para o polimento final da superfície dos corpos-de-prova foram utilizadas pastas diamantadas com granulação de 6 μ m, 3 μ m e 1 μ m, respectivamente. Entre cada granulação de lixa d'água e pasta diamantada usada, os corpos-de-prova foram submetidos à limpeza em água destilada sob ultra-som, durante 10 minutos.

A seguir todos os corpos-de-prova foram submetidos a 1200 ciclos térmicos. Neste procedimento os corpos-de-prova permaneceram 30 segundos a 5° C e outros 30 segundos à temperatura de 55° C.

Todos os corpos de prova foram corados por 10 segundos com uma solução de propileno glicol e ácido vermelho 52 usada para detecção de cárie (Caries Detector- Kuraray Co., Japão). Em seguida, os dentes foram lavados sob água corrente e secos com papel absorvente para serem posicionados em uma lupa estereoscópica Leica (modelo MZ 6, Suíça) na qual a imagem da área da restauração foi captada e transferida para um computador equipado com o programa Image-ProPlus 4.1 (Media Cybernetic–Silver Springs, Maryland, USA) para fazer a mensuração da adaptação marginal da restauração. A penetração do corante nas margens de cada restauração foi calculada em porcentagem e obtida pela proporção entre o comprimento da penetração do corante pelo comprimento total da cavidade, multiplicada por cem (Figura 3b). Os valores foram submetidos à análise estatística não paramétrica. As imagens dos corpos-de-prova corados também foram documentadas em lupa estereoscópica (Carl Zeiss, Alemanha).



$$\text{Infiltração (\%)} = \frac{\text{Comprimento da penetração do corante}}{\text{Comprimento total das paredes cavitárias}} \times 100$$

a

b

Figura 3 - a - Imagem obtida em lupa estereoscópica (Leica MZ 6) e usada para ilustrar a infiltração do corante na interface dente-restauração (40X). Notar a penetração do corante em uma parte do comprimento total da interface dente restauração (setas). D= dentina; R=restauração.

b - Equação matemática usada para o cálculo percentual da penetração do corante na interface dente-restauração.

Em seguida, metade dos corpos-de-prova foi seccionada longitudinalmente no sentido méso-distal da restauração usando uma lâmina diamantada circular montada no equipamento South Bay, modelo SBT 650. Cada secção foi polida com lixas de granulação 600 e 1000 e com pastas diamantadas de 6µm, 3µm, 1µm, e 1/4µm, respectivamente.

As secções foram submetidas à limpeza, por ultra-som em água destilada, entre cada fase do polimento. Em seguida, as secções foram montadas em porta-amostras de alumínio e receberam cobertura de ouro/paládio. A adaptação marginal entre o material restaurador e a superfície da dentina foi observada em um microscópio eletrônico de varredura de pressão variável LEO 435 VP (Figura 4).

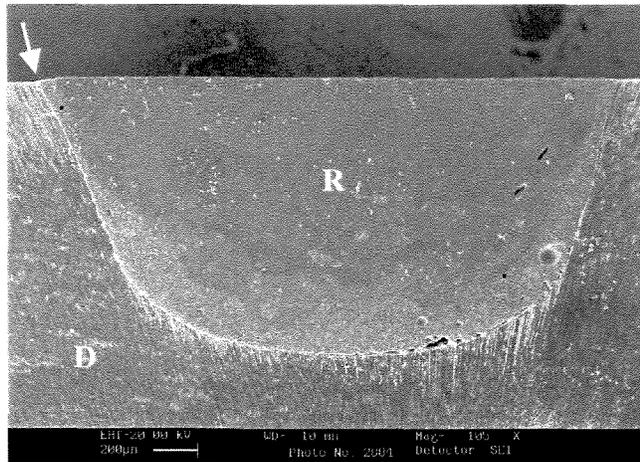


Figura 4- Fotomicrografia, em MEV, mostrando um corte longitudinal, no sentido mesio-distal, da restauração indireta em resina composta fixada ao dente. R= restauração; D= dentina; Interface dentina-restauração (seta).

4. RESULTADOS

Os valores originais, em porcentagem, da infiltração nas margens da cavidade para cada resina para fixação estão listados na Tabela 4.

Tabela 4. Valores originais e médios da infiltração, em porcentagem, nas margens das restaurações usando resinas para fixação.

Material	Panavia F	Rely X ARC
	Valor original de infiltração (%)	
Corpos-de-prova		
1	21,81	82,22
2	00,00	04,78
3	21,90	31,23
4	39,75	11,29
5	04,29	46,68
6	61,79	65,33
7	08,98	60,61
8	40,17	58,24
9	10,62	00,00
10	0,00	05,34
11	30,64	10,00
12	00,00	100,00
13	14,00	00,00
14	14,91	83,02
15	00,00	15,16
16	67,46	00,00
17	71,35	06,85
18	06,03	100,00
19	14,71	19,56
20	15,16	35,39
MÉDIA	22,17	36,78

Os valores percentuais foram submetidos à análise de variância não paramétrica pelo teste Mann-Whitney para amostras independentes e revelou não haver diferença estatisticamente significativa ($p < 0,05$), conforme mostra a tabela 5.

Tabela 5. Análise de variância não paramétrica pelo Teste de Mann-Whitney.

N1	N2	R1	R2	P
20	20	371,00	449,00	0,2914

Para os dois materiais resinosos usados para fixação da restauração foi observada a penetração do corante na interface dentina-restauração. A característica da penetração do corante foi a intensidade da coloração nas áreas, onde ocorriam possíveis fendas ou falhas no selamento da interface dentina-resina restauradora (Figura 5).

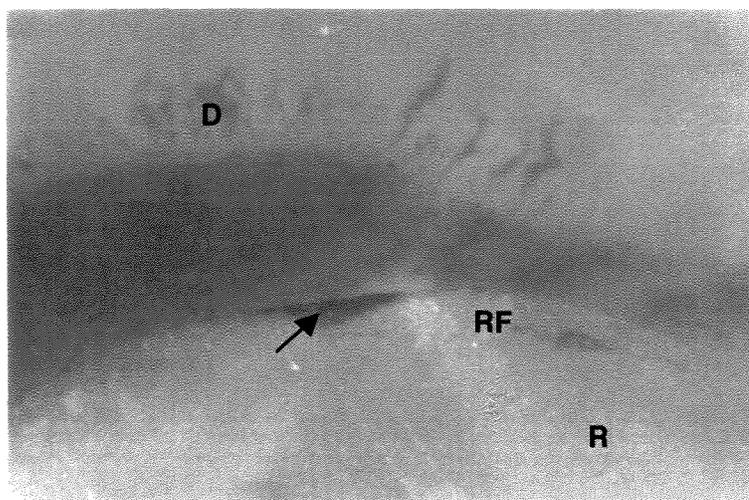


Figura 5 - Imagem obtida em Lupa estereoscópica Carl Zeiss (60x) - penetração do corante na região de interface dentina-resina para fixação (seta). D= dentina; R= resina restauradora; R= resina para fixação.

Na figura 6 foi possível observar porosidade na união dentina – resina para fixação na região cavo-superficial da interface e que provavelmente foi evidenciada pelo corante, conforme mostrado na figura 6.

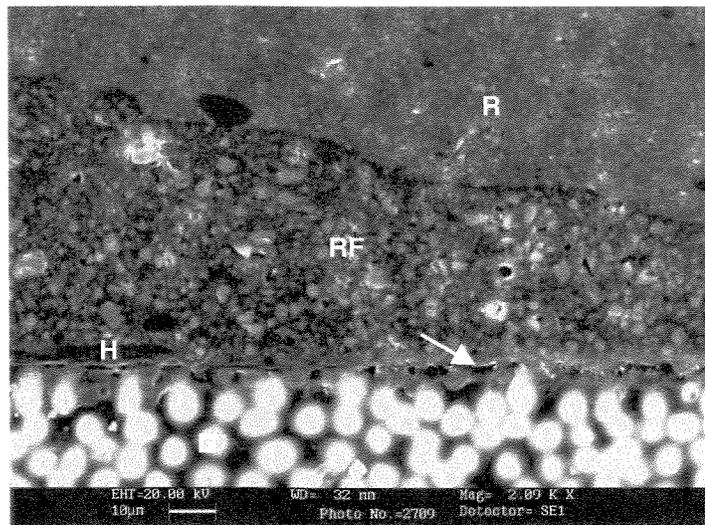


Figura 6 - Fotomicrografia em MEV da vista oclusal mostrando a interface dentina – adesivo – resina para fixação Rely X. Notar a descontinuidade na união dentina – resina para fixação (seta). R= restauração; RF= resina para fixação; H= camada híbrida; D=dentina.

A figura 7 mostra a incorporação de bolhas de ar no interior da resina para fixação, decorrente do procedimento de manipulação, que também podem evidenciar o fenômeno de infiltração na avaliação pelo corante, ilustrada na figura 6.

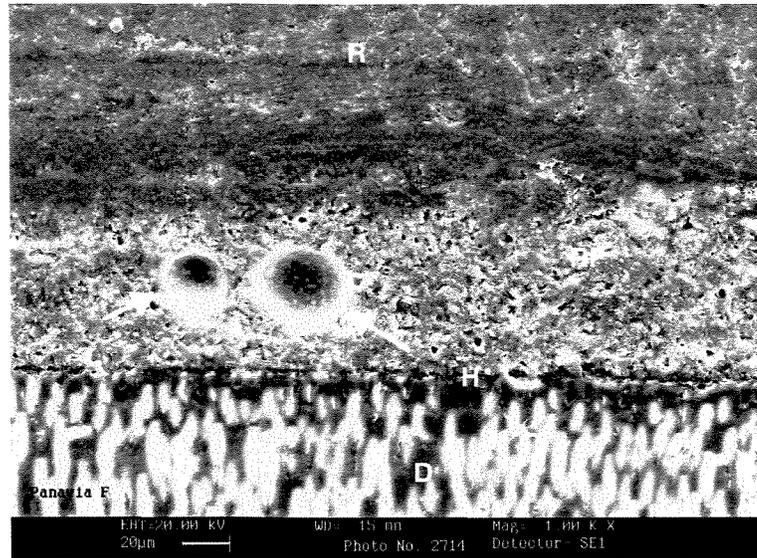


Figura 7 - Fotomicrografia em MEV da vista oclusal mostrando a interface dentina – adesivo – resina para fixação Panavia F. Notar a presença de bolhas no interior da resina para fixação (seta). R=restauração; RF= resina para fixação; H= camada híbrida; D=dentina.

As figuras 8 e 9 estão mostrando em corte longitudinal, no sentido méso-distal, a adaptação entre adesivo, resina para fixação e o material restaurador. Não existe qualquer evidência de fendas marginais nos dentes, independente da resina usada para fixação.

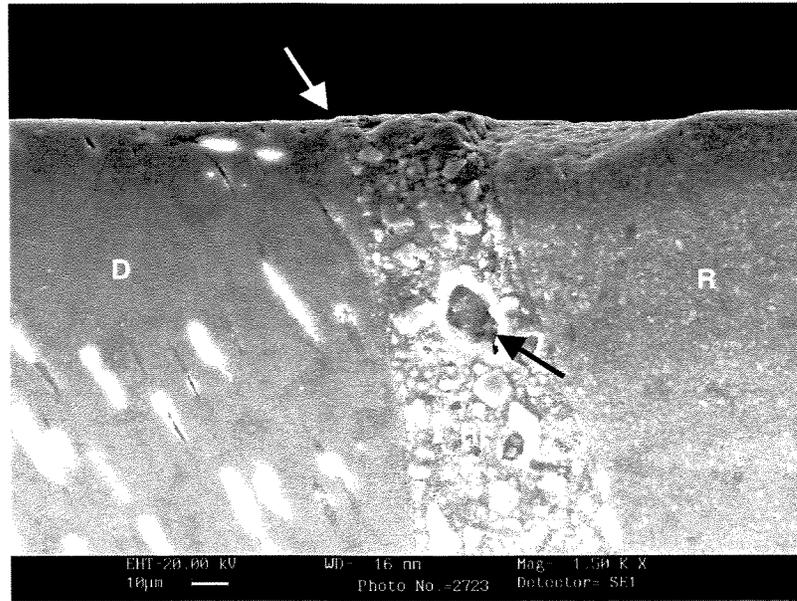


Figura 8 - Fotomicrografia em MEV de um corte longitudinal, no sentido mésio-distal, mostrando a adaptação marginal entre a dentina – adesivo – resina para fixação Rely X e restauração (seta clara). Notar a presença de bolhas no interior da resina para fixação (seta escura). R = restauração; RF= resina para fixação; D=dentina.

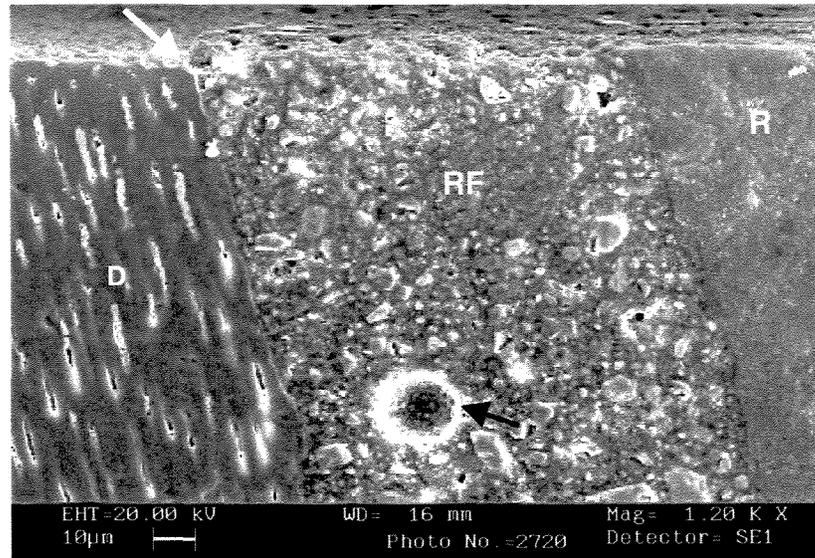


Figura 9- Fotomicrografia em MEV de um corte longitudinal, no sentido mesio distal, mostrando a adaptação marginal entre a dentina – adesivo – resina para fixação Panavia F e restauração. Notar a presença de bolhas no interior da resina para fixação (seta escura) e a adaptação na margem cavo-superficial (seta clara). R = restauração; RF= resina para fixação; D=dentina.

5. DISCUSSÃO DOS RESULTADOS

As resinas compostas têm sido alteradas em sua fase inorgânica com modificações na quantidade, tipo e tamanho médio das partículas de reforço, além do tipo e peso molecular dos monômeros que compõem a fase orgânica (VAN NOORT, 1994) ⁴². Isto tem sido diretamente refletido em melhores propriedades físicas, redução no tempo de polimerização, facilidade na manipulação e aplicação do material durante os procedimentos restauradores.

No entanto, a ocorrência da contração durante o processo químico de polimerização que é uma característica intrínseca das resinas compostas, acrescida do fator relacionado à geometria da cavidade, traz como conseqüência a infiltração marginal e cáries recorrentes (FEILZER *et al.*, 1987) ⁹. Para minimizar estes problemas, no início da década de oitenta foi proposta a confecção de restaurações indiretas em resina composta baseadas nas vantagens técnicas, relacionadas à manipulação do material, e clínica, principalmente, em relação à adaptação marginal (TOUATI & AIDAN, 1997) ³⁹.

Esta característica clínica praticamente foi comprovada neste estudo. As Figuras 8 e 9 ilustram a total ausência de fendas marginais na região cavo-superficial da restauração em resina composta confeccionada fora boca e unida à dentina pela associação sistema adesivo-resina para fixação de ativação dupla. Como todo o procedimento técnico de confecção e polimerização da restauração ocorreu em ambiente externo à cavidade bucal e apenas uma fina camada de resina foi usada para a fixação da restauração, a

tensão gerada na interface dentina-adesivo-restauração não foi suficiente para produzir falhas nas margens.

Apesar disto, de acordo com as metodologias tradicionais de avaliação de infiltração de corante na interface dentina-restauração, a quantidade e a intensidade da coloração deveriam ser demonstrativos de possíveis falhas ou fendas nas margens das restaurações (DOUGLAS *et al.*, 1989¹⁵; ZISKIND *et al.*, 1998^{45,46}). A maior intensidade na coloração da margem da restauração realmente ficou evidenciada neste estudo, como ilustrado na Figura 5. Entretanto, isto parece ter sido devido à presença de microporosidades na região de união entre o adesivo e a resina fixadora que provavelmente ocorreu em função do procedimento de acabamento e polimento da superfície da restauração. Este fato somado à formação de bolhas decorrentes do procedimento de manipulação da resina de fixação durante o ato de misturar a pasta base com a pasta reagente, parece ter sido responsável pelos valores percentuais evidenciados pela penetração corante nas margens da restauração, independente do material usado para fixação das restaurações. Essa razão é ainda mais evidente quando a interface de união foi observada por meio do microscópio eletrônico de varredura e registradas nas fotomicrografias mostradas nas Figuras 6 e 7. Nelas foi possível detectar a formação da interdifusão monomérica no interior da dentina previamente tratada com os condicionadores dos respectivos sistemas adesivos, conforme descreveram NAKABAYASHI (1982²⁷; 1991²⁸; 1992²⁹) e VAN MEERBEEK³⁹

(1992). Isto parece justificar a ausência de fendas na região cavo-superficial ilustrada nas Figuras 8 e 9.

Assim, o sucesso da restauração adesiva indireta foi dependente dos substratos envolvidos na união, da forma de tratamento e da qualidade de umedecimento e penetração da resina adesiva na superfície da dentina e restauração, bem como do processo de polimerização. Os materiais resinosos mais recentes indicados para produzir união entre a dentina e a restauração indireta devem possuir alto escoamento e reação de dupla polimerização (MILLEDING, 1992²⁶; DIETSCHI & MOOR, 1999¹⁴). A primeira característica está estreitamente relacionada com a redução da tensão gerada durante a contração de polimerização da resina. Assim, alto escoamento significa deformação plástica durante o processo de polimerização. No caso de escoamento suficiente, a tensão gerada será menor que a resistência de união da resina com a dentina. Isso preserva a integridade marginal da restauração. No entanto, a tensão também está estreitamente relacionada com a forma geométrica da cavidade. Quanto maior a relação entre superfícies aderidas e não aderidas, menores as chances do material se deformar (FEILZER, 1987)¹⁶. Isto aumenta o estado de tensão na região de interface e pode produzir ruptura entre a resina e a estrutura dental ou entre resina para fixação e a estrutura interna da restauração (VERSLUIS *et al.*, 1996)⁴³. Neste estudo as duas resinas para fixação utilizadas apresentaram desempenho semelhante na manutenção da integridade marginal das restaurações, apesar das diferenças na composição química, conforme mostram as Figuras 8 e 9. Isto também

significa similaridade na interação contração, capacidade de deformação e rigidez das duas resinas para fixação. Ainda, esta similaridade talvez tenha ocorrido devido a presença de bolhas no interior da resina, conforme evidenciada nas Figuras 7, 8, e 9. A porosidade contribui para aumentar a superfície de área livre e, assim, facilitar o escoamento da resina e reduzir a tensão gerada pela polimerização.

A outra característica comum às resinas para fixação usadas neste estudo está relacionada com o tipo de ativação dupla (física e/ou química). Esta escolha ocorreu em função da baixa resistência de união produzida pela resina ativada apenas quimicamente, especialmente na primeira hora após o assentamento da restauração, conforme relataram BURROW *et al.* ⁷ em 1994. Além disso, as resinas de ativação dupla apresentam maior tempo de trabalho, o que facilita a remoção de excessos do material nas margens da restauração, e nas regiões, onde a luz visível for inacessível para iniciar a reação, o processo de ativação química inerente ao sistema se encarrega da polimerização.

HASEGAWA *et al.* ²¹ 1989 relataram que o ponto crítico das restaurações que necessitam da técnica adesiva está na margem localizada em dentina e ainda destacaram a importância do tipo de adesivo e da sua técnica de aplicação. A diferença marcante nas resinas para fixação utilizadas neste estudo está exatamente no sistema adesivo indicado para o tratamento da dentina. Assim sendo, a resina Rely X tem indicado o condicionamento da dentina utilizando ácido fosfórico na concentração de 35%, durante 15

segundos, seguido pela aplicação da solução polimerizável formada pela combinação de monômeros hidrófilos e hidrófobos em um único frasco, denominada Single Bond. Durante este procedimento ocorre a interdifusão do monômero hidrófilo na rede de fibras colágenas exposta pelo ácido, para formar uma camada que envolve colágeno e cristais residuais de hidroxiapatita, que após a polimerização é denominada “camada híbrida”, conforme relataram NAKABAYASHI *et al.*²⁷ em 1982 (Figuras 6).

Por outro lado, foi utilizado o sistema resinoso para fixação de ativação dupla Panavia-F que indica o tratamento da superfície da dentina com o sistema auto-condicionante denominado ED primer composto por monômeros ácidos fosfonados, seguido pela aplicação da resina de fixação. Este sistema auto-condicionante não remove completamente a *smear layer* e produz uma abertura limitada dos túbulos dentinários, o que reduz a permeabilidade dentinária. Dessa forma, a rede colágena se mantém mais flexível e permeável para a infiltração do monômero e formação da camada híbrida (Figura 7). Esta opção técnica para obtenção de uma efetiva união parece ser menos sensível, quando comparada com os sistemas que utilizam ácidos fortes (SANO *et al.*, 1998)³⁷. Isto foi evidenciado durante a análise das margens localizadas na superfície oclusal das restaurações utilizando corante orgânico. O percentual de infiltração ao redor das restaurações fixadas com Rely X foi de 33,78%, enquanto que para a resina Panavia F foi de 22,17% em relação aos 100% determinado pelo comprimento total das paredes circundantes da cavidade envolvidas no procedimento restaurador. Embora estes valores percentuais

não tenham sido estatisticamente diferentes entre si, a diferença numérica, em porcentagem, mostrou maior sensibilidade à penetração do corante na interface da dentina com a resina Rely X (Tabela 1). Assim, considerando que os fatores substrato, forma geométrica da cavidade e a contração de polimerização restrita apenas à resina de fixação, os resultados deste estudo podem confirmar os trabalhos de PEUTZFELD & ASMUSSEN³² (1990); KELSEY *et al.*²² (1996); ZISKIND *et al.*^{45,46} (1998) que mostraram superioridade na qualidade da adaptação marginal de restaurações em resinas indiretas em relação às restaurações diretas também confeccionadas em resina composta.

No entanto, a infiltração marginal das restaurações indiretas de resina compostas, também está relacionada com o procedimento técnico desde o momento da mistura do material até o assentamento da restauração. Como a disponibilidade comercial do material é encontrada na forma duas pastas, o ato de misturar os componentes de cada pasta, automaticamente produz a incorporação de bolhas no interior do cimento ou as bolhas de ar são incorporadas durante o assentamento da restauração. O fato é que elas estão presentes tanto na superfície oclusal como na região interna da interface entre a restauração e a estrutura dental e podem ser as vias para a infiltração marginal (Figuras 6, 7, 8 e 9).

Dessa forma, pode-se considerar que as falhas foram mais decorrentes dos procedimentos técnicos da manipulação e técnica de inserção do material do que dos problemas intrínsecos relativos às resinas fixadoras e

restauradoras que tecnicamente puderam ser contornados para melhorar a adaptação marginal das restaurações. Assim, para também minimizar o efeito da incorporação de bolhas de ar no interior da resina durante a manipulação seria conveniente a utilização de uma seringa com ponta de pequeno diâmetro para inserção da resina para fixação. Além disso, um outro ponto, agora dependente do fabricante, seria a utilização de dispositivos de automistura, onde a resina para fixação pudesse ser dispensada do seu recipiente de armazenagem já misturada para então ser aplicada diretamente na cavidade e na restauração. É preciso considerar também que o procedimento de acabamento e polimento produzem porosidades e pequenas fraturas nas margens da restauração que podem comprometer a adaptação marginal. Dessa forma, seria recomendável que as margens das restaurações fossem seladas novamente com uma nova aplicação do sistema adesivo. Esta nova aplicação do adesivo ajudaria na efetivação da resistência de união, adaptação marginal e, conseqüentemente, aumentaria a longevidade da restauração.

Assim sendo, pode-se concluir, dentro dos limites deste experimento, que o tipo de resina usada para fixação e o condicionamento da dentina não influenciaram na adaptação marginal das restaurações indiretas. Entretanto, parece haver uma relação direta entre a qualidade das margens da restauração e os fatores técnicos de manipulação e inserção da resina, assim como os procedimentos de acabamento e polimento que são falhas inerentes da própria técnica.

6. CONCLUSÃO

Com base nos resultados obtidos pode-se concluir que:

1. As resinas para fixação Panavia F e Rely X apresentaram valores médios de 22,17% e 36,78%, respectivamente, para penetração de corante na interface dentina-material restaurador na região de superfície oclusal. Entretanto os valores não apresentaram diferença estatística significativa entre si.
2. As fotomicrografias em MEV obtidas da superfície oclusal mostraram presença de porosidades nas margens das restaurações, independente do tipo de resina para fixação utilizada.
3. As fotomicrografias em MEV obtidas em corte longitudinal mostraram ausência de fendas marginais entre a restauração indireta, resina para fixação e dentina na região cavo-superficial.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS*

1. BARKMEIER, W. W., LOS, S. A., TRIOLO JR, P. T. Bond Strengths and SEM evaluation of Clearfil Liner Bond 2. **Am J Dent**, San Antonio, v. 8, n. 6, p. 289-293, Dec. 1995.
2. BOUSCHLICHER, M. R., VARGAS M. A., BOYER, D. B. Effect of composite type, light intensity, configuration factor and laser polymerization contraction forces. **Am J Dent**, San Antonio, v. 10, n. 2, p. 88-96, Apr. 1997.
3. BROWNING, W. D., SAFIRSTEIN, J. Effect of gap size and cement type on gingival microleakage in Class V resin composite inlays. **Quintessence Int**, Berlin, v. 28, n. 8, p. 541-544, Aug. 1997.
4. BUONOCORE, M. G. A simple method of increasing the adhesion of acrylic filling materials to enamel surfaces. **J Dent Res**, Washington, v. 34, n. 6, p. 849-853, Dec. 1955.
5. _____, M. G., WILEMAN, W., BRUDEVOLD, F. A report on a resin composition capable of bonding to human dentin surfaces. **J Dent Res**, Washington, v.35, n. 6, p. 846-851, Dec. 1956.
6. BURGESS, J. O. *et al.* An Evaluation of Four Light-Curing Units Comparing Soft and Hard Curing. **Pract Periodont Aesthet Dent**, New Jersey, v. 11, n. 1, p. 125-132, Jan./Feb. 1999.

*De acordo com a NBR 6023 de Agosto de 1989, da Associação Brasileira de Normas Técnicas-ABNT.

*Abreviaturas de Periódicos em conformidade com o Medline (Index to Dental Literature).

7. BURROW, M. F. *et al.* Early Bond Strengths of Several Enamel and Dentin Bonding Systems. **J Dent Res**, Washington, v.73, n. 2, p. 522-528, Feb. 1994.
8. CASSIN, A. M., PEARSON, G. J. Microleakage studies comparing a one-visit indirect composite inlay system and direct composite restorative technique. **J Oral Rehabil**, Oxford, v. 19, n. 3 p. 265-270, May 1992.
9. CIUCCHI, B., BOUILLAGUET, S., HOLZ, J. Proximal adaptation and marginal seal of posterior composite resin restorations placed with direct and indirect techniques. **Quintessence Int**, Berlin, v. 21, n. 8, p. 663-669, Aug. 1990.
10. DAVIDSON, C.L. Resisting the curing contraction with adhesive composite. **J Prosthet Dent**, Saint Louis, v. 55, n. 4, p.446-447, Apr. 1986.
11. DIETSCHI, D. *et al.* 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, v. 26, n. 10, p. 717-727, Oct. 1995.
12. _____, SPREAFICO, R. **Adhesive Metal-Free Restorations** Current Concepts for the Esthetic Treatment of Posterior Teeth. Chicago: Quintessence Publishing, 1997, cap. 10, p. 185-201.
13. _____, HERZFELD, D. *In vitro* evaluation of marginal and internal adaptation of class II resin composite restorations after thermal and occlusal stressing. **Eur J Oral Sci**, Copenhagen, v. 106, n. 6, p. 1033-1042, Dec. 1998.

14. _____., MOOR, L. Evaluation of the Marginal and Internal Adaptation of Different Ceramic and Composite Inlay Systems After an In Vitro Fatigue Test. **J Adhesive Dent**, Berlin, v. 1, n. 1, p. 41-56, Spring 1999.
15. DOUGLAS, W. H., FIELDS, R. P., FUNDINGSLAND, J. A comparison between the microleakage of direct and indirect composite restorative systems. **J Dent**, Oxford, v. 17, n. 4, p. 184-188, Aug. 1989.
16. FEILZER, A. J., DE GEE, A. J., DAVIDSON, C. L. Setting stress in composite resin in relation to configuration of the restoration. **J Dent Res**, Washington, v. 66, n. 11, p. 1636-1639, Nov. 1987.
17. FUHRER, N. Restoring Posterior Teeth with a Novel Indirect Composite Resin System. **J Esthet Dent**, Hamilton, v. 9, n. 3, p. 124-130, May/June 1997.
18. GLADYS, S. *et al.* Clinical and semi-quantitative marginal analysis of four tooth-coloured inlay systems at 3 years. **J Dent**, Oxford, v. 23, n. 6, p. 329-338, Dec. 1995.
19. GWINNETT, A. J. Moist versus dry dentin: its effect on shear bond strength. **Am J Dent**, San Antonio, v. 5, n. 3, p. 127-129, June 1992.
20. HASANREISOGLU, U. *et al.* Microleakage of direct and indirect inlay/onlay systems. **J Oral Rehabil**, Oxford, v. 23, n. 1, p. 66-71, Jan. 1996.
21. HASEGAWA, E. A., BOYER, D. B., CHAN, D. C. N. Microleakage of indirect composite inlays. **Dent Mater**, Washington, v. 5, n. 6, p. 388-391, Nov. 1989.

22. KELSEY III, W. P. *et al.* Bond strengths to enamel and dentin with indirect and direct resin composites. **Am J Dent**, San Antonio, v. 9, n. 3, p. 105-108, June 1996.
23. LEINFELDER K. F. New Developments in Resin Restorative Systems. **J Am Dent Assoc**, Chicago, v. 128, n. 5, p. 573-581, May 1997.
24. LIBERMAN, R. *et al.* Marginal seal of composite inlays using different polymerization techniques. **J Oral Rehabil**, Oxford, v. 24, n. 1, p. 26-29, Jan. 1997.
25. LLENA PUY, MAC. *et al.* Composite resin inlays: A study of marginal adaptation. **Quintessence Int**, Berlin, v. 24, n. 6, p. 429-433, June 1993.
26. MILLEDING, P. Microleakage of indirect composite inlays. An in vitro comparison with the direct technique. **Acta Odontol Scand**, Oslo, v. 50, n.5, p. 295-301, Oct. 1992.
27. NAKABAYASHI, N., KOJIMA, K., MASUHARA, E. The promotion of adhesion by the infiltration of monomers tooth substrates. **J Biomed Mater Res**, New York, v. 16, n. 3, p. 265-273, May 1982.
28. _____, NAKAMURA M., YASUDA N. Hybrid Layer as a Dentin-Bonding Mechanism. **J Esthet Dent**, Hamilton, v. 3, n. 4, p. 133-138, July/Aug. 1991.
29. _____, ASHIZAWA, M., NAKAMURA M. Identification of a resin-dentin hybrid layer in a vital human dentin created in vivo: durable bonding to vital dentin. **Quintessence Int**, Berlin, v. 23, n. 2, p. 135-141, Feb. 1992.

30. O'NEAL, S. J., MIRACLE, R. L., LEINFELDER, K. F. Evaluating Interfacial Gaps for Esthetic Inlays. **J Am Dent Assoc**, Chicago, v.124, n. 12, p. 48-54, Dec. 1993.
31. PERDIGÃO, J., LOPES, M. Dentin Bonding – Questions for the New Millennium. **J Adhesive Dent**, Berlin, v. 1, n. 3, p. 191-209, Autumn 1999.
32. PEUTZFELDT, A., ASMUSSEN, E. A Comparison of Accuracy in Seating and Gap Formation for Three Inlay/Onlay Techniques. **Oper Dent**, Seattle, v.15, n. 4, p. 129-135, Aug. 1990.
33. REID, J. S., SAUNDERS, W.P., BAIDAS, K.M. Marginal fit and microleakage of indirect inlay systems. **Am J Dent**, San Antonio, v. 6, n. 2, p. 81-84, Apr. 1993.
34. ROBINSON, P. B., MOORE, B. K., M. L. SWARTZ Comparison of Microleakage in Direct and Indirect Composite Resin Restorations in Vitro. **Oper Dent**, Seattle, v.12, n. 3 p. 113-116, Summer 1987.
35. SANO, H. *et al.* Microporous Dentin Zone beneath Resin-impregnated Layer. **Oper Dent**, Seattle, v.19, n. 2, p. 59-64, Mar./Apr. 1994.
36. _____, *et al.* Nanoleakage: Leakage within the Hybrid Layer. **Oper Dent**, Seattle, v.20, n. 1, p. 18-25, Jan./Feb.. 1995.
38. SCOTT, J. A., SAUNDERS, W. P., STRANG, R. Microleakage of a composite inlay system. **Am J Dent**, San Antonio, v. 5, n. 4, p. 177-180, Aug. 1992.

39. TOUATI, B., AIDAN N. Second Generation Laboratory Composite Resins for Indirect Restorations. **J Esthet Dent**, Hamilton, v. 9, n. 3, p. 108-118, 1997.
40. VAN DIIJKEN, J. W. V., HORSTEDT, P. Marginal breakdown of 5 year-old direct composite inlays. **J Dent**, Oxford, v. 24, n. 6, p. 389-394, Nov. 1996.
41. VAN MEERBEEK, B. *et al.* Morphological Aspects of the Resin–Dentin Interdiffusion Zone with Different Dentin Adhesive Systems. **J Dent Res**, Washington, v.71, n. 8, p. 1530-1540, Aug. 1992.
42. VAN NOORT, R. **Introduction to Dental Materials**. London: Mosby, 1994. Section II, p . 89-105.
43. VERSLUIS, A. *et al.* Does Incremental Filling Technique Reduce Polimerization Shrinkage Stresses? **J Dent Res**, Washington,v. 75, n. 3, p. 871-878, Mar. 1996.
44. WENDT, S. L., LEINFELDER, K. F. Clinical evaluation of a heat-treated resin composite inlay: 3 year results. **Am J Dent**, San Antonio, v. 5, n. 5, p. 258-262, Oct. 1992.
45. ZISKIND, D. *et al.* Amalgam alternatives- microleakage evaluation of clinical procedures. Part I: direct composite/composite inlay/ceramic inlay. **J Oral Rehabil**, Oxford, v. 25, n. 6, p. 443-447, June 1998.
46. _____, *et al.* Amalgam alternatives- microleakage evaluation of clinical procedures. Part II: direct/indirect composite inlay systems. **J Oral Rehabil**, Oxford, v. 25, n. 7, p. 502-506, July 1998.