

FACULDADE DE ODONTOLOGIA DE PIRACICABA

UNICAMP

Prof. Dr. Luiz André Freire Pimenta

Avaliação da microinfiltração em restaurações de classe II em compósito realizadas com duas técnicas diferentes de inserção



Tese apresentada à Faculdade de Odontologia de Piracicaba, da Universidade Estadual de Campinas, para a obtenção do título de Livre - Docente na área de Dentística.

Piracicaba
1999

FACULDADE DE ODONTOLOGIA DE PIRACICABA

UNICAMP



1150041058



T/UNICAMP P649a

Prof. Dr. Luiz André Freire Pimenta

Avaliação da microinfiltração em restaurações de classe II em compósito realizadas com duas técnicas diferentes de inserção

Tese apresentada à Faculdade de Odontologia de Piracicaba, da Universidade Estadual de Campinas, para a obtenção do título de Livre - Docente na área de Dentística.

Doação para a Biblioteca da

L. 1404

FOP UNICAMP

UNIVERSIDADE ESTADUAL DE CAMPINAS
FACULDADE DE ODONTOLOGIA DE PIRACICABA
BIBLIOTECA

04/04/2000

Piracicaba
1999

"A suposta plenitude da ciência" é uma ilusão. A natureza é inexaurível e não tem limites. Nossas perguntas nunca cessam; não existe verdade final.

Rescher, 1990

A coisa mais incompreensível do universo é o fato de ser incompreensível.

Einstein

Dedico este trabalho:

a todas as pessoas que utilizam parte de seu tempo na pesquisa de novos conhecimentos visando ao benefício de toda a humanidade;

À minha família, José - meu pai - Natália (em memória) - minha mãe - José Roberto e Vera Lúcia - meus irmãos.

À minha filha Luiza, razão principal da minha luta pela vida, que este trabalho sirva de estímulo e exemplo de empenho e dedicação.

Um trabalho não se concretiza sem a participação direta ou indireta de várias pessoas ou entidades. Sendo assim, agradeço àqueles que colaboraram na execução deste trabalho, e em minha formação:

- À FACULDADE DE ODONTOLOGIA DE PIRACICABA - UNICAMP, na pessoa do PROF. DR. ANTONIO WILSON SALLUM (Diretor) e do PROF. DR. FRAB NORBERTO BÓSCOLO (Diretor Associado), instituição à qual pertenço e onde me realizo profissionalmente;

- À FACULDADE DE ODONTOLOGIA DA UFMG - BELO HORIZONTE, instituição onde me graduei e que sempre levarei em minhas memórias, agradeço a todos os professores e funcionários;

- À FACULDADE DE ODONTOLOGIA DE BAURU - USP, onde cursei meu mestrado, agradeço a todos os professores da Disciplina de Dentística, especialmente à PROFA. DRA. MARIA FIDELA DE LIMA NAVARRO, minha orientadora no programa de pós-graduação;

- À FACULDADE DE ODONTOLOGIA DE ARARAQUARA - UNESP, escola onde cursei o Doutorado, local onde passei alguns dos momentos mais agradáveis de minha vida, onde deixei grandes amigos. Agradeço também aos docentes da Disciplina de Dentística, em especial ao PROF. DR. UEIDE FERNANDO FONTANA, meu orientador;

- Às minhas colegas de área e amigas, PROFA. DRA. MÔNICA CAMPOS SERRA E PROFA. DRA. GISELLE MARIA MARCHI. É nos momentos difíceis e nas crises que conhecemos melhor o caráter, a personalidade e a integridade das pessoas. Muito obrigado por estarem sempre junto a mim, não só no que diz respeito a nossa profissão, como também por me permitirem o privilégio da amizade de vocês;

- Aos amigos, PROF. DR. JAIME APARECIDO CURY e PROFA. DRA. ALTAIR ANTONINHA DEL BEL CURY, por sempre estarem me apoiando e incentivando, desde quando cheguei a Piracicaba;

Ao PROF. ANTONIO LUIZ RODRIGUES JR. pela realização da análise estatística e principalmente pela amizade que compartilhamos;

- Aos demais colegas, professores da Faculdade de Odontologia de Piracicaba;

- A todos os funcionários da Faculdade de Odontologia de Piracicaba - Unicamp que de forma direta ou indireta colaboraram com este trabalho;

- À FUNDAÇÃO DE AMPARO A PESQUISA DO ESTADO DE SÃO PAULO - FAPESP, que sempre atendeu a minhas solicitações, através de projetos de pesquisa e, com isso, permitiu que eu pudesse adquirir equipamentos e colaborar com as reformas do laboratório da área de Dentística, juntamente com recursos obtidos pela Profa. Mônica Campos Serra.

- A todas as minhas orientadas de iniciação científica: OLGA C. PAIVA, CÁSSIA BORTTOLOZZI, IRMA N. W. SEGRE, VANESSA GALEGO ARIAS, SIMONE GONÇALVES MORETTO, LUCIANA AULER PALOSCHI E MIRELA SANAE SHINOHARA

- Aos meus orientados e co-orientados de pós-graduação de mestrado e doutorado: LUCÍOLA R. DE LUCA FRAGA, PAULA MATHIAS RABELO DE MORAIS, MARCELO GIANNINI, ANDRÉ LUIZ FRAGA BRISO, INGER CAMPOS, VICENTE DE PAULO ARAGÃO SABÓIA, ANA KARINA BARBIERI BEDRAN DE CASTRO e em especial a CRISTIANE MARIOTE AMARAL que participou da execução da parte experimental deste trabalho;

- Aos estagiários da área de Dentística, JOSÉ AUGUSTO RODRIGUES e ANDERSON TAKEO HARA, que sempre estiveram dispostos a colaborar e desenvolver trabalhos comigo.

- A Deus, por me conceder a graça da vida e o privilégio de ter uma vida tão feliz.

Sumário

RESUMO	3
ABSTRACT	4
INTRODUÇÃO	5
REVISÃO DA LITERATURA	10
2.1 - Metodologias empregadas no estudo de microinfiltração	11
2.2 - Adesivos dentinários hidrófilos e auto-condicionantes	27
2.3 - Contração de polimerização e microinfiltração em restaurações de resinas compostas	40
3. PROPOSIÇÃO	55
4. MATERIAIS E MÉTODOS	56
5. RESULTADOS	63
6. DISCUSSÃO	72
7. CONCLUSÃO	82
8. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS	84
9. OBRAS CONSULTADAS	94

O objetivo deste trabalho foi avaliar qualitativamente a microinfiltração em restaurações classe II em resina composta, empregando a técnica com incremento único ou com 3 incrementos, e comparar dois sistemas adesivos: um de frasco único - *Single Bond (SB)* - 3M e um auto-condicionante - *Etch & Prime 3.0 (EP)* - Degussa. Cavidades classe II foram preparadas nas superfícies mesial e distal com a margem gengival em dentina de 60 terceiros molares humanos recém-extraídos. As 120 cavidades foram divididas aleatoriamente em quatro grupos (n=25). **Grupo 1:** EP restaurado com a técnica de incrementos múltiplos (EPM); **Grupo 2:** EP restaurado com a técnica de incremento único (EPU); **Grupo 3:** SB restaurado com a técnica de incrementos múltiplos (SBM) e **Grupo 4:** SB restaurado com a técnica de incremento único (SBU). As restaurações foram polidas, os dentes foram submetidos a termociclagem com temperaturas de 5 e 55° C por 1 minuto, por 1000 ciclos. Após a termociclagem, os dentes foram cobertos com esmalte de unha exceto 1 mm da margem gengival e imersos em solução corante de azul de metileno a 2% por 4 horas. Os dentes foram então seccionados e as restaurações classificadas de acordo com o grau de penetração de corante. Os resultados através da soma das ordens foram: **Grupo 1 - EPM = 1221.00; Grupo 2 - EPO = 1319.00; Grupo 3 - SBM = 1098.00; Grupo 4 - SBO = 1412.00.** O teste de Kruskal Wallis demonstrou não haver diferença estatisticamente significativa na microinfiltração entre as diferentes técnicas ao nível de significância de $p \leq 0,05$. A técnica incremental e os sistemas adesivos avaliados não foram capazes de eliminar a microinfiltração em margem gengival de restaurações de classe II em resina composta.

One of the major contributors to the failure of dental restorations is microleakage attributed to shrinkage of the composite during polymerization. The aim of this study was to evaluate qualitatively the microleakage of class 2 composite resin restorations restored with two different techniques, one or 3 increments and compare two adhesive systems: the one bottle - *Single Bond (SB)* - 3M and the self-etching adhesive - *Etch & Prime 3.0 (EP)* - Degussa. Class 2 cavities were prepared on mesial and distal surfaces, with gingival margins in dentin of 60 freshly extracted third molars. The 120 cavities were randomly divided in four groups (n=25). **Group 1:** EP restored with multiples increments technique (EPM); **Group 2:** EP restored with bulk insertion technique (EPO); **Group 3:** SB restored with multiples increments technique (SBM) and **Group 4:** SB restored with bulk insertion technique (SBO). After finished and polished the teeth were stored in relative humidity for 24 h. The teeth were then thermocycled between 5 ± 1 and $55\pm 1^{\circ}\text{C}$ for 1000 cycles, 1 minute dwell time. After thermocycling the teeth were painted with nail polish to 1 mm from the gingival cavity margins and then stained with 2 % methylene blue dye for 4 hours. The teeth were then sectioned and the restorations scored according to the degree of stain penetration around the composite restoration (0-4). The some of ranks were: **G1** - EPM = 1221.00; **G2** - EPO = 1319.00; **G3** - SBM = 1098.00; **G4** - SBO = 1412.00. Kruskal Wallis analysis showed no significant differences in microleakage between the different techniques of restoring class 2 cavities at the $p < 0.05$ level. The incremental technique and the hydrophilic adhesive systems did not eliminate the microleakage of the dentin margins in class 2 composite resin restorations.

1 - INTRODUÇÃO

1 – INTRODUÇÃO

Quando as lesões de cárie já se desenvolveram a ponto de exigirem um procedimento restaurador, obrigam os cirurgiões dentistas a buscarem constantemente em sua prática odontológica restaurações que proporcionem boa qualidade e, conseqüentemente, proporcionar aumento na longevidade clínica das mesmas (MJOR, 1981; MJOR, 1985).

Um dos fatores que mais contribui para a redução da longevidade das restaurações é a microinfiltração (KIDD, 1976; MJOR, 1985; ALANI & TOH, 1997), que pode ser definida como a penetração de compostos salivares, produtos da dieta e bactérias (KIDD, 1976; ALANI & TOH, 1997), o que, por sua vez, pode resultar em descoloração da estrutura dental, deteriorização marginal, sensibilidade pós-operatória, cárie secundária e injúria pulpar (KIDD, 1976; MJOR, 1985; PASHLEY, 1990).

Durante os últimos 30 anos, pesquisadores têm direcionado seus trabalhos na melhoria de materiais e técnicas para restaurar dentes posteriores com compósitos. Dentre os problemas encontrados, a contração de polimerização desses materiais, dentro das cavidades, parece ser o mais sério e com maiores comprometimentos para a longevidade das restaurações (DAVIDSON; DEGEE; FELTZER 1984; LUTZ ET AL. 1986; WILSON, MANDRADJIEFF & BRINDOCK, 1990; LUTZ, KREJCI & BARBAKOV 1991; BERTOLOTTI 1991).

Os compósitos em dentes posteriores têm ganhado popularidade nos últimos anos devido às suas cores semelhantes às da estrutura dental, por não conterem mercúrio, não apresentarem boa condutividade térmica e se unirem à estrutura dental através da aplicação de adesivos de esmalte e dentina (BERTOLOTTI, 1991). Entretanto, a contração de polimerização volumétrica dos compósitos mais recentes pode variar permitindo o desenvolvimento de fendas marginais, proporcionando a microinfiltração, principalmente em margens cervicais em dentina (DAVIDSON, DEGEE & FELTZER, 1985; ABDALLA & DAVIDSON 1993; RETIEF, 1994; PIMENTA E PAIVA, 1997; CARDOSO & VIEIRA, 1998; NEIVA ET AL. 1998; MIRANDA JR ET AL. 1999). Além disso, por apresentarem um coeficiente de expansão térmica diferente das estruturas dentais, as restaurações tendem a se expandir e contrair mais que o esmalte e a dentina quando submetidas a variações de temperatura na cavidade bucal, acentuando as desadaptações marginais (WILSON, MANDRADJIEFF & BRINDOCK, 1990; DAVIDSON, DEGEE & FELTZER, 1985; CHAN & GLYN JONES, 1994; RETIEF, 1994).

Uma das maneiras de se reduzir esse problema se baseia no desenvolvimento de sistemas adesivos capazes de resistir às tensões geradas durante a contração de polimerização do compósito na cavidade (BERTOLOTTI, 1991; SWIFT JR, PERDIGÃO & HEYMANN, 1995; HALLER & TROJANSKI , 1998). Para isso, adesivos dentinários hidrófilos, que se aderem tanto ao esmalte quanto à dentina vêm sendo empregados. Esses materiais necessitam do condicionamento com ácido tanto do esmalte quanto da dentina e, quando os monômeros são

aplicados sobre a dentina, esses penetram na dentina peri e intertubular, envolvendo as fibras colágenas e formando uma camada adesiva denominada "zona híbrida", proporcionando um melhor selamento das margens (NAKABAYASHI, KOJIMA, & MASUHARA, 1982; NAKABAYASHI, ASHIZAWA & NAKAMURA, 1992; SWIFT JR, PERDIGÃO & HEYMANN, 1995). Outros adesivos, denominados autocondicionantes estão surgindo com a proposta de eliminação da etapa de condicionamento ácido, também com monômeros hidrófilos em sua composição, porém formando uma zona híbrida mais delgada.

A outra forma de se reduzir a microinfiltração se dá através da técnica restauradora. Em função da contração de polimerização dos compósitos estar diretamente relacionada ao volume de material a ser polimerizado na cavidade, várias técnicas sugerem a inserção do compósito em incrementos (DAVIDSON, DEGEE & FELTZER, 1985; LUTZ ET AL , 1986; WILSON, MANDRADJIEFF & BRINDOCK, 1990; LUTZ, KREJCI & BARBAKOW , 1991; FITCHIE, 1995; DIETSCHI ET AL, 1995; LIBERMAN ET AL., 1997). Isso possibilita não só um menor estresse na margem, como também o direcionamento da polimerização, uma vez que esses materiais contraem em direção à fonte de luz polimerizadora.

Porém, existem trabalhos que demonstram não haver diferença com relação à infiltração entre a técnica restauradora em um único ou em vários incrementos (PUCKETT ET AL, 1992 MANGUM ET AL, 1994; GODDER, SETTEMBRINI, & ZHUKOVSKY, 1995; AFFLECK ET AL, 1999). Além disso, existem profissionais que

preferem o uso de matrizes metálicas, por proporcionarem facilidades na obtenção de contornos e contatos proximais, o que inviabilizaria o direcionamento da polimerização, pois a restauração só poderá ser polimerizada pela superfície oclusal.

Por não haver uma técnica capaz de eliminar o problema de contração de polimerização, e em função do desenvolvimento de novos sistemas adesivos, faz-se necessário avaliar a eficácia dos adesivos hidrófilos quando são realizadas restaurações de compósitos em um ou vários incrementos.

2 - REVISÃO DA LITERATURA

2 - REVISÃO DA LITERATURA

2.1 - Metodologias empregadas no estudo de microinfiltração

A microinfiltração, por ser um dos principais problemas observados nas restaurações odontológicas, vem sendo estudada há muitos anos, empregando-se diversas metodologias tanto *in vivo* quanto *in vitro*.

Devido ao fato dos materiais restauradores apresentarem coeficientes de expansão térmica diferentes, uma das maneiras de se testar a microinfiltração *in vitro* é simular condições de estresse na interface dente/restauração através de ciclagens térmicas. Baseando-se nisso, GUSMAN; SWARTZ; PHILLIPS, no ano de 1969, realizaram um experimento a fim de avaliar a infiltração marginal *in vitro* de restaurações submetidas a oscilações térmicas cíclicas. O método empregado para avaliar foi de penetração de radioisótopos e, em seguida, obtenção de autoradiografias. Após a análise dos resultados, constataram que para os materiais restauradores submetidos ao teste, o número de 500 ciclos térmicos não influenciou na adaptação marginal.

A microinfiltração foi definida por KIDD, em 1976, como a passagem de bactérias, fluidos, moléculas ou íons entre a parede cavitária e o material restaurador. Nesse mesmo trabalho, foram descritos e discutidos alguns métodos de avaliar a microinfiltração. Dentre os métodos de detecção de microinfiltração *in vitro*, a autora descreve como empregar corantes, isótopos radioativos, pressão de ar, bactérias, análise por ativação de nêutrons, indução de cárie artificial ou

avaliação através de microscopia eletrônica de varredura. Comenta ainda que a ciclagem térmica invariavelmente mostrava aumento na infiltração quando era utilizada nos testes laboratoriais. Com relação aos testes in vivo, verificou-se que havia alguns resultados controversos, quando comparados com os testes in vitro. Após essa revisão, concluiu-se que os testes de microinfiltração são muito importantes na avaliação dos materiais restauradores odontológicos.

Basicamente existem duas formas de se realizar a ciclagem térmica e a imersão em corante, por essa razão, CRIM; MATTINGLY, em 1981, estudaram se havia diferença em se realizar primeiramente a ciclagem térmica e depois a imersão em corante ou se os dois procedimentos deveriam ser concomitantes. Foram confeccionadas cavidades de classe V em pré-molares humanos e restauradas com resina composta. De um total de 40 restaurações, 20 foram imersas em solução aquosa de fucsina a 0,5% por 25 horas e as restantes foram submetidas a 1500 ciclos durante 25 horas com a mesma solução corante usada no outro grupo. Os resultados demonstraram que não houve diferença estatística com relação aos dois métodos. Entretanto os autores afirmaram que para estudos in vitro avaliando microinfiltração em restaurações, a termociclagem é um procedimento muito efetivo.

Diferentes ciclos podem ser observados na literatura. HEMBREE & TAYLOR, EM 1984, compararam a infiltração marginal de diferentes resinas compostas. A técnica restauradora utilizada no controle negativo consistia na aplicação de resina composta sem a aplicação de condicionamento ácido e de sistema adesivo. Nos

demais grupos teste, foram realizados condicionamento ácido, aplicação do adesivo e fotopolimerização da resina composta. Os dentes foram armazenados em água destilada a 37°C até o momento da termociclagem. Foram realizados 100 ciclos térmicos com imersão em banhos com água nas temperaturas de 4°C e 58°C por 1 minuto. Em seguida, foi empregado o isótopo Ca^{45} em pH 7 para avaliar o grau de microinfiltração. Os dentes foram seccionados e foram tomadas radiografias com filmes de ultra - velocidade por 17 horas, produzindo auto - radiografias. Os resultados indicaram que a infiltração marginal é significativamente reduzida quando são realizados os procedimentos adesivos. Porém, resinas compostas de micropartículas apresentam maior microinfiltração, provavelmente devido ao seu maior coeficiente de expansão térmico-linear.

Avaliando os métodos de ciclagem térmica e de imersão, CRIM; SWARTZ; PHILLIPS, em 1985, compararam quatro técnicas de ciclagem térmica. Foram testados dois tipos de traçadores, um radioisótopo (^{45}Ca) e uma solução de corante e quatro formas de ciclagem térmica com 1500 ciclos cada: Grupo 1 – 4 banhos (4 segundos a 60°C, 23 segundos a 37°C, 4 segundos a 12°C e 23 segundos a 37°C) com ciclagem em solução aquosa de fucsina a 0,5%; Grupo 2 – os mesmos 4 banhos com ciclagem em água e posterior imersão em corante por 24 horas; Grupo 3 – 2 banhos (30 segundos a 60°C e 30 segundos a 12°C). Os resultados permitiram concluir que não houve diferença entre os quatro métodos de ciclagem térmica e o uso de corante ou radioisótopos apresentou a mesma efetividade em penetrar na interface dente/restauração.

Ainda em relação aos diferentes métodos de avaliação da microinfiltração, BATTER & HENSON, no ano de 1985, realizaram uma avaliação da microinfiltração em restaurações de ouro, amálgama e de resina composta. Foram realizadas cavidades de classe V em pré-molares recém-extraídos que, após a realização das restaurações, tiveram seus ápices radiculares vedados com amálgama, e em seguida foram aplicadas duas camadas de esmalte de unha sobre todo o dente, deixando 2 mm circundantes à restauração descobertos. Em seguida, os dentes foram submetidos à ciclagem térmica, realizada em uma solução corante fluorescente, em temperaturas de 4 e 60°C, por um minuto, até que se completassem 25 ciclos. Terminada a ciclagem térmica, as coroas foram seccionadas e a microinfiltração avaliada em microscópio de luz ultra - violeta. Os resultados foram submetidos à análise estatística, demonstrando não haver diferença no grau de infiltração nas restaurações com os diferentes materiais. Porém pode-se verificar que restaurações de amálgama recém-inseridas apresentaram pior selamento de margens em uma análise qualitativa dos dados.

Também avaliando a microinfiltração, WELSH & HEMBREE, ainda em 1985, compararam quatro materiais restauradores para dentes anteriores. Como controle negativo, foi utilizado o cimento de ionômero de vidro Fuji e, como controle positivo, utilizou-se a resina composta Concise. Ainda foram testadas duas resinas compostas e seus respectivos adesivos, Den - Mat e Clearfil. Preparos cavitários classe V com margem oclusal em esmalte e cervical em dentina/cimento foram realizados, e as restaurações realizadas de acordo com as instruções dos fabricantes. Depois de realizadas as restaurações, os corpos - de - prova foram

estocados em água destilada a 37°C até a realização dos testes. Os dentes foram termociclados, com tempo de imersão de 1 minuto em cada banho em água com temperaturas de 4°C e 58°C durante 100 ciclos. Após a ciclagem, os corpos - de - prova foram imersos por duas horas em isótopo de Ca⁴⁵ com pH 7. Foram realizadas auto - radiografias e o grau de infiltração marginal determinado em escores de 0 a 4. Os resultados demonstraram maior infiltração marginal na região cervical, dentina/cimento. Além disso, as resinas compostas apresentaram maior grau de infiltração que o cimento de ionômero de vidro na margem cervical.

SILVA ET AL., ainda em 1985, estudaram a interação de bases e vernizes ao redor de restaurações de amálgama *in vitro*. Para avaliar a infiltração, foram utilizados métodos quantitativos com microscopia e espectrofotometria. Um total de 110 dentes humanos permanentes extraídos foram utilizados. Restaurações de classe V foram preparadas, os dentes divididos em grupos, sendo o grupo I - somente com verniz de copal, II - com cimento de hidróxido de cálcio mais verniz, III - cimento de óxido de zinco e eugenol mais verniz; IV - sem verniz ou base. Os dentes foram armazenados por períodos de 48 horas a 3 meses, submetidos à termociclagem e finalmente imersos em azul de metileno. Os resultados demonstraram que a infiltração ao redor das restaurações de amálgama pode ser minimizada pela aplicação de duas camadas de verniz de copal somente nas paredes circundantes e na região cavo-superficial.

Outro fator que pode alterar os resultados dos testes de adesão em estrutura dental é a solução utilizada para estocar os dentes extraídos. Por isso, AQUILINO; WILLIAMS; SVARE avaliaram, em 1987, o efeito dessas soluções na força de união de sistemas adesivos dentinários. Eles utilizaram 36 molares livres de cárie ou restaurações que foram aleatoriamente divididos em dois grupos, sendo um incluído em polimetil metacrilato e outro em gesso pedra. Os dentes foram desgastados em sua porção axial, produzindo 4 superfícies de adesão em dentina em cada dente. Foi realizada então uma nova subdivisão dos grupos de tal forma que os dentes fossem estocados em três diferentes soluções: solução aquosa de NaCl 0,9%; solução saturada de timol em água destilada e água destilada. Depois de três meses de estocagem, foram realizados os testes de adesão, e os autores concluíram que não houve diferença estatisticamente significativa entre os tratamentos.

Nesse mesmo ano, CRIM & GARCIA – GODOY avaliaram qual a influência dos tempos de armazenamento dos corpos de prova e do número de ciclos térmicos sobre a microinfiltração. Foram feitas restaurações de classe 5 em resina composta e os dentes divididos em quatro grupos: Grupo A – 100 ciclos realizados imediatamente após a conclusão das restaurações; Grupo B – 1500 ciclos também realizados após o término das restaurações; Grupo C – 100 ciclos iniciados 24 horas após as restaurações serem realizadas ; Grupo D – 1500 ciclos iniciados depois de um período de estocagem de 24 horas das restaurações. Os ciclos térmicos consistiram em banhos às temperaturas de 37°C por 23 segundos; 54°C por 4 segundos; 37°C por 23 segundos e 12°C por 4 segundos. Em seguida os

dentes foram seccionados e avaliados, em um microscópio estereoscópico, por escores que variaram de 0 a 3. Em função dos resultados encontrados, concluiu-se que, quando o tempo de armazenamento e o número de ciclos térmicos são reduzidos, não apresentam impacto significativo nos resultados de microinfiltração de restaurações com resina composta.

Em 1989, TORII ET AL. empregaram um outro método para avaliar a microinfiltração. Verificaram a inibição *in vitro* de cárie ao redor de restaurações de amálgama pela união deste à estrutura dentária. Para isso, foram utilizados 14 molares, livres de restaurações, cáries ou outros defeitos. Preparos cavitários de classe V foram feitos e restaurados com amálgama. Em 7 dentes, uma resina forradora experimental (Panavia Ex), com capacidade de se unir ao amálgama e à estrutura dentária, foi usada. Os dentes restaurados foram incubados em um meio de cultura contendo sacarose e *Streptococcus mutans*. Lesões de cárie artificial foram produzidas ao redor de todas as restaurações. Em seguida, os dentes foram seccionados a uma espessura de 80 a 100 μm , e, através de radiomicrografias, foram medidas as profundidades de penetração das lesões ao longo das paredes cavitárias. Após a discussão dos resultados, pôde-se concluir que a técnica do "amálgama adesivo", usando uma base de resina capaz de se unir ao metal e ao dente, foi efetiva em inibir a progressão de uma lesão cariiosa ao longo das paredes cavitárias em testes *in vitro*, quando o preparo estava acima da junção cimento-esmalte. O efeito de inibição foi maior nas paredes oclusais do que nas paredes gengivais das restaurações.

Para se fazer a avaliação da penetração de corante na interface dente/restauração, YOUNGSON; GREY; GLYN JONES, em 1990, avaliaram se haveria correlação entre a medição linear de profundidade de penetração de corante e a área ocupada pela infiltração. Foram feitas cavidades de classe II em pré-molares humanos e restauradas com amálgama. Ao final do experimento, concluiu-se que se for utilizada somente a mensuração linear, pode ser inadequado para avaliar o grau de infiltração das restaurações.

Uma outra forma de se avaliar a infiltração marginal foi realizada por GILMOUR; EDMUNDS & DUMMER, em 1990. Eles estudaram a microinfiltração ao redor das paredes cavitárias usando um novo método *in vitro* com emprego de microrganismos. Foram utilizados dentes humanos extraídos, restaurados com compósitos para dentes posteriores e, em seguida, incubados em meio de *Streptococcus mutans* por 10 dias. A avaliação da microinfiltração foi feita através de microscopia de luz polarizada no intuito de verificar a formação de cárie nas paredes cavitárias. As lesões de cárie nas paredes estavam presentes como zona translúcida em 31% das margens em ombro e sem condicionamento ácido, 16% das margens em ombro com condicionamento ácido e 5% das margens biseladas com condicionamento ácido.

Algumas considerações clínicas a respeito de microinfiltração foram feitas por PASHLEY em 1990. Comenta-se que grande parte dos materiais restauradores possibilita a passagem de bactérias e seus produtos derivados do metabolismo até

a dentina. Por essa razão, o autor comenta que, para que se compreendam as consequências clínicas da microinfiltração, se faz necessário avaliar também as características de permeabilidade da dentina. Sendo assim, quanto maior for o tempo de exposição da dentina durante o preparo cavitário, maior o potencial para que ocorra microinfiltração. Quanto maior a espessura de dentina remanescente, menor sua permeabilidade e, para finalizar, o autor comenta que a dentina localizada sobre os cornos pulpaes é mais permeável que a central. Seguindo por esse raciocínio, a dentina localizada nas paredes axiais é mais permeável do que a que forma o assoalho da polpa, e a dentina coronária é mais permeável do que a radicular. Além disso, deve-se levar em consideração a presença da *smear layer*, pois quando ela está presente, verifica-se a existência de *smear plugs* na entrada dos túbulos dentinários, reduzindo a permeabilidade dentinária, porém reduzindo a resistência à adesão da dentina. Por essas razões, devem-se considerar todos esses fatores a fim de reduzir os efeitos adversos da microinfiltração, tais como a sensibilidade pós - operatória e as cáries secundárias.

Voltando a estudar os meios de estocagem de dentes para os testes de adesão, HALLER ET AL., já em 1993, avaliaram o efeito de soluções de cloramina a 1%, etanol a 70%, formalina a 10% e timol a 0,1% sobre cinco adesivos dentinários. O teste de microinfiltração foi realizado em restaurações de classe 5 feitas com resina composta com margens cervicais em dentina. Depois de 1440 ciclos térmicos (5 e 55° C) os dentes foram corados com fucsina, seccionados, e a infiltração marginal avaliada através de escores de 0 a 4. Observou-se que, para

avaliações *in vitro*, a cloramina apresentou os melhores resultados, semelhantes aos observados com dentes recém-extraídos.

Ainda em 1993, HOLTAN et al. utilizaram a penetração de AgNO_3 (nitrato de prata) para avaliar a microinfiltração de 5 sistemas de adesivos dentinários. Além disso, previamente à penetração do agente traçador, foram realizados 500 ciclos térmicos consistindo de 1 minuto a 5°C e mais 1 minuto a 55°C . Depois de corados os dentes foram seccionados e avaliados em estereomicroscopia com ocular reticulada, que possibilitava a conversão dos valores em micrômetros. Após a análise estatística dos resultados, concluiu-se que a avaliação da microinfiltração deveria ser um dos primeiros testes a ser realizado com os adesivos dentinários.

Por haver basicamente duas formas de se avaliar a capacidade adesiva dos materiais restauradores – através de testes mecânicos ou de microinfiltração – FORTIN ET AL., em 1994, avaliaram a força de união ao cisalhamento e a microinfiltração de sete sistemas de adesivos dentinários. Para avaliar a infiltração marginal, foram confeccionadas cavidades de classe v e, para os testes de cisalhamento, foram utilizadas as superfícies linguais dos mesmos dentes utilizados para a microinfiltração. Verificou-se não haver correlação estatisticamente significante entre o teste mecânico de resistência ao cisalhamento e de microinfiltração nesse trabalho. Outra observação importante foi que os adesivos que empregavam uma resina intermediária de baixa viscosidade em seu sistema proporcionaram maior resistências às forças de cisalhamento e menor microinfiltração.

Por existirem vários métodos de se avaliar a microinfiltração marginal na interface dente/restauração, GWINNETT ET AL. fizeram uma comparação de três métodos de avaliar a microinfiltração ao longo da interface restauradora, no ano de 1994. Um dos métodos foi o de observar uma única superfície de corte da restauração, a mais tradicionalmente empregada, e dois métodos estereoscópicos, sendo um por múltiplos cortes seriados e o outro por diafanização. Os testes foram realizados em cavidades cilíndricas de classe V, restauradas com o adesivo Scotchbond 2 e com a resina composta P-50. Os dentes foram submetidos à termociclagem e, em seguida, corados com prata. O grau de infiltração foi dado em escala ordinal baseado na profundidade linear de penetração de corante. Os resultados apontaram que tanto a diafanização quanto os múltiplos cortes apresentaram uma infiltração estatisticamente mais severa do que a técnica de corte único. Entretanto não foi verificada diferença entre os dois métodos estereoscópicos.

Com o objetivo de avaliar se a ciclagem térmica influencia na microinfiltração de restaurações com margens em cimento, CHAN & GLYN JONES, nesse mesmo ano, realizaram um trabalho, em que um grupo foi mantido à temperatura constante e outro submetido à ciclagem térmica. Foram realizadas restaurações com amálgama de prata, cimento de ionômero de vidro e com sistemas restauradores resinosos. Os corpos de prova foram submetidos à ciclagem térmica, imersos em solução aquosa de eosina a 5%. Depois de seccionados e avaliados por escores de 0 a 4 em estereomicroscopia, os resultados permitiram concluir que a ciclagem

térmica interfere em todos os materiais restauradores testados e que o grau de infiltração pode variar de acordo com a variação da temperatura.

No ano seguinte, ROSSOMANDO & WENDT fizeram uma avaliação da termociclagem e do tempo de imersão em cada banho. Foram feitas restaurações com amálgama e com materiais adesivos (resinas compostas) que foram armazenadas em solução de fucsina básica a 0,5%. O grupo A não foi mantido à temperatura constante, nos grupos B e C foram realizados 5000 ciclos em corante, sendo que os tempos de imersão em cada banho foram de 10 e 60 segundos respectivamente. Verificou-se não haver diferença na penetração de corante para os dentes restaurados com resina composta. Já para o amálgama, a termociclagem proporcionou resultados diferentes. Concluiu-se que a ciclagem térmica depende da capacidade condutora de calor do material restaurador e o tempo de imersão reduzido deve ser empregado para materiais com boa condutividade térmica.

Com o objetivo de avaliar os métodos utilizados em estudos com os adesivos dentinários, PASHLEY et al., em 1995, fizeram uma revisão dos diversos métodos publicados. Foram dados enfoques diferentes para a análise como o tipo de substrato, facilidade de manuseio dos corpos de prova ou a presença de fluidos pulpares na superfície de adesão. Foram citadas vantagens e desvantagens dos testes que empregam análise de elemento finito, padrão de fratura, estabilidade dos adesivos. Além disso, foram discutidos os métodos de avaliar a adesão através de microinfiltração, testes mecânicos de tração ou cisalhamento e, ao final,

sugerem o método de microtração por este apresentar resultados mais próximos às condições de uma restauração. Ainda ressaltou-se que são induzidas forças tanto de tração, cisalhamento ou de clivagem do material, envolve menor área, acarretando em precisão dos valores.

No que diz respeito aos métodos de se avaliar a microinfiltração, TAY ET AL., ainda em 1995, estudaram um método não destrutivo, para observar a penetração de uma solução de nitrato de prata na interface dente/restauração. Foram confeccionadas restaurações com resina composta em cavidades de classe V com uma das margens em esmalte e a outra em cimento. Após a realização de 300 ciclos térmicos (5 e 55°C), os dentes foram imersos em uma solução de nitrato de prata. Em seguida, a prata foi fixada e os dentes foram desmineralizados e diafanizados. Os resultados apontaram que a penetração de prata, antes ou depois da desmineralização, não são estatisticamente diferentes. Além disso, afirmou-se que a microinfiltração não ocorre de forma uniforme em toda a circunferência das margens cavitárias.

Outro agente muito empregado para avaliar a microinfiltração é o isótopo ^{45}Ca . FITCHIE et al. empregaram esse material para avaliar a infiltração marginal de restaurações com resinas compostas híbrida e de micropartículas, ainda em 1995. Foram realizadas cavidades de classe V na junção cimento-esmalte de dentes incisivos humanos e bovinos. O adesivo dentinário Syntac foi aplicado em todas as cavidades e, em seguida, restauradas com resina composta de micropartículas ou híbrida. Os corpos de prova foram colocados em presença de Ca^{45} durante uma

semana, e em seguida foi avaliada a microinfiltração. Não foi observada diferença estatisticamente significativa com relação ao substrato, dentes humanos ou bovinos, assim como também não se verificou diferença significativa entre os dois tipos de resina composta.

Outro método de avaliar a microinfiltração foi utilizado POR PAGLIARINI ET AL. , em 1996. Nesse novo método, segundo os autores, a microinfiltração era avaliada pela permeabilidade celular. Uma solução de soro fisiológico, capaz de difundir entre a parede cavitária e a resina composta, era medida e o fluxo do líquido dentro de um intervalo de tempo era calculado. Através desse método foi possível quantificar a infiltração marginal de diferentes sistema adesivos.

Ainda em 1996, DEJOU, SINDRES & CAMPS estudaram a influência de critérios adotados para determinar os resultados de trabalhos *in vitro* avaliando microinfiltração. Para isso, compararam métodos estatísticos usados em trabalhos que avaliam a eficácia de adesivos dentinários. Foram empregados 160 pré-molares humanos recém-extraídos, que foram divididos aleatoriamente em 13 grupos. Os dentes foram submetidos a preparos cavitários e restaurados com 13 diferentes sistemas restauradores. Os corpos - de - prova foram termociclados e, em seguida, imersos em corante. Para a análise de microinfiltração, os dentes foram incluídos e seccionados. Foram adotados 5 critérios de avaliação: média, mediana e moda em cada dente, máximo de penetração de corante em cada dente e porcentagem de dentes em cada grupo sem a presença de penetração de corante. Para cada parâmetro, ANOVA e teste de Duncan foram empregados para

analisar os 13 sistemas restauradores. O número de grupos sem diferença estatisticamente significante apontada pelo teste de Duncan foi grande quando o critério adotado foi de penetração máxima de corante (6 grupos) ou o de porcentagem de dentes sem penetração de corante (5 grupos) seguido pelo método de mediana(3 grupos) e o de moda ou média (4 grupos). O posicionamento dos 13 grupos, quando usados os 5 critérios, foi diferente. De acordo com os autores, os resultados de diferentes estudos *in vitro* com penetração de corante devem ser considerados para comparação, mas não para conclusões absolutas.

Durante uma revisão dos métodos de detecção de microinfiltração ao redor de restaurações publicado em 1997, ALANI & TOH apresentaram e discutiram os diversos métodos empregados para esse fim. Dentre os métodos mais utilizados destaca-se a penetração de corantes orgânicos, usados em diferentes concentrações e tempos. Entretanto, os autores comentam que esse método implica na destruição do corpo de prova impedindo uma avaliação quantitativa. Além disso, características da dentina, como o diâmetro dos túbulos e a permeabilidade dentinária, podem dificultar a avaliação. Com relação aos traçadores químicos como o nitrato de prata, verifica-se que uma solução de 50% de AgNO_3 é freqüentemente utilizada em estudos *in vitro*. Essa solução apresenta moléculas muito pequenas, permitindo grande penetração na interface. Para a avaliação podem ser utilizadas auto-radiografias ou secções da restauração, o que também leva à destruição do corpo de prova. Foram ainda citadas técnicas que empregam radioisótopos, bactérias, pressão de ar, indução de cárie artificial, avaliação através de microscopia eletrônica de varredura, análise por ativação de

nêutrons ou por condutividade elétrica. No que diz respeito à ciclagem térmica, os autores comentam que existe uma variedade muito grande com relação ao número de ciclos e na variação da temperatura e que isso pode variar principalmente em função da condutividade térmica do material restaurador. Já a indução de ciclos de carga foi utilizada inicialmente na década de 1970 e afirmam que esse tipo de carregamento pode ser associado à ciclagem térmica a fim de se aproximar das condições clínicas. Depois de toda essa discussão, concluiu-se que nenhum dos métodos utilizados para detecção da microinfiltração é ideal, sendo o método de penetração de traçadores o mais prático e aceitável em termos de reprodutibilidade.

Em 1998, PIMENTA ET AL. utilizaram um método de indução de cárie, com ciclos de desmineralização e remineralização para avaliar capacidade de agentes intermediários em reduzir a microinfiltração em restaurações de amálgama. Foram utilizados terceiros molares que foram seccionados em 72 fragmentos de esmalte, e restaurados com amálgama, porém com diferentes agentes intermediários. Foram realizados ciclos de pH a fim de induzir a desmineralização do esmalte. Em seguida os espécimes foram preparados e analisados através de microdureza (KHN). Diferenças significantes foram encontradas entre os tratamentos, sendo que o emprego de adesivos, bases ionoméricas ou a limpeza da cavidade com flúor apresentaram os melhores resultados. Já o verniz cavitário se mostrou ineficaz no controle do desenvolvimento de cárie *in vitro*.

Uma outra forma de avaliar a penetração de corante foi empregada por MORAIS, RODRIGUES JR. & PIMENTA, em 1999. Foi realizada uma quantificação da penetração de corante através de espectrometria. Foram utilizados 75 dentes

humanos, divididos em 5 grupos, os quais receberam cavidades classe V, preparadas 3 mm abaixo da junção amelo-dentinária, em sua porção vestibular. Antes de serem restauradas com liga de amálgama, as cavidades receberam os seguintes tratamentos: Copalite, Panavia EX, Scotchbond multi-purpose plus(SBMP+), Photac-bond, e o grupo controle foi restaurado sem nenhum agente intermediário. Os corpos - de - prova foram submetidos a termociclagem $5\pm 2^{\circ}\text{C}$ e $55\pm 2^{\circ}\text{C}$, por 500 ciclos e, em seguida, imersos em solução aquosa de azul de metileno a 2%, por 12 horas, a 37°C . A microinfiltração foi quantificada por espectrofotometria e os resultados obtidos indicaram diferença estatisticamente significativa entre todos os grupos. O uso do sistema adesivo SBMP+ mostrou ser o procedimento mais efetivo na redução da microinfiltração, e a metodologia empregada se mostrou eficaz na avaliação da microinfiltração.

2.2 - Adesivos dentinários hidrófilos e auto-condicionantes

A busca por um sistema adesivo mais efetivo para as estruturas dentais vem de muitos anos. Em 1982, NAKABAYASHI, KOJIMA & MASUHARA sugeriram a utilização de um monômero hidrófilo, o 4 metacriloxietil trimelitato anidrido (4META), para melhorar a adesão de resinas às estruturas de esmalte e dentina condicionadas por ácido. As estruturas dentais foram condicionadas com uma solução de ácido cítrico a 10% e cloreto férrico a 3%, previamente à aplicação do 4META, a fim de melhorar a adesão. Segundo eles, monômeros com grupos hidrófobos e hidrófilos como o 4META proporcionam a formação de um infiltrado de monômeros

polimerizados nas esturras dentais. O infiltrado de monômeros polimerizados *in situ* promoveram uma boa adesão à estrutura dental, produzindo forças de união de 18 MPa em dentina condicionada. Além disso, MEV indicou que os monômeros hidrófilos possuem afinidade com a estrutura dental.

OMURA ET AL., em 1984, desenvolveram um novo adesivo dental denominado Panavia Ex. Basicamente esse material consistia em uma resina composta, cujo líquido continha monômeros e na sua estrutura molecular existia um grupo fosfato, sendo que no pó, encontravam-se micropartículas inorgânicas. A resistência de união desse material a várias superfícies tais como: dentina, esmalte bovino, liga de Ni-Cr jateada, liga de ouro, liga de ouro jateada e porcelana foi avaliada. Os corpos de prova foram mantidos imersos em água a 37°C por 24 horas e em seguida submetidos a testes de tração. Os valores obtidos foram 82, 140, 360, 230, 270 e 240 Kg/cm², respectivamente. Após todos os testes, os resultados mostraram que o Panavia Ex apresentou excelentes propriedades adesivas à dentina, esmalte, ligas metálicas e porcelana; a união mostrou boa resistência após a imersão em água e as propriedades mecânicas adequadas para a cimentação.

Com o objetivo de avaliar a microinfiltração e a força de união ao cisalhamento de sistemas restauradores adesivos, PRATI ET AL. , em 1990, realizaram um estudo *in vitro* verificando em restaurações de classe V na junção cimento/esmalte várias combinações de sistemas restauradores e adesivos dentinários. A eficiência dos sistemas foi avaliada empregando a metodologia de

penetração de corantes nas seguintes condições: (a) na extensão superficial das margens; (b) na extensão da parede cavitária de dentina e (c) em direção à polpa. Correlações foram demonstradas entre as avaliações, mas não se verificou relação entre a microinfiltração e a força de união ao cisalhamento. De acordo com os autores, o selamento marginal é mais influenciado pelas propriedades das resinas compostas do que pelos sistemas adesivos. A análise da força de união ao cisalhamento indicou somente o potencial dos materiais sem considerar os efeitos da contração nas fendas marginais após a reação de polimerização.

Em 1991, BERTOLOTTI fez uma análise crítica sobre o desenvolvimento de adesivos dentinários hidrófilos que utilizam o condicionamento ácido de esmalte e dentina, também denominado de "condicionamento total". Segundo o autor, as pesquisas e as análises clínicas sugerem que esse procedimento de condicionar esmalte e dentina é um protocolo racional que se enquadra dentro dos conceitos modernos de adesão.

No início da década de "1990", ainda era importante comprovar a formação da *camada híbrida*. Por essa razão, NAKABAYASHI, ASHIZAWA & NAKAMURA, em 1992, buscavam identificar uma camada híbrida de resina e dentina, criada *in vivo* em dentina humana de dentes vitais. Para isso, foi utilizado um sistema adesivo a base de 4 META, sendo a dentina condicionada com a solução 10-3. Foram usados dentes caninos humanos, que apresentavam indicação para extração por razões periodontais. Após a extração, exames em microscopia eletrônica por transmissão revelaram a formação de uma camada de transição ou híbrida com dentina

impregnada e reforçada por monômeros, envolvendo as fibras colágenas e encapsulando cristais de hidroxiapatita. A adesão observada *in vivo* foi considerada durável, pois o aspecto era semelhante aos observados em dentina bovina de estudos prévios. Segundo os autores, a dentina "vital" exibiu grande resistência a desmineralização, quando comparada à dentina cariada que é mais facilmente dissolvida por ácidos.

Já RETIEF, em 1994, questionou se os adesivos realmente previnem a microinfiltração. Nesse trabalho comenta-se que todos os materiais restauradores à base de resina composta sofrem contração de polimerização resultando no desenvolvimento de tensões e/ou estresses na interface dente/restauração. A maior parte das tensões de contração ocorre nos primeiros 15 minutos após a iniciação da polimerização, mas com o emprego de resinas compostas ativadas por luz esse fenômeno pode ocorrer dentro de segundos após a irradiação de luz. Essa tensão gerada pode romper a adesão do sistema restaurador com as paredes cavitárias, resultando em microinfiltração na interface dente/restauração. As propriedades das resinas restauradoras, incluindo a contração de polimerização, diferença no coeficiente de expansão térmico-linear e a sorção de água quando presente no meio bucal, desempenham importante papel na instalação de fendas e podem proporcionar microinfiltração. Esse problema tem sido eliminado pela técnica do condicionamento ácido onde há adequada espessura de esmalte na margem. Entretanto, onde a margem se localiza em estrutura de dentina/cimento, a eliminação da microinfiltração se torna mais difícil. Nenhum dos sistemas restauradores adesivos é capazes de eliminar a microinfiltração em margens

gingivais que se localizam abaixo da junção cimento/esmalte. Segundo RETIEF, a microinfiltração pode ser reduzida empregando-se técnica incremental de inserção, mas esse fenômeno pode ser aumentado quando os dentes são submetidos às forças mastigatórias. Além disso, nenhum adesivo dentinário é capaz de prevenir a formação de fendas marginais quando avaliado 10 minutos após a sua realização, entretanto, a expansão higroscópica proporciona uma redução significativa das fendas.

Ainda em 1994, VARGAS & SWIFT JR. estudaram a microinfiltração em restaurações de resina composta quando o adesivo foi aplicado sobre a estrutura dental seca ou úmida. Foram realizados preparos cavitários em superfícies vestibulares e linguais de terceiros molares humanos recém-extraídos, sendo que a metade apresentava margens em esmalte e outra metade em dentina. Foram aplicados sistemas adesivos hidrófilos, e todos os dentes foram restaurados com resina de micropartículas. Os espécimes foram submetidos à termociclagem e imersos em nitrato de prata para avaliação da infiltração marginal. Após a análise dos resultados, concluiu-se que não há diferença na microinfiltração com relação a superfície dental se apresentar seca ou úmida.

Em 1995, FITCHIE ET AL. avaliaram a capacidade adesiva, através da análise da microinfiltração marginal, do sistema adesivo Syntac. Foram utilizados dois tipos de resina composta, uma híbrida e outra de micropartículas, além de se estudar a adesão em dentes humanos e bovinos. A microinfiltração foi estudada através da penetração de ⁴⁵Ca. Não se detectou diferença estatisticamente significativa com

relação ao substrato, dente humano ou bovino. As restaurações com resina composta híbrida exibiram menor microinfiltração em margens gengivais em dentina/cimento em dentes bovinos, não se detectando, porém, diferença estatística significativa.

Com o desenvolvimento de adesivos dentinários auto-condicionantes, BARKMEIER, LOS & TRILO JR, em 1995, avaliaram um sistema adesivo com primer ácido (Clearfil Liner Bond 2). Foram utilizadas 25 superfícies aplainadas de esmalte e dentina, obtidas através de desgaste com lixas de Al_2O_3 , de molares humanos. O sistema adesivo foi aplicado juntamente com a resina composta Clearfil AP -X tanto em esmalte quanto em dentina. Após 24 horas de armazenamento em água, foram realizados os testes mecânicos de cisalhamento em máquina universal de ensaio. Em seguida, 50 preparos cavitários classe V foram preparados com margens em esmalte e dentina/cimento. As restaurações foram realizadas empregando esse mesmo sistema adesivo e, em seguida, submetidas à termociclagem, coradas com nitrato de prata, seccionadas e examinadas com relação à microinfiltração. A avaliação em microscopia eletrônica de varredura (MEV) foi realizada a fim de avaliar a ação do tratamento superficial sobre o esmalte e a dentina. Os resultados dos testes de cisalhamento apontaram que as médias para esmalte foram de $28,2 \pm 4,9$ e para dentina $19,4 \pm 3,1$ MPa. A análise estatística demonstrou que a adesão em esmalte é significativamente maior que em dentina ($p < 0,05$). Não se verificou infiltração em margens de esmalte e três restaurações apresentaram uma infiltração mínima em dentina. A análise em MEV demonstrou haver penetração de adesivo tanto em superfície de esmalte quanto

dentina. Concluiu-se que o adesivo auto-condicionante proporcionou altos valores de adesão, baixos índices de infiltração e foi de fácil manuseio.

Em uma revisão realizada por SWIFT JR, PERDIGÃO & HEYMANN, em 1995, os autores fizeram um histórico da evolução dos adesivos, comentando que a técnica do condicionamento total de esmalte e dentina revolucionou os procedimentos restauradores em odontologia. Essa conduta proporcionou profundas mudanças nos conceitos de preparo cavitário, prevenção de cárie secundária e nas opções de tratamentos estéticos. Além disso, a comprovação da capacidade de se unir resinas compostas à dentina de forma mais estável tem permitido realizar e prever o sucesso desses procedimentos. Sendo assim, os autores, além de fazerem um breve histórico sobre a adesão em esmalte e dentina, apontaram as condições atuais desses materiais adesivos que empregam o condicionamento ácido total.

Com o desenvolvimento dos adesivos dentinários hidrófilos de frasco único, surgiu a dúvida se esses materiais apresentariam o mesmo desempenho dos adesivos de múltiplos frascos. Por essa razão, CASTELNUOVO, TJAN & LIU, em 1996, avaliaram a microinfiltração de restaurações de classe V em resina composta usando adesivos dentinários de múltiplos frascos e de frasco único. Cavidades classe V foram preparadas em 30 molares humanos, apresentando margens oclusais em esmalte e cervicais em dentina, constituindo um total de 60 cavidades que foram divididas aleatoriamente em 6 grupos. Os adesivos foram aplicados seguindo as instruções dos fabricantes, e as restaurações confeccionadas em 3

incrementos com uma resina composta híbrida. Os corpos - de - prova foram armazenados em água por 7 dias a 37°C, submetidos a 300 ciclos térmicos (5 e 55°C), imersos em solução de fuccina básica a 0,5% por 24 horas e seccionados longitudinalmente em vários cortes. O grau de penetração de corante foi estabelecido em escores de 0 a 4, e os dados foram analisados estatisticamente. OptiBond FL e One - Step apresentaram menor grau de infiltração em margens cervicais quando comparados aos seus equivalentes de múltiplos frascos. Nas margens em esmalte, Tenure Quick mostrou menor infiltração do que o Tenure e nenhum dos outros apresentou diferença significativa nesse tipo de margem. Verificou-se menor infiltração em esmalte do que em dentina, exceto para os adesivos OptiBond FL e One - Step que não apresentaram diferenças estatísticas entre as margens de esmalte e dentina.

No ano de 1997, PIMENTA & PAIVA fizeram uma avaliação da efetividade de adesivos dentinários hidrofílicos no controle da microinfiltração marginal. A proposta desse estudo foi avaliar qualitativamente, através da penetração de corante, a eficácia de três adesivos dentinários em reduzir a microinfiltração na interface restauração/dente de restaurações de classe II em resina composta, empregando o condicionamento total do esmalte e dentina. Foram utilizados 30 dentes molares humanos, recém-extraídos, os quais foram armazenados em formol 2%. Em cada dente foram preparadas cavidades Classe II, do tipo "slot vertical" que apresentaram as seguintes dimensões: extensão ocluso-cervical: 1 mm abaixo da junção cimento-esmalte; distância M-D: 2,5 mm; distância V-L: 3 mm de largura. Após a aplicação de ácido fosfórico a 35% por 20 segundos no esmalte e dentina, os grupos foram

divididos, de acordo com os adesivos aplicados, em: **Grupo A**: sendo o Scotchbond multi-purpose plus aplicado de acordo com instruções do fabricante. Após a aplicação do adesivo, as cavidades foram preenchidas com resina Z-100 em 3 incrementos. **Grupo B**: com o Prime & Bond 2.0 aplicado de acordo com instruções do fabricante, e as cavidades foram restauradas com resina Z-100 em 3 incrementos. **Grupo C**: assim como os demais grupos, adesivo Paama 2 foi aplicado de acordo com as instruções do fabricante, sendo, posteriormente, as cavidades preenchidas com resina Z-100 em 3 incrementos. Em seguida, os conjuntos dente/restauração foram termociclados em água destilada 200 vezes. Cada ciclo consiste em 50 segundos e 10 segundos de intervalo entre eles. Os dentes foram mergulhados em uma solução de fuccina básica por 24 horas e depois lavados por 5 minutos em água destilada corrente. Após a análise dos resultados, concluiu-se que esses adesivos hidrófilos têm reduzido consideravelmente a infiltração marginal, porém não são capazes de bloqueá-la totalmente.

GIANNINI, também em 1997, avaliou, através de testes de resistência ao cisalhamento, a efetividade de adesivos de frasco único e de múltiplos frascos. Cento e oito corpos de prova foram preparados em faces vestibulares e linguais de pré-molares humanos, em que foram aplicados 2 adesivos de múltiplos frascos e 2 de frasco único e sobre eles confeccionados cilindros de resina composta micro-híbrida (Z - 100). Os corpos - de - prova foram armazenados por uma semana antes da realização do teste de cisalhamento. Os resultados apontaram valores semelhantes de adesão para os quatro adesivos hidrófilos, sendo encontrado também um grande percentual de fraturas coesivas da dentina.

Ainda em 1997, MANDRAS, ET AL. publicaram uma avaliação clínica de três anos dos sistema adesivo Clearfil Liner Bond, quando utilizado em restaurações cervicais de erosão e abrasão. Foram realizadas 62 restaurações de classe V sem a realização de qualquer preparo cavitário. O sistema adesivo foi aplicado de acordo com as instruções do fabricante, e as cavidades foram restauradas com a resina composta Clearfil Photo anterior. Os resultados apontaram ótimos índices de retenção permitindo concluir que, após três anos, o sistema se comportou adequadamente.

Com relação aos *primers* auto-condicionantes, PERDIGÃO ET AL., em 1997, estudaram o efeito desses materiais na força de união ao cisalhamento ao esmalte e as alterações morfológicas em MEV. Foram utilizadas 100 superfícies de esmalte, aplainadas com lixas de Al_2O_3 de áreas proximais de molares humanos. As superfícies foram tratadas com Clearfil Liner Bond 2, seguindo as recomendações dos fabricantes, e em outros grupos submetidas a outros agentes condicionadores. Foi aplicada a resina composta Clearfil Photo Anterior, em 2 incrementos, dentro de uma matriz de *Teflon* e polimerizada por 100 segundos. Decorridas 24 horas em armazenamento em água, os espécimes foram submetidos a termociclagem e aos testes de cisalhamento. Outras 40 coroas de molares humanos foram preparadas para o estudo em MEV. Os resultados indicaram uma variação de resistência ao cisalhamento de 18,1 a 25,9 MPa e as falhas foram predominantemente adesivas. O emprego de outros agentes condicionadores produziram padrões mais profundos de condicionamento. O uso desse sistema adesivo, de acordo com as instruções do fabricante, resultou em

pobre padrão de condicionamento no esmalte. Segundo os autores, mantendo-se a possibilidade de se realizar condicionamento ácido, o uso dos adesivos auto-condicionantes não afetou as médias de força de união ao cisalhamento em esmalte.

No ano seguinte, CARDOSO & VIEIRA também avaliaram a efetividade de adesivos dentinários hidrófilos no controle da microinfiltração de restaurações de classe II em pré-molares. Para isso, foram empregados 45 dentes recém-extraídos, os quais receberam cavidades classe II MOD, restauradas com 3 diferentes sistemas adesivos, sendo que a parede gengival de uma das caixas proximais localizava-se 2 mm aquém da junção amelo-cementária, e a outra 2 mm além desta. Os dentes foram submetidos à termociclagem em água durante uma semana, até completar 105 ciclos, com temperaturas de 5 e 55°C, sendo que no último dia os dentes foram ciclados imersos na solução de fuccina básica a 0,5%. Para a análise da microinfiltração, os dentes foram seccionados longitudinalmente estabelecendo escores para a avaliação. Os resultados apontaram que os sistemas adesivos hidrófilos apresentaram melhor desempenho no controle da microinfiltração, não conseguindo, porém, bloqueá-la totalmente.

O efeito de sistemas adesivos de múltiplos frascos e do uso de cimentos de ionômero de vidro modificados por resina, quando usados como forradores de cavidades de classe II, foi avaliado por HALLER & TROJANSKI, em 1998. O emprego de resinas compostas para restaurações de classe II com margens cervicais em dentina ainda é um tema que apresenta muitas controvérsias. Por essa razão, foi

realizado esse estudo avaliando os sistemas adesivos, ART Bond, Syntac, Optibond DC e Scotchbond Multipurpose, quando aplicados em restaurações de classe II. Um total de 72 cavidades classe II com margem gengival em dentina foram preparadas em molares humanos extraídos, sendo em seguida restauradas usando uma técnica de três incrementos. Em metade dos dentes foi colocado na parede pulpar um cimento de ionômero de vidro modificado por resina como material de forramento e na outra metade foi empregada a técnica de adesão total. A adaptação marginal foi avaliada em microscopia eletrônica de varredura antes e após termociclagem. A infiltração marginal foi medida empregando-se a penetração de corante. Após a ciclagem térmica, a proporção de margens contínuas em dentina foi de 37% para o Syntac; 91,2% para o ART Bond. O menor índice de microinfiltração foi encontrado, quando se empregou o Scotchbond Multipurpose e nas margens em esmalte a principal falha foi a fratura do esmalte. O uso de material ionomérico não apresentou nenhum efeito benéfico tanto em dentina quanto em esmalte. Concluiu-se que baixos índices de formação de fendas e de microinfiltração podem ser obtidos quando se utilizam adesivos dentinários hidrófilos em combinação com uma técnica incremental para restaurações de classe II em resina composta.

Outra avaliação sobre adesivos auto-condicionantes foi realizada em 1998 por GORDAN ET AL. Foi realizada uma avaliação da capacidade adesiva em restaurações de classe V, quando empregados dois sistemas adesivos auto-condicionantes (Clearfil Liner Bond 2 e Denthesive II), sendo o adesivo Scotchbond Multi-purpose usado como controle. As cavidades de classe V foram preparadas

em 60 molares humanos recém extraídos, na junção cimento-esmalte, sendo uma margem em esmalte e outra em dentina. Ambos os sistemas foram usados com e sem condicionamento ácido. Já o Scotchbond Multipurpose foi usado somente com condicionamento ácido. As restaurações foram realizadas e submetidas a 500 ciclos térmicos. Em seguida, as restaurações foram imersas em eritrosina B, tetra-iodo-fluorescente a 2%, seccionadas em espessura de 600 μm e examinadas com aumento de 13,2 vezes. O grau de penetração foi medido em micrômetros e o teste estatístico de X^2 demonstrou não haver diferença significativa entre os grupos em relação à microinfiltração tanto para esmalte quanto para dentina.

Em 1999, MIRANDA JR. ET AL avaliou a microinfiltração de resinas compostas condensáveis, quando associadas a resinas de baixa viscosidade. Nesse trabalho, também foi analisado um adesivo auto-condicionante (Etch & Prime 3.0) e um de frasco único (Single Bond). Foram preparadas 120 cavidade MO e DO em molares humanos que foram restauradas com resinas condensáveis e com uma resina composta híbrida usada como controle. Os espécimes foram termociclados e submetidos também a cargas oclusais. Os dentes foram imersos em solução de azul de metileno a 0,5%, seccionados e avaliados com relação a microinfiltração. Não foram observadas diferenças entre as resinas condensáveis e o grupo controle. As resinas de baixa viscosidade também não influenciaram na infiltração marginal. Os adesivos apresentaram valores similares de infiltração exceto no grupo controle, no qual o adesivo auto-condicionante apresentou um resultado pior. Concluiu-se que o uso de resinas condensáveis com ou sem resinas de baixa

viscosidade não são capazes de prevenir a microinfiltração em restaurações de classe II com margem em dentina/cimento.

Com relação à efetividade de união dos adesivos auto-condicionantes, HARA ET AL. avaliaram, através de testes de resistência às forças de cisalhamento, a capacidade adesiva de adesivos hidrófilos ao esmalte. Foram estudados quatro sistemas adesivos: um de múltiplos frascos (Scotchbond Multi-Purpose Plus 3M) - SBMP+; dois de frasco único Stae -SDI e Single Bond - 3M ; e um auto-condicionante Etch & Prime - Degussa. Para isso, foram confeccionados 120 corpos - de - prova sendo 30 para cada grupo. Cada sistema adesivo foi aplicado seguindo as recomendações do fabricante, e cilindros de resina Z - 100 confeccionados sobre os adesivos. Os espécimes foram armazenados por uma semana e em seguida submetidos ao teste de cisalhamento em máquina universal de ensaio. As médias em MPa foram: SBMP+ = $21,18 \pm 4,35$; Single Bond = $24,28 \pm 5,27$; Stae = $19,56 \pm 4,71$ e Etch & Prime 3.0 = $15,13 \pm 4,92$. A análise estatística demonstrou que o adesivo auto-condicionante não proporcionou bons valores de adesão em esmalte como os adesivos de frasco único e de múltiplos frascos.

2.3 - Contração de polimerização e microinfiltração em restaurações de resinas compostas

Em função da competição existente entre as forças de união das resinas compostas - dentina e as tensões geradas pela contração de polimerização,

DAVIDSON, DE GEE & FEILZER, em 1984, avaliaram a influência do estresse de contração das resinas compostas na adesão à dentina, quando aplicado um adesivo dentinário e a cavidade restaurada com resina de micropartícula ativada química ou fisicamente por luz. Foram utilizados dois métodos de avaliação, sendo um linear e outro tridimensional. O modelo linear consistiu em uma análise através de um "tensilômetro", sendo que a resina composta poderia ser aplicada sobre uma superfície lisa de dentina fixa em uma extremidade de uma célula de carga. O aumento da força de união foi medida por diferentes intervalos de tempo desde o início da mistura, até a completa polimerização, e foi comparada com o desenvolvimento de tensões de contração, as quais podem ser explicadas pelo fluxo que pode ocorrer nessa situação. Já no modelo de análise tridimensional, a resina composta foi inserida, de tal forma que unisse duas superfícies de dentina. Nessa situação, o fluxo é extremamente dificultado, e os valores de tensão de contração podem exceder aos valores de união, ocasionando a ruptura da resina com a dentina. Isso pode ser demonstrado em cavidades classe V, pois a conformação desse tipo de cavidade possibilita uma análise adequada desse fenômeno.

Nesse mesmo ano, JORGENSEN & HISAMITSU realizaram um trabalho *in vitro* a fim de mostrar que é possível prevenir a formação de fendas em virtude da contração de polimerização das resinas compostas, quando usadas para restaurações de classe II. Segundo os autores, isso seria possível se fosse empregada uma resina composta condensável e se essa fosse devidamente condensada na cavidade. Os autores comentam que a condensação contra as

paredes eliminariam a contração de parede para parede. Entretanto, comenta-se também que esse é somente um dos aspectos que envolvem os procedimentos restauradores de classe II.

Em 1989, EAKLE & NAKAMOTO estudaram três adesivos dentinários com o objetivo de reduzir a microinfiltração em restaurações classe II MOD em resina composta. As cavidades foram preparadas de tal forma que uma caixa apresentava margem gengival em esmalte e outra em dentina/cimento. Dois grupos foram restaurados somente com a aplicação de adesivo dentinário, e em um terceiro foi aplicado cimento de ionômero de vidro como material forrador. Os dentes foram submetidos à ciclagem térmica e, em seguida, imersos em nitrato de prata. A microinfiltração foi mais pronunciada nas margens gengivais em dentina/cimento em todos os grupos, sendo que a infiltração foi considerada severa.

Por existirem controvérsias sobre o emprego de resinas compostas em dentes posteriores, WILSON, MANDRADJEFF & BRINDOCK, em 1990, publicaram um trabalho em que foram discutidos alguns aspectos desse procedimento restaurador. Eles comentam que as resinas compostas, quando trabalhadas de forma inadvertida, podem ocasionar verdadeiros desastres. Todas as resinas compostas são submetidas a três grandes forças prejudiciais, que são: umidade, contração de polimerização e desgaste superficial. A ação dessas forças pode produzir tanto microinfiltração como deterioração da camada de silano que cobre as partículas inorgânicas. Com relação à sensibilidade da técnica restauradora para dentes posteriores, comenta-se que é necessário empregar princípios

conservativos de preparo cavitário e correta seleção dos casos para que se logre êxito, produzindo restaurações mais duráveis. As restaurações de resina composta em dentes posteriores podem controlar o fenômeno de contração de polimerização através do emprego de adesivos de esmalte e dentina. Além disso, é fundamental que os contatos oclusais sejam ajustados para evitar que as forças sejam aplicadas na margem da restauração. Por outro lado, é fundamental que os conceitos de preparo cavitário de Black sejam modificados. Outro fator a ser considerado é a necessidade de pré - cunhamento para se conseguir um correto contorno e contato proximal. Com relação à escolha de cor, essa deve ser realizada previamente à colocação do isolamento absoluto. No que diz respeito à limpeza da cavidade, deve-se remover a *smear layer* e lavar a cavidade com cloreto de potássio. Nas cavidades maiores, deve-se restaurar empregando a técnica de inserção incremental, no intuito de se reduzir as tensões de contração de polimerização. Já para se realizar o acabamento e polimento, as margens da restauração devem ser novamente condicionadas com ácido fosfórico e em seguida aplicada uma resina sem carga para prevenir os problemas de microinfiltração. Sendo assim conclui-se que a odontologia restauradora tradicional deve se tornar mais flexível, até se encontrar novas técnicas restauradoras para os materiais resinosos.

A adaptação marginal é fundamental para proporcionar uma longevidade maior para as restaurações, principalmente as de resina composta. Geralmente, a contração de polimerização das resinas compostas causa efeitos adversos na qualidade das margens. Além disso, as tensões residuais geradas pela contração de polimerização podem comprometer as propriedades dos materiais, causando abertura de margens e flexão das paredes cavitárias. Por essas razões, LUTZ,

KREJCI & BARBAKOW, em 1991, avaliaram a contração de polimerização que ocorre entre as paredes de cavidades do tipo MOD, quando restauradas por diferentes técnicas. Além disso, as margens das restaurações foram medidas antes e depois das restaurações serem submetidas à ciclagem térmica e mecânica. As medidas foram expressas através das distâncias intercuspídeas após a realização das restaurações. Os resultados apontaram que tanto a qualidade como as tensões nas margens foram inversamente correlacionadas com as distâncias entre as cúspides, causadas pela contração de polimerização de restaurações que não apresentaram ruptura das margens. Segundo os autores, os fatores mais efetivos na determinação da qualidade das margens de uma restauração incluem o direcionamento dos vetores de polimerização, redução da relação entre superfície aderida e livre na restauração e redução do volume de resina composta dentro da cavidade no momento da polimerização. Dentro desses princípios, a técnica de restauração do tipo *inlay* foi a que apresentou maior proximidade com as condições ideais.

Contrapondo a posição do trabalho anterior, BERTOLOTTI, nesse mesmo ano, comenta sobre as dificuldades de se fazer restaurações indiretas e das dificuldades técnicas desse tipo de procedimento. Sendo assim, sugere uma nova técnica direta para confecção de restaurações de resina composta empregando um novo tipo de matriz, capaz de proporcionar um adequado contorno e contato proximal, além de utilizar o direcionamento da contração de polimerização para minimizar os problemas decorrentes dessa característica dos materiais resinosos.

No ano seguinte, PUCKETT ET AL. estudaram o efeito da técnica incremental e de incremento único na microinfiltração de restaurações de resina composta, empregando um cimento de ionômero de vidro como base. Foram utilizadas três resinas híbridas com adesivo dentinário nas duas técnicas restauradoras já citadas. Para isso, foram empregados dentes bovinos recém-extraídos, e o método de avaliação foi através de auto-radiografias com ^{45}Ca . Todos os preparos tiveram a aplicação de um cimento de ionômero de vidro como forrador e, em seguida, as restaurações foram confeccionadas. As restaurações foram polidas e armazenadas por 24 horas antes de serem submetidas à termociclagem. Somente foi observada diferença estatisticamente significativa com relação à microinfiltração para a resina composta P - 50.

Ainda em 1992, TJAN, BERGH & LIDNER avaliaram o efeito de várias técnicas incrementais na adaptação marginal de restaurações de classe II com resina composta. Foram analisadas as formações de microfendas localizadas nas margens gengivais de restaurações de classe II em resina composta. Três técnicas restauradoras incrementais foram empregadas: a de camadas ocluso-gengivais; oblíquas e vestibulo-linguais. Além disso, foram realizadas duas técnicas de inserção única: com polimerização oclusal e com polimerização pelas superfícies vestibular, lingual e oclusal. Os resultados apontaram que nenhuma das técnicas incrementais melhorou a adaptação na margem gengival, quando comparadas com a técnica de inserção única polimerizada por oclusal. Entretanto, a técnica de

inserção única com polimerização por três direções proporcionou maior desadaptação.

A realização de trabalhos *in vitro* muitas vezes são questionados. Por essa razão, ABDALLA & DAVIDSON, em 1993, compararam a integridade marginal de restaurações de classe II realizadas *in vitro* e *in vivo*. Para a fase *in vivo* do trabalho, cavidades classe II foram preparadas em dentes que seria extraídos em função de tratamento ortodôntico. Os preparos foram realizados com margem gengival em esmalte e restaurados com seis diferentes técnicas restauradoras e materiais. As restaurações permaneceram em função na cavidade bucal durante 4 a 6 semanas, até que os dentes foram extraídos. Para os testes *in vitro*, preparos cavitários e restaurações foram realizados de maneira similar ao experimento *in vivo*. Além disso, esses dentes foram submetidos à ciclagem térmica e mecânica. Em seguida, todos os espécimes, *in vivo* e *in vitro*, foram imersos em solução corante, seccionados e analisados quanto à microinfiltração. Foi observada em todos os dentes do experimento *in vivo* a presença de microinfiltração, enquanto foi observada infiltração marginal em 60% dos espécimes do experimento *in vitro*. Os resultados demonstraram as limitações existentes nos trabalhos laboratoriais para a avaliação de microinfiltração de restaurações de classe II em resina composta.

Outro problema que pode afetar a longevidade das restaurações de resina composta é a permeabilidade dentinária. Sendo assim, PRATI² ET AL., em 1994, avaliaram variações na microinfiltração de amplas restaurações de classe II MOD durante um período de tempo. Diferentes combinações de adesivos dentinários e resinas compostas foram analisadas. Preparos de classe II MOD foram

confeccionados com as margens gengivais localizadas na junção cimento - esmalte. Foi acoplado um dispositivo na câmara pulpar de tal forma que fluido era mantido sob pressão constante sob a restauração, na dentina. A microinfiltração foi analisada em diferentes tempos desde 2 minutos até 10 meses após o término das restaurações com ciclagem térmica e mecânica. Todos os espécimes foram submetidos ao nitrato de prata e seccionados para a avaliação da microinfiltração. Depois de 4 a 8 semanas, todas as restaurações apresentaram aumento na permeabilidade, sugerindo que a expansão higroscópica não foi suficiente para impedir a degradação hidrolítica. Tanto as tensões mecânicas quanto térmicas proporcionam aumento na microinfiltração.

Ainda em 1994, LINDEN & SWIFT JR. avaliaram a microinfiltração de dois adesivos dentinários, quando realizadas restaurações de resina composta pela técnica incremental e de incremento único. Cavidades classe V foram realizadas e restauradas com resina composta a fim de se detectar microinfiltração. Foi realizado um grupo controle em que não foi aplicado sistema adesivo. Em seguida, os dentes foram imersos em nitrato de prata e submetidos à avaliação da infiltração marginal. Os resultados demonstraram que não houve infiltração marginal em nenhum grupo onde foi aplicado sistema adesivo, independente da técnica restauradora. Os adesivos hidrófilos que empregaram condicionamento total apresentaram menor grau de infiltração do que o adesivo que não utilizou condicionamento ácido de esmalte e dentina. A técnica incremental somente reduziu a infiltração de forma significativa no grupo controle em que não foi aplicado nenhum sistema adesivo.

Nesse mesmo ano, MANGUM JR. ET AL. estudaram a microinfiltração em restaurações realizadas com a técnica incremental e de inserção única sob pressão. Foram empregados 60 molares humanos, armazenados em água destilada. Preparos cavitários classe V foram realizados, e as restaurações de resina composta inseridas em incrementos ou em única porção sob pressão de uma matriz. Os dentes foram submetidos à termociclagem e em seguida foram imersos em nitrato de prata. Após o seccionamento dos dentes, os mesmos foram analisados em lupa estereoscópica com 25 vezes de aumento. Depois de realizada a análise estatística dos dados, pôde-se verificar que a técnica de inserção única sob pressão foi melhor que a técnica incremental.

No ano seguinte, 1995, DIETSCHI ET AL. verificaram a influência da técnica restauradora e de adesivos dentinários no selamento e na adaptação marginal de restaurações classe II em resina composta. Foram realizados preparos cavitários para a técnica direta e para a indireta (*inlay*) com dois sistemas restauradores. Além disso, foi analisada também a colocação de bases ionoméricas para verificar sua eficácia na redução da microinfiltração. Os dentes foram restaurados e posteriormente submetidos à termociclagem, para então serem feitas réplicas para a análise em microscopia eletrônica de varredura (MEV). A partir desse momento, os espécimes foram imersos em solução corante, seccionados e avaliados quanto à infiltração marginal. Os resultados apontaram que os materiais ionoméricos, quando usados como base, proporcionaram aumento na microinfiltração. E a aplicação de sistemas adesivos hidrófilos demonstrou ser mais eficiente no controle da infiltração marginal tanto para a técnica direta quanto para a indireta.

Ainda em 1995, GODDER, SETTEMBRINI & ZHUKOVSKY avaliaram os efeitos da contração de polimerização que pode ocorrer quando da realização de restaurações de classe II em resina composta com um único incremento. Foram utilizados, nesse experimento, 24 dentes posteriores humanos recém-extraídos, armazenados em solução de formol por um tempo máximo de 30 dias. Os preparos de classe II foram realizados, sendo que todas as cavidades apresentavam a parede gengival 1 mm abaixo da junção cimento/esmalte. Dois grupos foram restaurados, sendo um com técnica incremental e outro com inserção única de resina composta. Em seguida, os dentes foram submetidos a 500 ciclos térmicos de 5 e 55°C com 1 minuto em cada banho de fuccina. Seguindo a seqüência metodológica, os dentes foram seccionados e avaliados quanto à penetração de corante. Nas margens de esmalte, vestibular e lingual, não se observou presença de microinfiltração em nenhum espécime. Com relação à parede gengival, em dentina/cimento, ambos os procedimentos apresentaram ótimos resultados no controle da infiltração marginal. Segundo os autores, a inserção única pode ser realizada, pois o processo de polimerização das resinas compostas ocorre para a direção externa ou das paredes cavitárias, além dos adesivos hidrófilos à base de acetona apresentarem bons valores de adesão. Sendo assim, concluíram que, quando um sistema adesivo hidrófilo, à base de acetona, for usado, parece possível empregar a técnica restauradora de incremento único.

Em 1996, KRISHNAN, BINDHU & MANJUSHA estudaram a microinfiltração em restaurações de resina composta fotopolimerizáveis. Foram empregadas duas resinas compostas com seus respectivos adesivos a fim de se avaliar a efetividade

no controle da infiltração marginal. Para a realização do experimento, foram usados pré-molares humanos recém-extraídos que, após os procedimentos restauradores, foram corados com nitrato de prata a 50%. Em seguida, os dentes foram seccionados em micrótomo e analisados em microscopia ótica e eletrônica de varredura. Os resultados indicaram que o uso de adesivos é indispensável para a redução da microinfiltração.

A fim de se avaliar técnicas restauradores, YAP ET AL., ainda em 1996, estudaram três técnicas restauradoras para resina composta em preparos cavitários de classe II. Foram avaliadas restaurações somente com resina composta e outras em que o cimento de ionômero CERMET foi aplicado como base, em pré-molares e molares. Os dentes foram armazenados em saliva artificial e submetidos a ciclos mecânicos e térmicos. Os resultados mostraram que o emprego de ionômero de vidro como base reduziram a infiltração marginal substancialmente tanto em margens oclusais como na cervical.

Nesse mesmo ano, outro trabalho avaliou o efeito da combinação de cimentos de ionômero de vidro e resina composta, no controle da microinfiltração. SARNE, MANTE & MANTE compararam diferentes combinações de restaurações de cimentos de ionômero de vidro e resina composta. Foram preparadas 40 cavidades classe V em dentes posteriores humanos. As margens cervicais se localizavam em dentina, e as oclusais em esmalte. Em seguida os dentes foram restaurados de acordo com os grupos: 1 - cimento de ionômero de vidro modificado por resina; 2 - cimento de ionômero de vidro convencional; 3 - resina composta mais adesivo

dentinário e 4 - cimento de ionômero de vidro modificado por resina como base e restaurado com resina composta. A infiltração marginal foi avaliada através da penetração de azul de metileno, após a realização de 300 ciclos térmicos (5 - 60°C). A análise dos resultados apontaram que as restaurações com material híbrido ou de resina composta com adesivo dentinário foram superiores no controle da microinfiltração, quando comparadas com a técnica *Sandwich*.

Uma outra alternativa com o objetivo de reduzir a microinfiltração em restaurações de resina composta é a confecção de restaurações indiretas do tipo *inlay*. Sendo assim, LIBERMAN ET AL., em 1997, avaliaram diferentes técnicas de polimerização para verificar se haveria diferença no selamento marginal. Foram analisadas as técnicas indireta e semidireta de polimerização de restaurações classe II do tipo *inlay* de resina composta, objetivando reduzir a microinfiltração. A infiltração marginal foi avaliada, sendo que os espécimes foram submetidos previamente a ciclagens de carga e térmica, até que fossem imersas em corante. Os dentes foram seccionados, e os dados indicaram que ambas as técnicas reduzem a microinfiltração quando comparadas à técnica de inserção direta. Além disso, observou-se que a técnica indireta reduz a microinfiltração de forma significativa quando comparada com a técnica semidireta.

Com relação ao preparo cavitário de classe II, OPDAM ET AL. , em 1998, discutiram a necessidade de se realizar biséis em caixas proximais. Para eles, o preparo de biséis é recomendado para restaurações em resina composta, a fim de melhorar a qualidade das margens. Entretanto, em pequenas restaurações

proximais de dentes posteriores é questionável se os biséis contribuem para melhorar a adaptação marginal. Sendo assim, realizaram esse estudo com o objetivo de avaliar a influência do preparo cavitário na microinfiltração de pequenas restaurações de classe II. Para isso foram realizados preparos do tipo *slot vertical* em pré-molares superiores que, em seguida, foram restaurados com resina composta empregando condicionamento ácido total. Os preparos consistiam em dois tipos, com e sem bisel e a caixa preparada com ângulos definidos ou acabados, aplicando-se um escavador. As margens das superfícies vestibular e lingual também seguiam o mesmo padrão, sendo com ou sem bisel. Após as restaurações, os dentes foram submetidos à termociclagem, imersos em solução corante e, após o seccionamento, foram analisados quanto à penetração de corante nas margens vestibular e lingual. Os resultados indicaram que o preparo com bisel reduziu a microinfiltração tanto na margem cervical quanto na vestibular e lingual. Trincas no esmalte foram observadas nas margens não biseladas. Sendo assim, concluiu-se que o uso somente de escavadores não contribui para a redução da microinfiltração e que a realização de biséis nas margens de cavidades classe II é recomendado para a redução da microinfiltração.

Nesse mesmo ano, OPDAM ET AL.² avaliaram a sensibilidade pós-operatória *in vivo* de restaurações de classe II em resina composta. Para isso foram realizadas 144 restaurações de classe II do tipo *slot vertical*, nas superfícies mesial e/ou distal, empregando diferentes resinas compostas e sistemas adesivos, além de empregar três técnicas restauradoras, em pré-molares com indicação para extração por razões ortodônticas. Depois de 6 semanas da realização das

restaurações, a sensibilidade pós-operatória era avaliada. Em seguida os dentes foram extraídos, imersos em corante e seccionados. A microinfiltração foi avaliada e submetida a uma análise estatística de regressão logística e teste X^2 , verificando-se diferença entre os grupos. Das 144 restaurações, 65 apresentaram mínima infiltração em esmalte, na região cervical, 5 apresentaram infiltração em dentina e 74 estavam livres de microinfiltração. Não se verificou diferença estatisticamente significativa no que diz respeito à infiltração na margem cervical com os diferentes adesivos ou entre as técnicas restauradoras. Microinfiltração na região oclusal foi verificada em 16 das 160 restaurações, sendo que nessa região o adesivo Liner Bond 2 apresentou níveis de infiltração significativamente maiores. Não foi relatado nenhum caso de sensibilidade espontânea pós-operatória durante esse período, sendo que 28 restaurações apresentaram sensibilidade quando submetidas à carga mastigatória. Concluiu-se que as restaurações de classe II em resina composta, empregando sistemas adesivos, apresentaram mínima infiltração em dentina.

Avaliando também a técnica de inserção de resinas compostas em cavidades de classe II, NEIVA ET AL, em 1998, realizaram um experimento a fim de verificar a microinfiltração. Foram utilizados 50 pré-molares que foram extraídos por razões protéticas, sendo realizadas cavidades do tipo MOD, com uma das caixas apresentando margem cervical em esmalte e outra em dentina/cimento. Em seguida os dentes foram restaurados com o mesmo material, variando, entretanto, a técnica, sendo uma incremental e outra com incremento único. Os dentes foram submetidos à termociclagem, e imersos em solução corante. Os resultados indicaram que nas margens em cimento/dentina a técnica restauradora

incremental, usando matrizes transparentes e cunhas refletivas, apresentaram o maior grau de infiltração marginal

Agora, em 1999, AFFLECK ET AL. estudaram a microinfiltração de restaurações de resinas condensáveis, quando empregadas para restaurações de classe II pela técnica incremental e de inserção única. Foram realizados 80 preparos cavitários, com margem gengival em dentina/cimento, nas superfícies mesiais e distais de molares humanos recém-extraídos. Os dentes foram condicionados e o adesivo hidrófilo, à base de acetona, Prime & Bond 2.1 (Dentsply) foi aplicado em todas as cavidades. Foram avaliadas as resinas ALERT, SOLITAIRE, SUREFIL e, como controle, foi utilizada a resina HELIOMOLAR. As cavidades foram restauradas tanto pela técnica incremental quanto por incremento único. Os espécimes foram submetidos a 300 ciclos térmicos e, em seguida, imersos em nitrato de prata. Foram feitos três cortes em cada dente e realizada a análise de microinfiltração. Verificou-se a presença de microinfiltração até a parede axial em todos os espécimes de restaurados com SUREFIL e SOLITAIRE assim como todos pela técnica de inserção única com HELIOMOLAR. Não se observou diferença estatisticamente significativa com relação às técnicas restauradoras para as resinas condensáveis. Sendo assim, os autores concluíram que não há correlação entre infiltração marginal, material restaurador e técnica restauradora, quando utilizada uma resina condensável.

3 - PROPOSIÇÃO

3 - PROPOSIÇÃO

Considerando a literatura consultada e os problemas observados com relação à microinfiltração em restaurações de compósitos em dentes posteriores, este trabalho de pesquisa *in vitro* se propôs a avaliar o grau de infiltração marginal em paredes cervicais de cavidade de classe II localizadas na região de cimento/dentina quando foram utilizados:

- duas técnicas restauradoras, para os compósitos, sendo uma incremental e outra de incremento único;
- a efetividade de adesivos dentinários hidrófilos, de um frasco ou auto-condicionantes, quando foram empregadas as técnicas restauradoras acima citadas.

4 - MATERIAIS E MÉTODOS

4 - MATERIAIS E MÉTODOS

Foram utilizados, neste estudo, 50 molares humanos recém extraídos. Previamente aos procedimentos experimentais, os dentes foram selecionados de uma amostra de 176 dentes armazenados em formol 2%, pH 7. Após a seleção em lupa estereoscópica^α (MEIJI - 2000[®]), com o objetivo de eliminar os dentes que se apresentassem com trincas ou defeitos superficiais da coroa e das raízes, os dentes foram limpos com o auxílio de curetas periodontais e lavados em água corrente.

Em cada dente, foram realizadas duas cavidades classe II, do tipo "slot vertical", sendo uma méso-oclusal e a outra disto-oclusal, que apresentavam as seguintes características – Figura 1:

-1 mm abaixo da junção cimento-esmalte (margem cervical),

-3 mm de largura na distância vestibulo-lingual,

-1,5 mm de profundidade.

^α Lupa estereoscópica MEIJI - 2000

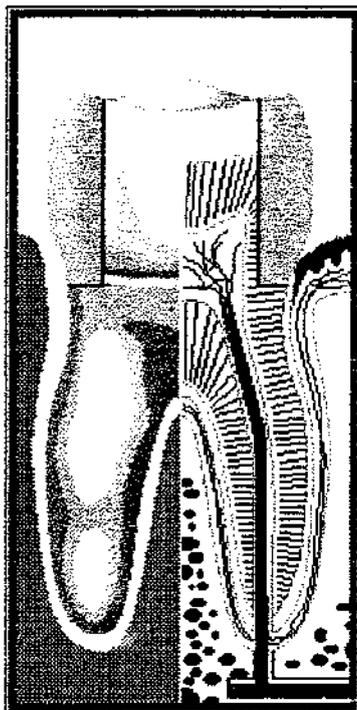


Figura 1- *Esquema ilustrativo dos preparos cavitários empregados no trabalho.*

Os preparos cavitários foram feitos com brocas número 245 de carboneto de tungstênio em alta rotação*, sob refrigeração constante de "spray" ar - água. Em seguida, as 100 cavidades foram aleatoriamente divididas em 4 grupos, com 25 cavidades em cada grupo, de acordo com os adesivos e técnicas restauradoras a serem testadas (Quadro 1):

* Turbina de alta rotação Dabi – Atlante MS - 350 - Brasil

Quadro 1 – Sistemas adesivos e técnicas restauradoras avaliadas no trabalho

Adesivo Dentinário	Técnica Restauradora	Característica do adesivo
Etch & Prime 3.0 ®(Degussa) – E&P3.0 M	Inserção do compósito em múltiplos incrementos	Adesivo hidrófilo auto-condicionante
Etch & Prime 3.0 ®(Degussa) – E&P3.0U	Inserção do compósito em um incremento único	Adesivo hidrófilo auto-condicionante
Single Bond ® (3 M) – SBM	Inserção do compósito em múltiplos incrementos	Adesivo de frasco único hidrófilo
Single Bond ® (3 M) – SBU	Inserção do compósito em um incremento único	Adesivo de frasco único hidrófilo

Os sistemas adesivos foram aplicados de acordo com as instruções dos fabricantes, e as cavidades foram restauradas com o compósito⁴ em incremento único ou 3 incrementos (LUTZ ET.AL 1986), sendo cada incremento polimerizado por 40 segundos. As restaurações receberam acabamento e polimento, após 24 horas do término da sua confecção, com discos de óxido de alumínio⁵. Após o polimento, os dentes foram armazenados em ambiente úmido em estufa⁶ por mais 24 horas para, em seguida, serem submetidos à termociclagem em água destilada. Os corpos de prova foram termociclados 1000 vezes, sendo que cada

⁴ Resina Composta Microhíbrida Z 100 (3M) - Brasil

⁵ Discos de óxidos de alumínio de granulções variadas – Sof-tex (3M) - Brasil

⁶ Estufa de cultura modelo 002 CB – FANEM Ltda. - Brasil

ciclo consistiu na imersão em água destilada a $5^{\circ} \pm 1^{\circ} \text{C}$ por 1 minuto e a $55^{\circ} \pm 1^{\circ} \text{C}$ por 1 minuto em máquina de ciclagem térmica^o.

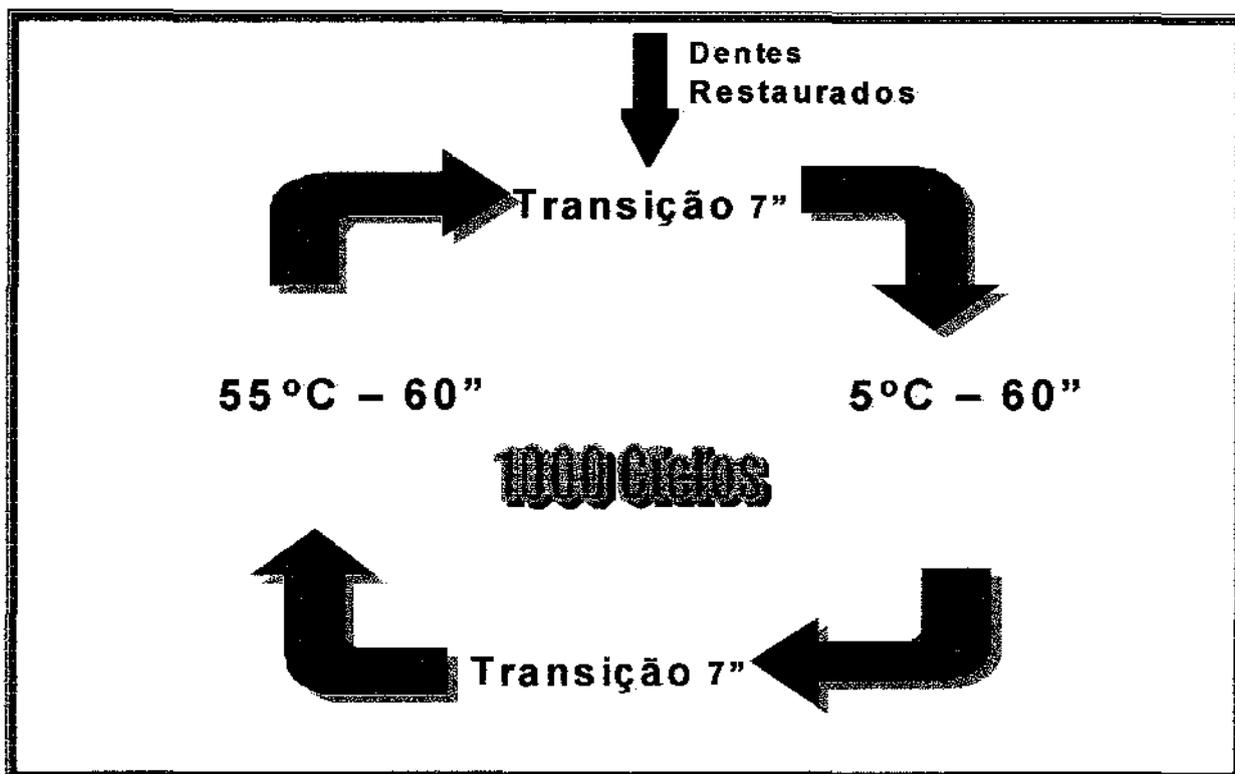


Figura 2: Esquema de ciclagem térmica empregado previamente à imersão dos dentes no corante

Para a avaliação de microinfiltração marginal, os dentes foram imersos em uma solução corante^v. A fim de evitar que o elemento traçador penetrasse em outras regiões do dente além da interface da margem cervical, antes da imersão dos dentes no corante, foi aplicada cola epóxica³ na raiz dos mesmos, além de pinceladas duas camadas de esmalte de unha^e em todo o dente, respeitando a distância limite de 1 mm da restauração.

^o Máquina de ciclagem térmica MCT2-AMM - Instrumental - Brasil

^v Azul de metileno microbiológico - Merck - Germany

³ Cola Epóxica - Araldite - Brasil

^e Esmalte de unha Risqué - Niasi S.A. - Brasil

Em seguida, os dentes foram imersos em uma solução aquosa de azul de metileno a 2%^ψ por 4 horas. Decorrido o período de imersão no corante, os dentes foram lavados em água destilada corrente por 10 minutos. Após esse procedimento, os dentes foram seccionados no sentido méso-distal com discos diamantados^ϕ com a secção feita no meio da restauração. A análise do grau de infiltração marginal dos grupos experimentais foi realizada em lupa estereoscópica^ζ seguindo os seguintes critérios: (Figura 3)

- **grau 0:** total ausência de corante na interface dente/restauração no nível cervical,
- **grau 1:** penetração do corante até 1/3 da parede cavitária,
- **grau 2:** penetração além de 1/3 de corante na parede cavitária, sem atingir a parede axial,
- **grau 3:** penetração do corante, atingindo o ângulo cérvico-axial,
- **grau 4:** penetração além do ângulo cérvico-axial.

^ψ Azul de metileno microbiológico – Merck - Germany

^ϕ Discos diamantados dupla face KGSorensen – referência 070 - Brasil

^ζ Lupa estereoscópica MELII - 2000 - Rep. da China

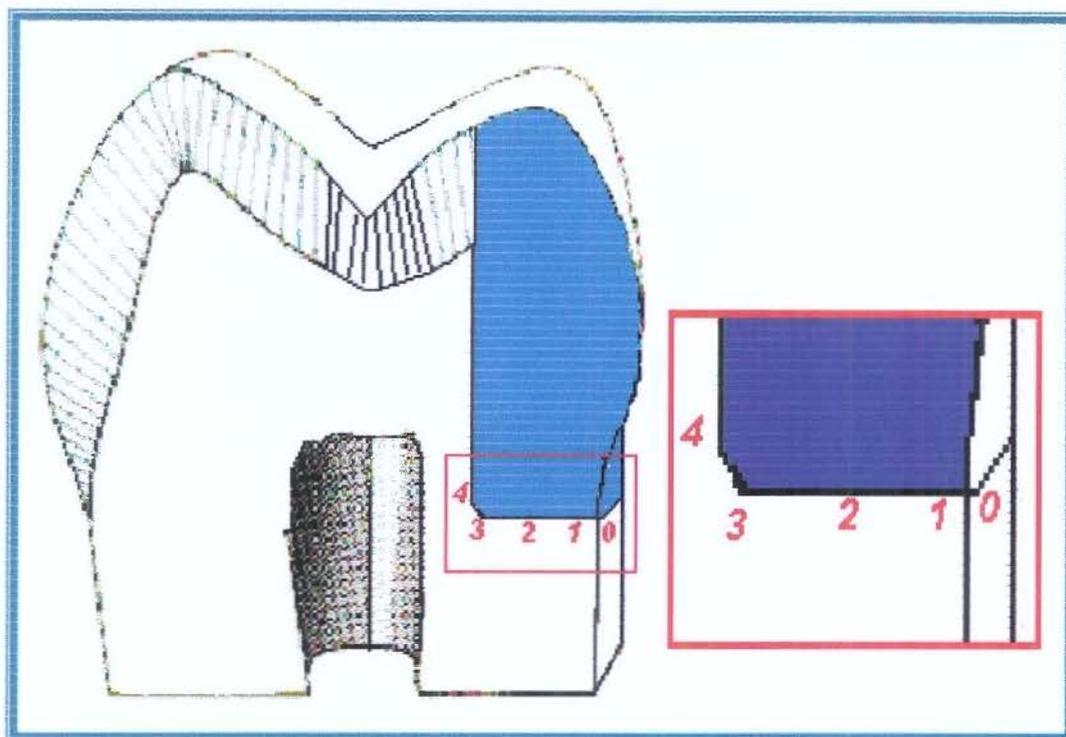


Figura 3 - Esquema ilustrativo dos escores de microinfiltração na margem cervical

Para a análise estatística dos resultados foi inicialmente empregado o estimador de reprodutibilidade Kappa (Cohen, 1960), para avaliar as respostas dos 3 examinadores para o teste de concordância. Das observações dos 3 examinadores foram obtidas as medianas, sendo estas empregadas na análise estatística. Optou-se pelo método não-paramétrico de Kruskal-Wallis (Campos, 1983), para comparar os grupos experimentais. Para a realização dos cálculos estatísticos dos dados foi empregado o software STATA®.

5 - RESULTADOS

5 – RESULTADOS

Após a avaliação das margens, foram estabelecidos escores para determinar o grau de infiltração na margem cervical das restaurações de classe II em compósito (Figuras 4, 5, 6, 7, 8). Depois de tabulados os resultados dos três examinadores, aplicou-se o teste de reprodutibilidade dos pares de examinadores para os escores considerados neste trabalho (Tabelas 1, 2 e 3).



Figura 4 – Imagem ilustrativa de uma restauração com escore "0".



Figura 5 – Imagem ilustrativa de uma restauração com escore "1".



Figura 6 – Imagem ilustrativa de uma restauração com escore "2".



Figura 7 – Imagem ilustrativa de uma restauração com escore “3”.



Figura 8 – Imagem ilustrativa de uma restauração com escore “4”.

Tabela 1 – Apresentação das respostas de concordância de examinadores 1 e 2.

Examinador 1	Examinador 2					Total
	0	1	2	3	4	
0	9	11	2	0	0	22
1	0	8	6	0	0	14
2	0	1	8	3	0	12
3	0	0	2	5	8	15
4	0	0	0	0	37	37
Total	9	20	18	8	45	100

Estimador Kappa = **0,5612**

% concordância = **67,00%**

Tabela 2 – Apresentação das respostas de concordância de examinadores 1 e 3.

Examinador 1	Examinador 3					Total
	0	1	2	3	4	
0	7	13	2	0	0	22
1	3	3	7	1	0	14
2	0	1	4	7	0	12
3	0	0	4	2	9	15
4	0	0	0	2	35	37
Total	10	17	17	12	44	100

Estimador Kappa = **0,3493**

% concordância = **51,00%**

Tabela 3 – Apresentação das respostas de concordância de examinadores 2 e 3.

Examinador 2	Examinador 3					Total
	0	1	2	3	4	
0	7	2	0	0	0	9
1	3	14	3	0	0	20
2	0	1	12	5	0	18
3	0	0	2	4	2	8
4	0	0	0	3	42	45
Total	10	17	17	12	44	100

Estimador Kappa = **0,7078**

% concordância = **79,00%**

A Tabela 4 apresenta o critério de Landis & Koch (1977), para a avaliação dos estimadores Kappa.

Tabela 4 – Critério de Landis & Koch

K	Concordância
< 0,00	Ruim
0,00 0,21	Fraca
0,21 0,41	Sofrível
0,41 0,61	Regular
0,61 0,81	Boa
0,81 1,00	Ótima

O resultado do teste de Kruskal-Wallis para os escores obtidos das observações dos 3 examinadores não revelou valor significativo ($S_1=1206.5$; $S_2=1043.0$; $S_3=1383.5$; $S_4=1417.0$; $H=4.269$; $\alpha=0.2338$). Sendo assim, para a análise estatística dos dados foram levados em consideração os escores anotados

pelo examinador 2, o qual apresentou melhores percentuais de concordância inter-examinadores (Tabelas 1 a 3). O gráfico 1 ilustra a distribuição dos escores e as medianas observadas nos diferentes grupos; na tabela 5 podem ser vistos os valores exploratórios.

Gráfico 1 - Diagrama de "Box-Plot" dos procedimentos restauradores de classe II com compósito em margens cervicais de dentina.

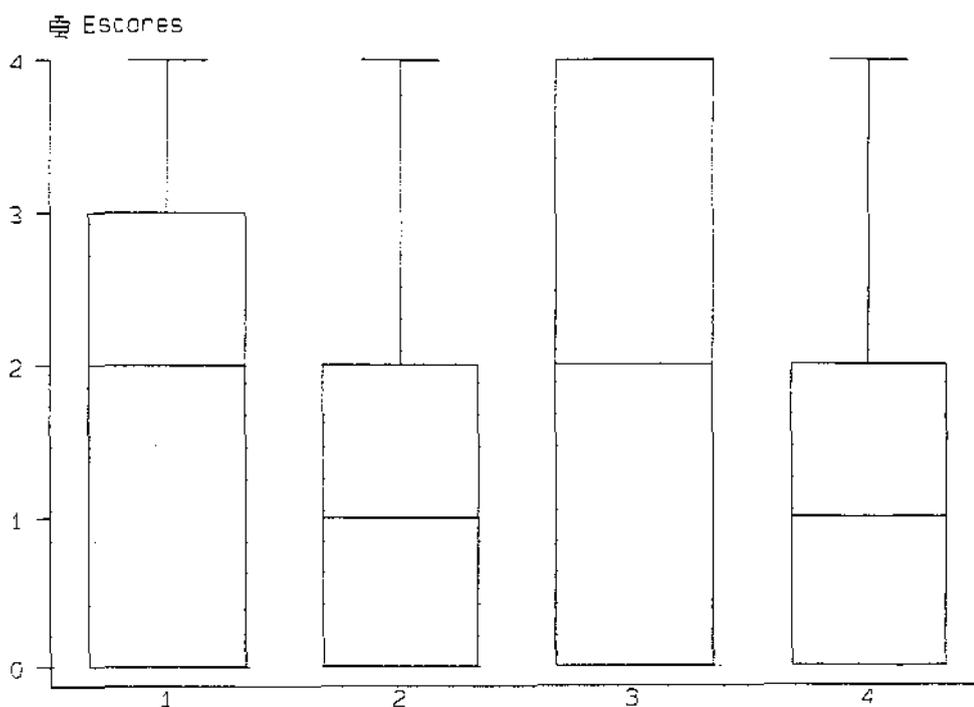


Gráfico 2 - Diagrama ilustrativo da distribuição de escores de microinfiltração para os corpos-de-prova do grupo 1 (EPU) - Adesivo Etch & Prime 3.0 e restauração em incremento único.

Grupo = 1

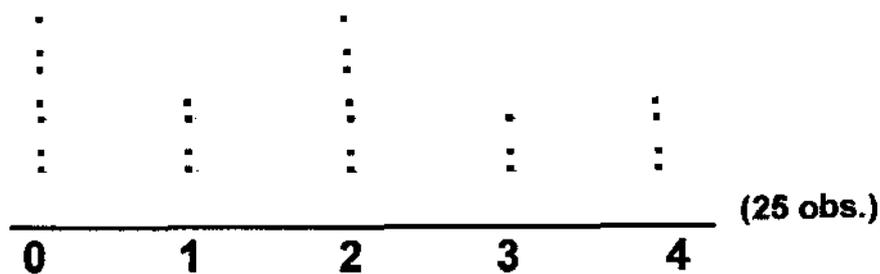


Gráfico 3 - Diagrama ilustrativo da distribuição de escores de microinfiltração para os corpos-de-prova do grupo 2 (EPM) - Adesivo Etch & Prime 3.0 e restauração em múltiplos incrementos.

Grupo = 2

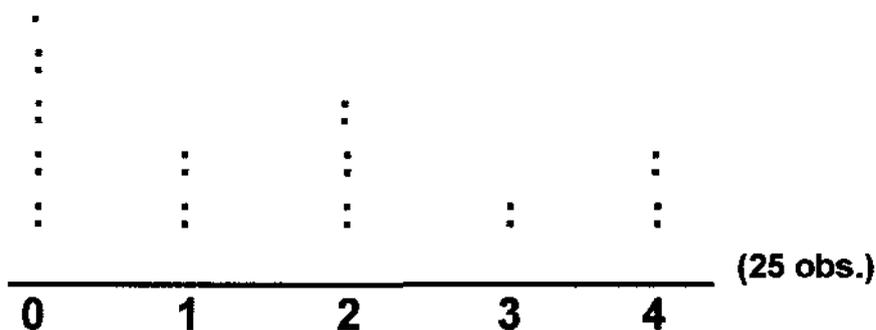


Gráfico 4 - Diagrama ilustrativo da distribuição de escores de microinfiltração para os corpos-de-prova do grupo 3 (SBU) - Adesivo Single Bond e restauração em incremento único.

Grupo = 3

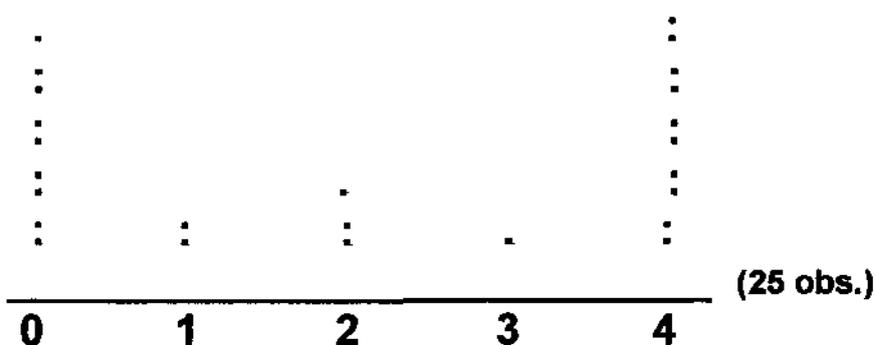


Gráfico 5 - Diagrama ilustrativo da distribuição de escores de microinfiltração para os corpos-de-prova do grupo 2 (SBM) - Adesivo Sigle Bond e restauração em múltiplos incrementos

Grupo = 4

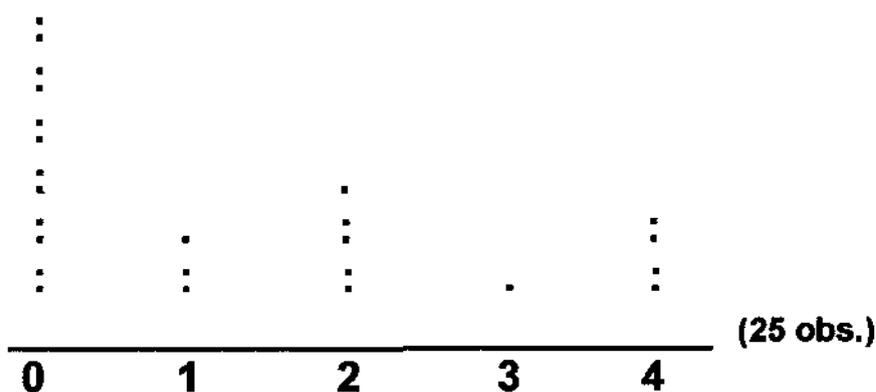


Tabela 5 - Apresentação dos valores exploratórios (mediana e amplitude) e das somas das ordens do Teste de Kruskal-Wallis.

Grupos	Soma		
Experimentais	Mediana	Amplitude	das Ordens
E&P3.0M	1	4	1221,00
E&P3.0U	2	4	1319,00
SBM	1	4	1098,00
SBU	2	4	1412,00

$\chi^2 = 2.582$

probabilidade = 0.4607

Os resultados demonstraram não haver diferença estatística com relação à técnica restauradora, empregando um ou múltiplos incrementos. Com relação aos adesivos testados, Etch & Prime 3.0 (Degussa) adesivo hidrófilo auto-condicionante e Single Bond (3M) adesivo hidrófilo de frasco único, também não se detectou diferença estatisticamente significativa, verificando uma variação maior nos resultados para as cavidades que foram restauradas pela técnica de incremento único (Gráficos 1 a 5).

6 - DISCUSSÃO

6 - DISCUSSÃO

A odontologia restauradora vem sofrendo profundas modificações desde que nos anos 50 deu-se início às pesquisas em busca de um material ou técnica restauradora adesiva. O primeiro passo nessa direção foi dado com o desenvolvimento da técnica de condicionamento ácido no esmalte, porém as cavidades com margens localizadas em dentina apresentavam ainda um grande grau de infiltração marginal, resultando no fracasso da restauração (DAVIDSON, DEGEE & FELTZER, 1984; MJÖR, 1985; ABDALLA & DAVIDSON, 1993; DIETSCHI ET AL. 1995).

Os primeiros adesivos dentinários datam dos anos 50 e 60 (SWIFT JR., PERDIGÃO & HEYMANN, 1995), todavia o sistema pelo qual se buscava adesão à dentina era baseado na união química com o cálcio e não levava em consideração a presença da "smear layer" constituída de cálcio e fosfato, resultante de raspas de dentina, bactérias, sangue e fluidos dentinários. Essa camada, fracamente ligada à dentina, atuava como um obstáculo, dificultando a adesão. (RETIEF, 1994; SWIFT JR., PERDIGÃO & HEYMANN, 1995).

Somente nos anos 80 surgiram os adesivos constituídos basicamente por ésteres fosfonados que, como os adesivos dentinários anteriores, buscavam a adesão através de uma interação iônica com o cálcio e o fosfato (OMURA ET AL. 1984; SWIFT JR., PERDIGÃO & HEYMANN, 1995). Como a "smear layer" não era removida, os valores de adesão se limitavam à força coesiva da mesma,

resultando em baixos valores de adesão e alto grau de microinfiltração (RETIEF, 1994; SWIFT JR. & VARGAS, 1994; SWIFT JR, PERDIGÃO & HEYMANN, 1995).

Novos trabalhos foram sendo desenvolvidos, indicando a necessidade de eliminar as interferências da *smear layer* sobre os adesivos dentinários e, com isso, na segunda metade dos anos 80 foram lançados os adesivos com mecanismo de ação micromecânico e químico. Para isso, eram aplicados "*primers*", basicamente ácidos orgânicos, que modificavam ou removiam completamente a *smear layer*, facilitando a penetração dos componentes resinosos no interior dos túbulos dentinários. Os valores de adesão, bem como os resultados de microinfiltração, foram melhores que os adesivos anteriormente citados, porém ainda não eliminavam totalmente a microinfiltração. Esses resultados foram analisados e verificou-se que, apesar de remover a *smear layer*, esses adesivos dentinários apresentavam pouco ou nenhum componente hidrófilo em suas composições (RETIEF, 1994; SWIFT JR, PERDIGÃO & HEYMANN, 1995).

Diante dessas observações, foram desenvolvidos adesivos dentinários hidrófilos, que utilizam a técnica do condicionamento ácido total, que atua removendo totalmente a *smear layer*, abre os túbulos dentinários, aumenta a permeabilidade dentinária, descalcificando a dentina peri e intertubular (NAKABAYASHI, KOJIMA & MASUHARA, 1982; BERTOLOTTI, 1991; NAKABAYASHI, ASHIZAWA & NAKAMURA, 1992). Com isso, fluidos dentinários afloram na superfície dentinária, porém, através da aplicação de "*primers*" hidrófilos, a adesão ocorre

mesmo na dentina umedecida (NAKABAYASHI, ASHIZAWA & NAKAMURA, 1992). Esses agentes hidrófilos penetram no emaranhado de fibras colágenas e nos túbulos dentinários abertos, formando a camada híbrida (NAKABAYASHI, ASHIZAWA & NAKAMURA, 1992; SWIFT JR, PERDIGÃO & HEYMAN, 1995).

Com a proposta de facilitar a aplicação clínica dos adesivos dentinários, diversos sistemas de um único frasco estão sendo lançados, e alguns trabalhos têm demonstrado que esses adesivos se comportam de maneira semelhante aos outros sistemas com vários frascos, formando a camada híbrida e com valores de adesão semelhantes (CASTELNUOVO, TJAN & LIU 1996; GIANINI, 1997).

Porém, mais recentemente, estão sendo desenvolvidos adesivos denominados autocondicionantes, que apresentam como principal característica a eliminação da etapa clínica do condicionamento ácido. Isso ocorre em função de uma reação química decorrente de *primers* ácidos (BARKMEIER, LOS & TRIOLO, 1995; PERDIGÃO ET AL, 1997; GORDAN, ET AL. 1998; HARA ET AL. 1999). Como esses *primers* apresentam em sua composição um monômero ácido, ocorre um condicionamento tanto do esmalte quanto da dentina (BARKMEIER, LOS & TRIOLO, 1995; PERDIGÃO ET AL, 1997). Esse monômero ácido, que condiciona a superfície da dentina, remove a "smear layer", penetra na dentina peri e inter tubular, juntamente com o HEMA, formando a camada híbrida, responsável pela adesão. Assim que o sistema é fotopolimerizado, esse *primer* ácido é integrado à rede de polímeros, interrompendo o efeito do condicionamento (PERDIGÃO ET AL, 1997).

Neste trabalho, avaliou-se a capacidade de controlar a microinfiltração de um adesivo de frasco único, Single Bond - 3M e um adesivo autocondicionante, Etch & Prime 3.0 - Degussa. Entretanto, pôde-se verificar pelos resultados que ambos não foram capazes de controlar totalmente a infiltração marginal, da mesma forma que no trabalho de MIRANDA JR, em 1999, embora seja possível notar que as medianas dos escores não foram tão elevadas diante de desafios térmicos e em margens de dentina, onde os níveis de microinfiltração são freqüentemente maiores (ABDALLA & DAVIDSON, 1993; LUTZ ET AL, 1986; EAKLE & NAKAMOTO, 1989; PIMENTA & PAIVA, 1997; NEIVA ET AL., 1998; CARDOSO & VIEIRA, 1998; MIRANDA JR, 1999; AFFLECK ET AL, 1999. (Tabela 5).

O desenvolvimento de materiais restauradores estéticos e a melhoria das técnicas, principalmente nos últimos 20 anos, permitiram que os compósitos passassem a ser indicados para restaurar dentes posteriores (WILSON, MANDRADJIEFF & BRINDOCK, 1990; PASHLEY, 1990; SWIFT JR., PERDIGÃO & HEYMAN, 1995; OPDAM² ET AL., 1998). Entretanto, existem ainda características desses materiais, tais como a contração de polimerização e o coeficiente de expansão térmica linear que podem gerar falhas na interface dente/restauração resultando no fracasso clínico da mesma (HEBREE & TAYLOR, 1984; DAVIDSON, DEGEE & FELTZER, 1984; WILSON, MANDRADJIEFF & BRINDOCK, 1990; LUTZ, KREJCI, BARBAKOW, 1991; DIETSCHI ET AL., 1995. LIBERMAN ET AL., 1997).

Por essas razões, técnicas restauradoras com resina composta, para cavidades de dentes posteriores, vêm sendo estudadas e aplicadas, visando a

reduzir os efeitos da contração de polimerização (JORGENSEN & HISAMITSU, 1984; LUTZ ET AL., 1986; DIETSCHI ET AL., 1995; GODDER, SETTEMBRINI & ZHUKOVSKY, 1995; LIBERMAN ET AL. 1997; NEIVA ET AL., 1998; AFFLECK ET AL., 1999). Dentre as técnicas desenvolvidas, basicamente pode-se observar que a maioria dos autores opta pela inserção da resina composta em pequenos incrementos (DAVIDSON, DEGEE, & FELTZER, 1984; LUTZ ET AL., 1986; WILSON, MANDRADJIEFF & BRINDOCK, 1990; RETIEF, 1994; DIETSCHI, 1995), uma vez que a contração de polimerização está diretamente relacionada ao volume de material (DAVIDSON, DEGEE, & FELTZER, 1984; LUTZ ET AL., 1986; RETIEF, 1994). Diante dessas alternativas, foi avaliado neste trabalho o efeito da contração de polimerização, quando empregada uma técnica incremental (LUTZ ET AL., 1986) ou a inserção por incremento único, no que se refere à infiltração marginal. Os resultados apontaram que não há efeito dessas técnicas, não sendo detectada diferença estatística significativa ($p>0,05$), assim como em outros trabalhos (JORGENSEN & HISAMITSU, 1984; BERTOLOTTI, 1991; PUCKETT ET AL., 1992; TJAN, BERGH & LIDNER, 1992; MANGUM JR. ET AL., 1994; GODDER, SETTEMBRINI & ZHUKOVSKY, 1995; NEIVA ET AL., 1998; AFFLECK ET AL., 1999).

Dentre os métodos *in vitro* de se avaliar a eficácia da adesão desses materiais restauradores com a estrutura dental, basicamente existem três caminhos: os testes mecânicos, que avaliam quantitativamente a força de união dos materiais com o esmalte ou a dentina (FORTIN ET AL, 1994. PASHLEY, 1995; BARKMEIER, LOS & TRIOLO, 1995; GIANNINI, 1997; PERDIGÃO ET AL., 1997; HARA ET AL. 1999); as medições em MEV das fendas formadas durante a contração de

polimerização dos compósitos (JORGENSEN & HISAMITSU , 1984; GWINNETT ET AL., 1995. OPDAM² ET AL., 1998) ou os testes de microinfiltração que buscam avaliar de forma quantitativa ou qualitativa o grau de infiltração que pode ocorrer na interface entre dente e restauração(KIDD, 1976; CRIM & MAILINGLY, 1981; DEJOU , SINDRES & CAMPS, 1996 ALANI & TOH, 1997). Cabe salientar que todos esses métodos *in vitro* podem dar indicativos da capacidade de adesão dos materiais, entretanto apresentam algumas limitações.

Com relação aos testes mecânicos, eles vêm sendo amplamente utilizados com adesivos e compósitos, possibilitando uma rápida comparação entre os diversos sistemas adesivos, indicando através de valores de tensão (MPa ou Kg/cm²) a capacidade adesiva dos materiais. Porém esse tipo de experimento exige uma máquina universal de ensaios que demanda maior custo e um laboratório mais equipado. Além disso, como os corpos-de-prova são aderidos sobre uma plataforma plana de esmalte ou dentina, não reproduzem adequadamente as tensões geradas durante a polimerização dos compósitos dentro de uma cavidade tridimensional.

Já as avaliações das formações de fendas nas margens cavitárias através de MEV, permitem medir o quanto ocorreu de ruptura da interface adesiva, porém não possibilitam avaliar essa falha por toda a parede da cavidade, o que muitas vezes dificulta determinar a eficiência dos sistemas adesivos (ALANI & TOH, 1997).

Com relação aos testes de microinfiltração, método esse empregado neste trabalho, apresentam também algumas vantagens e limitações. Dentre os diversos métodos utilizados para avaliar a microinfiltração marginal podem ser feitas análises quantitativas, empregando-se a espectrofotometria para quantificar o corante na margem das restaurações (MORAIS, RODRIGUES JR. & PIMENTA, 1999); o desenvolvimento de cárie artificial e a avaliação das lesões através de microdureza (PIMENTA ET AL. 1998). Outras alternativas são as análises qualitativas, utilizando-se pressão de ar, penetração de bactérias, corantes, elementos traçadores como o nitrato de prata ou radioisótopos, que permitem avaliar, através de escores, o grau de infiltração marginal (KIDD, 1976; ALANI & TOH, 1997).

Embora a quantificação possa permitir uma análise mais objetiva da microinfiltração, pode também proporcionar erros na interpretação dos resultados. Assim, um adesivo que apresente uma pequena falha de adesão em toda a margem cavitária, não necessariamente deve apresentar infiltração que se estenda por toda a parede, em direção à polpa. Em outras situações, o adesivo pode falhar somente em um determinado ponto, porém essa infiltração se direcionar para a polpa. Ao se fazer a quantificação do corante nas duas condições, verificar-se-iam valores semelhantes de corante, porém com comprometimentos distintos às estruturas dentais. Além disso, para se avaliar quantitativamente a infiltração marginal é necessário que se destrua o corpo de prova, triturando-o e dissolvendo-o, para que o sobrenadante seja lido em um

espectrofotômetro (MORAIS, RODRIGUES JR. & PIMENTA, 1999), inviabilizando reavaliações ou outros tipos de análise.

Partindo desse raciocínio, o método qualitativo, empregando cortes das restaurações, apesar de ilustrar uma determinada região da restauração, por onde passa o corte, permite fazer uma análise comparativa por escores em função do grau de infiltração das restaurações ou dos sistemas adesivos. Por ser um método de avaliação subjetivo, é interessante que se tenha o maior número possível de repetições dos diferentes tratamentos a fim de possibilitar uma amostragem mais homogênea e uma confiabilidade maior dos resultados. Por essas razões é que foram realizadas 25 repetições para cada tratamento neste trabalho, fato esse que não foi observado em outros trabalhos.

Ao se analisar os resultados deste experimento, observa-se que nenhum dos tratamentos foi capaz de eliminar a infiltração marginal (Tabela 5). Entretanto pode-se verificar alguns fatos muito interessantes. No que diz respeito à técnica restauradora, tanto a opção de único incremento como a de múltiplos incrementos não conseguiram impedir a infiltração marginal na região cervical em dentina, não havendo diferença estatisticamente significativa, independente do adesivo utilizado (Tabela 5). Apesar de existirem trabalhos que sugerem o emprego da técnica incremental para reduzir a formação de fendas na interface dente/restauração ou diminuir os fenômenos de microinfiltração (LUTZ ET AL., 1986; DIETSCHI, 1995), esse fato não foi observado em outros trabalhos (JORGENSEN & HISAMITSU, 1984; BERTOLOTTI, 1991; PUCKETT ET AL., 1992; TJAN, BERGH & LIDNER, 1992; MANGUM JR.

ET AL., 1994; GODDER, SETTEMBRINI & ZHUKOVSKY, 1995; NEIVA ET AL., 1998; AFFLECK ET AL., 1999), assim como neste experimento.

Entretanto, sabe-se que a técnica incremental tem como objetivo também reduzir a sensibilidade pós-operatória (PASHLEY, 1990; PRATI² ET AL, 1994; OPDAM² ET AL., 1998) comumente observada em casos onde um grande volume de resina composta é polimerizado, gerando grande contração de polimerização. Além disso, a polimerização única pode gerar tensões nas margens que, diante de esforços oclusais ou desafios térmicos existentes na cavidade bucal, podem levar a uma ruptura das margens mais precoce, reduzindo a longevidade clínica das restaurações (OPTAM ET AL. 1998).

Sendo assim, apesar de não terem sido detectadas diferenças estatisticamente significantes com relação aos tipos de adesivos, de frasco único e autocondicionante e às técnicas restauradoras, verifica-se uma maior variação dos resultados quando foi realizada a técnica de incremento único, para ambos os adesivos (Gráficos 1, 2 e 4). Por essa razão, deve-se levar em consideração outros fatores como: o estresse de contração de polimerização, as variações térmicas existentes na cavidade bucal, o tamanho da cavidade a ser restaurada e o volume de material a ser inserido, bem como a localização da margem cavitária, antes de se optar por uma técnica restauradora. Por outro lado é importante que se questione quais os benefícios da técnica incremental e não se aceite esse procedimento como um "dogma" da Odontologia.

7 - CONCLUSÃO

7 - CONCLUSÃO

Baseado nos resultados e discussão parece válido concluir que:

- Nenhum dos adesivos, Single Bond - 3M, adesivo hidrófilo de frasco único ou Etch & Prime 3.0 - Degussa, adesivo hidrófilo autocondicionante, foi capaz de controlar totalmente a infiltração marginal em cavidades de classe II em resina composta com margem em dentina, independente da técnica restauradora.

- As técnicas restauradoras de incremento único ou incremental de Lutz se comportaram de forma semelhante, independente do sistema adesivo empregado.

9 - REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

9 - REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS (NBR-6023 - ABNT - 1989)

- ABDALLA, A. L.; DAVIDSON, C. L. Comparison of the marginal integrity of *in vivo* and *in vitro* class II composite restorations. J. Dent. 21(3): 158 - 62, Jun. 1993.
- AFFLECK, M. S.; DENEHY, G. E.; VARGAS, M. A.; SETIEN, V. J. Microleakage with incremental versus bulk placement utilizing condensable composites. J. Dent. Res. 78(SI): 155 [Abstract 393], Mar 1999.
- ALANI, A. H. ; TOH, C. H. Detection of microleakage around dental restorations: a review. Operative Dent., 22(3): 173-85, 1997.
- AQUILINO, S. A.; WILLIAMS, V. D.; SVARE, C. W. The effect of storage and mounting media on the bond strengths of a dentinal adhesive to dentin. Dent. Mater. 3: 131 - 35, 1987
- BARKMEIER W.W.; LOS S. A.; TRIOLO P. T. JR. Bond strengths and SEM evaluation of Clearfil Liner Bond 2. Amer. J. Dent. 8(6):289-93 Dec 1995
- BATTER, J. G. ; HENSON, J. L. Microleakage of direct filling materials in class V restorations using thermal cycling. Quintessence Int. 16(11): 765-69, 1985.
- BEROLOTI, R. L. Posterior composite technique utilizing directed polymerization shrinkage and a novel matrix. Pract. Periodontics Aesthet. Dent. 3(4):53-8, Jun-Jul 1991
- BERTOLOTI R. L. Total etch--the rational dentin bonding protocol. J. Esthet. Dent. 3(1): 1-6, 1991
- CARDOSO, M.; VIEIRA, L. C. C. Infiltração marginal em cavidades classe II MOD em pré-molares. Rev. APCD. 52(1): 65 - 69, Jan/Fev. 1998.

- CASTELNUOVO, J.; TJAN, A. H.; LIU, P. Microleakage of multi-step and simplified-step bonding systems. **Amer. J. Dent.** 9(6):245-8, Dec 1996
- CHAN, W. Y. ; GLYN JONES, J.C. Significance of thermal cycling in microleakage analysis of root restorations. **J. Dent.** 22 : 292-95, 1994
- CRIM, G. A. ; GARCIA - GODOY, F. Microleakage: the effect of storage and cycling duration. **J. Prosth. Dent.** 57(5): 574-6, May 1987
- CRIM, G. A. ; MATTINGLY, S. L. Evaluation of two methods for assessing marginal leakage. **J. Prosth. Dent.** 45(2): 160-3, Feb. 1981.
- CRIM, G. A. ; SWARTZ, M. L.; PHILLIPS, M. S. Comparison of four thermocycling techniques. **J. Prosth. Dent.** 53(1): 50 - 3, Jan. 1985.
- DAVIDSON, C. L.; DEGEE, A. J.; FELTZER, A. The competition between the composite-dentin bond strength and the polymerization contraction stress. **J. Dent. Res.**, 63: 1396-9, 1984.
- DEJOU J.; SINDRES V.; CAMPS J. Influence of criteria on the results of in vitro evaluation of microleakage **Dent. Mater**;12(6):342-9, Nov 1996
- DIETSCHI, D.; DE SIEBENTHAL, G.; NEVEU-ROSENSTAND, L.; HOLZ, J. Influence of the restorative technique and new adhesives on the dentin marginal seal and adaptation of resin composite class II restorations: an in vitro evaluation. **Quintessence Int.** 26(10): 717 - 27, 1995.
- EAKLE, W. S.; NAKAMOTO, D. K. Microleakage in MOD resin composite with three dentin bonding agents. **Dent. Mater.** 5(6): 361 - 64, Nov. 1989.
- FITCHIE, J. G.; PUCKETT, A. D.; REEVES, G. W.; HEMBREE, J. H. Microleakage of a new dental adhesive comparing microfilled and hybrid resin composites **Quintessence Int.** 26(7):505-10, 1995

- FORTIN, D.; SWIFT JR. E. J.; DENEHY, G. E.; REINHARDT, J. W. Bond strength and microleakage of curent dentin adhesives. Dent. Mat. 10(4): 253 - 58, Jul. 1994.
- GIANNINI, M. Avaliação in vitro da resistência às forças de cisalhamento de quatro sistemas adesivos hidrófilos. Tese de Mestrado, Faculdade de Odontologia de Piracicaba - Unicamp, 1997.
- GILMOUR, A. S. M.; EDMUNDS, D. H.; DUMMER, P. M. H. The production of secondary caries-like lesions on cavity walls and the assessment of microleakage using an *in vitro* microbial caries system. J. Oral Rehabil., v. 17, n. 6, p. 573-8, 1990.
- GODDER, B.; SETTEMBRINI, L.; ZHUKOVSKY, L. Direct-shrinkage composite placement. Gen. Dent. 43(5):444-6, Sep-Oct 1995.
- GORDAN, V. V.; VARGAS, M. A.; COBB, D. S.; DENEHY, G. E. Evaluation of acidic primers in microleakage of Class 5 composite resin restorations. Operative Dent. 23(5):244-9. Sep-Oct 1998
- GUZMAN, H. J.; SWARTZ, M. L.; PHILLIPS, R. W. Marginal leakage of dental restorations subjected to thermal stress. J. Prosth. Dent., v.21, n. 2, p. 166-75, Feb. 1969.
- GWINNETT, J. A.; TAY, F. R.; PANG, K. M., WEI, S. H. Comparison of three methods of critical evaluation of microleakage along restorative interfaces. J. Prosth. Dent. 74(6): 575 - 85, Dec. 1995.
- HALLER, B.; TROJANSKI, A. Effect of multi-step dentin bonding systems and resin-modified glass ionomer cement liner on marginal quality of dentin-

- bonded resin composite Class II restorations. Clin. Oral Investig. 2(3):130-6, Sep 1998
- HALLER, B.; HOFMANN, N.; KLAIBER, B.; BLOCHING, U. Effect of storage media on microleakage of five dentin bonding agents. Dent. Mater. 9(3): 191 - 97, May 1993
- HARA, A. T.; AMARAL, M. C. ; SINHORETTE, M.; PIMENTA, L. A. F. An in vitro shear bond strength study of hydrophilic adhesive systems on enamel. Amer. J. Dent., *in press*, 1999.
- HEMBREE, H. J. ; TAYLOR, T. J. Marginal leakage of visible light - cured composite resin restorations. J. Prosth. Dent. 52(6): 790-93, Dec. 1984.
- HOLTAN, J. R. et al. Microleakage of five dentinal adhesives. Operative Dent. 19(5): 189-93, Sept. 1993.
- JORGENSEN, K. D.; HISAMITSU, H. Class 2 composite restorations: prevention in vitro of contraction gaps. J. Dent. Res. 63(2):141-5 Feb 1984
- KIDD, E. M. A. Microleakage: a review . J. Dent., Oxford 14(4): 199-204, 1976.
- KIDD, E. M. A. ; SILVERSTONE, L. M. Remineralisation " in vitro " of artificial caries-like lesions produced in relation to amalgam restorations. Caries Res., v.12, n.4, p.238-42, 1978.
- KRISHNAN V. K.; BINDHU D. B.; MANJUSHA K. J. Studies on microleakage associated with visible light cured dental composites. Biomater. Appl. 10(4):348-59, Apr 1996
- LIBERMAN, R.; BEN-AMAR, A.; HERTEANU, L.; JUDES, H. Marginal seal of composite inlays using different polymerization techniques. J. Oral Rehabil. 24(1):26-9, Jan 1997

- LUTZ F, KREJCI I, BARBAKOW F . Quality and durability of marginal adaptation in bonded composite restorations. **Dent. Mater.** Apr;7(2):107-13, 1991
- LUTZ F, KREJCI I, LUESCHER B, OLDENBURG TR Improved proximal margin adaptation of Class II composite resin restorations by use of light-reflecting wedges. **Quintessence Int.** 17(10): 659-64, 1986.
- MANDRAS, R. S.; THURMOND, J. W.; LATTA, M. A.; MATRANGA, L. F.; KILDEE, J.M.; BARKMEIER, W. W. Three - year clinical evaluation of the Clearfil Liner Bond System. **Operative Dent.** 22(6): 266 - 77, Nov-Dec 1997.
- MANGUM JR., F. I.; BERRY, E. A.; DESCHEPPER, E.; RIEGER, M. R. Microleakage of incremental versus compression matrix bulk filling of cervical resin composite restorations. **Gen. Dent.** 42(4):304-8, Jul-Aug 1994
- MIRANDA JR, W. G.; NUNES, M. F.; CARDOSO, P. E. C.; SANTOS, J. F. F. Microleakage of condensable composite resins combined with a flowable composite. **J. Dent. Res.** 78(SI): 306 [Abstract 1603], Mar 1999.
- MJÖR, I. A. Placement and replacement of restorations. **Operative Dent.**, v.6, n.2, p.49- 54, 1981.
- MJÖR, I. A. Frequency of secondary caries at various anatomical locations. **Operative Dent.**, v.10, n.2, p.88-92,1985.
- MORAIS, P. M. R.; RODRIGUES JR. ; PIMENTA, L. A. F. Quantitative evaluate of microleakage around amalgam restorations with different treatments on cavity walls. **Operative Dent.** 24: *in press* , 1999.

- NAKABAYASHI, N.; KOJIMA, K.; MASUHARA, E. The promotion of adhesion by the infiltration of monomers into tooth substrates. **J. Biomed. Mater. Res.** 16(3):265-73, May 1982
- NAKABAYASHI, N.; ASHIZAWA, M.; NAKAMURA, M. Identification of a rein-dentin hybrid layer in vital human dentin created in vivo: durable bonding to vital dentin. **Quintessence Int.** 23(2): 135 - 41, 1992
- NEIVA, L. F.; DE ANDRADA, M. A.; BARATIERI, L. N.; MONTEIRO JR., S.; RITTER, A. V. An in vitro study of the effect of restorative technique on marginal leakage in posterior composites. **Operative Dent.** 23(6):282-9, Nov-Dec 1998
- OMURA, I.; YAMAUCHI, J.; HARADA, I.; WADA, T. Adhesive and mechanical properties of a new dental adhesive. **J. Dent. Res.** 63(S. 1.): 233, Mar. 1984.
- OPDAM, N. J.; ROETERS, J. J.; KUIJS, R.; BURGERSDIJK, R. C. Necessity of bevels for box only Class II composite restorations **J Prosth Dent** 80(3):274-9, Sep 1998
- OPDAM, N. J.²; ROETERS, F. J.; FEILZER, A. J.; VERDONSCHOT, E. H. Marginal integrity and postoperative sensitivity in Class 2 resin composite restorations in vivo. **J. Dent.** 26(7):555-62, Sep 1998
- PAGLIARINI, A. et al. Effectiveness of the current enamel - dentin adhesives: a new methodology for its evaluation. **Quintessence Int.** 27(4):265-70, Apr. 1996.
- PASHLEY, D. H. Clinical considerations of microleakage. **J. Endod.** 16(2): 70-9, Feb. 1990.

- PASHLEY, D. H. Adhesion testing of dentin bonding agents: a review. **Dent. Mater.**;11(2):117-25. Mar 1995
- PERDIGÃO, J.; LOPES, L.; LAMBRECHTS, P.; LEITÃO, J.; VAN MEERBEEK, B.; VANHERLE, G. Effects of a self-etching primer on enamel shear bond strengths and SEM morphology **Amer. J. Dent.** 10(3):141-6, Jun 1997.
- PIMENTA, L. A. F.; PAIVA, O. C. Avaliação da efetividade de adesivos dentinários hidrofílicos no controle da microinfiltração marginal. **Rev. APCD** 51(2): 183-87, 1997.
- PIMENTA, L.A.F; FONTANA, U. F.; CURY, J. A.; SERRA, M.C.; ELDERTON, R. Inhibition of demineralization in vitro around amalgam restorations **Quintessence Int.** 29(6): 363-67, jun. 1998
- PRATI, C.; NUCCI, C.; DAVIDSON, C. L.; MONTANARI, G. Early marginal leakage and shear bond strength of adhesive restorative systems **Dent. Mater.** 6(3): 195-200 Jul 1990.
- PRATI², C.; TAO, L.; SIMPSOM, M.; PASHLEY, D. H. Permeability and microleakage of class II resin composite restorations. **J. Dent.** 22(1): 49 - 56, Feb. 1994.
- PUCKETT, A.; FITCHE, J.; HEMBREE, J.; SMITH, J. The effect of incremental versus bulk fill techniques on the microleakage of composite resin using a glass-ionomer liner. **Operative Dent.** 17(5): 186 - 91, Sep. 1992.
- RETIEF D. H. Do adhesives prevent microleakage? **Int. Dent. J.** 44(1):19-26, Feb 1994
- ROSSOMANDO, K. J.; WENDT, S. L. Thermocycling and dwell times in microleakage for bonded restorations. **Dent. Mater.** 11(1): 45 - 47, Jan. 1995.

- SARNE, S.; MANTE, M. O.; MANTE, F. K. Marginal leakage of combinations of glass-ionomer and composite resin restorations. J. Clin. Dent. 7(1):13-6, 1996
- SILVA, M. et al. Base varnish interactions around amalgam restorations, spectrophotometric and microscopic assessment of leakage. Aust. Dent. J., v. 30, n. 2, p. 89-95, April 1985.
- SWIFT JR., E. J.; PERDIGÃO, J.; HEYMANN, H. O. Bonding to enamel and dentin: a brief history and state of the art, 1995. Quintessence Int:26(2):95-110, Feb 1995.
- TAY, F. R.; PANG, K. M.; GWINNETT, A. J.; WEL, S. H. A method for microleakage evaluation along the dentin/restorative interface. Amer. J. Dent. 8(2):105 - 8, Apr. 1995.
- TJAN, A. H.; BERGH, B. H.; LIDNER, C. Effect of various incremental techniques on the marginal adaptation of class II composite resin restorations. J. Prosthet. Dent. 67(1):62-6, Jan 1992.
- TORII, Y. et al. Inhibition in vitro of caries around amalgam restorations by bonding amalgam to tooth structure. Operative. Dent. v.14, n. 2, p.142-8, 1989.
- VARGAS, M. A.; SWIFT JR., E. J. Microleakage of resin composites with wet versus dry bonding. Amer. J. Dent. 7(4): 187 - 89, Aug. 1994.
- WELSH, E. L. ; HEMBREE, J. H. Microleakage at the gingival wall with four class V anterior restorative materials. J. Prosth. Dent. 54(3):370-72, Sept. 1985.
- WILSON, E. G.; MANDRADJIEFF, M.; BRINDOCK, T. Controversies in posterior composite resin restorations Dent. Clin. North Amer. 34(1):27-44 , Jan 1990.

- YAP, A. U.; PEARSON, G. J.; BILLINGTON, R. W.; STOKES, A. N. An in vitro microleakage study of three restorative techniques for Class II restorations in posterior teeth. **Biomaterials** 17(21):2031-5, Nov 1996
- YOUNGSON, C. C.; GREY, N. J. A.; GLYN JONES, J. *In vitro* marginal measurements used in assessment. **J. Dent.** 18(3): 142 - 46, Mar 1990.

Obras Consultadas

- CAMPOS, H. **Estatística Experimental Não-Paramétrica**. 3. Ed., Piracicaba, Editora da ESALQ-USP, 1983.

- Computing Resource Center Stata Reference Manual: Release 3, 5th ed., Santa Monica, CA, 1992.

- LANDIS, J. R. & KOCH, G. G. The measurement of observer agreement for categorical data. **Biometrics** 33: 159-74, Mar. 1977.

- MICHAELIS MODERNO DICIONÁRIO DA LÍNGUA PORTUGUESA. Melhoramentos, São Paulo, 1998

- NICOLA, J. & INFANTE, U. **Gramática contemporânea da língua portuguesa**. 3 ed., São Paulo, Editora Scipione, 1990, 469p.

- SOLANI, S. D. O. & Silva, L. F. **Abreviaturas dos periódicos da biblioteca da FOP - UNICAMP e locais de publicação conforme o "World List of Scientific"**. Piracicaba, UNICAMP, 1996, 22p.