**EFEITO DE RETENÇÕES ADICIONAIS NA MICROINFILTRAÇÃO
E FORMAÇÃO DE MICROFENDAS NA MARGEM GENGIVAL DE
RESTAURAÇÕES DE CLASSE II EXTENSAS, FEITAS COM
RESINA COMPOSTA: AVALIAÇÃO ANTES E APÓS CICLAGEM
MECÂNICA**

SÉRGIO KIYOSHI ISHIKIRIAMA

Tese apresentada à Faculdade de Odontologia de Bauru, da Universidade de São Paulo, como parte dos requisitos para obtenção do título de Doutor em Odontologia, área de Dentística.

Bauru
2006

**EFEITO DE RETENÇÕES ADICIONAIS NA MICROINFILTRAÇÃO
E FORMAÇÃO DE MICROFENDAS NA MARGEM GENGIVAL DE
RESTAURAÇÕES DE CLASSE II EXTENSAS, FEITAS COM
RESINA COMPOSTA: AVALIAÇÃO ANTES E APÓS CICLAGEM
MECÂNICA**

SÉRGIO KIYOSHI ISHIKIRIAMA

Tese apresentada à Faculdade de Odontologia de Bauru, da Universidade de São Paulo, como parte dos requisitos para obtenção do título de Doutor em Odontologia, área de Dentística.

Orientador: Prof. Dr. José Mondelli

Bauru
2006

Ishikiriama, Sérgio Kiyoshi
Is3e Efeito de retenções adicionais na microinfiltração e formação de
microfendas na margem gengival de restaurações de classe II extensas,
feitas com resina composta: avaliação antes e após ciclagem mecânica
/ Sérgio Kiyoshi Ishikiriama.
Bauru, 2006.
xxii, 192p.: il.; 30 cm.

Tese (Doutorado) – Faculdade de Odontologia de Bauru.
Universidade de São Paulo.

Orientador: Prof. Dr. José Mondelli

Autorizo, exclusivamente para fins acadêmicos e científicos, a reprodução total
ou parcial desta tese, por processos fotocopiadores e/ou meios eletrônicos.

Assinatura do autor:

Data:

Comitê de Ética da FOB-USP

Protocolo nº: 01/2006

Data: 22/02/2006

DADOS CURRICULARES

SÉRGIO KIYOSHI ISHIKIRIAMA

20 de Abril de 1973	Nascimento
1990 – 1994	Curso de Odontologia – Faculdade de Odontologia de Bauru – USP
1996 – 2000	Curso de Pós-Graduação em Periodontia, ao nível de Mestrado, na Faculdade de Odontologia de Bauru – USP
2000 – 2002	Professor Adjunto da Disciplina de Periodontia da Faculdade de Odontologia da Universidade Paulista UNIP – Bauru
2002 – 2004	Curso de Mestrado Profissionalizante em Dentística, no Centro de Pós-graduação São Leopoldo Mandic Campinas-SP
2003 - 2006	Curso de Pós-Graduação em Dentística, ao nível de Doutorado, na Faculdade de Odontologia de Bauru – USP
2006 - 2006	Professor temporário do departamento de Dentística, Endodontia e Materiais Dentários, da Faculdade de Odontologia de Bauru – USP

DEDICATÓRIA

Aos meus pais Aquira e Lúcia

À minha irmã Miwa

Mais um desafio superado o qual sem vocês
isso seria impossível
e sem valor.

À Batian

Por me fazer motivo de sua alegria,
por me apoiar em todas as minhas decisões...

...dedico este trabalho e minha vida.

AGRADECIMENTOS

Ao Prof. Dr. José Mondelli, pela orientação segura com que conduziu este trabalho, pela confiança sempre em mim depositada e por me guiar nos caminhos da Odontologia...

Aos amigos de turma Renato, Anuradha, Margareth, Angélica, Ana Raquel, Flávia, Luiz, Fabiano, Anderson, Terezinha e Eduardo, pelos momentos e dificuldades que juntos passamos, onde desabrocharam amizades sinceras...

Aos amigos Leonardo e Diego, meus parceiros para toda a estrada, pelos momentos sempre divertidos...

À Bellinha, por todo esforço dispendido no auxílio deste trabalho, pela amizade, confiança e cumplicidade...

Ao Marcelo Agnoletti, pela transmissão do conhecimento de forma fraternal o que tornou este trabalho muito mais simples...

À Stefânia, pela amizade, convivência e auxílio na confecção deste trabalho...

Ao Marco Antonio Húngaro Duarte, meu amigo Sal, pela amizade e
disponibilidade na análise estatística deste trabalho...

Ao Adilson, o Ghandi, pelo auxílio na
elaboração do projeto de pesquisa e amizade...

Aos professores do Departamento, Prof. Dr. José Carlos Pereira,
Prof. Dr. Eduardo Batista Franco, Prof. Dr. Carlos Eduardo Francischone,
Prof. Dr. Rafael Francisco Lia Mondelli, Profa. Dra. Maria Teresa Atta, pela
presteza com a qual sempre me receberam no ambiente de trabalho...

Ao Prof. Dr. Carlos Eduardo Francischone, por tudo o que fez por mim e
continua fazendo, pela amizade e confiança...

Ao Prof. Dr. Eduardo Batista Franco, pela forma paterna com que sempre me
transmite seus conhecimentos...

Ao Prof. Dr. Rafael Mondelli, pela amizade e aprendizado
sempre transmitido...

Ao Prof. Dr. Ricardo Marins de Carvalho, pela
confiança e disponibilidade do CIP...

Aos funcionários do Departamento de Dentística: Ângela, Rita, Karen, Zuleica,
Dito, Nelson, Maria, Mauro e Junior, pela amizade e agradável convívio, por
fazerem o ensino mais divertido....

À Beth, pelo carinho e atenção
com que sempre me acolheu...

À ESALQ, na pessoa do prof. Kitajima e funcionários, pela gentileza no
atendimento e ensinamento no uso do microscópio eletrônico de varredura.

...Meu eterno e sincero agradecimento.

SUMÁRIO

RESUMO	xix
1 INTRODUÇÃO	01
2 REVISÃO DA LITERATURA	09
3 PROPOSIÇÃO	81
4 MATERIAL E MÉTODO	85
4.1 Obtenção e padronização da amostra	87
4.2 Preparo das cavidades	89
4.3 Técnica restauradora	95
4.4 Ciclagem mecânica	101
4.5 Avaliação das microfendas marginais	107
4.6 Avaliação da microinfiltração marginal	111
4.7 Análise dos resultados	115
5 RESULTADOS	117
6 DISCUSSÃO	133
7 CONCLUSÃO	173
REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS	179
ABSTRACT	191

LISTA DE ABREVIATURAS E SÍMBOLOS

JCE	Junção cimento-esmalte
MEV	Microscópio eletrônico de varredura
M.O.D.	Mésio Ocluso Distal
M.O.	Mésio Oclusal
D.O.	Disto Oclusal
USPHS	United States Public Health Service
UTHSCSA	University of Texas Health Science Center San Antonio
ADA	American Dental Association
mm	Milímetros
µm	Micrometros

Resumo

Este estudo laboratorial comparou a microinfiltração marginal e formação de microfendas em restaurações de classe II extensas, feitas com resina composta com margens situadas em dentina/cimento, utilizando diferentes tipos de retenções adicionais na caixa proximal. Cavidades padronizadas MOD extensas foram confeccionadas em 40 terceiros molares humanos, os quais foram divididos em 4 grupos de acordo com a retenção adicional confeccionada na caixa proximal: (G1) sem retenção adicional – controle; (G2) canaletas verticais nas paredes vestibular e lingual; (G3) orifícios na parede gengival e (G4) canaleta horizontal na parede gengival. Todos os grupos foram restaurados pela técnica incremental, com sistema adesivo (Prime Bond NT – Dentsply) e resina composta híbrida (QuiXfil – Dentsply). Todos os dentes restaurados foram imersos em corante com aplicação simultânea de cargas contínuas (forças variando entre 1kg e 17kg). Moldagens da margem gengival restaurada foram realizadas antes e após a ciclagem mecânica e réplicas de resina epóxica foram obtidas e analisadas em microscópio eletrônica de varredura para avaliação das microfendas marginais. Após as moldagens, todos os dentes foram seccionados para análise da microinfiltração marginal. Todas as micrografias da margem gengival e imagens dos cortes seccionados foram analisados quantitativamente no programa Image Tools (UTHSCSA). Os valores para microinfiltração foram submetidos a análise de variância e teste de Tukey ($p \leq 0,05$). As extensões das fendas antes e após a ciclagem mecânica foram comparadas pelo teste “t” de Student. Também foi realizada uma análise de correlação entre a extensão das microfendas e microinfiltração marginal (teste de correlação de Pearson). Todos os grupos com retenção adicional (G2=11,59, G3=7,11 e G4=1,57) apresentaram microfendas significativamente menos extensas que o grupo controle sem retenção (G1=42,43) ($p \leq 0,05$). Resultados similares foram obtidos para a análise de microinfiltração (G1= 82,84; G2=64,73; G3=45,42; G4=3,09), com diferenças significantes entre todos os grupos ($p \leq 0,05$). Todos os grupos apresentaram aumento na extensão das fendas após a aplicação de cargas contínuas, com exceção do grupo da canaleta horizontal (grupo 4). Este tipo de

retenção adicional apresentou os melhores resultados em ambos os parâmetros. Os resultados mostraram uma tendência a correlação entre os dois parâmetros estudados. Segundo os resultados, as retenções adicionais podem melhorar a adaptação marginal e minimizar a microinfiltração em restaurações de classe II extensas, feitas com resina composta.

Palavras-chave: resinas compostas. Preparo da cavidade dentária. Infiltração dentária. Adaptação marginal.

1 – INTRODUÇÃO

1- INTRODUÇÃO

Na sociedade atual, a demanda de pacientes que procura por resultados estéticos nos tratamentos restauradores vem crescendo continuamente. A mídia enfatiza o sorriso como peça fundamental da harmonia facial e, com isso, cresce a necessidade de atualização constante dos profissionais para atender a esta exigência. Isso faz com que os mesmos se aperfeiçoem em recursos técnicos e científicos para oferecer os esclarecimentos necessários a seus pacientes em relação às limitações, às implicações, às vantagens e às desvantagens dos materiais restauradores estéticos e técnicas disponíveis.

O amálgama sempre foi o material restaurador mais utilizado na restauração de dentes posteriores, mas tem sido freqüentemente substituído pela resina composta principalmente devido ao fator estético. Com o desenvolvimento dos sistemas adesivos para dentina e o contínuo desenvolvimento da tecnologia de materiais, os compostos resinosos superaram o amálgama em alguns aspectos. As resinas compostas atuais apresentam estética superior, podem se aderir aos tecidos dentais, apresentam comparável resistência à compressão e não apresentam mercúrio. Assim, as resinas compostas que inicialmente foram preconizadas para dentes anteriores também começaram a ser utilizadas em dentes posteriores, sendo, em pouco tempo, o material mais empregado (CHUANG et al.²⁵, 2003). Entretanto, vale ressaltar que a alteração dimensional causada pela cristalização do amálgama é menor que as alterações provocadas pela contração de polimerização das resinas compostas, justificando a menor infiltração marginal (SHIMIZU et al.⁹³, 1996).

A grande desvantagem das restaurações de resina composta reside na integridade marginal a qual é desafiada por muitos fatores em vários estágios de sua vida clínica. Durante a inserção, fenômenos da polimerização tais como contração volumétrica em combinação com endurecimento da resina, agem contra a adaptação e selamento marginal mesmo quando adesivos em esmalte e dentina são utilizados (DAVIDSON; ABDALLA³⁰, 1993). A contração sofrida pelos materiais resinosos durante o processo de polimerização pode provocar o aparecimento de microfendas interfaciais devido ao rompimento das ligações adesivas, e o afastamento do material restaurador das paredes da cavidade provoca a microinfiltração principalmente quando a adesão é realizada em substrato dentinário (SCHUCKAR; GEURTSSEN⁹⁰, 1997, DIJKEN; HÖRSTEDT; WAERN³⁷, 1998, ERNST; STREICHER; WILLERSHAUSEN⁴⁰, 2002, LOGUÉRCIO et al.⁶⁵, 2004, CENCI; DEMARCO; CARVALHO²², 2005). A partir dessa microfenda, fluídos orais e bactérias podem penetrar e contaminar essa interface, com conseqüente hipersensibilidade, pigmentação das margens e reincidência de cáries que são mais comuns sob restaurações de resina do que sob as de amálgama (KIDD⁶⁰, 1976, SPLIETH et al.⁹⁷, 2003). Embora o ataque ácido associado ao sistema adesivo promova uma forte união entre resina e esmalte, ainda não existe nenhuma técnica adesiva com resultados semelhantes em dentina, principalmente nos desafios térmicos e mecânicos da cavidade bucal.

Diversas técnicas foram propostas para minimizar os efeitos da contração de polimerização, os principais causadores da desadaptação interfacial que permite o início e desenvolvimento das infiltrações ao redor das restaurações de resina (HOLAN et al.⁵⁶, 1989, ERICSON; DÉRANT³⁹, 1991,

DIETSCHI et al.³³, 2002), porém sem resultados totalmente satisfatórios. Por isso, o selamento marginal em cavidades com margens situadas em dentina continua sendo o maior problema das restaurações de resina, e cavidades de classe II extensas, com margens gengivais que ultrapassam a junção cimento-esmalte (JCE) continuam sendo o “calcanhar de Aquiles” das restaurações de resina composta na região posterior (SHAHANI; MENEZES⁹², 1992).

Alguns estudos enfatizaram a deterioração marginal e descoloração cavosuperficial como indicativos de falhas a longo prazo. Assim, justifica-se a importância de se evitar a formação de fendas marginais durante a confecção das restaurações e após, quando a mesma é submetida aos desafios físicos da cavidade bucal (HAYASHI; WILSON⁵¹, 2003). No dente restaurado em função, a influência que a força mastigatória exerce sobre o vedamento marginal é um fator importante a ser considerado, somadas às alterações elásticas dos dentes ou as deformações plásticas sofridas pelas restaurações. Vários autores (QVIST⁸⁷, 1983, LUNDIN; NORÉN; WARFVINGE⁶⁷, 1990, ABDALLA; DAVIDSON³, 1993, MELLO et al.⁶⁹, 1997, AUSIELLO et al.⁹, 1999, MONDELLI, 1999⁷⁰, DIETSCHI et al.³³, 2002, PEREIRA, 2004⁸¹) investigaram a infiltração marginal em restaurações de classe II de resina composta e concluíram que a aplicação de repetidas cargas aumentou consideravelmente o risco de infiltração marginal.

Paralelamente aos problemas inerentes à resina composta em si, a grande maioria dos materiais restauradores disponíveis é incapaz de se aderir quimicamente às estruturas dentárias, sendo que, nestes casos, uma retenção micromecânica ou uma íntima adaptação ao preparo cavitário são responsáveis pela manutenção da restauração. Mesmo no caso das resinas

compostas juntamente com os adesivos dentinários, a adesão micromecânica proporcionada pela camada híbrida é sujeita a estresses desde sua polimerização, sendo que muitas vezes, essa ligação pode ser rompida.

O uso de retenções adicionais tem sido recomendado para diminuir o índice de microinfiltração marginal tanto em restaurações de amálgama quanto de resina composta (MONDELLI et al.⁷¹, 1980, BEN-AMAR; METZGER; GONTAR¹², 1987, BEN-AMAR et al.¹¹, 1988, SHAHANI; MENEZES⁹², 1992, COLI; BLIXT; BRANNSTRÖM²⁸, 1993, SUMMIT; DELLA BONA; BURGESS⁹⁹, 1994, HOLAN; EIDELMAN; WRIGHT⁵⁵, 1997). No caso das restaurações de resina, foi sugerido que estas retenções, além de alterar a direção da contração de polimerização (LIBERMAN; GORFIL; BEN-AMAR⁶³, 1996), poderiam agir como um obstáculo mecânico, travando a restauração na área cervical quando submetidas às cargas mastigatórias, evitando o deslocamento proximal por deflexão e rompimento da ligação adesiva.

Assim, considerando que as formas tradicionais de retenção das cavidades perderam sua importância quando a técnica do condicionamento ácido foi descoberta, que todas as resinas compostas existentes ainda apresentam contração de polimerização, que os sistemas restauradores adesivos diretos ainda estão em evolução, que a ligação adesiva na parede gengival sem esmalte não é efetiva e que os efeitos dos artifícios retentivos adicionais foram pouco estudados (SUMMIT; DELLA BONA; BURGESS⁹⁹, 1994), o propósito desse trabalho é avaliar a formação de microfendas marginais, correlacionando com a microinfiltração de corantes, em restaurações adesivas diretas realizadas em cavidades de classe II extensas com margens cervicais localizadas em dentina/cimento, empregando

diferentes tipos de retenção mecânica adicional (canaletas verticais, orifícios e canaletas cervicais), e submetidas à ciclagem mecânica.

2 – REVISÃO DA LITERATURA

2- REVISÃO DA LITERATURA

KIDD⁶⁰, em 1976, revisando a literatura, definiu a microinfiltração como sendo a passagem de bactérias, fluidos, moléculas ou íons na interface material/estrutura dentária e a responsabilizou por problemas como: hipersensibilidade, descoloração marginal e formação de cáries secundárias. A percolação marginal ocorre, segundo a autora, provavelmente pela diferença do coeficiente de expansão térmica entre o dente e o material restaurador e os resultados dos estudos, incluindo a termociclagem em sua metodologia, até então, demonstraram um aumento da infiltração marginal pela alteração da temperatura. Com relação às resinas compostas, parece que a termociclagem destrói rapidamente o selamento, embora ainda existissem poucos estudos abordando o comportamento desse material.

Em 1980 MONDELLI et al.⁷¹ analisaram a resistência à fratura de restaurações à amalgama, feitas em cavidades de classe II com e sem retenções proximais. As cavidades foram realizadas em pré-molares superiores, com diferentes tipos de retenções adicionais, e restauradas com 3 tipos de ligas. Os resultados comprovaram o aumento da resistência mecânica do amálgama, principalmente quando as cavidades eram providas de sulcos de retenção de forma cônica, ultrapassando o nível da parede pulpar. Comprovou-se que apesar das retenções aumentarem a resistência do material, existem diferenças entre diferentes tipos de retenção em relação a forma e localização.

Em 1982 SHORTALL⁹⁵ realizou uma revisão da literatura sobre os métodos utilizados para avaliação da microinfiltração nos testes *in vitro*,

principalmente em restaurações de resina composta. Concluiu que muitos trabalhos, devido as diferentes metodologias empregadas as quais não apresentam padronização, podem apresentar importância clínica duvidosa. Salientou ainda que a análise da microinfiltração é importante para uma análise primária de novos materiais e técnicas restauradoras, entretanto, o comportamento clínico permanecerá indefinido até que as causas dessa microinfiltração possam ser melhor esclarecidas. Ressaltou a importância das pesquisas clínicas a curto e longo prazo para validar a confiabilidade do método testado em laboratório para análise da microinfiltração.

A influência da aplicação de cargas, *in vivo*, na adaptação marginal de restaurações de classe V de resina composta foi analisada por QVIST⁸⁷, em 1983. Cavidades de classe V em molares humanos, com e sem antagonistas, foram restaurados com resina composta e extraídos 4 meses após. A análise do vedamento foi realizada através da coloração de microorganismos e os resultados mostraram maior penetração bacteriana nos molares que apresentavam antagonistas. Segundo o autor, a mastigação é um fator que exerce grande influência na adaptação marginal de restaurações de resina composta e seu efeito deve ser considerado e reproduzido nos testes de microinfiltração.

BRANNSTRÖM¹⁷, em 1984, descreveu considerações, associadas ao tratamento restaurador, sobre a comunicação entre a cavidade oral e a polpa dental. Assim, descreveu o mecanismo hidrodinâmico ao redor das restaurações, a infecção das fendas ao redor das restaurações, a irritação

pulpar causada por materiais de preenchimento, a limpeza e forramento de cavidades e o condicionamento ácido nas restaurações de resina composta. Descreveu uma técnica que torna possível o selamento das paredes da restauração. Sugeriu a aplicação de forradores em todas as paredes cavitárias e também nas superfícies fora das margens cavitárias. Realiza-se então a remoção do agente forrador das arestas das margens cavitárias com instrumento afiado ou broca pequena. Após a presa do material restaurador, aguarda-se mais 5 minutos para permitir uma maior contração do material. Após a remoção dos excessos com instrumento manual, a fenda de contração, 5-20 micrometros de largura, é agora preenchida com ar (não utilizar broca ou poderia preencher a fenda com detritos). Como o agente forrador cobriu a dentina, a fenda pode ser impregnada com resina de baixa viscosidade (adesivo para esmalte). A resina é aplicada lentamente de uma extremidade a outra para que o ar escape. Desta forma, segundo o autor, as margens da cavidade ficariam seladas impedindo a infiltração marginal.

COCK; WATTS²⁷, em 1985, analisaram a deformação tempo-dependente da resina composta quando submetida a forças de compressão. A força de 6 resinas compostas, incluindo convencionais e de micropartículas, foi mensurada quando forças de compressão em função do tempo foram aplicadas. A magnitude da resposta viscoelástica geralmente diminui com o aumento da quantidade de partículas de carga nestes compostos. Adicionalmente, uma força linear muito substancial, acima de 20%, observada em algumas das resinas compostas de micropartículas sugere que a deformação viscoelástica de ambas as porções de carga e matriz resinosa

ocorram em altos níveis de estresse. Assim, os autores sugeriram, pelo critério da deformação viscoelástica exclusivamente, cautela na utilização de materiais restauradores de micropartículas em áreas de grande esforço mastigatório.

Em 1986 FIELDS et al.⁴⁵ estudaram as variáveis que afetam a mensuração das forças oclusais verticais durante a mastigação, deglutição e o esforço mastigatório máximo. Os valores encontrados demonstraram que a média da força mastigatória em adultos jovens (25 a 29 anos) foi de 17,6 kg com abertura bucal de 20 mm. Os autores ainda relataram que os estudos têm demonstrado resultados inconscientes e conflitantes, principalmente pela falta de controle de variáveis como idade, sexo, metodologia, estado da dentição, extensão da abertura, postura da cabeça, registros unilateral ou bilateral.

Em 1986 OLIVA; LOWE⁷⁸, utilizando núcleos de preenchimento em molares restaurados com resina composta, avaliaram o efeito da sorpção de água na presa, a relação com o assentamento marginal (adaptação) e o seu tempo de ocorrência. Os resultados apontaram um equilíbrio na sorpção de água e na expansão linear a partir do 6º dia.

Em 1987 BEN-AMAR; METZGER; GONTAR¹² discutiram os princípios para o preparo de cavidades de classe II de resina composta. Salientaram que os princípios diferem das cavidades para amálgama em relação a forma de contorno, profundidade da cavidade e preparo do esmalte nos ângulos cavo-superficiais. Segundo os autores, as modificações são necessárias devido às diferenças na força de compressão, módulo de elasticidade, selamento

marginal e resistência de borda dos materiais resinosos. Dentre os detalhes intracavitários sugeriram que os ângulos internos deveriam ser arredondados para prevenir a concentração de estresse e melhorar a adaptação da resina às paredes da cavidade. Canaletas retentivas deveriam ser confeccionadas nas linhas de ângulo áxio-lingual, áxio-vestibular e parede gengival. Essas canaletas promovem retenção para a porção proximal da restauração, reduzindo a retração da margem gengival causada pela contração de polimerização. Sugeriram que as margens em esmalte deveriam apresentar um bisel em 45° a fim de expor os prismas de maneira transversal. Recomendaram esse procedimento somente nas margens vestibular e lingual da cavidade proximal, não sendo recomendado nas margens oclusais.

FEILZER; DE GEE; DAVIDSON⁴², em 1987, estudaram as tensões geradas durante o endurecimento das resinas compostas em função da forma geométrica da cavidade. Pela primeira vez foi descrito o fator-C, ou seja, fator de configuração cavitária que é a relação entre as superfícies aderidas e não aderidas ao material restaurador. Foram utilizadas duas resinas ativadas quimicamente, as quais eram posicionadas entre dois discos paralelos de metal, os quais por sua vez estavam presos a um tensímetro. Os diversos valores de fator-C foram obtidos através de cálculos e reproduzidos no experimento pela variação na distância entre esses dois discos de metal. Os resultados mostraram que quando o fator-C foi menor ou igual a 1, o relaxamento das tensões pelo escoamento foi suficiente para manter a coerência do material; quando o fator-C ocupou uma posição intermediária entre 1 e 2 ($1 < C < 2$), foram observadas falhas coesivas em algumas amostras

e, quando o fator-C foi maior que 2, todas as amostras falharam coesivamente. Os autores concluíram então que, na maior parte das cavidades presentes clinicamente, o relaxamento das tensões pelo escoamento das moléculas não é suficiente para preservar a adesão à dentina pelos adesivos dentinários até então disponíveis.

Em 1988 BEN-AMAR et al.¹¹ examinaram o uso de canaletas retentivas na porção proximal de cavidades de classe II na microinfiltração marginal de restaurações de resina composta fotopolimerizável. As canaletas retentivas foram confeccionadas nas linhas de ângulo áxio-vestibular e áxio-lingual e parede gengival. Todas as cavidades foram restauradas com resina composta Herculite que foi inserida por meio de duas diferentes técnicas: inserção única e técnica incremental. Todos os espécimes foram termociclados e imersos em corante (fucsina básica 0,5%). Todas as cavidades apresentaram margens gengivais circundadas por esmalte. Concluiu-se que a técnica incremental diminuiu significativamente a microinfiltração marginal, entretanto nenhuma vantagem foi obtida com o uso de canaletas retentivas. Por outro lado, para a técnica da inserção única, as canaletas foram necessárias para a redução da microinfiltração marginal.

Também em 1988, DARBYSHIRE; MESSER; DOUGLAS²⁹ analisaram a efetividade de um adesivo dentinário e forramento com cimento de ionômero de vidro na redução da microinfiltração marginal na margem cervical de restaurações de classe II de resina composta. Foi avaliada também a influência da ciclagem mecânica na microinfiltração desse tipo de restauração. As

cavidades M.O.D. foram confeccionadas em pré-molares com margens gengivais localizadas 1mm abaixo da junção amelo-cementária. As restaurações foram confeccionadas com a técnica de inserção incremental e metade das amostras de cada tratamento foi submetida à ciclagem mecânica. Somente o esmalte de todos os grupos foi condicionado e a dentina não recebeu nenhum pré-tratamento em nenhum grupo. O grupo I foi restaurado apenas com resina composta, o grupo II com adesivo e resina composta, o grupo III recebeu cimento de ionômero de vidro como agente forrador e restauração de resina composta e o grupo IV recebeu uma camada de adesivo dentinário entre o ionômero e a resina. Todas as amostras foram termocicladas e imersas em nitrato de prata a 50%. Todas as restaurações exibiram microinfiltração a qual não foi influenciada pela ciclagem mecânica.

Em 1989 HOLAN et al.⁵⁶ avaliaram a infiltração marginal de restaurações de classe II de resina composta através de exames clínicos, radiográficos e análise em MEV, juntamente com a análise convencional de infiltração de corantes após a termociclagem. Foi testada a influência das técnicas de inserção única e incremental, juntamente com a impregnação das margens cavitárias com adesivo para esmalte na adaptação marginal das restaurações. As cavidades de classe II foram preparadas em 40 molares e 40 pré-molares, sendo que metade foi restaurada com a técnica incremental e a outra metade com a técnica da inserção única. Metade dos espécimes de cada grupo teve as margens re-condicionadas por 30 segundos e um adesivo para esmalte (Concise Enamel Bond) foi aplicado. Segundo os resultados, os escores clínicos foram excelentes para todos os grupos. O exame radiográfico mostrou duas vezes mais bolhas na técnica incremental do que na técnica da inserção

única. A análise em MEV revelou excelentes margens nos espécimes impregnados com o adesivo para esmalte, enquanto que 13 dentes sem impregnação apresentaram margens defeituosas. Na margem cervical, 10,5% dos dentes impregnados apresentaram infiltração severa, comparados a 18% dos dentes sem impregnação. Assim pôde-se concluir que a impregnação das margens com adesivo para esmalte pode corrigir defeitos marginais que aparecem em ambas as técnicas restauradoras, todavia, essa correção não provou ser benéfica em relação à microinfiltração de corantes.

PRATI⁸⁵, em 1989, analisou a infiltração precoce que ocorre em restaurações de classe II de resina composta (M.O.D.) com margens situadas na junção amelocementária. Foram testadas 10 diferentes combinações de adesivos dentinários, cimentos de ionômero de vidro e resina composta. Os dentes foram restaurados com a técnica incremental, acabados com discos abrasivos e imediatamente imersos em eritrosina a 2% durante 12 horas. Os cortes realizados nos espécimes para avaliação da microinfiltração foram horizontais, onde obteve-se um corte a 0,5mm, 2mm e 3,5mm acima da JCE. Esses cortes foram denominados em secção gengival, secção intermediária e secção oclusal. Segundo as análises, as secções gengivais (ao nível da junção) apresentaram significativamente mais infiltração que as outras 2 secções. Diferenças significantes também foram detectadas entre as diferentes combinações entre os materiais. A infiltração precoce nas restaurações de classe II de resina parece depender não somente da técnica restauradora e sistema adesivo, mas também da própria resina composta. Neste trabalho, o cimento de ionômero de vidro reduziu significativamente a infiltração precoce.

Em 1990 CAPLAN; DENEHY; REINHARDT¹⁹ analisaram o efeito de retenções adicionais na resistência à fratura de restaurações de classe II de resina composta e amálgama. Foram utilizados 50 dentes divididos em 5 grupos: preparo para amálgama com e sem retenções adicionais, preparo para resina composta com e sem retenções adicionais e grupo controle (sem cavidade). As retenções adicionais consistiram de canaletas verticais nas paredes vestibular e lingual da caixa proximal e nos grupos restaurados com resina composta, um bisel de 0,5mm foi confeccionado em todas as paredes de esmalte. As canaletas retentivas não ultrapassaram o nível da parede pulpar. Os resultados indicaram que as retenções adicionais aumentaram significativamente a resistência a compressão das restaurações a amálgama (38,6% mais resistente). Para restaurações de resina, não existiu diferenças significantes entre os grupos com e sem retenção adicional.

Em 1990 CATALFAMO; CHAN; REINHARDT²¹ analisaram os efeitos do biselamento e da técnica restauradora incremental na microinfiltração de restaurações de classe II de resina composta. Cavidades foram confeccionadas em 40 molares humanos extraídos e divididas em 4 grupos que combinaram as condições da técnica incremental ou técnica de inserção única e cavidades com e sem bisel na margem gengival localizada em cimento. Os espécimes foram termociclados e avaliados após 72 horas. Segundo os resultados, nem o biselamento e nem a técnica incremental conseguiram evitar significativamente a infiltração marginal na margem gengival localizada em cimento, apesar do biselamento ter causado um pequeno declínio na

microinfiltração. Esse mesmo comportamento foi observado para a técnica de inserção incremental.

CHEUNG²³, em 1990, analisou as características microscópicas da margem gengival de cavidades de classe II, localizadas em esmalte, com e sem a execução do bisel. As duas condições foram executadas na mesma caixa proximal, sem que metade da parede gengival era biselada e a outra não. Os resultados qualitativos do trabalho suportaram a eficácia do biselamento da margem gengival de cavidades de classe II para resina composta, com margens situadas em esmalte, pela melhor disposição dos prismas no sentido transversal. Salientou também a grande variação em relação à direção dos prismas de esmalte na região cervical do preparo.

LUNDIN; NORÉN; WARFVINGE⁶⁷, em 1990, analisaram a microinfiltração marginal, *in vivo*, através da presença de bactérias detectáveis sob as restaurações de classe II de resina composta, juntamente com a análise das reações pulpare frente essas bactérias. As cavidades foram confeccionadas e restauradas *in vivo* com dois diferentes tratamentos para dentina (com adesivo dentinário ou sem adesivo dentinário com forramento de hidróxido de cálcio). Foram utilizados 36 dentes que foram extraídos e analisados em laboratório em diferentes tempos de acompanhamento (1-3, 7-10 e 28-32 dias). Os dentes restaurados com a aplicação de adesivo dentinário, sem a interposição de hidróxido de cálcio, mostraram uma quantidade significativamente menor de restaurações com bactérias detectáveis. Foi encontrada uma quantidade significativamente maior de

bactérias na análise de 28-32 dias, no grupo com hidróxido de cálcio. O tempo pareceu influenciar na quantidade de bactérias detectáveis, pois em dentes com 1-3 dias de função apresentaram 2 de 10 cavidades com bactérias, enquanto que as restaurações com 28-32 dias apresentaram bactérias em 6 das 8 cavidades analisadas. Concluíram que não houve diferenças na ocorrência e grau de inflamação pulpar nas diferentes técnicas.

Em 1990 EAKLE; ITO³⁸ compararam o efeito de diferentes técnicas de inserção do material restaurador na microinfiltração nas margens gengivais de cavidades M.O.D.. Preparos padronizados foram confeccionados em quarenta molares humanos extraídos. A parede gengival de uma das caixas foi situada a 2mm acima da junção cimento-esmalte e, a da outra caixa, a 1mm abaixo dessa junção. Somente um sistema adesivo (Bondlite) e uma resina composta (Herculite) foram utilizados. Os grupos foram divididos de acordo com a técnica restauradora: grupo 1 – a resina composta foi inserida em um só incremento; grupo 2 – a inserção foi feita em duas camadas horizontais, de espessura semelhante, preenchendo a caixa proximal, e uma terceira camada preenchendo o restante (caixa oclusal); grupo 3 – duas camadas dispostas diagonalmente foram utilizadas para o preenchimento da caixa proximal; o preenchimento da caixa oclusal foi realizado da mesma maneira que no grupo 2; grupo 4 – a disposição dos incrementos foi da mesma maneira que no grupo 3, exceto pelo acréscimo de uma camada de cimento de ionômero de vidro (G C Lining Cement) nas paredes axiais e gengivais da cavidade. Após armazenamento em água e termociclagem (100 ciclos, 5-55° C, 30 segundos), os dentes foram imersos em solução corante (nitrato de prata – 50% por peso)

durante 4 horas para análise da microinfiltração. Os resultados mostraram menor infiltração nas paredes terminadas em esmalte, quando comparadas às terminadas em cimento, independentemente da técnica de inserção. Nas caixas com as margens terminadas em esmalte, o grupo que utilizou inserção diagonal (sem o forramento com ionômero de vidro) apresentou menor infiltração.

Em 1991 ERICSON; DÉRAND³⁹ propuseram uma forma de reduzir as fendas cervicais em restaurações classe II de resina composta. As cavidades foram separadas em modelos artificiais e em dentes extraídos, e foram restauradas com três diferentes tipos de resinas compostas fotopolimerizáveis: resina composta com alto conteúdo de carga (occlusin) e duas resinas compostas de micropartículas (Durafill e Heliomolar). Uma ponta cônica transparente foi acoplada a fonte de luz e pressionada dentro do material restaurador na caixa proximal para a polimerização da resina. Uma segunda camada foi utilizada para preencher o espaço deixado pelo cone. Nas cavidades artificiais a fenda de contração foi 10µm com o uso do cone, comparado com 109.5µm no grupo controle. As fendas marginais foram reduzidas em mais da metade com o uso das pontas cônicas transparentes.

BERTOLOTTI¹³, em 1991, descreveu uma técnica restauradora para resina composta em dentes posteriores no intuito de eliminar dois freqüentes problemas: a dificuldade de obtenção do ponto de contato e a contração da resina, que tende a deslocar o material do dente. A técnica descrita envolveu dois procedimentos: o emprego de uma matriz unilateral de aço pré-contornada

(Palodent – Portola Valley – USA), auxiliada por um dispositivo semelhante a um grampo de isolamento, responsável pela adaptação marginal da fita-matriz e também pelo afastamento dentário, compensando a espessura da tira. O segundo procedimento consistiu no preenchimento de um terço da caixa proximal com uma resina quimicamente ativada (até a JCE). Segundo o autor, as resinas fotoativadas iniciam sua polimerização pela superfície oclusal, resultando numa tendência em deslocar o material primeiramente das margens cavitárias, polimerizando-se sequencialmente em direção ao centro da restauração. Já as resinas quimicamente ativadas iniciam sua polimerização nas áreas mais profundas, em direção às paredes cavitárias, pois essa polimerização é acelerada pelo calor proveniente do órgão dentário e pela ausência de oxigênio.

SAKAGUCHI et al.⁸⁹, em 1991, analisaram o movimento das cúspides de pré-molares durante a oclusão, através de um estudo de elemento finito. Foi proposta uma análise experimental e teórica integrada para avaliar o estresse gerado num dente natural durante o bruxismo. Um modelo físico foi gerado utilizando botões colados nas extremidades vestibular e lingual de premolares superiores extraídos. Esses botões validaram o modelo em 2D do dente em questão. Os dentes exibiram independência de movimento cusplídeo, que descreve relativa independência entre a cúspide carregada oclusalmente e a não carregada. Segundo este modelo experimental, a separação das cúspides as nível do esmalte no sulco central não parece influenciar na dissipação das forças que parece ser função primária da dentina.

SHAHANI; MENEZES⁹², em 1992, analisaram o efeito de canaletas retentivas na microinfiltração de restaurações de classe II de resina composta, com margens gengivais localizadas em esmalte. Também foi analisada a técnica de inserção e polimerização da resina composta. Os quarenta molares foram divididos em 4 grupos, onde metade foi restaurada com a técnica incremental e a outra metade com a técnica de inserção única. As canaletas foram confeccionadas na parede gengival e nos ângulos axio-vestibular e axio-lingual. A microinfiltração na margem gengival foi analisada pela difusão do radioisótopo I^{125} , quantitativamente pela contagem de radiação e qualitativamente por autoradiografias. As cavidades com retenções adicionais e restauradas com a técnica incremental mostraram a menor difusão do radioisótopo (contagem média de radiação de 1588,5), enquanto a técnica da inserção única, em cavidades sem retenção, mostrou a maior infiltração (contagem média de radiação de 6092,4).

Em 1992 TJAN; BERGH; LINDER¹⁰⁴ analisaram o efeito de diferentes técnicas incrementais na adaptação marginal de restaurações classe II de resina composta. Foram analisadas três técnicas incrementais (camadas horizontais, camadas oblíquas e camadas verticais) e duas técnicas de inserção única (polimerização pela face oclusal e polimerização a partir de três pontos). As margens gengivais, todas localizadas em dentina, foram analisadas em microscópio digital e as medidas foram registradas em cinco pontos pré-determinados. Após a análise externa das fendas, os espécimes foram seccionados para análise em MEV. Nenhuma das técnicas incrementais melhorou a adaptação marginal quando comparada à técnica de inserção única

irradiada oclusalmente. Entretanto, a técnica de inserção única com irradiação em três pontos criou uma discrepância marginal significativamente maior.

ABDALLA; DAVIDSON³, em 1993, compararam a integridade das restaurações classe II de resina composta em condições *in vivo* e *in vitro*. Para os estudos *in vivo*, cavidades de classe II, com margens localizadas totalmente em esmalte, foram confeccionadas em dentes que seriam extraídos por razões ortodônticas. Os dentes foram restaurados com 6 diferentes combinações de técnicas restauradoras e materiais e extraídos em 4 – 6 semanas. Na parte laboratorial, os espécimes foram termociclados e mecanicamente estressados com 125N num total de 4000 ciclos. Todos os espécimes *in vivo* e *in vitro* foram armazenados em solução corante para posterior secção e análise da microinfiltração. A microinfiltração ocorreu em praticamente todos os espécimes *in vivo*, mesmo com margens localizadas em esmalte, com apenas 60% dos espécimes *in vitro* apresentando infiltração do corante. Os resultados mostraram claramente as limitações das investigações laboratoriais na previsão do comportamento clínico sobre certas circunstâncias, entretanto, se em laboratório o resultado foi insatisfatório, provavelmente, clinicamente o resultado será pior.

COLI; BLIXT; BRANNSTRÖM²⁸, em 1993, analisaram as fendas de contração de polimerização de restaurações de classe II de resina composta, com ou sem canaletas de retenção adicional na parede gengival localizada na junção amelocementária. Foram confeccionados grupos com uma retenção adicional somente ou com duas (realizadas com um cinzel especial). Foi

utilizado o mesmo adesivo e material restaurador (Scotchbond 2 com resina P-50) para todos os grupos. Com o objetivo de averiguar qualquer perda de adesão (presença e localização, tão bem como largura e extensão da fenda de contração), o método utilizado consistiu em aplicar na margem gengival, um adesivo impregnado com corante fluorescente 3 minutos após o início da polimerização. Assim, o adesivo será aspirado por capilaridade para dentro de qualquer fenda preenchida por ar. De acordo com os resultados, quando duas retenções foram utilizadas, a extensão das fendas de contração diminuiu significativamente em relação ao grupo controle e grupo com apenas 1 retenção. Com uma retenção adicional somente, as fendas também diminuíram de forma significativa em relação ao grupo sem retenção. A largura das fendas também diminuiu, entretanto, sem significância estatística.

DAVIDSON; ABDALLA³⁰, em 1993, analisaram o efeito da ciclagem térmica e mecânica na integridade de restaurações de classe II de resina composta. Foram utilizados 96 dentes onde a integridade marginal foi analisada através a infiltração de corantes na margem gengival localizada em dentina. Foram testados 3 diferentes sistemas restaurador/adesivo e metade dos espécimes receberam uma base forradora de ionômero de vidro (sanduíche fechado). Antes da ciclagem mecânica, os espécimes restaurados apenas com adesivo e resina apresentaram resultados superiores, entretanto, após a aplicação da carga cíclica, os espécimes com base intermediária de ionômero de vidro não foram afetados significativamente. Por outro lado, os espécimes restaurados sem base forradora sofreram deterioração significativa após a ciclagem mecânica. Este estudo mostrou que uma base forradora de

ionômero de vidro pode proteger as restaurações de classe II de resina composta.

Também em 1993, WILSON¹⁰⁸ analisou o efeito da forma da cavidade e técnicas de inserção de resina composta, em cavidades de classe II MO, na infiltração marginal. Foram confeccionados 3 tipos de formato de cavidade: com canaleta na base da parede axial, com dupla canaleta na parede gengival e sem canaletas (grupo controle). Em relação às técnicas de inserção da resina foram analisadas 3 técnicas: inserção única, inserção em incrementos triangulares e inserção em incrementos retangulares. Os espécimes não foram submetidos a nenhum tratamento térmico ou mecânico, ficando imersos em corante por 7 dias. Nenhuma diferença estatisticamente significativa foi encontrada entre os grupos, nem em relação às formas da cavidade e nem em relação às técnicas de inserção. Todavia, ainda que sem diferença estatística, a infiltração foi menor nas canaletas axiais e técnica incremental com incrementos triangulares ou de inserção única.

Em 1994 FERRARI; CAGIDIACO; MASON⁴⁴ analisaram as diferenças morfológicas entre os tags de resina que se formam *in vivo* e *in vitro*, em MEV. Cavidades de classe II foram confeccionadas *in vivo* (dentes com indicação de extração por problemas periodontais) e *in vitro*, com margens cervicais localizadas em dentina, e posteriormente restauradas com diferentes resinas (Gluma 2000 com resina híbrida Pekafill ou Scotchbond Multipurpose com resina composta Z100). Após a dissolução das estruturas dentais com ácido hidrocloreídrico a 30% por 2 dias, as restaurações foram observadas em MEV.

Nenhuma diferença morfológica foi encontrada entre os grupos, com nenhum dos dois adesivos testados. Tags curtos de resina foram freqüentemente encontrados nos espécimes *in vivo*, particularmente nas paredes cavitárias. Tags longos de resina foram restritos a poucas áreas e estavam sempre presentes no fundo das cavidades.

Em 1994 PRATI et al.⁸⁶ avaliaram a microinfiltração de restaurações de classe II extensas de resina composta ao longo do tempo. Foram utilizadas três diferentes combinações de sistema adesivo/resina composta: Vitrebond/Scotchbond 2 com resina P50, Tripton plus com resina Occlusin e Clearfil Photo Bond com resina Clearfil Photo Posterior. As cavidades foram preparadas com terminos cervicais localizados na junção cimento/esmalte. Foi utilizada, juntamente com a análise da microinfiltração com corantes, a análise da permeabilidade através do extravasamento de fluidos inseridos sob pressão no interior da câmara pulpar (0.069Mpa). A microinfiltração através da permeabilidade foi analisada em 2, 15, 45, 150 minutos, após 1, 2 e 3 meses, após termociclagem realizada após as primeiras análises, e após 10 meses onde a ciclagem mecânica foi realizada. Após todo esse período de análise, os espécimes foram imersos em nitrato de prata para análise convencional da microinfiltração marginal. Imediatamente após a confecção da restauração, todos os espécimes mostraram maior infiltração marginal do que após 1 a 2 dias, sendo que todos os espécimes apresentaram alguma infiltração marginal imediatamente após a confecção das restaurações. Após 4 a 8 semanas, todas as restaurações exibiram um aumento na permeabilidade sugerindo que a expansão higroscópica não foi suficiente para compensar a degradação

hidrolítica das restaurações. Segundo os resultados, nem a ciclagem térmica nem a mecânica aumentaram a microinfiltração das restaurações.

Em 1994 SUMMIT; DELLA BONA; BURGESS⁹⁹ avaliaram a carga necessária para produzir falha em restaurações de classe II de resina composta com 4 diferentes formas de preparo. Foram confeccionadas caixas estritamente proximais em molares que foram divididos em grupos: com retenção dada por uma pequena caixa oclusal; com canaletas de retenção com extensão oclusal nas paredes vestibular e lingual; caixa proximal sem retenção e caixa proximal sem retenção e com esmalte proximal sem suporte. Os espécimes foram termociclados e sobre as cristas marginais foi aplicada uma carga com intuito de induzir a falha. As médias obtidas para as condições experimentais foram: 438N para retenção oclusal, 383N para canaletas de retenção, 297N para caixa pura e 281N para caixa pura com esmalte sem suporte. As médias dos grupos com retenção foram significativamente maiores que os grupos sem retenção e o esmalte sem suporte não influenciou na resistência a fratura, sendo que sua importância parece estar na infiltração marginal.

Também em 1995, DIETSCHI et al.³⁴ avaliaram a adaptação marginal e selamento de cavidades de classe II restauradas com resina composta direta e indiretamente. Foram testados dois materiais com seus respectivos sistemas adesivos (Herculite XRV e Z100), e duas técnicas restauradoras diretas: a técnica de adesão direta sobre a dentina ou forramento com cimento ionomérico ou ionômero de vidro modificado por resina. Na técnica indireta, as

resinas foram confeccionadas num incremento único sobre o dente vaselinado que posteriormente foi removido e cimentado com cimento dual. Os espécimes foram termociclados e imersos em corante para avaliação do selamento. Réplicas de resina epóxica foram analisadas em MEV para avaliação da adaptação marginal. Nas condições laboratoriais testadas, as restaurações indiretas (*inlays*) foram superiores as restaurações diretas e ambos os materiais forradores aumentaram a microinfiltração e degradação marginal. Concluíram que técnicas adesivas diretamente sobre a dentina (sem forramento) parecem ser o melhor método para melhorar a qualidade marginal tanto de restaurações de resina indireta quanto direta.

GARBEROGLIO; COLI; BRANNSTRÖM⁴⁷, em 1995, avaliaram *in vitro* a formação de fendas marginais em restaurações nas quais foi adicionada uma camada de resina autopolimerizável entre a resina fotopolimerizável e o adesivo dentinário. Foram confeccionadas em 40 dentes, cavidades de classe II com margens gengivais localizadas em dentina. As resinas autopolimerizáveis testadas foram a Palfique e Bisfil 2B, e os sistemas adesivos testados foram All-Bond e SuperBond D. Após as restaurações com a resina composta Palfique Estelite, os espécimes foram armazenados em água por tempo de 1 a 4 meses, onde réplicas foram obtidas para análise em MEV. Diferenças estatisticamente significantes ($p < 0,001$) foram observadas entre os agentes adesivos, entretanto, não foram constatadas diferenças entre as resinas autopolimerizáveis. Após 4 meses, ocorreu expansão higroscópica do material restaurador reduzindo o número total de fendas, onde a eficiência dos tratamentos não apresentou mais diferença estatística.

SHIMIZU et al.⁹³, em 1996, determinaram as tensões geradas sobre os dentes associadas com 4 diferentes materiais utilizados para restaurações de classe II. Cavidades de classe II foram preparadas em pré-molares e dispositivos para determinar a tensão associada às paredes cavitárias foram acoplados nas faces vestibulares. As cavidades foram restauradas com amálgama adesivo, liga de gálio adesiva e resina composta com e sem a interposição de bases cavitárias. Os resultados deste estudo indicaram que as resinas compostas, com ou sem bases cavitárias, geram mais tensões nos dentes que as restaurações adesivas de amálgama e gálio (9 a 12X). A largura do istmo também foi importante pois a tensão aumentou significativamente com o aumento da largura, sendo que restaurações de resina com istmo de $\frac{1}{4}$ da distância intercuspídea geraram tensões menores (147 $\mu\epsilon$) que istmos de $\frac{1}{2}$ da distância intercuspídea (239 $\mu\epsilon$). Entretanto, a aplicação de uma base cavitária antes da aplicação da primeira camada de resina composta pode diminuir as tensões sobre os dentes restaurados.

ULUSU; ÖZTAS; TULUNOGLU¹⁰⁶, em 1996, compararam a técnica de avaliação direta e através de réplicas para avaliação da adaptação dentinária de duas bases fotopolimerizáveis. Vinte e oito cavidades de classe I foram confeccionadas e restauradas com diferentes técnicas de inserção da resina composta, sobre duas diferentes bases (Calcimol LC e Ionoseal). Após a restauração, os dentes foram armazenados em água por 24 horas e submetidos ao seccionamento para análise da adaptação interna. Os cortes foram moldados com silicona para obtenção das réplicas de resina epóxica.

Após o preparo das amostras para análise em MEV, foram observadas algumas fendas extras nos dentes as quais não foram observadas nas réplicas, levando os autores a concluir que estas fendas resultaram de artefatos produzidos pelo preparo das amostras naturais. Portanto, o uso de réplicas evita a inclusão de fendas falsas nas análises.

CARVALHO et al.²⁰, em 1996, revisaram na literatura os fatores que podem interferir na infiltração do sistema adesivo no interior da camada desmineralizada e a influência desta infiltração na adesão entre o material restaurador e a estrutura dentária. Os estresses criados durante a contração de polimerização podem romper a união junto às paredes cavitárias e essa competição consiste em uma das principais causas das falhas marginais e subsequente microinfiltração nas restaurações de resina composta. O grau de estresse desenvolvido pode ser controlado em alguns aspectos como a configuração da cavidade (fator-C), pelo emprego de bases, tamanho, forma e posição dos incrementos, pela sorção de água e também se a resina é foto ou quimicamente ativada. Os altos valores da tensão de contração relatados em alguns estudos com restaurações de configurações específicas puderam superar as forças de união entre a resina e a dentina, explicando talvez o grande número de falhas adesivas e formação de fendas, freqüentemente observados em estudos com agentes de união. O sucesso clínico das restaurações de resina compostas é largamente afetado por estes fenômenos, que podem ser manipulados até certo ponto pelos clínicos, obtendo-se vantagens terapêuticas

LIBERMAN; GORFIL; BEM-AMAR⁶³, em 1996, analisaram o efeito de pinos intradentinários na microinfiltração de restaurações de classe II de resina composta. Foram empregadas e comparadas as técnicas de inserção única e incremental, e os pinos intradentinários foram inseridos na parede gengival das cavidades. Todos os espécimes foram submetidos às ciclagens térmica e mecânica, para posteriormente serem seccionados para análise da microinfiltração através da penetração de corante. Os resultados mostraram que os pinos intradentinários melhoraram significativamente a adaptação marginal e foram sugeridos pelos autores, entretanto, o procedimento deve ser realizado com muita cautela clinicamente devido ao risco da técnica.

GONÇALVES⁴⁹, em 1996, avaliou *in vitro* o efeito dos estresses mecânico e térmico e do forramento com ionômero de vidro fotopolimerizável (Vitrebond – 3M) na microinfiltração marginal de restaurações de classe II de resina composta, usando dois sistemas restauradores adesivos (Scotchbond Multi-uso + resina Z-100 e Optibond + resina Herculite XRV). Cavidades M.O.D. padronizadas foram realizadas em 60 pré-molares com as margens cervicais localizadas a 1 mm acima do limite amelocementário; a parede gengival de uma das caixas proximais foi forrada Vitrebond e os dentes foram divididos em dois grupos, de acordo com o material utilizado. Depois de restaurados, os espécimes foram armazenados em solução fisiológica por 24 horas e divididos em três grupos: grupo 1 – 10 amostras de cada material foram submetidas a estresse mecânico com 10 ciclos diários de aplicação de cargas de 1 kg e 17 kg durante 7 dias; grupo 2 – 10 espécimes de cada material foram termociclados (500 ciclos, 5-55° C, 15s); no grupo 3 – as

amostras não foram submetidas a nenhum tipo de estresse, servindo como controle. Os dentes foram imersos em solução corante (fucsina básica a 0,5%), lavados e seccionados. Os resultados revelaram que, independentemente do estresse aplicado, nenhum sistema foi capaz de bloquear totalmente a infiltração marginal. Os dentes restaurados com o conjunto Optibond – Herculite XRV exibiram significativamente menos infiltração que os dentes restaurados com o conjunto Scotchbond Multi-uso – Z-100; as amostras submetidas ao estresse térmico não apresentaram aumento nos níveis de infiltração quando comparadas às do grupo controle, para ambos os sistemas avaliados, e o uso do ionômero diminuiu significativamente a infiltração nas amostras do grupo em que o conjunto Optibond – Herculite XRV foi submetido ao estresse mecânico.

Em 1997 ALANI; TOH⁴ realizaram uma revisão de literatura a respeito das análises de microinfiltração e os fatores associados. A análise da microinfiltração foi desenvolvida para testar a propriedade de selamento dos materiais restauradores tanto *in vivo* quanto *in vitro*. Muitas técnicas foram revisadas e os estudos laboratoriais incluem o uso de corantes, traçadores químicos, isótopos radioativos, pressão de ar, bactérias, análise da ativação de nêutron, microscópio eletrônico de varredura, técnicas de cárie artificial e condutividade elétrica. De forma unânime, todos os artigos enfatizam que as margens das restaurações não são fixas e inertes a microinfiltração. Segundo os autores, o uso de corantes é um dos métodos mais comum e antigo de detecção de microinfiltração, entretanto, apresenta problemas pelo fato de ser uma análise subjetiva. Com relação a ciclagem mecânica, alguns trabalhos

mostraram que a ciclagem mecânica diminui a taxa de sobrevivência de restaurações adesivas, e a ciclagem pode induzir as falhas adesivas, entretanto, alguns trabalhos não encontraram correlação. Concluíram que nenhum método utilizado para microinfiltração é ideal.

Em 1997 CAGIDIACO et al.¹⁸ avaliaram a orientação dos túbulos dentinários presentes nas paredes de preparos de classe V e II para resina composta. Avaliaram também a densidade e aumento na área de superfície após o condicionamento ácido. Foram confeccionadas seis cavidades classe V na altura da junção amelocementária de dentes anteriores e seis cavidades classe II com margem cervical localizada 1mm abaixo da junção amelocementária de dentes posteriores. Após o condicionamento das paredes com ácido maleico a 10% as amostras foram diretamente analisadas em microscópio eletrônico de varredura. A morfologia dentinária em ambos os tipos de preparo foi regular. Entre os túbulos da dentina condicionada foi observada uma rede de fibras colágena com poros. Mais de 50% das superfícies cavitárias, de ambos os tipos de cavidade apresentaram orientação tubular oblíqua ou paralela. A presença de uma camada de cimento superficial, a morfologia dessa área cervical se tornou menos previsível. A área de superfície da dentina inter-tubular, dos preparos de classe V, após o condicionamento aumentou de 20.9% para 50.3% onde os túbulos apresentavam-se paralelos, e de 5.8% a 47.8% onde os túbulos apresentavam-se perpendiculares. Valores similares foram encontrados para preparos classe II. Segundo os autores o aumento na área de superfície da dentina inter-tubular poderia ser responsável pela maior força de adesão após o condicionamento dentinário, mas nem todas

as áreas respondem de forma similar ao condicionamento. O substrato presente nas margens gengivais de cavidades de classe V e II pode contribuir pouco em termos de retenção micromecânica.

CHRISTENSEN²⁴, em 1997, realizou uma pesquisa com 8143 dentistas e encontrou que 22% das restaurações intra-coronárias eram não metálicas, sendo que 20% destas eram de resina composta. Salientou que as dificuldades na confecção de restaurações de classe II de resina se tornam menores com a repetição. Relatou que as fendas nas margens vestibular e lingual das caixas proximais constituem o principal problema para os clínicos. Estas fendas podem ser reduzidas significativamente ou mesmo eliminadas utilizando-se múltiplas camadas de agente adesivo permitindo que a resina escoe nestas áreas de difícil acesso. Outra opção seria a aplicação de resina fluida na camada inicial da caixa proximal. Concluiu que não existem razões que limitem o uso de resina composta em cavidades de classe II.

Também em 1997, FERRARI; CAGIDIACO; DAVIDSON⁴³ analisaram a penetração de sistemas adesivos em cemento radicular circundante de cavidades de classe II e V. O estudo objetivou analisar a morfologia e a resistência a penetração dos adesivos, visto que esta é a área mais imprevisível para adesão. Assim 3 diferentes tipos de análises foram realizados em microscópio eletrônico de varredura: observação anatômica direta das cavidades condicionadas; observação das réplicas de resina e observação da infiltração da resina. Nas avaliações diretas foi analisada a presença de túbulos abertos nas réplicas de resina foi avaliada a presença de tags de resina e a sua

densidade. Nas observações diretas, realizadas após condicionamento ácido, pôde-se observar a presença de uma camada superficial na raiz, e túbulos abertos foram vistos somente a 200µm das margens. Esta camada superficial foi claramente vista na margem gengival de cavidades de classe II e menos visível em classe V. Os autores não conseguiram identificar se esta camada era dentina ou cimento, entretanto, com a aplicação do adesivo dentinário, esta camada foi infiltrada e nas réplicas de resina, a presença de tags resinosos só foi vista a 150-200µm das margens. Segundo os autores, esta camada superficial representa um sério problema para uma adesão efetiva.

Em 1997 HOLAN; EIDELMAM; WRIGHT⁵⁵ analisaram o efeito do bisel interno confeccionado na parede gengival de cavidades de classe II de resina composta, na infiltração marginal. Foram utilizados 25 pré-molares permanentes onde cavidades MO e DO foram confeccionadas. Em cada dente, a margem gengival de uma das caixas proximais foi deixada em ombro definido (grupo controle) enquanto que na margem gengival da outra caixa proximal foi confeccionado um bisel interno, com esmalte sem suporte deixado intencionalmente, o qual foi suportado pelo material restaurador posteriormente. O material restaurador foi inserido através da técnica incremental e após a termociclagem os dentes foram imersos em solução corante (por 24 horas) para avaliação da microinfiltração. O grupo experimental apresentou 17 dentes (68%) sem penetração do corante, comparados a 8 dentes (32%) do grupo controle. Alta penetração do corante foi observada em apenas 4 dentes (16%) do grupo experimental, comparados a 12 (48%) do grupo controle. A diferença entre os grupos foi significativa e este estudo

mostrou que o bisel interno pode ser uma alternativa para se minimizar a infiltração marginal em cavidades de classe II de resina composta, com margens gengivais localizadas em esmalte.

MELLO et al.⁶⁹, em 1997, analisaram o efeito da ciclagem mecânica no selamento de oito diferentes sistemas adesivos aplicados em cavidades classe II. Foram selecionados 80 pré-molares onde cavidades classe II foram confeccionadas com margens localizadas em esmalte e parede gengival em dentina/cimento. Durante a imersão em corante, metade dos espécimes de cada grupo foi submetida a ciclagem mecânica. A análise da penetração do corante foi realizada visualmente em estereomicroscópio. Os resultados mostraram que a ciclagem mecânica afetou significativamente a integridade marginal de todos os grupos na margem gengival, sendo que as margens localizadas em esmalte permaneceram intactas. Para a maioria dos sistemas testados a contração de polimerização não foi capaz de danificar o selamento marginal, entretanto, a ciclagem mecânica exacerbou as falhas encontradas. Houve diferenças entre os diferentes sistemas adesivos testados.

Em 1997 SCHUCKAR; GEURTSSEN⁹⁰ analisaram a adaptação próximo-cervical de restaurações de classe II de resina composta após a termociclagem. Os preparos cavitários foram realizados em 60 molares extraídos, variando a localização do término cervical: 1,0mm ou 0,5mm coronalmente a JCE, ao nível da JCE e 0,5mm apicalmente a JCE. Metade dos espécimes sem esmalte circundante não receberam adesivo dentinário. A adaptação cervical foi analisada antes e após a ciclagem térmica em MEV. Foi

também realizada uma análise qualitativa da interface adesiva para verificar a existência de correlação significativa entre os fatores micromorfológicos do dente e a adaptação marginal. Segundo os resultados, a adaptação cervical é significativamente dependente da localização da margem gengival. Margens em esmalte apresentaram os melhores resultados em relação a microinfiltração e adaptação marginal. Todos os grupos com margens em dentina apresentaram deterioração das margens após a termociclagem. A aplicação do adesivo dentinário melhorou significativamente a adaptação marginal nas margens localizadas em dentina.

Em 1997 SCHÜPBACH; KREJCI; LUTZ⁹¹ analisaram o efeito da orientação dos túbulos dentinários na formação da camada híbrida. Foram realizados cortes onde os túbulos foram expostos perpendicularmente ou longitudinalmente. Os dentes foram restaurados sob simulação da pressão hidrostática da polpa, e a camada híbrida formada após a aplicação do sistema adesivo foi analisada através de microscopia eletrônica de transmissão e confocal. A resina adesiva corada com fluoresceína infiltrou completamente na camada desmineralizada, formando a camada híbrida. A orientação dos túbulos influenciou significativamente na formação dessa camada, onde em áreas com orientação perpendicular, a espessura da camada foi $3,2 \pm 0,8\mu\text{m}$, com longos prolongamentos de resina ($27,2 \pm 0,8\mu\text{m}$). Em áreas com orientação de túbulos paralela a superfície, a camada híbrida foi significativamente mais delgada ($1,3 \pm 0,6\mu\text{m}$), com ausência de prolongamentos de resina.

Em 1997 THONEMANN et al.¹⁰³ analisaram a expansão marginal e formação de fendas ao redor de restaurações de classe II de resina composta, com margens gengivais localizadas em dentina, objetivando esclarecer as causas dessa expansão morfológica. Vinte e dois molares foram preparados e restaurados com resina composta, com e sem o uso de adesivo dentinário. A adaptação marginal foi analisada e medida através de réplicas de resina epóxica analisadas em MEV, em diferentes períodos de armazenagem. A composição química da expansão marginal foi analisada qualitativamente através da energia dispersiva de raios X, fornecidas também pelo MEV. Segundo os resultados, significativamente menos expansão ocorreu nas margens localizadas em esmalte, quando comparadas às margens em dentina e nesta foi maior na ausência de adesivos dentinários. Em 1 ano, uma significativa redução na expansão marginal ocorreu e a expansão ocorreu na resina, segundo mostrou a análise dos raios X (picos de sílica e bário).

Em 1997 HILTON; SCHWARTZ; FERRACANE⁵⁴ avaliaram a microinfiltração marginal em restaurações de classe II de resina composta realizadas com diferentes técnicas de inserção. Cavidades M.O. e D.O. com margens gengivais localizadas em cemento foram preparadas em 20 molares humanos. Quatro técnicas foram avaliadas: técnica A – realizada com resina fotopolimerizável (All Bond 2 – Bisfil P) e utilizada a técnica de inserção preconizada por Lutz et al., com matriz de poliéster; técnica B – a mesma resina foi utilizada, porém com uma técnica de inserção gengivo-oclusal (horizontal), com matriz de aço; técnica C – foi utilizado o mesmo sistema adesivo, porém o primeiro incremento foi realizado com uma resina ativada

quimicamente (Bisfill 2B), onde a mesma ocupava toda a caixa proximal até a altura da junção amelo-dentinária na parte oclusal; a porção restante era preenchida com a resina fotopolimerizável, tendo sido utilizada matriz de poliéster; e técnica D – igual à técnica C, porém com matriz de aço. Após restaurados e armazenados em água por 2 semanas à 37° C, todos os espécimes foram termociclados (1000 ciclos, 5-55° C, 30s) e posteriormente imersos em solução corante (nitrato de prata). Para análise da microinfiltração, os espécimes foram seccionados ao meio para avaliação em estereomicroscópio. Após esta análise, as restaurações foram cuidadosamente removidas, e a microinfiltração foi examinada em toda a sua extensão. Nenhuma das técnicas foi capaz de impedir a microinfiltração, não havendo diferenças entre as técnicas testadas. Os resultados tanto em duas dimensões (cortes) quanto em três dimensões não revelaram diferenças significantes entre os grupos A – B (foto-ativadas) e entre os grupos que utilizaram resinas ativadas quimicamente (C – D), entretanto, a avaliação tridimensional permitiu maior exatidão.

Em 1998 DIETSCHI ; HERZFELD³⁵ avaliaram a adaptação interna e externa de restaurações de classe II de resina composta, através de réplicas de resina epóxica analisadas em MEV. Cavidades M.O.D. padronizadas foram confeccionadas em molares extraídos, com margens gengivais localizadas acima e abaixo da JCE. as cavidades foram restauradas diretamente com a técnica incremental, *inlays* (utilizando aplicação convencional ou dupla de adesivo dentinário) ou aplicação de pequenos incrementos pré-polimerizados, utilizando o mesmo material restaurador. As avaliações foram realizadas após

ciclagem térmica e mecânica. Para a adaptação marginal em esmalte, as margens biseladas do grupo da resina direta resultaram em altas porcentagens de continuidade. Nas margens não biseladas, fratura dental marginal foi o defeito mais encontrado. Para a adaptação marginal em dentina, a porcentagem de continuidade variou de 59% (*inlays*) a 87,9% (incrementos pré-polimerizados). Com relação a adaptação interna, margens contínuas variaram de 43,1% (*inlays*) a 63,9% (*inlays* com adesão dupla). As maiores diferenças de continuidade na adaptação interna ocorreram entre as margens gengivais localizadas em esmalte e dentina (44,9% X 80,7%). Segundo os resultados, as *inlays* com conceito de adesão dupla ou inserção de incrementos pré-polimerizados apresentaram os maiores potenciais para manter a integridade da interface dentina/restauração.

Em 1998 DIJKEN; HÖRSTEDT; WAERN³⁷ avaliaram a adaptação interfacial a dentina e esmalte de restaurações de classe II de resina composta confeccionadas *in vivo* com a técnica de contração direta, combinando uma resina fotopolimerizável (Aelitefil) com uma autopolimerizável (Bisfil 2B). Essa técnica foi comparada com a técnica de inserção incremental horizontal, onde a camada gengival com resina fotopolimerizável foi polimerizada com o auxílio de uma cunha reflectiva. Estas duas técnicas também testaram o efeito de um sistema adesivo hidroquímico (All-Bond 2). Cavidades M.O.D. foram confeccionadas em 34 pré-molares, onde uma das caixas proximais foi restaurada com a técnica da contração direta e a outra caixa com a técnica incremental horizontal. Metade das cavidades apresentou a margem gengival localizada em esmalte e a outra metade localizada em dentina. O adesivo

dentinário foi utilizado na maioria dos grupos, enquanto o adesivo para esmalte (Gluma 4) foi utilizado como controle. Um mês após a restauração os dentes foram extraídos, seccionados e as réplicas de resina foram observadas em MEV. Não houve diferenças significantes entre a técnica de contração direta e a técnica incremental horizontal. Os grupos nos quais foi utilizado o adesivo hidrofílico, uma adaptação significativamente melhor foi encontrada, com interfaces livres de fendas em 77 a 87% nas margens de dentina. Em esmalte, nenhuma diferença significativa foi encontrada entre os grupos investigados. As falhas adesivas ocorreram principalmente na interface entre a camada híbrida e a resina composta, enquanto a dentina permaneceu selada. Foram testadas duas concentrações de ácido fosfórico 10% e 32%. Nenhuma diferença estatística foi encontrada entre as duas concentrações de ácido fosfórico.

HILTON; FERRACANE⁵³, em 1998, analisaram a influência de fatores relacionados ao preparo cavitário (bisel nas margens de esmalte vestibular e lingual) e acabamento na microinfiltração de cavidades de classe II restauradas com resina composta em temperaturas intra-orais. Os fatores analisados foram: presença de bisel vertical, técnica de acabamento (imediato ou mediato) e selamento marginal com a técnica da re-adesão. O trabalho também analisou a efetividade de um novo método para avaliação tridimensional da microinfiltração. Cavidades de classe II tipo slot vertical foram confeccionadas com margens gengivais localizadas em dentina, as quais foram restauradas após serem retiradas de uma estufa a 37°C, através da técnica de inserção incremental. Os dentes foram separados em 4 grupos: (1) controle; (2) preparo com 0,5 a 1,0mm de bisel no esmalte vertical; (3) acabamento da resina

realizado 24 horas após e (4) acabamento imediato com re-adesão adesiva. Os dentes foram termociclados e imersos em nitrato de prata para posterior descalcificação protocolada e análise tridimensional da infiltração. Segundo os resultados, a infiltração foi mais pronunciada em paredes não biseladas, sendo que o mesmo aconteceu na parede gengival. A técnica da re-adesão não apresentou resultados satisfatórios em esmalte nem em dentina.

OPDAM et al.⁷⁹, em 1998, analisaram a necessidade de bisel nas margens de pequenas cavidades de classe II de resina composta (cavidades tipo caixa proximal – slot vertical). As cavidades, com margens gengivais localizadas em esmalte, foram confeccionadas em pré-molares superiores e restauradas com a técnica do condicionamento total. Os preparos variaram de acordo com a presença ou ausência de bisel nas margens vestibular, lingual e gengival. Foi realizada em alguns preparos uma escavação interna adicional na parede gengival, como se fosse uma canaleta de retenção adicional. Após a termociclagem, os espécimes foram imersos em corante para posterior seccionamento e análise da microinfiltração. O bisel diminuiu os índices de infiltração em todas as margens analisadas e nas margens não biseladas foi comum a presença de prismas de esmalte fraturados. A escavação adicional não contribuiu para a redução da microinfiltração.

Em 1999 AUSIELLO et al.⁹ analisaram a perda de adesão de restaurações de classe II profundas de resina composta após a aplicação de carga cíclica. As cavidades foram confeccionadas em pré-molares tratados endodonticamente com margens gengivais em dentina, e foram restauradas

com 7 combinações de material: 3 resinas compostas com seus respectivos adesivos; 2 amálgamas adesivos; 2 combinações tipo sanduíche (compômero e ionômero modificado por resina). Para cada grupo, metade foi submetida a ciclagem mecânica e a outra metade serviu como controle. Tanto a camada aderida imperfeitamente como a perda de adesão pela ciclagem mecânica foram identificadas pela penetração de corante na interface adesiva. Todos os dentes apresentaram infiltração de corante. As restaurações de resina composta se comportaram melhor que as restaurações tipo sanduíche, as quais foram melhor que os amálgamas adesivos ($p < 0,05$). A ciclagem mecânica aumentou a infiltração em todos os grupos e a perda da adesão foi correlacionada com a perda da resistência a fratura, cujos dados foram obtidos de trabalhos prévios dos mesmos autores.

Em 1999 LUNDIN; KOCH⁶⁶ avaliaram o comportamento clínico de restaurações de classe I e II de resina composta, comparando dois diferentes tipos de resina após 5 e 10 anos. A única diferença entre os dois materiais era a presença de silicato de Bário/ Alumínio, o qual torna o material radiopaco. As restaurações foram inseridas em molares e pré-molares totalizando 137 restaurações. Do total de restaurações, 127 puderam ser avaliadas, através do critério USPHS, após 5 anos e 117 após 10 anos. A avaliação mostrou que após 5 anos 114 das restaurações examinadas foram classificadas como clinicamente funcionais e após 10 anos 92, o que significa 90 e 79% respectivamente. A taxa total de falha após 10 anos foi 21,4% comparado com 10,2% após 5 anos. Existiu uma tendência não muito clara para maior taxa de

falhas em restaurações de classe II extensas quando comparadas às moderadas.

Em 1999 PEREIRA⁸⁰, avaliou, *in vitro*, os efeitos da ciclagem mecânica e de técnicas de inserção no vedamento marginal de restaurações de classe II realizadas com dois diferentes tipos de resina composta e variando-se o sistema adesivo sob uma das resinas. Cavidades de classe II M.O.D. foram realizadas em 180 molares humanos extraídos, com uma das paredes gengivais localizada em cimento e, a outra, em esmalte. Os dentes foram divididos em três grupos, de acordo com o sistema adesivo e a resina composta utilizada, totalizando 60 dentes em cada grupo. No grupo 1 foi utilizado o sistema adesivo Solidbond + resina Solitaire (Heraeus Kulzer); no grupo 2 foi utilizado o sistema adesivo Snapbond (Cooley & Cooley) e a resina Z-100 (3M); no grupo 3 utilizou-se a mesma resina composta do grupo 2, porém com o sistema adesivo Singlebond, do mesmo fabricante. Em cada grupo de 60 dentes, três técnicas de inserção foram utilizadas para o preenchimento das cavidades, totalizando 20 espécimes para cada condição. Na técnica A, a resina foi acomodada em um único incremento por caixa; na técnica B, os incrementos foram dispostos diagonalmente, sendo necessários dois incrementos para o preenchimento de cada caixa; na técnica C, a disposição dos incrementos também foi diagonal, porém adequados de maneira tal que primeiro obteve-se o contorno proximal externo do dente com uma muralha, simulando o esmalte proximal. Depois de restaurados e armazenados em água deionizada por seis dias, metade dos espécimes foram submetidos a ciclagem mecânica com imersão simultânea na solução corante

(70 ciclos (35 minutos) de aplicação de cargas alternadas de 1 kg e 17 kg). Quando foram detectadas diferenças significantes, houve maior infiltração nas amostras submetidas ao carregamento oclusal e naquelas apresentando a parede cervical em cimento. A respeito das técnicas de inserção, a técnica A mostrou um maior índice de infiltração quando comparada às outras duas, que se equivaleram. A resina Solitaire, nas condições sujeitas neste estudo mostrou-se ineficaz em impedir a infiltração da solução corante, em quase todas as situações. A variação do sistema adesivo nos grupos restaurados com a resina Z-100 mostrou melhores resultados quando se utilizou o sistema produzido pelo mesmo fabricante da resina, porém ambos não foram eficazes em impedir a penetração da solução corante.

TAPETY¹⁰¹, em 1999, avaliou, *in vitro*, a microinfiltração marginal em cavidades de classe II restauradas com três sistemas restauradores adesivos (Single Bond + P-60; Gluma One bond + Solitaire; Prime & Bond 2.1 + Surefil), com ou sem a interposição de uma resina de baixa viscosidade (Flow-It) ou um ionômero de vidro modificado por resina (Vitremer). As cavidades padronizadas foram confeccionadas em 90 pré-molares humanos, onde em uma das caixas o término cervical foi localizado em esmalte e na outra em dentina/cimento. Os dentes foram divididos de acordo com a técnica utilizada: nos grupos 1, 2 e 3, foi utilizada a resina Flow-It como base; os grupos 4, 5 e 6, foi apenas restaurado com um dos sistemas utilizados (P-60, Solitaire e Surefil); nos grupos 7, 8 e 9, foram restaurados igualmente aos três primeiros à exceção do material de base que foi o Vitremer. Depois de restaurados os dentes foram armazenados em água destilada por 24h, submetidos ao carregamento oclusal de compressão (10 ciclos entre 1 e 17Kg por dia durante sete dias), imersos

em fuccina básica por 24h, e seccionados para avaliação quantitativa da infiltração. As margens em esmalte apresentaram menor infiltração, independente do material e das associações utilizadas. A presença do material intermediário utilizado como base não resultou em redução da infiltração para as resinas P-60 e Surefil. A autora concluiu que a presença de base pode minimizar os níveis de infiltração, porém está na dependência do sistema restaurador empregado.

Em 1999 PHRUKKANON; BURROW; TYAS⁸⁴ determinaram a influência da estrutura dentinária nos testes de microtração entre resina e dentina em dois diferentes sistemas adesivos (Single Bond, 3M; MF-102, GC Corporation). Foram analisadas a força de adesão e a interface adesiva. Foram utilizados 22 pré-molares humanos, cortados verticalmente separando-os em duas metades (mesial e distal). Metade do dente foi utilizada para adesão em superfícies perpendiculares aos túbulos dentinários e a outra metade para adesão em superfícies paralelas aos túbulos. Para cada metade seis localizações foram analisadas em relação à adesão. As superfícies fraturadas foram analisadas em microscópio eletrônico de varredura, e a frequência dos módulos de fratura foi comparada estatisticamente. As interfaces adesivas foram observadas em microscópio eletrônico de emissão de campo. Para o Single Bond as forças de adesão na dentina mediana da raiz foram significativamente menores do que nas outras localidades. Para MF-102, não existiu diferenças entre as localidades. A adesão não foi influenciada pela orientação dos túbulos. Os resultados indicaram que para os diferentes adesivos testados existem diferenças na penetração na dentina desmineralizada em diferentes

localizações no dente, e que diferentes adesivos apresentam diferentes comportamentos em relação à posição dos túbulos dentinários.

MONDELLI⁷⁰, em 1999, avaliou o vedamento marginal de restaurações de classe II de resina composta com margens situadas em dentina/cimento, variando o material de forramento. Cavidades M.O.D. padronizadas foram confeccionadas em 60 pré-molares humanos, os quais foram distribuídos em seis grupos de 10 elementos cada, correspondendo a 5 condições experimentais: grupo 1 – (controle) em todos os dentes, Scotchbond MP / Z-100; grupo 2 - Scotchbond MP / Concise / Scotchbond MP / Z-100; grupo 3 – Alpha Bond / Natural Flow / Scotchbond MP / Z-100; grupo 4 – One step / Aeliteflo / Scotchbond MP / Z-100; grupo 5 – Prime & Bond 2.1 / Dyract-AP / Scotchbond MP / Z-100; grupo 6 – Verniz copalite / Velvalloy / Scotchbond MP / Z-100. Após 48 horas, as restaurações foram polidas e submetidas ao carregamento oclusal de compressão (200 ciclos com cargas contínuas variando de 1 a 17kg). Imediatamente após a ciclagem mecânica, os espécimes foram armazenados 24 horas em água destilada a 37°C e posteriormente termociclados em azul de metileno a 2%. O amálgama Velvalloy e a resina composta Z-100 usada como controle apresentaram respectivamente os menores e maiores índices de infiltração marginal. Houve diferença estatística significativa entre o Dyract-AP e os demais materiais testados, o qual reduziu consideravelmente o índice de microinfiltração marginal. A resina quimicamente ativada Concise e as fluídas Aeliteflo e Natural Flow ocuparam uma posição intermediária com relação à infiltração marginal, com desempenho estatisticamente igual entre si e desfavoravelmente

em relação ao Dyract AP. Independente do material restaurador, nenhum foi capaz de impedir 100% a penetração da solução corante nas margens cervicais em dentina/cimento.

Em 1999 SMALL⁹⁶ coletou informações publicadas em artigos científicos a respeito dos efeitos da intensidade, tempo e direção da luz na formação de fendas em restaurações de resina composta. Relatou uma concordância entre os autores de que algumas das idéias geralmente aceitas a respeito da polimerização de compósitos são falsas. Laser não permite o escoamento necessário para alívio do estresse e melhora na integridade marginal em restaurações de resina composta. Relatou o aumento na taxa de contração com o aumento da intensidade de luz. Citou que a polimerização iniciada com um período de baixa intensidade de luz seguido por uma alta intensidade foi testada em inúmeros trabalhos com relação a dureza de superfície, viscosidade e grau de conversão dos monômeros. Concluiu-se que a abordagem de polimerização em dois passos não afetou negativamente nenhum dos parâmetros citados e os valores de adesão até aumentaram.

Em 1999 THONEMANN et al.¹⁰² avaliaram a adaptação marginal de restaurações de classe II de resina composta, comparando a técnica do condicionamento total com adesão seletiva. Na técnica do condicionamento total, nenhum material de forramento ou base é utilizado, permitindo que toda a dentina exposta no preparo cavitário seja disponível para adesão. A adesão seletiva envolve a colocação de uma base cobrindo toda parede pulpar e axial. Neste estudo, 5 combinações de sistema adesivo para dentina e esmalte com

resina composta foram utilizadas para restaurar 60 cavidades de classe II com margens cervicais localizadas abaixo da junção amelocementária. A adaptação marginal foi verificada antes e depois da ciclagem térmica e mecânica através da análise de réplicas em MEV. Também foi realizada a imersão dos espécimes em corante e posterior análise da microinfiltração marginal. Para a maior parte das combinações testadas, a técnica da adesão total apresentou menos fendas marginais do que a técnica da adesão seletiva. Os autores concluíram que a redução da microinfiltração pela aplicação da adesão total depende do sistema adesivo utilizado.

DIETRICH et al.³², em 2000, verificaram a integridade marginal de restaurações de classe II extensas, com margens cervicais localizadas em dentina, restauradas com compômeros. Também foram testados a eficácia de um diferente agente condicionador e o efeito do biselamento das paredes de esmalte. Foram confeccionadas restaurações de resina composta (Spectrum TPH), restaurações de compômeros (dyract AP) e combinações tipo sanduíche (dyract AP + spectrum TPH) em cavidades com paredes de esmalte biseladas e não biseladas. Após armazenamento em água por 21 dias, as amostras foram termocicladas para posterior análise da microinfiltração marginal. Também foram obtidas réplicas de resina epóxica para análise em MEV. Todas as restaurações apresentaram infiltração. Entretanto, as restaurações tipo sanduíche foram as que apresentaram melhor adaptação marginal, seguidas das restaurações de compômero e de resina composta, as quais apresentaram adaptação inferior. O novo agente condicionador melhorou a adaptação

marginal e margens de esmalte biseladas apresentaram significativamente menos microtrincas.

GALLO; BATES; BURGESS⁴⁶, em 2000, analisaram a microinfiltração marginal e adaptação de restaurações de classe II de resina composta condensável (ALERT, Surefil e Solitaire), variando a forma de aplicação (técnica incremental ou incremento único). As cavidades foram confeccionadas em pré-molares com margens cervicais localizadas abaixo da junção cimento-esmalte. Após as restaurações os espécimes foram termociclados e seccionados para análise da microinfiltração. Os resultados não mostraram diferença significativa entre as duas formas de aplicação para as 3 resinas testadas, e a resina ALERT foi a que apresentou menos infiltração dentre todas.

Em 2000 KÖHLER; RASMUSSEN; ÖDMAN⁶¹ apresentaram resultados de 5 anos de controle clínico de restaurações de classe II de resina composta. As restaurações foram realizadas por 3 operadores num sistema de atendimento público e foram testadas duas marcas comerciais de resina composta (Superlux Molar e P-50 APC). Sessenta e três restaurações foram colocadas em molares e pré-molares em 45 pacientes. As restaurações variaram de tamanho dependendo da situação inicial dos dentes, sendo que em casos de cáries primárias, as cavidades foram as mais conservadoras possíveis, e em casos de trocas de restaurações, as cavidades foram mais extensas. Após cinco anos, as restaurações foram avaliadas segundo o critério USPHS modificado, com auxílio de radiografias e fotografias. Também foi

analisada a saliva em relação ao fluxo salivar e níveis de *Streptococcus Mutans* e lactobacilos. Segundo as análises, a causa mais comum de falhas foi associada a cáries recorrentes (n=7) e defeitos marginais (n=4). Concluíram que as falhas presentes no grupo de pacientes estudados não foram especificamente relacionadas aos materiais, tipo de dente ou tamanho da cavidade, mas sim a fatores relacionados a atividade cariogênica.

AROLA; GALLES; SARUBIN⁸, em 2001, compararam o comportamento mecânico de dentes posteriores restaurados com amálgama e resina composta, em relação à resistência à fratura em um estudo de elemento finito. Molares inferiores restaurados com amálgama e resina foram comparados a molares hígidos. A localização e magnitude do estresse principal máximo resultante de ciclagem mecânica e térmica foram obtidas em outros estudos experimentais. O estresse principal em molares hígidos foi o maior dos 3 molares analisados e ocorreu na dentina ao longo da parede pulpar. O estresse máximo nos molares restaurados com amálgama e resina composta ocorreu ao longo da margem cavosuperficial. Nas restaurações de amálgama o estresse se concentrou na junção entre as paredes pulpar e lingual e foi resultado de intensa carga oclusal. Em restaurações de resina composta a força oclusal teve mínimo efeito, entretanto baixas temperaturas orais foram responsáveis pelo estresse principal máximo que se concentrou na junção entre a margem lingual e a superfície oclusal. Concluíram que não existem diferenças significantes na magnitude do estresse máximo que ocorre em molares com amálgama e resina composta. A localização do estresse em molares restaurados é altamente dependente do material restaurador. Embora estudos clínicos relatem que

fraturas do remanescente dentário ocorram predominantemente em molares restaurados, molares hígidos apresentaram um maior estresse.

Em 2001 BEZNOS¹⁵ avaliou a microinfiltração marginal na margem cervical de restaurações de classe II de resinas compostas, com diferentes técnicas restauradoras. Cavidades tipo slot foram preparadas em ambas as superfícies proximais de 40 terceiros molares não erupcionados e recém-extraídos. Uma das cavidades apresentava margem cervical localizada em esmalte e a outra em dentina/cimento. Foram testadas 4 técnicas restauradoras: 3 sítios (adesão total), contração direta (resina química + resina fotopolimerizável no primeiro incremento), cimento de ionômero de vidro modificado por resina ou resina fluida como primeiro incremento gengival. A diferença entre os grupos foi no primeiro incremento, na forma de inserção e técnica de polimerização. Os dentes foram termociclados e imersos em corante para análise da microinfiltração. Os resultados mostraram que a microinfiltração foi quase nula nas margens em esmalte, entretanto, nas margens em dentina, todas as técnicas demonstraram infiltração de moderada a severa, sem diferenças estatisticamente significantes.

BOUILLAGUET et al.¹⁶, em 2001, analisaram as características adesivas nas diversas paredes cavitárias de preparos de classe II restaurados com resina composta. A resina foi aplicada no interior das cavidades e nas paredes isoladamente, analisando desta forma a influência do fator de configuração cavitária. Foram utilizados 30 molares humanos extraídos que foram separados em dois grupos: adesão em cavidades intactas e adesão em superfícies livres

que foram obtidas a partir do seccionamento dos dentes preparados. A resina utilizada foi a Z100 para todos os grupos. Todos os espécimes foram seccionados horizontalmente e verticalmente e os palitos contendo dente e restauração foram submetidos aos testes de microtração. A força de adesão média obtida no grupo das cavidades intactas foi significativamente menor que o outro grupo, entretanto, dentro de cada grupo não existiu diferenças significantes entre as diversas regiões. O trabalho pode mostrar a influência do fator C, mostrando que a força de adesão foi reduzida em cerca de quase 20% no grupo das cavidades intactas.

Também em 2001, DEMARCO et al.³¹ analisaram a influência de diferentes técnicas restauradoras na microinfiltração em restaurações de classe II de resina composta com margens localizadas em cimento. Foram confeccionadas cavidades padronizadas na mesial e distal dos dentes e estes foram divididos em 3 grupos de acordo com a técnica restauradora: resina fotopolimerizável, resina autopolimerizável + fotopolimerizável, e amálgama + resina fotopolimerizável. Após o polimento os espécimes foram termociclados e expostos ao corante (azul de metileno a 0,5% por 8 horas) para posterior análise da microinfiltração através de escores. De acordo com os resultados, a maioria dos espécimes do grupo 1 e 2 apresentaram altos valores de microinfiltração, e a maioria dos espécimes do grupo 3 demonstraram nenhuma infiltração. As restaurações combinadas de amálgama e resina composta demonstraram a menor infiltração.

Em 2001 HAGGE et al.⁵⁰ analisaram a qualidade do selamento marginal de quatro diferentes materiais aplicados como camada intermediária entre dentina e resina composta condensável. Foram testados os seguintes materiais: adesivo dentinário (Prime e Bond NT), resina fluida (Revolution), compômero fluido (Dyract flow), resina autopolimerizável (Bis-Fil) e cimento de ionômero de vidro modificado por resina (Fuji II LC). Todos os grupos foram restaurados com a mesma resina composta (Surefil) por meio da técnica do sanduíche aberto. Os preparos de classe II foram confeccionados em molares humanos extraídos, com margens gengivais localizadas a 1mm apicalmente a junção amelocementária. Após a restauração, os dentes foram termociclados e imersos em fucsina básica a 0,5%. Segundo os resultados, o cimento de ionômero de vidro modificado por resina demonstrou microinfiltração significativamente menor do que todos os outros materiais testados.

Em 2001 JANTARAT; PALAMARA; MESSER⁵⁹ investigaram a deformação e recuperação das cúspides de pré-molares após a aplicação da carga oclusal. Preparos com objetivo de alongar as cúspides de pré-molares extraídos (remoção das cristas marginais, margem gengival proximal 1mm coronal a JCE, remoção do teto da câmara pulpar) foram confeccionados e as cúspides foram submetidas a dois tipos de força: contínua de 100, 200 e 300N por 0,1 – 1000s; cíclica de 300N a 0,83Hz por 1 – 1000 ciclos. O deslocamento das cúspides e subsequente recuperação foram mensurados com auxílio de extensores aderidos às superfícies vestibular e lingual. Forças contínuas provocam deslocamento das cúspides que é dependente da carga e do tempo de aplicação. Após a remoção da força, a completa recuperação da

deformação demorou mais de 20 minutos, o que foi também tempo e carga dependente. Forças cíclicas provocaram um aumento cumulativo no deslocamento das cúspides, mas a extensão do deslocamento foi mínima (1 μ m após 1000 ciclos). Os dois tipos de cargas provocam deslocamento cuspidéu, entretanto, forças contínuas (ex: apertamento) são potencialmente mais prejudiciais que forças cíclicas (ex: mastigação).

Em 2001 OGATA et al.⁷⁶ analisaram a influência da direção dos túbulos dentinários na força de adesão entre resina composta e substrato dentinário. Foram utilizados dois adesivos convencionais e dois adesivos auto-condicionantes (Clearfill Liner Bond II, Impeva Fluoro Bond, Single Bond e One-step) disponíveis comercialmente e a interface entre resina e dentina foi analisada em MEV. Superfícies com túbulos dentinários cortados perpendicularmente ou paralelamente ao longo eixo foram obtidas a partir de dentes humanos. No grupo com túbulos cortados perpendicularmente, as amostras foram obtidas a partir da remoção do esmalte oclusal e no grupo com túbulos paralelos, os espécimes foram obtidos a partir da remoção da metade mesial dos dentes, paralelamente ao longo eixo. A força de adesão do grupo com túbulos paralelos foi maior do que a do grupo com túbulos cortados perpendicularmente, entretanto, apenas para dois adesivos os resultados atingiram significância estatística.

SAHAFI; PEUTZFELDT; ASMUSSEN⁸⁸, em 2001, determinaram o efeito da polimerização “soft-start” na formação de fendas marginais em cavidades de dentina restauradas com resina composta. Cavidades cilíndricas foram

confeccionadas em dentina exposta de molares humanos extraídos. Foram testadas 4 formas de ativação da luz (- 40seg 750mW/cm²; 10seg 100mW/cm² + 30seg 750mW/cm²; 20seg 2cm (100mW/cm²) + 10seg aproximando + 10seg em contato com a superfície da resina; 20seg filtro verde (140mW/cm²) + 20seg em contato com a superfície da resina) e dois sistemas adesivos com suas respectivas resinas (Scotchbond Multi-purpose/Z100 e Optibond FL/Herculite XRV). As fendas marginais foram medidas em microscópio de luz comum. Segundo os resultados, a ativação da polimerização pelo sistema “soft-start” não influencia na contração da resina em cavidades de dentina. O sistema Optibond FL/Herculite XRV apresentou menor contração parede a parede que o sistema Scotchbond Multi-purpose/Z100.

Em 2001 WIBOWO; STOCKTON¹⁰⁷ analisaram a microinfiltração de restaurações de classe II de resina composta com uma metodologia diferente. Restaurações ocluso-proximais com margens localizadas em dentina foram confeccionadas em molares humanos extraídos e restauradas de 7 formas (Z100 controle, Z100, Wave, F2000, Surefil, Z100 + vitrebond (sanduíche aberto), Z100 + vitrebond (sanduíche fechado)). Foi também analisado o efeito da termociclagem na microinfiltração onde metade dos espécimes foi termociclada e a outra não. Os espécimes foram imersos em solução de nitrato de prata e a microinfiltração foi analisada após a remoção completa da restauração. A margem gengival foi dividida em áreas para análise qualitativa e quantitativa da infiltração do corante. De acordo com os resultados, não existiu diferença para a área mais superficial, entretanto, para áreas mais profundas (em direção a parede axial), os espécimes com forramento com ionômero de

vidro até o ângulo cavo-superficial apresentaram significante menos infiltração. Segundo os autores, a combinação resina fluida com resina composta ou resina condensável foram as opções menos favoráveis e a termociclagem não alterou a infiltração do corante.

BESNAULT; ATTAL¹⁴ em 2002, verificaram a influência de um ambiente bucal simulado na microinfiltração de dois sistemas adesivos em restaurações de classe II de resina composta (Scotchbond Multi purpose e Clearfil SE). 60 cavidades de classe II com margens gengivais localizadas em dentina foram preparadas em molares humanos recém extraídos. As cavidades mesiais foram restauradas sob condições ambientais (20°C e 40% de umidade relativa) e as cavidades distais sob condições extremas (35°C e 95% de umidade relativa). Após o polimento, os espécimes foram termociclados e imersos em nitrato de prata. A extensão da microinfiltração foi medida em porcentagem de infiltração do corante. A microinfiltração foi dependente das condições ambientes. Em condições extremas, a penetração do corante aumentou significativamente para todos os grupos. O adesivo clearfil SE apresentou as menores microinfiltrações, tanto em condições ambientais quanto nas condições extremas. O adesivo Clearfil SE apresentou melhores resultados que o Scotchbond. Isso ocorreu provavelmente porque o principal solvente é o álcool, o qual evapora mais rápido que a água. Mesmo assim, parece que o solvente álcool não foi suficiente para eliminar o excesso de água da rede de colágeno em condições extremas. Esta hipótese pode explicar o aumento da penetração do corante na interface dentinária em comparação com condições ambientes.

Também em 2002, DIETSCHI et al.³⁶ analisaram a adaptação marginal e interna de restaurações de classe II de resina composta, inserida imediatamente ou em dois estágios. Foram testados dois tipos de adesivos (tri-componente e mono-componente) juntamente com as duas formas de aplicação da resina. Cavidades de classe II foram confeccionadas em terceiros molares, com margens gengivais localizadas em esmalte ou cimento, e restauradas imediatamente após a aplicação do adesivo ou após 24 horas. A aplicação tardia permite o processo de copolimerização o qual necessita de tempo para ocorrer. A adaptação marginal foi testada antes e após a ciclagem mecânica e a adaptação interna somente após a ciclagem. As réplicas de resina epóxica obtidas das superfícies proximais foram analisadas em MEV. Os resultados mostraram um melhor comportamento do adesivo tri-componente os quais podem formar uma camada de absorção de estresse que preserva a interface adesiva. A aplicação tardia de resina pareceu melhorar a adaptação da restauração e após a ciclagem mecânica, todos os grupos diminuíram as margens em continuidade.

Novamente em 2002, DIETSCHI et al.³³ analisaram o efeito do forramento com compômero (Dyract) de cavidades de classe II de resina composta, com margens localizadas em esmalte ou dentina, na adaptação marginal e interna das restaurações. Terceiros molares extraídos foram preparados e restaurados com e sem forramento com 1mm de compômero em sanduíche aberto ou fechado. A adaptação marginal foi analisada antes e após cada fase da ciclagem mecânica e a adaptação interna foi avaliada após o término do teste. A adaptação foi analisada através de réplica de resina em

MEV. Os resultados mostraram que a ciclagem mecânica não mostrou influência nas margens localizadas em esmalte, entretanto, em dentina o comportamento se mostrou adverso (continuidade no esmalte: 95,2 a 75,3% e na dentina: 98,0 a 10,6%). Segundo os autores, a aplicação de uma camada de baixo módulo de elasticidade sob o material restaurador provou ser vantajosa, entretanto, o compômero deve ficar abrigado dentro da restauração (sanduíche fechado).

Em 2002 ERNST; STREICHER; WILLERSHAUSEN⁴⁰, avaliaram o selamento marginal proporcionado por dois adesivos autocondicionantes em comparação ao condicionamento convencional da cavidade com ácido fosfórico. As cavidades M.O.D. foram preparadas em 80 molares humanos extraídos, com uma margem cervical localizada em cimento e outra em esmalte. Foi avaliado também a influência da colocação da matriz, antes ou após a aplicação dos adesivos. O material restaurador utilizado em todas as cavidades foi um compômero. Todos os espécimes foram termociclados e a porcentagem média de penetração do corante foi avaliada separadamente para as margens localizadas em esmalte e cimento. A porcentagem média de penetração do corante para margens localizadas em cimento foi de 57,2% quando a matriz foi colocada antes da aplicação do adesivo e 0,02% quando foi colocada após. Para margens em esmalte a redução foi de 32,9% para 0,02%. Os resultados mostraram que os adesivos devem ser aplicados antes da colocação da matriz, e quando a matriz é posicionada primeiro, os adesivos apresentam comportamentos significativamente diferentes.

LOGUÉRCIO et al.⁶⁵, em 2002, avaliaram a microinfiltração em restaurações de classe II de resina comparando a adesão total com sanduíche aberto com diferentes materiais (Dyract, Vitremer, Chelon-fil). Foram utilizados molares humanos extraídos e cavidades de classe II padronizadas foram confeccionadas com margem gengival localizada 1mm abaixo da junção cimento-esmalte. Após a restauração os espécimes restaurados foram termociclados e imersos em solução corante de azul de metileno a 0,5%. Os resultados mostraram diferenças significantes entre os grupos ($p>0.01$) em relação a penetração do corante, sendo que a associação do Vitremer com resina Tetric Ceram apresentou os menores índices de infiltração.

Em 2002 MUHLBAUER et al.⁷³ analisaram o efeito de retenções adicionais na retenção de restaurações de classe IV de resina composta. As retenções foram orifícios em dentina confeccionados com diferentes brocas (nº330 e nº329). Os espécimes foram restaurados com resina microhíbrida e submetidos a testes de cisalhamento com a força incidindo perpendicular ao longo eixo do dente (Instron Universal Testing Machine). Os resultados não mostraram efeito significativo dos orifícios na retenção das restaurações avaliadas.

NEME et al.⁷⁵, em 2002, também avaliaram a microinfiltração marginal em resina composta, entretanto utilizaram resinas “condensáveis” com forramento de materiais de baixa viscosidade. Cavidades de classe II com margens cervicais localizadas em cimento foram confeccionadas em molares humanos extraídos e restauradas com 4 diferentes resinas condensáveis

(Heliomolar HB, Prodigy Condensable, Surefil e Tetric Condense). Em uma das cavidades proximais, uma resina de baixa viscosidade, recomendada pelo fabricante de cada resina, foi aplicada sob a restauração de resina. Os espécimes foram termociclados e a microinfiltração foi avaliada nas margens oclusais e cervicais. Segundo os resultados, a microinfiltração foi significativamente maior nas margens em dentina (margem cervical), independente do material restaurador e forramento. A utilização de forramento com resina fluida não diminuiu significativamente a microinfiltração dos espécimes, entretanto, quando o compômero fluido foi utilizado, a microinfiltração foi menor quando comparada aos outros sistemas que utilizaram resina fluida como agente forrador.

Para analisar a durabilidade da interface resina-dentina, OKUDA et al.⁷⁷, em 2002, utilizaram superfícies planificadas de terceiros molares extraídos, aplicaram dois tipos de adesivos com primers auto-condicionantes (Liner Bond 2V e Fluoro Bond) e construíram coroas de resina composta. Os espécimes foram seccionados em cortes de 0,7mm e preparados para testes de microtração da adesão. Todos os cortes foram armazenados em frascos separados contendo água durante 1 dia, 3 meses, 6 meses e 9 meses. Metade dos espécimes foi imersa em AgNO_3 a 50% para após o teste ser analisada em micrografias para quantificação da infiltração da prata. Para ambos os sistemas adesivos, a força de adesão diminuiu ao longo do tempo, embora o sistema Fluoro Bond não apresentou diferença significativa entre os tempos testados. A penetração da prata também aumentou ao longo do tempo. Os autores especularam que a degradação hidrolítica dentro da camada híbrida aumenta

gradualmente através dos canais de nanoinfiltração, resultando em queda nos valores de adesão.

Em 2002 UCTASLI; SHORTALL; BURKE¹⁰⁵ analisaram o selamento marginal de restaurações de classe II de resina composta polimerizadas por uma lâmpada halógena de alta intensidade ou luz de arco de plasma. Cavidades de classe II com margens localizadas em cimento foram preparadas em molares extraídos e restauradas com resina composta indicada para dentes posteriores (Tetric Ceram), utilizando tanto a técnica de dois incrementos como a técnica de inserção única. Os parâmetros testados foram: tipos de luz e modo de polimerização, aplicação de resina fluida e técnica restauradora. Todos os dentes foram termociclados e imersos em fucsina básica a 0,5%. As secções obtidas foram analisadas em microscópio (25x) e a extensão da microinfiltração foi registrada através de um programa de análise de imagens. Nenhuma infiltração foi observada nas margens localizadas em esmalte, em todos os grupos. O tipo de luz apresentou um efeito altamente significativo na infiltração, onde a luz de arco de plasma provocou a maior infiltração. A utilização de uma resina fluida juntamente com a técnica de inserção incremental produziu o maior selamento na margem gengival de restaurações de classe II.

Em 2003 ALMEIDA et al.⁵ compararam três diferentes métodos para avaliar níveis detectáveis de microinfiltração em restaurações de classe II. Foram avaliadas cinco diferentes marcas comerciais de resinas condensáveis: Alert, Glacier, Pyramid, Solitaire II e Surefil. Para todas as restaurações foi

utilizada uma base de resina fluida (Flow-it) e uma resina composta híbrida foi utilizada como grupo controle. As cavidades apresentavam caixa mesial com margens em esmalte e a caixa distal com margem gengival localizada em dentina. Após a termociclagem os espécimes foram armazenados em soluções sequenciais de ^{45}Ca , azul de metileno e rodamina B, em temperatura ambiente. A microinfiltração foi avaliada através de escores. Os resultados mostraram que a rodamina B detecta mais microinfiltração do que o cálcio e que este detecta mais microinfiltração do que o azul de metileno. Segundo os autores os resultados de estudos de microinfiltração que utilizam diferentes corantes não deveriam ser comparados.

HAYASHI; WILSON⁵¹, em 2003, realizaram uma análise retrospectiva de achados de um estudo clínico multicentro no intuito de investigar os riscos de falhas, em cinco anos, de restaurações de resina composta com sensibilidade pós-operatória, além de determinar os fatores de impacto no prognóstico das restaurações através de regressão logística. Dados pertinentes a 1.101 restaurações foram incluídos no estudo. As análises revelaram que as restaurações com sensibilidade pós-operatória falharam mais em 5 anos, do que as restaurações sem sensibilidade. Distribuição da idade do paciente e tamanho da cavidade foram significativamente diferentes para restaurações com e sem sucesso. A regressão logística indicou que o tamanho da cavidade foi o unico fator que influenciou no prognóstico de restaurações com sensibilidade pós-operatória ($p=0,041$), ou seja, restaurações com sensibilidade em cavidades extensas falharam mais em cinco anos que cavidades pequenas.

Também foi observado que nas restaurações que mais falharam, a sensibilidade ocorreu dentro do primeiro mês após a confecção.

Em 2003 CHUANG et al.²⁵ avaliaram a capacidade de selamento de diferentes materiais de forramento. Foram avaliadas a microinfiltração marginal e fendas internas em cavidades de classe II moderadas e profundas. As cavidades foram restauradas com resina composta diretamente ou com a técnica do “sanduíche aberto” com diferentes materiais de forramento (resina flow, compômero e cimentos de ionômero de vidro modificados por resina (RMGI)). Os espécimes foram termociclados e a análise foi realizada em estereomicroscópio. Os resultados mostraram que os espécimes restaurados com resina flow apresentaram igual ou mais infiltração que o grupo restaurado diretamente com resina composta. Os grupos restaurados com RMGI demonstraram similar ou melhor selamento marginal do que o grupo da resina composta, entretanto, apresentaram mais fendas internas em cavidades profundas.

Em 2003 FABIANELLI; KUGEL; FERRARI⁴¹ analisaram a eficácia de agentes adesivos autocondicionantes no selamento marginal de cavidades de classe II de resina composta. As cavidades M.O., com margens cervicais localizadas a 1mm da junção amelocementária, foram preparadas com 56 molares extraídos e restauradas com as seguintes combinações: Excite + Tetric Ceram (controle); Prompt-L-Pop (15 seg) + Tetric Ceram; Etch and Prime 3.0 + Definite; e Prompt-L-Pop (30 seg) + Tetric Ceram. Para todos os grupos foi utilizada a técnica incremental para aplicação da resina composta. Após a

restauração, os espécimes foram termociclados e processados para análise de infiltração. Alguns espécimes de cada grupo foram imersos em HCL 37% por 48 horas e reservados para análise em MEV. Os resultados mostraram que não ocorreram diferenças entre os grupos (adesivos) testados nas margens localizadas em dentina. Nas margens localizadas em esmalte, o condicionamento com ácido fosfórico provocou um padrão mais uniforme de desmineralização quando comparado ao adesivo autocondicionante e isso provocou uma menor infiltração com adesivo convencional nas margens oclusais localizadas em esmalte.

Em 2003 IDRISSE et al.⁵⁸ avaliaram a adaptação marginal de restaurações de classe II de resina composta utilizando a técnica de inserção incremental e inserção única. Cavidades foram preparadas em 40 molares extraídos com margens gengivais localizadas exclusivamente em esmalte. Foram utilizados dois tipos de resina (resina fotopolimerizável – amelogem; resina quimicamente ativada – Rapidfill) , as quais foram aplicadas com as duas técnicas de inserção testadas. Após a termociclagem, os espécimes foram analisados em microscópio eletrônico de varredura ambiental (ESEM). As fendas marginais foram analisadas em locais pré-determinados e os resultados não mostraram diferenças significantes entre os grupos. A técnica de inserção da resina não influenciou significativamente na adaptação marginal, entretanto, a resina fotopolimerizável apresentou fendas mais amplas em relação a resina quimicamente ativada, nas duas técnicas de inserção.

Também em 2003, MÜLLEJANS et al.⁷⁴ compararam a formação de excessos em restaurações de classe II de resina composta, realizadas com matrizes metálicas e transparentes. Cavidades M.O.D. foram confeccionadas com margens localizadas 1,0 a 1,5mm apicalmente a junção cimento-esmalte. Os espécimes foram divididos de acordo com a matriz (metálica ou transparente) e de acordo com o material restaurador (resina composta, resina fluida ou compômero). As margens foram analisadas em microscópio eletrônico de varredura. A análise mostrou que matrizes metálicas significativamente permitiram restaurações com menos excessos, apesar de que todas as restaurações apresentaram excessos.

PERIS; DUARTE; ANDRADE⁸², em 2003, avaliaram a microinfiltração de restaurações de classe II, com margens localizadas em esmalte e dentina/cimento, utilizando diferentes tipos de resina composta (microhíbrida, fluida e condensável). Foram analisados 4 grupos: - resina microhíbrida; - resina condensável; - resina fluida + resina microhíbrida; - resina fluida + resina condensável. Os dentes foram termociclados e imersos em nitrato de prata 50%. Nenhum grupo conseguiu impedir a microinfiltração, entretanto, a combinação resina fluida com resina condensável significativamente reduziu a microinfiltração.

Em 2003 SHOR et al.⁹⁴ compararam a fadiga de pré-molares humanos com cavidades M.O.D. restauradas com resina composta direta e *inlays* de cerâmica. As cavidades foram confeccionadas em dez pré-molares tendo metade sido restauradas com resina composta Z250 e adesivo dentinário

Single Bond e a outra metade com restauração de cerâmica injetada (IPS Empress). Uma força oblíqua de 11,17 Kg foi aplicada sobre a cúspide vestibular onde foi adaptado um dispositivo elétrico para registro da tensão. Os valores foram registrados para os dentes intactos, dentes preparados e dentes restaurados. A força de fadiga foi aplicada até que a perda de resistência fosse registrada pelo dispositivo. Diferenças estatísticas não foram encontradas entre as condições de dentes restaurados e intactos, assim também como não foram encontradas diferenças nos ciclos de fadiga entre os grupos restaurados. Concluíram que a colocação de ambas as restaurações resina ou cerâmica restauraram o comportamento de um dente intacto.

SPLIETH et al.⁹⁷, em 2003, analisaram a microflora bacteriana ao redor e sob restaurações de resina composta e amálgama. Restaurações de resina composta e amálgama com indicação para substituição foram removidas e a dentina sob as mesmas foi coletada sob condições estéreis, armazenada em meio de transporte pré-reduzido para bactérias anaeróbias, e posteriormente analisada em laboratório para diagnóstico microbiano. A proporção entre bactérias aeróbias e anaeróbias não variou muito entre ambos os materiais (11,4%:88,6% para resina e 15,4%:84,5% para amálgama). A variedade bacteriana sob restaurações de resina foi muito maior, incluindo bacilos anaeróbicos Gram -. Sob o amálgama, a microflora foi similar à encontrada na dentina cariada e placa, com bacilos facultativos e anaeróbios Gram + predominando. Quantitativamente, foi constatado um número 8 vezes maior de microorganismos sob restaurações de resina composta. A atividade e localização da cárie tiveram a maior influência sobre a microflora sob as

restaurações e o tipo de material pareceu ter efeito adicional sobre a composição bacteriana.

Em 2003 YAP; SHAH; CHEW¹⁰⁹ analisaram a formação de fendas marginais ao redor de resinas compostas inseridas no interior de cavidades em dentina, sob o efeito do armazenamento em água. Foram testadas duas resinas compostas (Spectrum TPH e Ariston AT), duas resinas compostas modificadas por poliácidos (Dyract AP e F2000) e um ionômero de vidro pré-reagido (reactmer). Duas cavidades cilíndricas em dentina (1,5mm de diâmetro e 1,5 de profundidade) foram preparadas em secções horizontais de molares recém extraídos. Essas cavidades foram restauradas com e sem os respectivos sistemas adesivos. Os compostos foram inseridos num único incremento, fotopolimerizados e imediatamente submetidos ao acabamento e polimento com discos abrasivos. Os espécimes foram acondicionados em água destilada a 37°C e a fenda máxima foi registrada em 24 horas, 1 semana, 2 semanas, 3 semanas e 4 semanas. Não existiram diferenças estatisticamente significantes entre os materiais testados, entretanto, a não utilização de adesivos dentinários aumentou significativamente as fendas marginais. As fendas marginais originadas da contração de polimerização de todos os compostos não foram totalmente compensadas pela expansão higroscópica no tempo de avaliação.

Em 2004 AMARAL et al.⁶ analisaram a microinfiltração e formação de fendas marginais em restaurações de resina composta polimerizadas com diferentes técnicas. O trabalho foi realizado em dentes bovinos onde cavidades

de classe II foram confeccionadas e restauradas com sistema Z250/Single Bond. Os métodos utilizados foram: Soft-start I (10seg 75mW/cm^2 + 30seg 560mW/cm^2); soft-start II (10seg 190mW/cm^2 + 30seg 560mW/cm^2); pulso-tardio (3seg 300mW/cm^2 + 5min espera + 30seg 560mW/cm^2); arco de plasma (3seg 1500mW/cm^2); alta intensidade (40seg 810mW/cm^2). Réplicas de resina epóxica foram obtidas e analisadas em microscópio eletrônico de varredura antes e depois da ciclagem térmica, e a análise das fendas marginais foi realizada sob aumento de 500X. A ciclagem térmica aumentou significativamente as fendas marginais em todos os grupos, entretanto, nenhuma diferença estatística foi encontrada entre os grupos testados em relação a microinfiltração e formação de fendas. Também nenhuma correlação foi observada entre formação de fendas e microinfiltração.

Em 2004 ANDERSSON-WENCKERT; DIJKEN; KIERI⁷ publicaram um estudo longitudinal que avaliou a durabilidade das restaurações de classe II extensas tipo sanduíche aberto modificado utilizando cimento de ionômero de vidro modificado por resina como base. Foram confeccionadas 268 restaurações que associaram o Vitremer com a resina Z100, sendo que 47% foram colocadas em pacientes considerados de alto risco a cárie. As restaurações foram confeccionadas variando a espessura do cimento de ionômero de vidro e o condicionamento prévio da estrutura dentária (ácido maleico 10%, ácido poliacrílico 10% e água). Após 6 anos, 220 restaurações foram avaliadas de acordo com o critério USPHS e 19% de falhas foram observadas. Os pacientes de alto risco a cárie apresentaram significativamente mais falhas, porém, a dissolução do cimento de ionômero de vidro foi similar.

Nenhuma diferença estatística foi encontrada entre os grupos em relação a espessura da base de ionômero. Os autores concluíram que a técnica de sanduíche aberto modificada apresentou uma durabilidade aceitável para as restaurações extensas avaliadas.

Também em 2004, BEDRAN-DE-CASTRO et al.¹⁰ avaliaram o efeito da ciclagem mecânica e térmica na nanoinfiltração de restaurações de classe II de resina composta. As cavidades foram preparadas em dentes bovinos e restauradas com Single Bond e resina Z250. Os dentes foram divididos em 4 grupos, variando a ciclagem sobre os espécimes, sendo que um grupo sofreu os dois tipos de ciclagem. As amostras foram imersas em solução amoniacal de nitrato de prata e após seccionadas, foram preparadas para serem analisadas em microscopia eletrônica de varredura. O microscópio eletrônico foi utilizado no modo de captura de elétrons retro-espalhados, o qual permite a identificação do corante em quantidades menores que os métodos visuais convencionais. O grau de nanoinfiltração aumentou significativamente quando as ciclagens térmica e mecânica associadas foram empregadas, em relação aos outros grupos que não apresentaram diferenças entre si. Nenhuma diferença no padrão da microinfiltração foi notada entre os grupos, exceto para os grupos que receberam ciclagem mecânica, que apresentaram uma maior deposição de partículas de nitrato de prata acima e abaixo da camada híbrida.

Em 2004 CHUANG et al.²⁶ analisaram a influência da espessura da resina fluida, utilizada como material de forramento, na qualidade marginal e microinfiltração de restaurações de classe II de resina composta (P60 – 3M).

Foram utilizados 4 grupos experimentais que variaram a espessura da resina fluida e a forma de ativação (resina fluida co-polimerizada com o primeiro incremento e resina fluida pré-polimerizada ao primeiro incremento). Réplicas de resina epóxica foram confeccionadas, antes e após a termociclagem, para análise em microscópio eletrônico de varredura. A microinfiltração foi realizada sobre cortes longitudinais dos espécimes, assim como a análise das fendas internas. Os piores resultados se concentraram no grupo que utilizou camadas espessas de resina fluida na margem gengival, enquanto os melhores resultados pertenceram ao grupo que utilizou a co-polimerização com uma fina camada de resina fluida.

Em 2004 HUTH; PASCHOS; KUNZELMANN⁵⁷ apresentaram a análise de sobrevivência e comportamento clínico de quatro anos de restaurações de classe I e II de compômero (Hytac). 53 restaurações de compômero foram realizadas utilizando adesivo autocondicionante Hytac OSB sem condicionamento com ácido fosfórico adicional. As restaurações foram avaliadas após 6, 12, 18, 36 e 48 meses utilizando o critério USPHS modificado, em relação ao tipo de dente (molar ou pré-molar), tamanho e tipo de cavidade, tipo de isolamento (absoluto ou relativo) e uso de hidróxido de cálcio. Após 4 anos, 73,6% foram avaliadas. A taxa de sucesso de 84,6%, com falha de apenas 6 restaurações de um total de 39. Perda de integridade marginal foi a principal causa de falha das restaurações e a probabilidade de uma restauração permanecer clinicamente aceitável após 4 anos foi de 89%. Nenhuma diferença estatisticamente significativa foi encontrada entre os grupos testados.

Em 2004 KOURNETAS et al.⁶² analisaram a adaptação interna e marginal de restaurações de classe II de ormocer e resina composta híbrida, antes e após ciclagem mecânica. Foram avaliados dois tipos de ormocer (Admira, Voco e Definite, Degussa) e uma resina composta híbrida (TPH Spectrum). Cavidades de classe II com margens localizadas em esmalte, com margens não biseladas, foram confeccionadas em pré-molares e restauradas com seus respectivos agentes adesivos. Todos os grupos foram submetidos à análise de adaptação antes e após a ciclagem mecânica, sendo classificados em excelente e não excelente. A adaptação cervical e oclusal das restaurações de ormocer foram similares e claramente piores que as restaurações de resina composta, tanto antes como após a ciclagem mecânica. Todas as restaurações de ormocer apresentaram fendas internas e o sistema adesivo apresentou camadas com características constantes de poros e fraturas, enquanto que a resina composta com seu sistema adesivo apresentou frequentemente adaptação perfeita. Segundo os autores, as características negativas das restaurações de ormocer foram atribuídas ao sistema adesivo e não ao material propriamente dito.

Em 2004 LOGUERCIO et al.⁶⁴ avaliaram a microinfiltração em cavidades de classe II restauradas com resinas compostas condensáveis. As cavidades apresentaram margens localizadas tanto em esmalte quanto dentina/cimento. As resinas condensáveis utilizadas foram Surefill, Alert, e P60, com seus respectivos adesivos e foram comparadas ao grupo controle que utilizou a resina híbrida TPH. Os espécimes foram termociclados e imersos em azul de

metileno a 5% por 24 horas. As margens foram avaliadas por 2 examinadores com o sistema de escores de infiltração. Os resultados mostraram que a resina Alert foi a única que apresentou diferença entre margens localizadas em esmalte ou dentina. Quando as margens foram avaliadas em esmalte, resultados similares foram obtidos. Entretanto, em margens localizadas em dentina/cimento, apenas a resina P60 promoveu um bom selamento. Também foi salientada a menor contração de polimerização das resinas condensáveis em relação a resina híbrida testada.

Também em 2004, LUNDIN; RASMUSSEN⁶⁸ avaliaram o comportamento clínico de restaurações de classe I e II de resina composta (Tetric Ceram) nas clínicas gerais. As restaurações foram realizadas em 3 serviços públicos de atendimento. Todos os profissionais envolvidos foram treinados e devidamente instruídos para padronização dos procedimentos. As avaliações foram realizadas utilizando os critérios do Serviço de Saúde Pública dos Estados Unidos (USPHS). Após 2 anos, 7 (seis classe II e uma classe I) de 148 restaurações falharam dando um percentual de 5% de falhas. Cinco restaurações devido a hipersensibilidade, 1 cárie secundária e 1 fratura. Segundo os autores, quando o protocolo padronizado é empregado, a resina composta pode trazer resultados satisfatórios em áreas de stress mastigatórios.

PEUTZFELDT; ASMUSSEN⁸³, em 2004, investigaram a influência de alguns fatores associados as resinas compostas na formação de fendas marginais. Os Fatores analisados e correlacionados foram: contração de

polimerização, escoamento, resistência flexural e resistência adesiva. Foram utilizados 11 tipos de resina composta, incluindo resinas híbridas, fluidas e condensáveis. A contração foi medida através do “método do disco aderido”. O escoamento foi mensurado pelo diâmetro de um volume constante de resina entre duas placas submetidas a uma força de compressão de 20N. A resistência flexural foi analisada pela deformação por 3 pontos. A resistência adesiva foi verificada através de testes de cisalhamento e a formação de fendas foi registrada através da visualização em MEV. Diversas diferenças significantes foram encontradas entre os diferentes materiais, entretanto, a correlação mais significativa ocorreu entre a contração de polimerização e escoamento, com a formação de fendas marginais.

TANTBIROJN et al.¹⁰⁰, em 2004, analisaram o padrão de deformação de dentes restaurados com resina composta. Os molares foram preparados com diferentes configurações (classe I, classe II M.O., classe II M.O. extensa, classe II M.O.D. extensa) e a deformação sobre os dentes causada pela contração residual da resina foi avaliada através da digitalização da superfície oclusal dos espécimes antes e depois da restauração. Os dados digitalizados pelo perfilômetro foram utilizados para computar a alteração no contorno das cúspides. Para cada espécime foram registrados 48.000 pontos na direção Z, em incrementos de 50 e 100µm nos eixos X e Y. Restaurações de classe II extensas apresentaram os maiores padrões de deformação das cúspides, seguidas pelas restaurações de classe II MO extensas.

CENCI; DEMARCO; CARVALHO²², em 2005, analisaram a relação entre força de adesão e infiltração marginal em cavidades de classe II de resina composta restauradas com duas técnicas de polimerização. Cavidades de classe II foram confeccionadas em 40 terceiros molares humanos e restauradas com sistema adesivo Single Bond e resina composta P-60. Metade dos terminos gengivais localizaram-se em esmalte , e metade em dentina. Os dentes foram restaurados com a técnica incremental com polimerização a partir da superfície oclusal ou com polimerização indireta através de matrizes transparentes e cunhas reflectivas. Após a imersão em fucsina por 24 horas os dentes foram seccionados e preparados para testes de microtração. A relação entre microinfiltração e força de adesão foi analisada através de teste de correlação de Spearman. Não foram encontradas diferenças significantes entre as técnicas de polimerização. A força de adesão foi maior em preparos com margens em esmalte, quando restauradas pela técnica de polimerização indireta. Nenhuma correlação significativa foi encontrada entre microinfiltração e força de adesão.

SPREAFICO; KREJCI; DIETSCHI⁹⁸, em 2005, analisaram o comportamento clínico de 3,5 anos de restaurações de classe II de resina composta realizadas de forma direta e semidireta. O estudo foi realizado com o método da boca dividida em 44 dentes posteriores superiores. Cavidades convencionais foram preparadas para ambos os tipos de restaurações, com margens localizadas em esmalte. Nas restaurações semidiretas o preparo realizado foi expulsivo permitindo a remoção do material de moldagem e inserção da restauração de resina composta (APH), confeccionada sobre

troquel de gesso e cimentada com cimento resinoso de dupla cura sobre o preparo. O comportamento clínico foi avaliado através dos critérios do USPHS e a adaptação marginal oclusal através de réplicas de resina epóxica analisadas em MEV. Os resultados de 3,5 anos mostraram uma taxa de retenção de 100%, sem fraturas, sensibilidade ou cáries recorrentes. A análise oclusal revelou poucas fendas marginais no período analisado (4-8%). Não ocorreram diferenças estatisticamente significantes entre as técnicas restauradoras.

Em 2006, GERVÁSIO⁴⁸ avaliou a resistência a fratura de pré-molares com cavidades M.O.D., com e sem a confecção de bisel nas margens, restaurados ou não com resina composta. As cavidades apresentaram esmalte em toda extensão e o bisel foi confeccionado em todo ângulo cavosuperficial proximal e oclusal. Nos espécimes restaurados foi utilizado o sistema adesivo Scotchbond Multi-uso (3M ESPE) e resina composta Filtek Supreme (3M ESPE). Os resultados apontaram para uma maior resistência a fratura nos pré-molares com margens biseladas e restaurados com resina composta.

O efeito do bisel gengival na infiltração marginal de cavidades de classe II M.O.D. com margens situadas em dentina/cimento foi analisado por HERMES⁵², em 2006. As cavidades analisadas foram divididas em três grupos de acordo com o acabamento da margem gengival: sem acabamento (controle), acabamento com recortador de margem gengival determinando um bisel plano e inclinado, e acabamento com pontas diamantadas determinando um bisel côncavo. Os dentes foram submetidos a ciclagem mecânica com

imersão simultânea em solução corante. Os resultados mostraram uma infiltração significativamente menor nas cavidades com acabamento marginal, independente do tipo de acabamento, em relação às cavidades do grupo controle (sem acabamento marginal).

MONDELLI et al.⁷², em 2006, descreveram os princípios gerais dos preparos de cavidades de classe II para restaurações adesivas diretas. Preconizaram a confecção de bisel em toda a extensão da margem das cavidades, a fim de expor de forma transversal os prismas de esmalte circundantes. Em cavidades amplas no sentido vestibulo-lingual foi preconizada a redução cuspídea para posterior cobertura com resina composta. Nas margens gengivais localizadas em esmalte, ou mesmo dentina/cimento, o bisel côncavo também foi indicado para melhorar o vedamento com consequente redução da microinfiltração marginal.

3 – PROPOSIÇÃO

3- PROPOSIÇÃO

O presente trabalho laboratorial se propôs a testar o efeito das retenções adicionais na formação de microfendas e microinfiltração marginal em cavidades de classe II extensas, com margem gengival localizada em dentina/cimento. Para isso foram testadas as seguintes hipóteses nulas:

- não existem diferenças na extensão das microfendas formadas em cavidades com e sem retenções adicionais, restauradas com resina composta;
- não existem diferenças na extensão das microfendas formadas após a ciclagem mecânica em cavidades com e sem retenções adicionais, restauradas com resina composta;
- retenções adicionais não são capazes de anular os efeitos da ciclagem mecânica na interface adesiva;
- não existem diferenças na extensão da microinfiltração em cavidades com e sem retenções adicionais, restauradas com resina composta e submetidas à ciclagem mecânica.

4 – MATERIAL E MÉTODO

4 - MATERIAL E MÉTODO

4.1 – Obtenção e padronização da amostra

Para o desenvolvimento deste trabalho foram selecionados 40 terceiros molares humanos hígidos recém-extraídos, os quais foram imediatamente armazenados em solução fisiológica a 0,9% com 0,1% de timol. Antes de serem utilizados nos testes, foi verificada a presença de trincas ou defeitos estruturais com o auxílio de lupa binocular (aumento de dez vezes), sendo descartados os dentes que apresentavam estas características. Foram selecionados molares que apresentavam dimensões semelhantes com médias de 8,5mm (mesio-distal) e 12,0mm (vestíbulo-lingual).

Para o preparo das cavidades nos 40 molares selecionados, as superfícies oclusais foram planificadas, a 4mm da junção cimento-esmalte da face proximal, com o auxílio de lixadeira e politriz elétrica DP-10 (Panambra Industrial e Técnica S.A.), a fim de padronizar as dimensões dos segmentos oclusal e proximal e, especialmente, a altura do degrau proximal (MONDELLI et al.⁷¹, 1980, PEREIRA⁸⁰, 1999, BEDRAN de CASTRO et al.¹⁰, 2004)(FIGURA 01).

FIGURA 01 – aspecto do dente após a planificação da superfície oclusal.

Após a planificação oclusal, todos os dentes foram moldados com silicona de adição (Aquasil – Dentsply), com auxílio de canos de PVC seccionados (5,0cm de altura) que serviram como moldeiras (Tigre S. A. Tubos e Conexões – Joinville – SC). O material de moldagem foi inserido no interior dos canos cortados e depois os dentes planificados foram inseridos deixando-se a superfície oclusal livre (FIGURA 02A). Primeiramente foi realizada uma moldagem com o Aquasil pesado e posteriormente, após um pequeno alívio interno, um reembasamento com o Aquasil ultra-viscoso. O molde obtido foi utilizado como matriz durante a inserção e polimerização da resina composta (FIGURA 02B). Este procedimento permitiu a confecção de restaurações com mínimo excesso marginal no intuito de facilitar a análise das microfendas em MEV.

FIGURA 02 – **A**- moldagem da superfície externa do dente antes do preparo da cavidade; **B**- molde reembasado utilizado como matriz.

4.2 – Preparo das cavidades

Após a moldagem dos espécimes, cavidades de classe II M.O.D. extensas foram confeccionadas com pontas diamantadas nº 1151 (KG -

Sorensen - Barueri-SP), girando em alta velocidade, e regularizadas com brocas *carbide* nº 245 (SS White – Rio de Janeiro-RJ), girando em baixa velocidade. O acabamento manual foi realizado com recortadores de margem gengival nº 27 (SS White – Rio de Janeiro-RJ), a fim de remover prismas de esmalte fragilizados e refinar as margens gengivais localizadas em cimento e dentina. Após concluídas, as cavidades apresentaram as seguintes características (QUADRO 01, FIGURA 03):

QUADRO 01 – Dimensões e características das cavidades preparadas

Caixa oclusal	Caixas proximais
<ul style="list-style-type: none"> • Profundidade de 2 mm • Abertura vestíbulo-lingual de 4mm na região da crista marginal; • Ângulos internos arredondados; • Ângulo cavo-superficial nítido (sem bisel); • Paredes ligeiramente convergentes para oclusal. 	<ul style="list-style-type: none"> • paredes vestibular e lingual convergentes para oclusal; • ângulos internos arredondados, inclusive o áxio-pulpar; • parede gengival plana no sentido vestíbulo-lingual e localizada 1mm abaixo da junção amelo-cementária; • parede axial plana vestíbulo-lingualmente e ligeiramente expulsiva no sentido gengivo-oclusal; • ângulo cavo-superficial nítido (sem bisel); • abertura vestíbulo-lingual da caixa proximal na parede gengival de 5 mm; • profundidade axial da caixa proximal, na altura da parede gengival, de 2,0mm.

FIGURA 03 – Aspecto da cavidade preparada com as dimensões padronizadas para cada tipo de retenção (grupos 02, 03 e 04).

4.2.1 – Grupos (confeção das retenções)

Os quarenta dentes preparados foram aleatoriamente distribuídos em 4 grupos, variando o tipo de retenção adicional na caixa proximal (FIGURA 04):

Grupo 01- nenhum tipo de retenção (controle).

Grupo 02- canaletas verticais localizadas nas paredes vestibular e lingual, ultrapassando o limite da parede pulpar em 1mm. As canaletas apresentaram profundidade de aproximadamente 1mm e foram confeccionadas com brocas *carbide* nº 169 (SS White), girando em baixa velocidade, junto à parede gengival e terminando a zero 1mm acima do ângulo axio-pulpar.

Grupo 03- dois orifícios com aproximadamente 1,0mm de profundidade confeccionados na dentina da parede gengival da caixa proximal com broca *carbide* nº 329 (SS White) localizados a uma distância de 1,5mm das paredes circundantes vestibular e lingual e a 1,0mm do ângulo cavo-superficial.

Grupo 04- canaleta horizontal com aproximadamente 1,0mm de profundidade e mesma largura confeccionada com broca *carbide* nº329 (SS White) em toda extensão vestibulo-lingual da parede gengival da caixa proximal; iniciando junto as paredes vestibular e lingual e a 1,0mm do ângulo cavo-superficial.

FIGURA 04 – retenções adicionais confeccionadas: grupo 02- canaletas verticais com broca nº 169; grupo 03- orifícios na parede gengival com broca nº 329; grupo 04- canaleta horizontal com broca nº 329.

4.3 - Técnica restauradora

Todos os dentes foram restaurados com o mesmo sistema adesivo e resina composta. O sistema adesivo (Prime Bond NT – Dentsply lote 352056) foi utilizado de acordo com as especificações do fabricante e a inserção da resina composta híbrida (QuiXfil – Dentsply lote-0408000566) no interior das cavidades foi realizada pela técnica incremental, preconizada por EAKLE;

ITO³⁸ (1990) em camadas diagonais até a altura da parede pulpar, conforme ilustra a FIGURA 05.

FIGURA 05 – Esquema da técnica de inserção dos incrementos dispostos de forma diagonal até a altura da parede pulpar.

O adesivo dentinário foi aplicado antes do posicionamento da matriz de silicona para evitar excessos e ruptura da camada adesiva durante a remoção da mesma, com conseqüente formação de fendas (ERNST et al.⁴⁰, 2002).

Em todos os grupos foram utilizados dois incrementos diagonais de resina composta para restauração e nivelamento da caixa proximal com a parede pulpar, e mais dois incrementos diagonais maiores para restauração da caixa oclusal (FIGURA 05). O primeiro incremento da caixa proximal foi inserido e condensado contra a parede gengival com auxílio de condensadores para amálgama, e nos grupos com retenção, condensadores menores foram utilizados para assegurar a penetração da resina no interior das retenções.

Cada incremento foi fotopolimerizado por 20 segundos pela face oclusal, conforme as orientações do fabricante. Após a remoção da matriz de silicona, a polimerização foi complementada com mais 20 segundos em cada face proximal. A unidade fotopolimerizadora utilizada foi Ultralux eletronic (Dabi

Atlante – Ribeirão Preto-SP), a qual fornece uma intensidade de luz constante de 480 mW/cm^2 , verificada por meio de um radiômetro.

O molde de silicona permitiu a restauração do contorno proximal com poucos excessos na margem gengival, facilitando os procedimentos de acabamento e polimento para posterior análise da superfície (FIGURA 06).

FIGURA 06 – **A**- espécime posicionado na matriz de silicona para restauração; **B**- aspecto do dente restaurado.

Após a conclusão de cada restauração, a remoção de possíveis excessos foi feita com lâmina de bisturi nº 12 usando lente binocular. Os espécimes, depois de devidamente identificados de acordo com cada grupo, foram armazenados em água deionizada por 144 horas (6 dias) a 37°C , para que ocorresse uma possível sorpção de água até a moldagem da superfície para análise das microfendas (OLIVA; LOWE⁷⁸, 1986).

Decorridos 6 dias, os terminos cervicais foram polidos com discos de lixa Sof-Lex Pop-On (3M), de granulação média, depois fina e por último ultra-fina. Após o polimento, os espécimes foram levados ao aparelho de ultra-som para

eliminar, da interface, os detritos do polimento. Após a secagem, as superfícies proximais foram novamente moldadas com silicona de adição (Aquasil – Dentsply), da mesma maneira como foi confeccionada a matriz para restauração (FIGURA 02A).

Esse novo molde foi vazado em resina epóxica de alta viscosidade (Poly/Bed 812 resin - Polysciences Inc.) para obtenção de réplicas (réplica-01) que foram processadas para análise de microfendas em microscópio eletrônico de varredura (ULUSU; ÖZTAS; TULUNOGLU¹⁰⁶, 1996, ALANI; TOH⁴, 1997). A utilização de réplicas evita os artefatos provenientes do preparo das amostras para MEV, que podem aumentar a quantidade e extensão das microfendas. Após a moldagem, os dentes foram preparados para a ciclagem mecânica. Vale ressaltar que o processo de moldagem das faces proximais foi realizado antes e após a ciclagem mecânica.

4.4 - Carregamento axial de compressão (ciclagem mecânica)

Para permitir que a infiltração da solução evidenciadora ocorresse apenas na interface dente-restauração, os espécimes foram impermeabilizados com esmalte de unha de secagem rápida (Colorama Maybelline), permanecendo descobertas apenas a restauração e uma margem cavitária de 1,0mm ao redor de toda a cavidade. Após quinze minutos (tempo requerido para secagem do esmalte), os dentes foram incluídos por suas raízes em anéis de PVC contendo resina ortofitálica (resina Ortofitálica 112E - Redefibra Comércio de Produtos para Fiberglass Ltda. – São Paulo – SP) a qual desenvolve baixa reação exotérmica de polimerização. Esses anéis de PVC foram obtidos pelo seccionamento de canos (Tigre S. A. Tubos e Conexões –

Joinville – SC) com 25mm de diâmetro e 3,5cm de altura. Os corpos-de-prova foram posicionados de tal forma que as margens cervicais das restaurações ficassem localizadas à distância de 2,0mm acima do nível do anel de PVC e a superfície oclusal em um plano perpendicular a ele (FIGURA 07A).

FIGURA 07 - **A**: corpo-de-prova incluído e fixado por suas raízes num anel de PVC contendo resina ortofitálica; **B** – luva do mesmo material, com maior calibre, para ser acoplada à parte superior do anel e formar um compartimento para represar a solução evidenciadora.

Tão logo a resina ortofitálica se tornou plástica (aproximadamente 10 minutos), o conjunto anel/resina/dente restaurado foi imediatamente submerso em água à 37°C. Decorridas 24 horas e a total polimerização da resina, foi confeccionada no centro da face oclusal da restauração uma concavidade com diâmetro aproximado de 2mm, com broca esférica nº 4, girando em baixa

velocidade. Nesta concavidade se alojou uma ponta esférica que transmitiu o carregamento de compressão desenvolvido pela máquina de ensaios, além de servir como referência para a aplicação do carregamento sempre no mesmo local.

Uma luva de PVC rígido (Tigre S. A. Tubos e Conexões – FIGURA 07B) foi acoplada ao redor da parte superior do conjunto anel/resina/espécime e fixada com um adesivo próprio para esse material (Adesivo Plástico Tigre), formando um compartimento onde foi colocada a solução corante (fuccina básica a 0,5%). Desta forma, a margem gengival da restauração ficou totalmente submersa na solução evidenciadora durante a aplicação do carregamento oclusal, evitando também o ressecamento do espécime (LUNDIN; NORÉN; WARFVINGE⁶⁷, 1990, DAVIDSON; ABDALLA³⁰, 1993, MELLO et al.⁶⁹, 1997, AUSIELLO et al.⁹, 1999, YAP; SHAH; CHEW¹⁰⁹, 2003) (FIGURA 08).

FIGURA 08 – Dispositivo para ciclagem mecânica dos corpos-de-prova: **A-** ponta aplicadora do carregamento oclusal em posição no centro da restauração e o compartimento onde foi vertida a solução corante; **B-** luva de PVC seccionada, permitindo a visualização do corpo-de-prova e o posicionamento axial da ponta esférica aplicadora do carregamento axial de compressão.

Todo o conjunto foi acoplado a uma máquina de ensaios universal EMIC (São José dos Pinhais – PR), onde foram aplicados 70 ciclos de 30 segundos cada, onde forças constantes variaram entre 17 kg a 1 kg alternadamente (GONÇALVES⁴⁹, 1996, PEREIRA⁸⁰, 1999, MONDELLI⁷⁰, 1999, TAPETY¹⁰¹, 1999).

Após o ciclo de carregamento os espécimes permaneceram ainda por 12 horas numa estufa à 37° C, imersos na solução corante. Imediatamente após esse período foram submetidos à lavagem em água corrente pelo mesmo período de imersão no corante.

Após a lavagem e secagem dos espécimes, estes foram cuidadosamente seccionados e removidos do conjunto por seccionamento do conjunto na altura da resina de fixação do espécime. As interfaces dente-restauração foram novamente moldadas com a mesma técnica realizada antes da ciclagem mecânica, e vazadas em resina epóxica de alta viscosidade para obtenção da segunda réplica (réplica-02) que também foi processada e analisada em MEV.

Após a moldagem, os espécimes foram incluídos em resina Ortofitálica 112E (Redefibra comércio de produtos para Fiberglass Ltda. – São Paulo – SP), para seccionamento e avaliação da microinfiltração nos cortes obtidos.

4.5 - Avaliação das microfendas marginais

A avaliação das fendas marginais foi realizada sobre as réplicas de resina epóxica obtidas dos dentes restaurados, antes e depois da ciclagem mecânica. A interface moldada foi analisada em microscópio eletrônico de varredura (LEO VP 445) e as micrografias obtidas (FIGURA 09), com aumento

padronizado (180X), foram analisadas quantitativamente no programa Image Tools (UTHSCSA – University of Texas Health Science Center San Antonio). Este programa fornece a área e extensão correspondente à microfenda marginal através da conversão de *pixels* em milímetros quadrados. Esta análise foi realizada antes e após a ciclagem mecânica e a utilização de réplicas apresenta a vantagem de ser não destrutiva a amostra, a qual pôde ser posteriormente seccionada para análise da microinfiltração de corantes.

A avaliação consistiu na verificação visual das micrografias no programa supracitado, onde mediu-se a extensão total da interface dente/restauração na altura do ângulo cavosuperficial gengival e a extensão das fendas marginais detectadas, obtendo-se uma porcentagem (PEREIRA⁸⁰, 1999, SAHAFI; PEUTZFELDT; ASMUSSEN⁸⁸, 2001). Esta porcentagem foi obtida para as faces mesiais e distais de cada espécime antes (M1 e D1) e após (M2 e D2) a ciclagem mecânica.

O aumento utilizado para análise da interface dente/restauração de 180x não permitiu a visualização total da parede gengival numa única fotomicrografia, portanto, foram obtidas 3 fotos para cada superfície proximal (na vestibular, no centro e na lingual), as quais foram unidas no programa Adobe Photoshop versão 7.0. Esta imagem englobando as 3 porções da margem gengival foi analisada no programa Image Tools (FIGURA 10). Vale ressaltar que no programa é possível aumentar a imagem para facilitar na análise visual.

FIGURA 09 – Fotomicrografia da margem gengival evidenciando a presença de microfenda (180X no detalhe).

FIGURA 10 - Imagem do programa Image Tools utilizado para análise quantitativa da formação de microfendas na interface dente/resina: linha amarela- extensão total da margem gengival; tracejado azul- extensão da microfenda.

4.6 - Avaliação da microinfiltração marginal

Depois da inclusão dos espécimes e total polimerização da resina, foram obtidas secções com um disco diamantado em uma máquina de corte Extec Labcut 1010 (Excel Technologies, Inc. – USA). Para cada espécime foram conseguidas 4 a 5 secções com espessura média de 0,8mm cada. Os cortes foram realizados à velocidade de 300 RPM, sob refrigeração a água. Cada secção foi também devidamente identificada.

Um dos pontos críticos da metodologia *in vitro*, utilizando corantes para a verificação da microinfiltração marginal, é o método de aferição da mesma, sabendo-se pela literatura que a análise em medidas lineares é mais sensível do que o método de escores. Foi então realizada uma avaliação linear da penetração do corante através do mesmo programa utilizado para análise quantitativa das microfendas (Image Tools).

Ambas as faces de todas as secções obtidas de cada espécime foram fotografadas com câmera digital (Nikon D100) e todas as fotos resultantes (FIGURA 11) foram inseridas no programa Image Tools. Para todos os cortes analisados foi calculada a profundidade total da parede gengival (em direção axial) e a profundidade da infiltração do corante, obtendo-se uma porcentagem (PEREIRA⁸⁰, 1999, THONEMANN et al.¹⁰², 1999) (FIGURA 12). Este procedimento foi realizado três vezes, sempre pelo mesmo examinador. Ao final, foi calculada a média aritmética dos valores obtidos em cada uma das três leituras.

FIGURA 11 – Imagens digitais obtidas dos espécimes dos grupos 1 e 4 para análise da microinfiltração.

FIGURA 12 – Imagem do programa Image Tools utilizado para análise da penetração do corante pela interface dente/resina. linha amarela - profundidade total da parede gengival; tracejado azul – extensão da penetração do corante.

4.7 – Análise dos Resultados

Foram obtidos valores percentuais das extensões das microfendas para cada grupo, antes e após a ciclagem mecânica. Os valores registrados antes da ciclagem foram denominados M1 e D1, para as faces mesial e distal respectivamente. Os valores obtidos após a ciclagem foram denominados M2 e D2. Os valores foram submetidos à análise de variância (ANOVA - $p \leq 0.05$) e diferenças significantes entre os grupos foram verificadas através do teste de comparação múltipla de Tukey ($p \leq 0.05$). Essa análise foi realizada separadamente para os valores obtidos para os grupos antes e após a ciclagem.

Para comparar os valores obtidos para a extensão das microfendas presentes em cada grupo, antes (M1 e D1) e depois (M2 e D2) da ciclagem mecânica, foi utilizado o teste “t” de Student.

Para a análise da microinfiltração, os valores obtidos para cada grupo foram submetidos à análise de variância (ANOVA - $p \leq 0.05$). Diferenças significantes foram verificadas através do teste de comparação múltipla de Tukey ($p \leq 0.05$).

A análise de correlação entre microinfiltração e extensão das microfendas foi verificada através do teste de correlação de Pearson.

5 – RESULTADOS

5- RESULTADOS:

De acordo com a metodologia descrita, foram analisados dois parâmetros: a formação de fendas marginais, antes e após a ciclagem mecânica, e a microinfiltração marginal somente após a ciclagem mecânica. As porcentagens de margens com microfendas (margens em descontinuidade) foi obtida pela relação extensão total da margem/ extensão da microfenda e estão expressas nos QUADROS 1 a 4:

QUADRO 1 – Valores percentuais das microfendas presentes no grupo 1 (controle – sem retenção adicional). M1 e D1- extensão da microfenda, nas faces mesial e distal, antes da ciclagem mecânica; M2 e D2 – extensão da microfenda, nas faces mesial e distal, após a ciclagem mecânica.

Espécime	M1	M2	D1	D2
1	46,05	48,09	38,81	39,49
2	6,31	16,42	11,50	11,87
3	23,45	22,47	13,51	14,58
4	0	16,79		
5	14,38	61,42	5,98	76,44
6	14,70	78,06	13,90	100
7	19,23	19,64	0	68,76
8	28,22	28,53	0	17,23
9	8,61	60,63	0	92,38
10	0	17,22	16,13	16,29

QUADRO 2 – Valores percentuais das microfendas presentes no grupo 2 (retenção em forma de canaleta vertical). M1 e D1- extensão da microfenda, nas faces mesial e distal, antes da ciclagem mecânica; M2 e D2 – extensão da microfenda, nas faces mesial e distal, após a ciclagem mecânica.

Espécime	M1	M2	D1	D2
11	13,81	10,78	7,82	20,68
12	0	0	0	0
13	0	0	0	0
14	0	0	11,16	13,83
15	33,59	42,72	27,91	49,56
16	0	0	0	21,13
17	10,60	10,27	12,00	12,29
18	0	0	0	0
19	14,75	20,68	0	30,01
20	0	0	0	0

QUADRO 3 – Valores percentuais das microfendas presentes no grupo 3 (retenção em forma de orifícios gengivais). M1 e D1- extensão da microfenda, nas faces mesial e distal, antes da ciclagem mecânica; M2 e D2 – extensão da microfenda, nas faces mesial e distal, após a ciclagem mecânica.

Espécime	M1	M2	D1	D2
21	0	0	0	0
22	0	14,40	0	0
23	9,93	10,07	0	0
24	0	0	4,66	17,00
25	14,67	19,64	0	13,41
26	0	0	13,80	13,92
27	0	0	0	0
28	0	0	0	0
29	35,21	44,72	0	0
30	8,96	9,10	0	0

QUADRO 4 – Valores percentuais das microfendas presentes no grupo 4 (retenção em forma de canaleta horizontal na parede gengival). M1 e D1- extensão da microfenda, nas faces mesial e distal, antes da ciclagem mecânica; M2 e D2 – extensão da microfenda, nas faces mesial e distal, após a ciclagem mecânica.

Espécime	M1	M2	D1	D2
31	0	0	0	0
32	0	0	0	0
33	0	0	0	0
34	0	0	0	0
35	0	0	0	0
36	25,25	25,65	0	0
37	0	0	0	0
38	0	0	0	0
39	4,99	5,79	0	0
40	0	0	0	0

Com o intuito de comparar os valores percentuais obtidos para a extensão das microfendas presentes antes e após a ciclagem mecânica, foi utilizado o teste “t” pareado de Student. Esta análise foi realizada de forma independente para cada grupo estudado:

TABELA 1 – Teste “t” pareado de Student – comparação das microfendas antes e depois a ciclagem mecânica (grupo 1 - controle)

	<i>Média</i>	<i>Desvio padrão</i>	<i>N. de valores</i>
Antes	13.7252631	13.1325470	19
Depois	42.4368421	29.5977529	19

P= 0.00141910 < 0.05 (significante)

TABELA 2 – Teste “t” pareado de Student – comparação das microfendas antes e depois a ciclagem mecânica (grupo 2 – canaletas verticais)

	<i>Média</i>	<i>Desvio padrão</i>	<i>N. de valores</i>
Antes	6.58200000	9.97665253	20
Depois	11.5975000	15.1441285	20

P= 0.02495470 < 0.05 (significante)

TABELA 3 – Teste “t” pareado de Student – comparação das microfendas antes e depois a ciclagem mecânica (grupo 3 – orifícios)

	<i>Média</i>	<i>Desvio padrão</i>	<i>N. de valores</i>
Antes	4.36150000	8.78258281	20
Depois	7.11300000	11.3041259	20

P= 0.02731348 < 0.05 (significante)

TABELA 4 – Teste “t” pareado de Student – comparação das microfendas antes e depois a ciclagem mecânica (grupo 4 – canaleta horizontal)

	<i>Média</i>	<i>Desvio padrão</i>	<i>N. de valores</i>
Antes	1.51200000	5.69736652	20
Depois	1.57200000	5.81297514	20

P= 0.18641143 > 0.05 (não significante)

Os valores percentuais encontrados para microfendas antes da ciclagem mecânica, para os 4 grupos, foram submetidos a análise de variância (TABELA 5, GRÁFICO 1) a um critério (tipo de retenção). Como foram encontradas diferenças significantes, os valores foram submetidos ao teste de Tukey (TABELA 6).

TABELA 5 - Análise de variância para extensão das microfendas (análise antes da ciclagem mecânica).

Grupo	Média	Desvio padrão	N. de valores
1 (C)	13.72526	13.1325470	19
2 (CV)	6.582000	9.97665253	20
3 (OG)	4.361500	8.78258281	20
4 (CH)	1.512000	5.69736652	20

$P = 0.007460 < 0.05$ (significante)

C- controle sem retenção

CV- canaleta vertical

OG- orifício gengival

CH- canaleta horizontal

TABELA 6 - Teste de Tukey para comparação dos resultados obtidos para microfendas entre os grupos (análise antes da ciclagem mecânica).

Comparação	Diferença	Valor crítico	Interpretação
1 X 2	7.14326316	8.17964384	Não signific.
1 X 3	9.36376316	8.17964384	SIGNIFICANTE
1 X 4	12.2132631	8.17964384	SIGNIFICANTE
2 X 3	2.22050000	8.07409563	Não signific.
2 X 4	5.07000000	8.07409563	Não signific.
3 X 4	2.84950000	8.07409563	Não signific.

$p \leq 0.05$

GRÁFICO 1 – Extensão média das microfendas antes da ciclagem mecânica

Os valores percentuais encontrados para microfendas após a ciclagem mecânica, para os 4 grupos, foram submetidos a análise de variância (TABELA 7, GRÁFICO 2) a um critério (tipo de retenção). Como foram encontradas diferenças significantes, os valores foram submetidos ao teste de Tukey (TABELA 8).

TABELA 7 - Análise de variância para extensão das microfendas (análise após a ciclagem mecânica).

Grupo	Média	Desvio padrão	N. de valores
1 (C)	42.43684	29.5977529	19
2 (CV)	11.59750	15.1441285	20
3 (OG)	7.113000	11.3041259	20
4 (CH)	1.572000	5.81297514	20

P= 0.000000<0.05 (significante)

TABELA 8 - Teste de Tukey para comparação dos resultados obtidos para microfendas entre os grupos (análise após a ciclagem mecânica).

Comparação	Diferença	Valor crítico	Interpretação
1 X 2	30.8393421	14.8078570	SIGNIFICANTE
1 X 3	35.3238421	14.8078570	SIGNIFICANTE
1 X 4	40.8648421	14.8078570	SIGNIFICANTE
2 X 3	4.48450000	14.6167799	Não signific.
2 X 4	10.0255000	14.6167799	Não signific.
3 X 4	5.54100000	14.6167799	Não signific.

$p \leq 0.05$

GRÁFICO 2 – Extensão média das microfendas antes da ciclagem mecânica

Também foi realizada a análise da infiltração de corantes na margem gengival. Os valores percentuais foram obtidos pela relação extensão total da margem gengival/extensão da penetração do corante. Os resultados obtidos para cada grupo foram submetidos a análise de variância (TABELA 9,

GRÁFICO 3) a um critério (tipo de retenção). Como foram encontradas diferenças significantes, os valores foram submetidos ao teste de Tukey (TABELA 10).

TABELA 9 - Análise de variância para microinfiltração marginal (análise após a ciclagem mecânica).

Grupo	<i>Média</i>	<i>Desvio padrão</i>	<i>N. de valores</i>
1 (C)	82.84439	29.6781729	164
2 (CV)	64.73401	44.1484451	162
3 (OG)	45.42006	43.4198706	160
4 (CH)	3.096585	14.3795960	164

P= 0.000000<0.05 (significante)

TABELA 10 - Teste de Tukey para comparação dos resultados obtidos para microinfiltração entre os grupos (análise após a ciclagem mecânica).

Comparação	<i>Diferença</i>	<i>Valor crítico</i>	<i>Interpretação</i>
1 X 2	18.1103779	9.95705913	SIGNIFICANTE
1 X 3	37.4243277	9.98831677	SIGNIFICANTE
1 X 4	79.7478048	9.92646902	SIGNIFICANTE
2 X 3	19.3139498	10.0187180	SIGNIFICANTE
2 X 4	61.6374269	9.95705913	SIGNIFICANTE
3 X 4	42.3234771	9.98831677	SIGNIFICANTE

p≤0.05

GRÁFICO 3 – Extensão média da microinfiltração após a ciclagem mecânica

Após a ciclagem mecânica foi realizada a análise de correlação entre a extensão das microfendas e microinfiltração (TABELA 11). O coeficiente de correlação de Pearson indicou uma correlação fraca entre os parâmetros, entretanto, com tendência a correlação.

TABELA 11 – Análise de correlação entre microfendas e microinfiltração.

Variáveis	Correlação	Prob (bicaudal)	Intersecção	Coef. Ang.	Número
Fenda X Infiltração	0.479535	0.000006	48.70618	19.29993	80

6 – DISCUSSÃO

6- DISCUSSÃO

A resina composta é atualmente o material mais utilizado em restaurações diretas de dentes anteriores. Inicialmente, foi amplamente utilizada nos dentes anteriores devido ao fator estético, mas modificações e inovações foram feitas para que a mesma, em pouco tempo, fosse utilizada na região posterior. Nesta área um fator significativo diferencia a abordagem restauradora: a forma como incidem as forças advindas da mastigação que culminam em estresses na interface adesiva (SAKAGUCHI et al.⁸¹, 1991). Apesar da idéia que as resinas são materiais relativamente novos quando comparadas ao amálgama, elas são utilizadas desde 1966 (Addent 12, 3M dental) para restauração estética dos dentes, portanto há 30 anos. Entretanto, o comportamento clínico dessas antigas formulações foi desapontador principalmente pela falta de adesivos ou resinas fluidas, justificando os esforços que se seguiram para o desenvolvimento de sistemas restauradores adesivos de melhor desempenho, os quais são utilizados atualmente.

Vale ressaltar que ainda em 1983, o Conselho de Materiais Dentários, Instrumentos e Equipamentos da ADA¹ (American Dental Association) concluiu que “um material a base de resina, aceitável para substituir o amálgama, que possa ser utilizado irrestritamente como material restaurador para restaurações posteriores submetidas a esforços oclusais, ainda não está disponível” (SUMMIT et al.⁹¹, 1994). Todavia, a última recomendação da ADA² (1998), já admitiu o uso das resinas para cavidades de tamanho moderado.

As resinas compostas utilizadas para restauração de dentes posteriores, quando testadas *in vitro* ou clinicamente, foram muito comparadas ao

amálgama que foi o material mais utilizado para este fim devido ao excelente comportamento clínico a curto e longo prazo. O amálgama apresenta inúmeras vantagens: baixo custo, avaliação clínica longitudinal, boa resistência ao desgaste, diminuição da infiltração marginal com o tempo, baixa sensibilidade da técnica restauradora, fácil colocação numa única sessão e não é abrasivo ao dente oposto em função. Todavia, algumas desvantagens também podem ser salientadas como: não ser estético como as resinas compostas e cerâmicas, não apresentar adesão ao dente, sendo portanto necessária a remoção de estrutura dental saudável para promover retenção (DEMARCO et al.²⁹, 2001).

Alguns trabalhos que compararam a resina ao amálgama merecem destaque. SAKAGUCHI et al.⁸¹ (1991) ao analisarem, num estudo de elemento finito, a dissipação dos estresses oclusais em pré-molares íntegros e restaurados com amálgama e resina composta, concluíram que em dentes posteriores ocorre um movimento relativamente independente das cúspides durante a mastigação e quando restaurados, a restauração assume uma das funções da dentina perdida que é a dissipação de forças oclusais. Segundo esses autores, nas restaurações de resina toda a força absorvida por esse material resulta em estresses na interface adesiva, a qual pode romper-se. No amálgama não existe interface adesiva e a fenda presente é preenchida com óxidos, suficientes para clinicamente promover um excelente vedamento. É importante salientar que a análise de elemento finito ignora o estresse resultante da contração de polimerização da resina, o que promove um estresse ainda maior na interface adesiva (AROLA et al.⁸, 2001). Estes dados podem indicar a necessidade da utilização de recursos retentivos no preparo

cavitário no intuito de auxiliar na resistência ao deslocamento durante a contração de polimerização e incidência de forças oclusais, o que acarretaria em redução do estresse na interface adesiva.

Portanto, as restaurações de resina composta ainda perdem para o amálgama em termos de eficiência clínica em algumas situações, mas existe um consenso que, após grande evolução, conseguiram se igualar ao amálgama em muitos aspectos. O maior problema continua sendo a adaptação e vedamento marginal, que mesmo com o aprimoramento dos sistemas adesivos, a resina continua, por ser um material polimérico, apresentando a contração de polimerização. A ADA² suporta o uso da resina composta em cavidades de classe I e II moderadas, entretanto, os maiores problemas residem em cavidades mais extensas, onde o volume do material restaurador é maior (LOGUERCIO et al.⁵⁸, 2004). Convém ainda lembrar que as cavidades de classe II apresentam um fator C desfavorável, o que leva a redução de 20% nas forças de adesão, sendo este fator agravado em cavidades que necessitam de grande volume de resina composta (BOUILLAGUET et al.¹⁵, 2001). Estas considerações justificaram a presente investigação que testou o efeito de retenções adicionais em cavidades extensas, com grande volume de resina composta.

Diversos estudos foram e ainda continuam sendo realizados na tentativa de se encontrar a forma mais eficiente de aumentar a longevidade das restaurações de resina composta em dentes posteriores, minimizando as fendas e infiltrações marginais. Um fator que dificulta a síntese das diversas propostas encontradas na literatura é a diversidade de metodologias que existe nos estudos, por exemplo, tipo, localização e extensão das cavidades,

diferentes técnicas e materiais, localização dentro da dentina, anatomia dos túbulos dentinários, idade do dente e tipo de dentina, características dos condicionadores dentinários, entre outras (FERRARI et al.⁴¹, 1994, LOGUERCIO et al.⁵⁹, 2002). Isso pode justificar o comportamento variável de tratamentos similares propostos em diferentes pesquisas.

A situação mais desfavorável para restauração de resina composta na região posterior pertence às cavidades de classe II, com margens gengivais localizadas em dentina/cimento. Nesta margem se concentram as falhas de união dos sistemas adesivos que culminam no aparecimento de fendas que iniciam e perpetuam as infiltrações marginais (DIETSCHI et al.³², 1995). Todos os estudos que compararam margens gengivais de cavidades classe II localizadas em esmalte ou dentina/cimento, tanto em termos de infiltração quanto adaptação e integridade marginal, foram unânimes em demonstrar que as margens em esmalte sempre proporcionam os melhores e mais favoráveis resultados (SCHUCKAR; GEURTSSEN⁸², 1997, DIETSCHI; HERZFELD³³, 1998, DIJKEN; HÖRSTEDT; WAERN et al.³⁵, 1998, BEZNOS¹⁴, 2001, DIETSCHI et al.³¹, 2002, ERNST et al.³⁷, 2002, ALMEIDA et al.⁵, 2003, LOGUERCIO et al.⁵⁸, 2004, CENCI et al.²¹, 2005). SCHUCKAR; GEURTSSEN⁸² (1997) correlacionaram a adaptação e microinfiltração marginal com a posição da margem gengival (acima, ao nível e abaixo da JCE), e todas as margens localizadas em cimento apresentaram maior deterioração após a termociclagem, novamente comprovando a problemática das cavidades de classe II extensas no sentido gengival.

Em quase todos os estudos as margens localizadas em esmalte permaneceram intactas e sem infiltração, independente da proposta

restauradora e realização da ciclagem térmica ou mecânica. Segundo FABIANELLI; KUGEL; FERRARI³⁸ (2003), restaurações livres de fendas podem ser encontradas apenas em margens em esmalte, em cavidades pequenas onde a adesão ao esmalte pode suportar as forças da contração de polimerização. UCTASLI; SHORTALL; BURKE⁹⁷ (2002) testaram diversos parâmetros como tipo de luz e modo de fotoativação, além da aplicação de resina fluida como agente de forramento. Nas margens situadas em esmalte, nenhum dos parâmetros provocou variação na microinfiltração em contraste com as margens situadas em dentina, onde todas apresentaram microinfiltração que foi exacerbada nos grupos fotoativados com luz de alta intensidade. Portanto, parece existir uma competição entre forças de adesão e contração de polimerização, culminando com a formação de fendas e a conseqüente microinfiltração quando as forças de contração ultrapassam as forças de união na interface adesiva. CENCI et al.²¹ (2005) salientou que os parâmetros de microinfiltração e força de união são independentes para avaliar a interface dente/material restaurador, entretanto, no caso das margens localizadas em esmalte, ocorre tanto o bom vedamento quanto altas forças de união.

Portanto, as margens em dentina sempre sofrem maior degradação e infiltração por corantes, mesmo utilizando adesivos mais modernos (THONEMANN et al.⁹⁵, 1997, OGATA et al.⁷⁰, 2001, BESNAULT & ATTAL¹³, 2002, ERNST et al.³⁷, 2002, FABIANELLI; KUGEL; FERRARI³⁸, 2003), diferentes técnicas restauradoras (adesão total, sanduíche aberto ou fechado com diferentes materiais)(BEZNOS¹⁴, 2001; NEME et al.⁶⁹, 2002; UCTASLI; SHORTALL; BURKE⁹⁷, 2002; CHUANG et al.²³, 2003, CHUANG et al.²⁴, 2004),

diferentes tipos de resina condensáveis (GALLO; BATES; BURGESS⁴³, 2000, NEME et al.⁶⁹, 2002, ALMEIDA et al.⁵, 2003; LOGUERCIO et al.⁵⁸, 2004), entre outras tentativas. Até agora, nas margens localizadas em dentina/cimento, nenhuma dessas opções amplamente testadas se mostrou totalmente eficiente para impedir a microinfiltração marginal. É importante salientar que a adaptação interna das restaurações ao substrato dentinário também é inferior à adaptação encontrada no esmalte (DIETSCHI et al.³¹, 2002, DIETSCHI et al.³⁴, 2002).

Nas cavidades de classe II extensas em particular, ou seja, com margens gengivais ultrapassando a junção cimento/esmalte e grande abertura vestibulo-lingual na caixa proximal, existem diversos problemas *in vivo* que tornam as condições desfavoráveis para restaurações com resina composta. Na margem gengival, o acesso à região para aplicação do sistema adesivo e material restaurador é dificultado, gerando imperfeições aí localizadas. Segundo OPDAM et al.⁷² (1998), 43% das restaurações de classe II, *in vivo*, apresentam sobrecontorno e 25% sub-contorno. Essas imperfeições marginais poderiam acelerar a retenção de placa e subsequentemente induziriam a ocorrência de cáries secundárias e gengivite, entretanto, são frequentemente subestimadas devido à dificuldade ou até negligência de diagnóstico. HAGGE et al.⁴⁷ (2001) demonstrou em seu trabalho, que embora o exame radiográfico tenha mostrado 64% das restaurações com margens preenchidas corretamente, o subsequente exame em MEV revelou que apenas 27% das restaurações puderam ser consideradas satisfatórias. MULLEJANS et al.⁶⁸ (2003) sugeriram que esses excessos podem ser minimizados com a utilização de matrizes metálicas para aplicação da resina composta por permitirem uma

melhor compactação e acomodação. O presente trabalho não utilizou matrizes metálicas, entretanto, o molde de silicóna densa de adição permitiu a produção de restaurações com correta adaptação marginal, o que favoreceu o acabamento e polimento interfacial, minimizando excessos que poderiam dificultar a análise das fendas.

O problema das imperfeições nas áreas cervicais das restaurações de classe II acaba se somando a um outro problema anatômico e histológico existente nessa região. Diversos autores salientaram que na raiz existe uma camada externa que é hipomineralizada e hiperorgânica e, mesmo quando condicionada com ácidos, não promove microretenção para o material adesivo. Embora a hibridização do cimento tenha sido demonstrada (FERRARI et al.⁴⁰, 1997), a ausência de prolongamentos de resina nos primeiros 150-200µm a partir do ângulo cavosuperficial provavelmente diminui a qualidade e durabilidade da adesão nesta região, podendo iniciar e favorecer a propagação da microinfiltração (CAGIDIACO et al.¹⁷, 1997, FABIANELLI; KUGEL; FERRARI³⁸, 2003, LOGUÉRCIO et al.⁵⁸, 2004). Ressalta-se que nas regiões interproximais, a espessura do cimento é maior devido ao estímulo proporcionado pelas fibras transeptais inseridas na raiz, o que agrava ainda mais o problema nas margens gengivais de cavidades de classe II extensas.

Um outro fator anatômico importante e que deve ser levado em consideração nas cavidades de classe II, que também é válido para cavidades de classe V, é o substrato disponível para adesão que é altamente variável em toda extensão dessas cavidades. Segundo CAGIDIACO et al.¹⁷ (1997), mais de 50% das superfícies cavitárias, de ambos os tipos de cavidade apresentam orientação tubular oblíqua ou paralela e o aumento na área de superfície da

dentina inter-tubular poderia ser responsável pela maior força de adesão após o condicionamento dentinário, mas nem todas as áreas respondem de forma similar. Nas cavidades de classe II apenas as paredes pulpar e axial apresentam túbulos cortados perpendicularmente ao longo eixo e na parede gengival os túbulos tendem a apresentar direção oblíqua, com concentração tubular diminuindo em direção ao ângulo cavosuperficial (CAGIDIACO et al.¹⁷, 1997, MONDELLI et al.⁶⁶, 2006). A importância dessas diferentes angulações está na espessura da camada híbrida que pode variar significativamente (SCHUPBACH et al.⁸³, 1997). Assim, quanto mais oblíqua ou paralela for a inclinação dos túbulos, mais delgada é a camada híbrida que se forma. Portanto, em cavidades de classe II extensas, a espessura da camada híbrida, que depende da inclinação dos túbulos, varia intensamente dentre as paredes cavitárias. Daí talvez, a razão de alguns autores recomendarem o uso do bisel nas margens situadas em dentina (MONDELLI et al.⁶⁶, 2006, HERMES⁴⁸, 2006).

Essa espessura da camada híbrida parece influenciar na resistência adesiva com uma força de adesão levemente maior para camadas híbridas mais espessas (PHRUKKANON et al.⁷⁶, 1999, OGATA et al.⁷⁰, 2001). Vale ainda destacar que na dentina coronária a camada híbrida é mais uniforme do que na dentina radicular. Desta forma, parece que todos esses fatores podem indicar que a adesão não pode ser totalmente confiável nas cavidades de classe II extensas, principalmente quando submetidas aos esforços mastigatórios. Em vista disso, no preparo dessas cavidades artifícios mecânicos retentivos podem ser necessários no intuito de auxiliar no

embricamento adesivo da restauração e conseqüentemente diminuir o estresse na interface adesiva.

Com todas as dificuldades apresentadas permanece a dúvida de como devem ser restauradas as cavidades de classe II extensas quando a estética é almejada. Segundo SHOR et al.⁸⁶ (2003), em relação à resistência à fadiga, não existem diferenças entre restaurações diretas de resina composta ou “inlays” de cerâmica, sendo que com os materiais adesivos atuais é possível até restabelecer o comportamento de um dente intacto. A maior desvantagem das restaurações indiretas ou semi-diretas é a expulsividade necessária durante o preparo do dente, a qual é conseguida às custas de desgaste dentário adicional (SPREAFICO et al.⁹⁰, 2005). Por outro lado, em caso de cavidades moderadas, as “inlays” podem ser vantajosas porque a quantidade de resina a ser polimerizada é menor (DIETSCHI et al.³², 1995). Em relação a adaptação interna, a maior diferença parece ocorrer entre as margens situadas em esmalte ou dentina, independente da técnica restauradora direta ou indireta (DIETSCHI; HERZFELD³³, 1998). Como as restaurações indiretas são cimentadas com cimento resinoso em quantidade, no que tange a restauração de cavidades de classe II extensas, tanto as restaurações diretas, semi-diretas quanto indiretas parecem apresentar comportamento similar e podem ser utilizadas (SPREAFICO et al.⁹⁰, 2005).

Diversos trabalhos analisaram o comportamento longitudinal das restaurações estéticas diretas em dentes posteriores (LUNDIN; COCH⁶⁰, 1999, KOHLER et al.⁵⁶, 2000, OKUDA et al.⁷¹, 2002, ANDERSON-WENCKERT; VAN DIJKEN; KIERI⁷, 2004, HUTH; PASCHOS; KUNZELMANN⁵³, 2004, LUNDIN; RASMUSSEN⁶², 2004, SPREAFICO et al.⁹⁰, 2005). Uma análise criteriosa

deve ser realizada em relação aos diferentes materiais utilizados nesses trabalhos, pois o comportamento varia desde o sistema adesivo até o material, uso do dique de borracha e técnica restauradora utilizada. Por isso, alguns resultados a longo prazo de restaurações de classe II são satisfatórios e outros desapontadores. Segundo a maioria dos trabalhos, a taxa de sucesso em 5 anos varia em torno de 90%, e aos 10 anos em torno de 80%, salientando que a taxa de sucesso diminui com o tempo de função, sendo que parece existir uma tendência não muito clara para maior taxa de falhas em restaurações de classe II extensas quando comparadas às moderadas (LUNDIN; KOCH⁶⁰, 1999). Segundo OKUDA et al.⁷¹ (2002), a força de adesão da resina à dentina diminui ao longo do tempo e a degradação hidrolítica dentro da camada híbrida aumenta gradualmente através dos canais de nanoinfiltração.

Um consenso comum entre os trabalhos parece apontar a maior concentração de falhas em pacientes com alto risco à cárie (KOHLETER et al.⁵⁶, 2000; ANDERSON-WENCKERT; VAN DIJKEN; KIERI⁷, 2004). Por isso, a elaboração de materiais com liberação de flúor foi extensamente sugerida pelos autores. Restaurações de classe II mistas de ionômero de vidro e resina composta também foram avaliadas longitudinalmente, e após seis anos, 19% de falhas foram observadas, principalmente nos pacientes de alto risco à cárie, independentemente da espessura da camada de ionômero (ANDERSON-WENCKERT; VAN DIJKEN; KIERI⁷, 2004). Portanto, mesmo com a liberação de flúor dos materiais utilizados como forramento, as falhas ainda persistem. Desta forma, uma justificativa plausível é que as falhas das restaurações de resina composta se concentram nos pacientes de alto risco à cárie devido a quantidade de placa existente para infiltrar nas fendas que persistem nas

bordas das restaurações. Uma análise longitudinal multicentro de cinco anos mostrou que deterioração marginal e descoloração cavosuperficial observadas em estudos prévios foram significativamente correlacionadas com falhas. Este achado que a deterioração marginal é um sinal sensível de falhas em restaurações de resinas compostas em dentes posteriores justifica a importância de se evitar a formação de fendas marginais imediatas ou a longo prazo (PEUTZFELDT; ASMUSSEN⁷⁵, 2004, HUTH; PASCHOS; KUNZELMANN⁵³, 2004).

Portanto, é razoável dizer que a sobrevivência das restaurações de resina depende principalmente da adaptação e vedamento marginal, conseguidos pela ausência de fendas na interface dente/restauração. A habilidade seladora está entre os parâmetros que garante a longevidade da restauração e previne qualquer falha em termos de sensibilidade pós-operatória, pigmentação marginal, cáries recorrentes, inflamação pulpar ou perda da restauração (BESNAULT; ATTAL¹³, 2002).

Apesar do avanço significativo na química dos adesivos dentinários, a força de contração de polimerização continua a romper a adesão resina/dente, produzindo essas microfendas principalmente quando as margens gengivais se localizam em dentina/cimento (SCHUCKAR; GEURSTEN⁸², 1997, HAGGE et al.⁴⁷, 2001). Essa contração é pertinente a todos os materiais poliméricos e parece diferir entre os diversos tipos de resinas disponíveis no mercado (PRATI⁷⁷, 1989, FERRARI et al.⁴¹, 1994). A adaptação almejada depende da combinação de vários fatores como: índice de contração de polimerização, contração pós-gel, capacidade de escoamento da resina composta, força de união do sistema restaurador e resistência flexural (DIJKEN; HÖRSTEDT;

WAERN³⁵, 1998). Segundo PEUTZFELDT; ASMUSSEN⁷⁵ (2004), a correlação mais significativa ocorre entre a contração de polimerização e escoamento, com a formação de fendas marginais.

Existem praticamente dois tipos de fendas marginais: as permanentes e as transilientes (LUNDIN; NORÉN; WARFVINGE⁶¹, 1990, DAVIDSON; ABDALLA²⁸, 1993; MELLO et al.⁶³, 1997, AUSIELLO et al.⁹, 1999, YAP; SHAH; CHEW¹⁰¹, 2003). As transilientes são aquelas que aparecem de forma transitória, por determinado momento e depois se fecham devido à expansão higroscópica compensatória da resina ou coeficiente de expansão térmica (GARBEROGLIO; COLI; BRANNSTRÖM⁴⁴, 1995; AMARAL et al.⁶, 2004). Segundo GARBEROGLIO; COLI; BRANNSTRÖM⁴⁴ (1995), após 4 meses ocorre essa expansão, reduzindo o número total de fendas na periferia das restaurações de resina. O maior problema é que a contração de polimerização ocorre imediatamente enquanto que a expansão higroscópica compensatória demora semanas, quando a infiltração marginal já iniciou. As fendas permanentes são aquelas que nem a expansão do material restaurador consegue compensá-las, permitindo o progresso da infiltração e aparecimento de cáries secundárias. O presente trabalho avaliou tanto fendas transilientes, pela microinfiltração que ocorre no momento da aplicação das forças, quanto as permanentes, pela análise das fendas após a ciclagem mecânica, sendo que não foi avaliada a extensão parede a parede das fendas (SAHAFI; PEUTZFELDT; ASMUSSEN⁸⁰, 2001) devido à irrelevância deste parâmetro no âmbito deste trabalho. As microfendas foram registradas, independentemente da extensão parede a parede, porque fendas marginais para permitir a infiltração de bactérias devem ser de 0,5 a 1,0µm ou mais, entretanto, fendas

menores que não permitem a penetração de bactérias podem permitir a passagem de toxinas e outros produtos bacterianos que podem ser prejudiciais a polpa (YAP; SHAH; CHEW¹⁰¹, 2003).

Esse é um grande problema dos estudos que avaliam as fendas marginais através da infiltração de corantes. A maioria dos trabalhos detecta apenas as fendas permanentes, pois somente após a aplicação das diferentes condições experimentais é que os espécimes são imersos nas diferentes soluções corantes (PRATI⁷⁷, 1989, HOLAN; EIDELMAM; WRIGHT et al.⁵¹, 1997, OPDAM et al.⁷², 1998, THONEMANN et al.⁹⁴, 1999, ALMEIDA et al.⁵, 2003, CHUANG et al.²⁴, 2004). Por este motivo, o presente trabalho adotou a metodologia da ciclagem mecânica concomitante a imersão dos espécimes na solução corante, no intuito de diagnosticar as fendas transilientes que podem aparecer durante a ciclagem (LUNDIN; NORÉN; WARFVINGE⁶¹, 1990, DAVIDSON; ABDALLA²⁸, 1993, MELLO et al.⁶³, 1997, AUSIELLO et al.⁹, 1999, PEREIRA⁷³, 1999, YAP; SHAH; CHEW¹⁰¹, 2003,). As fendas permanentes foram analisadas posteriormente em MEV, e na análise de correlação uma fraca e surpreendente correlação foi encontrada entre presença de fendas e infiltração de corantes (TABELA 11), apesar da análise estatística mostrar uma tendência a existir uma correlação positiva. Esses resultados estão de acordo com DIETSCHI et al.³² (1995) que justificaram essa fraca correlação pela diferença de sensibilidade dos dois métodos de análise. Ainda é difícil determinar qual o melhor método de análise dos sistemas restauradores adesivos, mas é sensato considerar que as técnicas e materiais devem se comportar satisfatoriamente em ambos os métodos (DIETSCHI et al.³², 1995).

Algumas diferentes associações de métodos de análise de microfendas foram utilizadas por alguns autores e algumas correlações interessantes foram encontradas devido à diferença de sensibilidade dos métodos. PRATI et al.⁷⁸ (1994) utilizou os parâmetros de presença de microfendas e filtração de fluidos e a ausência de correlação foi interessante e contrastante. Isso pode ter ocorrido provavelmente porque os espécimes ficaram muito pouco tempo imersos em corante (duas horas somente) e algumas fendas podem permanecer somente nas margens externas da restauração, não afetando o extravasamento de fluidos por não atingirem a dentina tubular. Assim, é importante analisar as limitações de cada método de investigação, principalmente quando correlacionados, para evitar conclusões errôneas (AMARAL et al.⁶, 2004). AMARAL et al.⁶ (2004), assim como o presente trabalho, também correlacionou os resultados da microinfiltração e formação de fendas e justificou a fraca correlação devido a limitação da análise de fendas em MEV, que não permite a avaliação das fendas em profundidade como ocorre com a análise da infiltração do corante. Segundo HOLAN et al.⁵² (1989), é importante o entendimento das diferentes análises utilizadas nos trabalhos laboratoriais que envolvam a integridade marginal de restaurações. Ao comparar diferentes métodos, constatou-se que a análise em MEV fornece apenas a visualização da adaptação e acabamento superficial das restaurações, mas isso nem sempre implica numa menor infiltração marginal.

Portanto, essas fendas marginais já foram extensamente analisadas e muitos autores propuseram diferentes alternativas para tentar minimizá-las. Já foram testadas diferentes técnicas de polimerização, diferentes formas de aplicação da resina, diferentes formas de retenções adicionais, entre outras

alternativas. Apesar de melhoras na adaptação interna e externa das restaurações de resina, devido às sugestões propostas na literatura, nenhum método ainda se mostrou totalmente eficaz na prevenção da infiltração marginal, indicando que ainda é válida a busca por uma melhor solução (DIETSCHI; HERZFELD³³, 1998, THONEMANN et al.⁹⁴, 1999, CHUANG et al.²³, 2003, CHUANG et al.²⁴, 2004). Vale ressaltar que nas margens cervicais de restaurações de classe II, tanto as fendas quanto os excessos marginais são prejudiciais. Apesar do fato do sobrecontorno ser bom para o vedamento marginal, como demonstrado por CHUANG et al.²⁴ (2004), os problemas residem no acúmulo de placa bacteriana nestas áreas que pode provocar problemas periodontais.

Existem diferentes formas de se avaliar as fendas marginais. Dentre os métodos de avaliação direta, a utilização do microscópio eletrônico de varredura (MEV) vem sendo comum devido a grande magnificação e profundidade de foco proporcionadas (ULUSU et al.⁹⁸, 1996). O maior problema reside no tratamento superficial que a amostra necessita ser submetida para visualização direta de sua superfície. Esse tratamento que consiste na cobertura da superfície com uma fina camada de ouro e pelo fato de ser realizado em alto vácuo, pode provocar artefatos nas amostras naturais. Por isso, muitos trabalhos utilizam réplicas de resina epóxica obtidas a partir da moldagem dos espécimes ou superfícies a serem analisadas, por não sofrerem distorção durante a metalização (CHEUNG et al.²², 1990, ALANI; TOH⁴, 1997, PEUTZFELDT; ASMUSSEN⁷⁵, 2004, AMARAL et al.⁶, 2004). Como as réplicas permitem uma análise não destrutiva da amostra original, a maior vantagem deste método consiste na possibilidade de análises em diferentes tempos,

permitindo que estudos longitudinais sejam realizados tanto ao nível laboratorial quanto clínico (ALANI; TOH⁴, 1997). Como as réplicas de resina epóxica reproduzem a superfície com grande fidelidade (CHEUNG et al.²², 1990), foram utilizadas no presente trabalho para análise superficial das fendas marginais em MEV, evitando que artefatos de técnica pudessem incorporar fendas não existentes originalmente (AMARAL et al.⁶, 2004).

Os resultados do presente trabalho evidenciaram que todos os grupos apresentaram microfendas antes da ciclagem mecânica, provavelmente devido a contração de polimerização da resina composta que não foi evitada pelas retenções adicionais e nem compensada pela expansão higroscópica (TABELA 5). Isto pode ter ocorrido pelo curto tempo de armazenamento em água (7 dias), sendo que essa expansão pode demorar cerca de 5 semanas a 4 meses para ocorrer (GARBEROGLIO; COLI; BRANNSTRÖM⁴⁴, 1995, THONEMANN et al.⁹⁵, 1997). Por outro lado, na cavidade bucal, durante esse tempo que a expansão higroscópica não ocorre, a infiltração nas margens já se instala e perdura. Os resultados indicaram que as retenções adicionais não foram capazes de eliminar totalmente as fendas marginais decorrentes da contração de polimerização, entretanto, diminuíram significativamente a extensão das mesmas em relação às cavidades sem retenção (TABELA 6). O único grupo com retenções que antes da ciclagem mecânica não apresentou diferenças em relação ao grupo controle (sem retenção) foi o grupo 2 (canaletas verticais).

Existem outros fatores que influenciam no comportamento clínico-laboratorial das resinas compostas. Na região posterior, em particular, um desses fatores é o estresse provocado pela incidência de cargas oclusais ou simuladas que acaba se somando aos estresses advindos da contração de

polimerização (QVIST⁷⁹, 1983). Não existe na literatura um consenso a respeito da influência da ciclagem mecânica nos trabalhos laboratoriais, tanto em relação a microinfiltração quanto a formação de fendas marginais ou internas, e isso ocorre devido a grande variação dos trabalhos, que conforme já salientado, empregam diferentes metodologias (DAVIDSON; ABDALLA²⁸, 1993, ALANI; TOH⁴, 1997, HILTON; FERRACANE⁴⁹, 1998, LOGUERCIO et al.⁵⁸, 2004). A maioria dos trabalhos que não encontraram influência da ciclagem mecânica utilizaram cavidades pequenas (DARBYSHIRE; MESSER; DOUGLAS²⁷, 1988) ou margens localizadas em esmalte (DIETSCHI et al.³⁰, 2002). Por isso, alguns salientaram a influência negativa da aplicação de cargas (LUNDIN; NORÉN; WARFVINGE⁶¹, 1990, MELLO et al.⁶³, 1997, AUSIELLO et al.⁹, 1999, DIETSCHI et al.³⁴, 2002, BEDRAN DE CASTRO et al.¹⁰, 2004), as quais aumentam a vulnerabilidade da interface dente-restauração já estressada pela força de contração de polimerização, e outros não encontraram significância (DARBYSHIRE; MESSER; DOUGLAS²⁷, 1988, PRATI et al.⁷⁸, 1994).

Sob circunstâncias clínicas, as restaurações são repetidamente estressadas devido a alterações dimensionais causadas por flutuações térmicas e deformação não uniforme dos componentes durante a mastigação. Esses estresses irão se concentrar nas discontinuidades físicas tais como a interface restauração/paredes cavitárias. As restaurações adesivas têm de se adaptar a esses estresses por dissipação das forças, entretanto, esses podem ocasionalmente exceder a força adesiva e coesiva dos materiais envolvidos (AUSIELLO et al.⁹, 1999). Mesmo que os dentes naturais sejam muito rígidos, a rigidez das cúspides é reduzida após o preparo cavitário, e é mais reduzida

ainda quando as cristas marginais são removidas. Alguns aparelhos de medição linear registraram deflexões cuspídeas individuais em pré-molares acima de 25 a 30 μm sob cargas oclusais. Esse movimento individual pode levar a ruptura das ligações adesivas nas paredes do dente preparado (JANTARAT et al.⁵⁵, 2001). Nessas circunstâncias as restaurações de classe II M.O.D. extensas apresentaram os maiores padrões de deformação das cúspides, seguidas pelas restaurações de classe II M.O. extensas (TANTBIROJN et al.⁹², 2004).

Na resina composta em particular, o efeito do estresse foi estudado por COCK; WATTS²⁵ (1985) que salientaram que o componente suscetível a deformação visco-elástica é a fase resinosa, que é formada a partir de uma mistura de metacrilatos bi-funcionais. Entretanto, a presença de partículas inorgânicas de carga contendo sílica submicrométrica adiciona um componente visco-elástico nestes produtos. Portanto, a relativa alta deformação em estresses maiores que 100MN/m^2 desses materiais pode ser atribuída a deformação de ambas as partes da resina (matriz e carga inorgânica).

Segundo JANTARAT et al.⁵⁵ (2001), dois tipos de forças são utilizadas nos estudos: as forças contínuas e as cíclicas. Forças contínuas provocam deslocamento das cúspides que é dependente da carga e do tempo de aplicação. Após a remoção da força, a completa recuperação da deformação demora mais de 20 minutos, que também é tempo e carga dependente. Forças cíclicas provocam um aumento cumulativo no deslocamento das cúspides, mas a extensão do deslocamento é menor. Os dois tipos de cargas provocam deslocamento cuspídeo, entretanto, forças contínuas (ex: apertamento) são

potencialmente mais prejudiciais que forças cíclicas (ex: mastigação) e foram simuladas no presente trabalho.

A ciclagem mecânica foi utilizada no intuito de provocar deflexão do material restaurador, a fim de averiguar a influência das retenções adicionais. A metodologia (GONÇALVES⁴⁶, 1996; PEREIRA⁷³, 1999; MONDELLI⁶⁴, 1999; TAPETY⁹³, 1999) utilizou cargas contínuas que variaram de 1 a 17 kg, que segundo FIELDS et al.⁴² (1986), esta magnitude está dentro da média clinicamente relevante. Apesar do número reduzido de ciclos (70), já foram suficientes para induzir estresses capazes de aumentar as fendas nos grupos 1, 2 e 3, sendo que apenas o grupo 4 não apresentou diferenças antes e após a ciclagem (TABELAS 1 a 4). Didaticamente, a análise das microfendas pode ser separada em antes e após a ciclagem mecânica. A análise antes da ciclagem evidência a capacidade das retenções adicionais em diminuir ou evitar a formação das microfendas advindas da contração de polimerização da resina. No presente trabalho, todos os grupos com retenções adicionais apresentaram microfendas significativamente menos extensas que o grupo controle, com exceção do grupo das canaletas verticais (TABELA 6). A análise após a ciclagem mecânica evidencia qual condição experimental foi capaz de diminuir o aparecimento de microfendas marginais e no presente trabalho as canaletas horizontais foram as mais eficientes, seguidas dos orifícios gengivais e canaletas verticais (TABELA 7). Entretanto, as diferenças estatísticas só ocorreram entre os grupos com retenção adicional e o grupo controle, não ocorrendo diferenças entre os diferentes tipos de retenção (TABELA 8).

A análise entre as microfendas presentes antes e após a ciclagem mecânica evidencia o comportamento das fendas existentes após estresse

induzido, ou seja, qual condição experimental melhor resistiu aos estresses somatórios do carregamento oclusal. No presente trabalho, apenas o grupo 4 não apresentou aumento significativo das microfendas após estresse induzido pela ciclagem mecânica (TABELA 4).

Duas hipóteses podem explicar o melhor comportamento do grupo 4: a carga aplicada não foi suficiente para aumentar as fendas neste grupo ou a retenção adicional utilizada (canaletas horizontais) foi eficiente na diminuição dos estresses e manutenção da interface adesiva. Outras características também puderam ser observadas como a proximidade da retenção (canaleta horizontal) do local aonde aparecem as fendas e a promoção de um travamento mecânico maior que os orifícios e canaletas verticais que ficam mais distantes da margem. Entretanto, estudos complementares são necessários para comprovar a real influência da canaleta horizontal.

A ciclagem mecânica também parece influenciar na infiltração marginal em restaurações de resina composta. Pode ser causada por diversos fatores, tais como dissolução de bases ou smear layer, degradação da adesão ou material restaurador, presença de fendas marginais, contração de polimerização, diferentes coeficientes de expansão térmica do material restaurador e estrutura dentária, e variados graus de deformação sobre carga mecânica. Todos esses fatores podem levar a infiltração marginal, sensibilidade pós-operatória, cáries recorrentes e problemas pulpares (PERIS; DUARTE; ANDRADE⁷⁴, 2003).

Foram sugeridas diversas formas para se avaliar a microinfiltração, sendo que nenhum método pode ser considerado ideal. A microinfiltração é um fenômeno tridimensional e diferentes localizações e ângulos de corte podem

alterar completamente os resultados (DIETRICH et al.³⁰, 2000). Todavia, a importância maior destes testes é permitir a comparação entre diferentes condições experimentais dentro de um mesmo trabalho (ALANI; TOH⁴, 1997). Assim, pode-se variar os corantes utilizados (SHAHANI; MENEZES⁸⁴, 1992, DEMARCO et al.²⁹, 2001, ALMEIDA et al.⁵, 2003), os critérios de avaliação estabelecidos por escores (GALLO; BATES; BURGESS⁴³, 2000, BEZNOS¹⁴, 2001) ou valores numéricos percentuais (THONEMANN et al.⁹⁴, 1999, PEREIRA⁷³, 1999), a condição do estudo *in vivo* (LUNDIN; NORÉN; WARFVINGE⁶¹, 1990, ABDALLA; DAVIDSON³, 1993, SPLIETH et al.⁸⁹, 2003) ou *in vitro* (WILSON¹⁰⁰, 1993, HOLAN; EIDELMAM; WRIGHT⁵¹, 1997, HAGGE et al.⁴⁷, 2001, NEME et al.⁶⁹, 2002), o tempo e forma de imersão nas soluções corantes, as diferentes condições ambientais (BESNAULT; ATTAL¹³, 2002) e alguns outros métodos não convencionais também podem ser utilizados (PRATI et al.⁷⁸, 1994, HILTON; FERRACANE⁴⁹, 1998, WIBOWO; STOCKTON⁹⁹, 2001, BEDRAN DE CASTRO et al.¹⁰, 2004). Essa grande variação entre metodologias deve ser considerada, pois comparações entre trabalhos que utilizam diferentes métodos podem apresentar equívocos. O tamanho das partículas dos corantes (Fucsina básica, azul de metileno, nitrato de prata, entre outros) varia muito, mas como já salientado, a comparação dentro do mesmo trabalho é válida e importante.

O presente trabalho utilizou uma análise percentual da infiltração (THONEMANN⁹⁴ et al, 1999, PEREIRA⁷³, 1999), o que permitiu a obtenção de valores numéricos para análise estatística. A análise visual da infiltração permitiu verificar alguns detalhes em relação ao padrão de penetração do corante. Nos grupos com retenções adicionais (grupos 2, 3 e 4), o corante ao

atingir as áreas das retenções se difundiu e contornou os prolongamentos de resina aí alojados. Portanto, as retenções não foram capazes de barrar a progressão da infiltração quando ocorrida, mas parece que o efeito das retenções foi no sentido de diminuir o início da infiltração (grupo 4). Vale ressaltar que as retenções também aumentam a área de superfície que o corante tem de percorrer, o que provavelmente diminuiu a porcentagem de penetração do corante nos grupos com retenção.

Foi também observada uma infiltração intensa do corante em quase todos os espécimes do grupo controle (QUADRO 1) e isso pode ser explicado pela ciclagem mecânica simultânea na solução corante, permitindo que logo que a fenda se forme, o corante já infiltre (DAVIDSON; ABDALLA²⁸, 1993). Desta forma, mesmo que as fendas se fechem após a remoção das cargas mecânicas, o corante já pigmentou em toda extensão as fendas transilientes. Nos grupos com retenção, foi encontrado um número maior de cortes sem infiltração (QUADROS 2 a 4) e isso pode ter ocorrido pela redução das fendas transilientes formadas durante a aplicação da carga, todavia, isso é apenas uma especulação.

Técnicas propostas para eliminar definitivamente esta infiltração têm incluído inserção incremental da resina, matrizes transparentes e cunhas reflectivas, uso de resina autopolimerizável, confecção de canaletas retentivas na parede gengival, polimerização por pulso interrompido e técnicas tipo sanduíche incorporando cimento de ionômero de vidro ou outros materiais como camada intermediária. Apesar de todas essas tentativas, microinfiltrações substanciais localizadas próximas à junção amelo-cementária continuam a

serem relatadas em numerosos trabalhos de restaurações de resina composta utilizadas em estudos de classe II e V (HAGGE et al.⁴⁷, 2001).

Duas formas distintas podem ser salientadas para minimizar a infiltração marginal: evitar a contração do material restaurador ou compensar essa contração inevitável. A primeira tentativa de reduzir o estresse da contração de polimerização em restaurações de classe II foi baseada na aplicação da resina em pequenas camadas horizontais. Esse conceito foi analisado e desenvolvido, quando posteriormente foi sugerida e incorporada uma base de ionômero de vidro para reduzir a quantidade de resina a ser polimerizada “in situ”, tão bem como formas mais sofisticadas de aplicação em camadas. Atualmente, essa redução do estresse é principalmente encontrada pelo aumento da superfície livre (ótima configuração cavitária) que permite que uma deformação na face livre ocorra durante a polimerização, aliviando as tensões que se propagam pelo material (FEILZER; DE GEE; DAVIDSON³⁹, 1987). Apesar disso, nenhum desses métodos incrementais permite que a restauração seja confeccionada sem estresse residual no material, dente e interface adesiva (DIETSCHI et al.³⁴, 2002).

YAP; SHAH; CHEW¹⁰¹ (2003) sugeriram que essas microfendas originadas da contração da resina composta são compensadas por mecanismos de expansão. Um deles é a expansão higroscópica sofrida pela resina composta (THONEMANN et al.⁹⁵, 1997) e resinas modificadas por poliácidos que após 3 semanas de armazenamento em água é capaz de eliminar as fendas marginais oriundas da contração dos materiais, entretanto, o problema continua existindo nas fendas transilientes que aparecem antes da expansão ocorrer (MELLO et al.⁶³, 1997, AUSIELLO et al.⁹, 1999). A expansão

higroscópica devido à absorção de água ocorre nos sítios onde a adesão foi rompida ou não foi estabelecida, provocando excessos marginais. Inicialmente essa expansão pode diminuir e compensar fendas existentes da contração de polimerização, aparecendo como um aumento no volume e morfológicamente como um aumento no nível de superfície. Entretanto, a longo prazo, a absorção de água pode causar degradação do selamento marginal (THONEMANN et al.⁹⁵, 1997). Segundo PRATI et al.⁷⁸ (1994), a expansão é incapaz de compensar totalmente a contração de polimerização e degradação hidrolítica da interface adesiva.

Dentre os fatores mais importantes para minimizar os efeitos da contração de polimerização estão o fator de configuração cavitária, as propriedades dos materiais, o tamanho da cavidade e a presença ou ausência de esmalte ao redor da cavidade. Esses parâmetros irão determinar quão eficiente serão a adesão às paredes cavitárias e os fenômenos compensatórios de estresse, tais como escoamento e deformação elástica (DIETSCHI et al.³¹, 2002). Uma forma alternativa que tem sido muito pesquisada para diminuir os estresses da contração de polimerização é a interposição de uma camada que possa absorver parcialmente essas forças como: camada de adesivo mais espessa, resina fluida, ionômero de vidro ou compômero (DIETSCHI et al.³¹, 2002). Novamente, o maior problema reside na grande diversidade de metodologias e materiais nos diferentes trabalhos, o que justifica a grande incidência de resultados totalmente contraditórios. Outras vantagens relatadas dessa alternativa seriam diminuir o volume total de resina na restauração (PRATI⁷⁷, 1989, DAVIDSON; ABDALLA²⁸, 1993, GARBEROGLIO; COLI; BRANNSTRÖM⁴⁴, 1995, SHIMIZU et al.⁸⁵, 1996) e a lenta polimerização do

material de forramento que poderia diminuir o estresse na interface adesiva (DIJKEN; HÖRSTEDT; WAERN³⁵, 1998, HAGGE et al.⁴⁷, 2001).

O forramento das cavidades de classe II com ionômero de vidro foi o mais utilizado e estudado dentre os materiais. Segundo PRATI⁷⁷ (1989), a infiltração nas resinas compostas inicia-se precocemente e parece depender do material utilizado. Comprovou que o cimento de ionômero de vidro diminui significativamente a infiltração precoce provavelmente pela lenta e tardia taxa de contração e do escoamento. Estes mesmos resultados foram comprovados por diversos autores *in vivo* e *in vitro* (ABDALLA; DAVIDSON³, 1993, SHIMIZU et al.⁸⁵, 1996, WIBOWO; STOCKTON⁹⁹, 2001, LOGUÉRCIO et al.⁵⁹, 2002, PERIS; DUARTE; ANDRADE⁷⁴, 2003). Porém, de forma contraditória alguns autores (DIETSCHI et al.³², 1995, AUSIELLO et al.⁹, 1999, THONEMMAN et al.⁹⁴, 1999, UCTASLI; SHORTALL; BURKE⁹⁷, 2002) salientaram que materiais utilizados para forramento das cavidades aumentaram a microinfiltração e degradação marginal e sugeriram que as restaurações indiretas seriam boas opções por diminuir mais ainda o volume de resina a ser polimerizada “*in situ*”, ficando a contração de polimerização limitada ao material cimentante, caso seja resinoso.

Diversos materiais foram utilizados como material de forramento interposto entre dente e a restauração: resina composta autopolimerizável (GARBEROGLIO; COLI; BRANNSTRÖM⁴⁴, 1995; DIJKEN; HÖRSTEDT; WAERN³⁵, 1998;); compômero (DIETRICH et al.³⁰, 2000, NEME et al.⁶⁹, 2002); amálgama (DEMARCO et al.²⁹, 2001); cimento de ionômero de vidro modificado por resina (HAGGE et al.⁴⁷, 2001, ANDERSON-WENCKERT; VAN DIJKEN; KIERI⁷, 2004); resina fluida (UCTASLI; SHORTALL; BURKE⁹⁷, 2002,

PERIS; DUARTE; ANDRADE⁷⁴, 2003, CHUANG et al.²⁴, 2004). Com essa diversidade de materiais, a maioria dos resultados apontou que a interposição de uma base forradora pode ser vantajosa na adaptação e microinfiltração marginal, entretanto, nenhuma técnica mista conseguiu impedir totalmente a infiltração. O compômero, por exemplo, quando abrigado dentro da restauração (sanduíche fechado) provou ser vantajoso como forramento (DIETSCHI et al.³¹, 2002) e a resina fluida pareceu diminuir significativamente a microinfiltração (UCTASLI; SHORTALL; BURKE⁹⁷, 2002; PERIS; DUARTE; ANDRADE⁷⁴, 2003), com resultados mais satisfatórios quando uma delgada camada dessa resina foi co-polimerizada com a primeira camada de resina composta (PERIS; DUARTE; ANDRADE⁷⁴, 2003; CHUANG et al.²⁴, 2004). Em relação ao cimento de ionômero de vidro, sua espessura quando for utilizado como base parece não influenciar no comportamento longitudinal das restaurações do tipo sanduíche aberto (ANDERSON-WENCKERT; VAN DIJKEN; KIERI⁷, 2004)

A forma de inserção da resina composta também foi extensamente analisada como possível resolução para o estresse gerado pela contração de polimerização. Como as microfendas formadas durante o processo de polimerização da resina composta são inerentes ao processo de contração volumétrica pertinente aos materiais poliméricos, novas técnicas restauradoras, aparelhos fotopolimerizadores e sistemas adesivos vêm sendo continuamente desenvolvidos na tentativa de minimizar os efeitos desse processo e melhorar o desempenho clínico dessas restaurações. Sabe-se que o volume do incremento submetido à ação da luz polimerizadora e o fator de configuração cavitária (fator C) são aspectos importantes relacionados ao controle das tensões geradas pela força de contração do sistema restaurador adesivo

(FEILZER; DE GEE; DAVIDSON³⁹, 1987, CARVALHO et al.¹⁹, 1996), ou seja, quanto menor o volume de material a ser polimerizado e a relação entre o número de superfícies cavitárias aderidas e não aderidas, maior será a capacidade de relaxamento das tensões advindas da contração de polimerização (FEILZER; DE GEE; DAVIDSON³⁹, 1987). Por isso, a técnica de inserção incremental constitui uma das formas comumente recomendada por muitos autores (BEN-AMAR et al.¹¹, 1988; SHAHANI; MENEZES⁸⁴, 1992, TJAN et al.⁹⁶, 1992, DIETSCHI; HERZFELD³³, 1998) e foi utilizada no presente trabalho.

De forma interessante, alguns trabalhos não encontraram diferenças significantes entre a técnica incremental e a técnica de inserção única, que teoricamente é a técnica que mais gera estresses na interface adesiva (HOLAN et al.⁵², 1989, CATALFAMO; CHAN; REINHARDT²⁰, 1990, DIJKEN; HÖRSTEDT; WAERN³⁵, 1998, GALLO; BATES; BURGESS⁴³, 2000, BEZNOS¹⁴, 2001, UCTASLI; SHORTALL; BURKE⁹⁷, 2002). Vale discutir que as condições experimentais variaram e alguns trabalhos utilizaram margens cavitárias localizadas em esmalte (HOLAN et al.⁵², 1989, IDRIS et al.⁵⁴, 2003, DIJKEN; HÖRSTEDT; WAERN³⁵, 1998) o que provavelmente foi responsável pela ausência de significância entre as técnicas de inserção.

Outros artifícios foram sugeridos para restauração de cavidades de classe II com resultados satisfatórios: pontas transparentes inseridas na caixa proximal durante a polimerização (ERICSON; DÉRANT³⁶, 1991), inserção de incrementos pré-polimerizados para posterior cimentação (DIETSCHI; HERZFELD³³, 1998), técnica da dupla adesão onde uma camada de adesivo é aplicada antes da moldagem e outra antes da cimentação (DIETSCHI;

HERZFELD³³, 1998), entre outros. Todas essas técnicas objetivaram reduzir o estresse na interface ou alterar os vetores da contração de polimerização da resina composta. Todavia, apesar da melhora na adaptação marginal e diminuição da microinfiltração, esta não foi totalmente eliminada nas margens situadas em dentina (CATALFAMO; CHAN; REINHARDT²⁰, 1990).

Um outro fator que deve ser levado em consideração é a forma como a resina composta é fotopolimerizada. A fonte de luz, juntamente com os parâmetros variáveis (densidade de potência, tempo de exposição, tipo de luz, entre outros), utilizada nos diferentes trabalhos pode influenciar significativamente tanto na adaptação como microinfiltração marginal (SMALL⁸⁸, 1999). O propósito principal dos trabalhos foi determinar qual forma de ativação pela luz da resina composta iria gerar o menor estresse na interface adesiva, objetivando um melhor vedamento marginal e maior força de adesão, embora nem sempre a microinfiltração esteja correlacionada com maiores forças de adesão (CENCI et al.²¹, 2005). Todos esses parâmetros variaram conjuntamente na busca da melhor forma de ativação, entretanto, diferenças nas metodologias dificultam a interpretação dos resultados. Assim, apesar do fato que teoricamente densidades de potência mais altas geram maior contração da resina composta (UCTASLI; SHORTALL; BURKE⁹⁷, 2002), alguns trabalhos não encontraram significância entre as diferentes formas de ativação com relação a infiltração em cavidades situadas em dentina (SAHAFI; PEUTZFELDT; ASMUSSEN⁸⁰, 2001, AMARAL et al.⁶, 2004).

A utilização das cunhas reflectivas na margem gengival das caixas proximais foi amplamente difundida quando se acreditava que a resina contraía em direção a luz, entretanto, sabe-se que sua importância está na atenuação

da intensidade da luz que provocaria menor estresse na interface adesiva (DEMARCO et al.²⁹, 2001). Essa intensidade pode ser reduzida também com o aumento da distância entre a fonte de luz e a resina, o que, por outro lado, poderia acarretar em uma polimerização inadequada dos primeiros incrementos de resina na caixa proximal quando a fotopolimerização ocorrer por oclusal. Matrizes transparentes poderiam ser utilizadas para atenuar este problema por permitir a passagem da luz, entretanto, além da dificuldade de manuseio, alguns autores mostraram que a microinfiltração é similar com matrizes metálicas e transparentes (HILTON; SCHWARTZ; FERRACANE⁵⁰, 1997). O presente trabalho utilizou matrizes de silicone para inserção da resina o que apresentariam os mesmos resultados das matrizes metálicas.

Visto que as fendas marginais são freqüentes e difíceis de serem eliminadas, mesmo com todos os artifícios e tratamentos propostos, alguns autores testaram o vedamento externo dessas fendas através da impregnação com adesivos dentinários. Este selamento provou ser eficiente na correção dos defeitos marginais, entretanto não ocorre a diminuição da infiltração (HOLAN et al.⁵², 1989, HILTON; FERRACANE⁴⁹, 1998). Além disso, problemas associados como a solubilidade do adesivo que irá ocorrer em maior ou menor tempo devido a hidrólise na cavidade bucal e problemas periodontais, devido a dificuldade de acabamento, desencorajam o uso dessa manobra (BRANNSTROM¹⁶, 1984). Apenas HOLAN et al.⁵² (1989) evidenciaram uma leve diminuição na microinfiltração com a impregnação marginal com adesivos, entretanto vale considerar que as margens cavitárias foram localizadas em esmalte.

As resinas compostas vêm sendo aprimoradas juntamente com os sistemas adesivos proporcionando resultados cada vez mais satisfatórios a curto e longo prazo. Para que este material pudesse ser utilizado no interior de cavidades, algumas alterações importantes no preparo cavitário tiveram que ser realizadas para o melhor desempenho clínico. A principal delas ocorreu no acabamento dos ângulos cavo-superficiais, onde a confecção de bisel nas margens situadas em esmalte evita a fratura dos prismas sem suporte dentinário presentes nas mediações da interface adesiva, além de aumentar a área de superfície para o condicionamento ácido e expor o núcleo dos prismas para melhor adesão (CHEUNG²², 1990, HILTON; FERRACANE⁴⁹, 1998, DIETRICH et al.³⁰, 2000). Nas situações onde o bisel não é confeccionado, as fendas se formam nas mediações da interface adesiva devido à contração de polimerização da resina composta que rompe os prismas sem suporte, provocando infiltração marginal da mesma forma tanto para restaurações diretas quanto indiretas (DIETSCHI; HERZFELD³³, 1998, OPDAM et al.⁷², 1998). O mesmo comportamento parece ocorrer nas restaurações de compômero, onde o biselamento também foi preconizado (DIETRICH et al.³⁰, 2000).

Alguns autores evidenciaram a eficácia do bisel em esmalte no que tange a diminuição da microinfiltração marginal (OPDAM et al.⁷², 1998; HILTON; FERRACANE⁴⁹, 1998) e aumento da resistência à fratura do dente restaurado (CAPLAN; DENEHY; REINHARDT¹⁸, 1990; GERVÁSIO⁴⁵, 2006), entretanto, nas margens de cavidades de classe II situadas em dentina, o bisel não é capaz de eliminar totalmente a microinfiltração marginal (CATALFAMO; CHAN; REINHARDT²⁰, 1990), apesar de diminuí-la significativamente

(HERMES⁴⁸, 2006, MONDELLI et al.⁶⁶, 2006). Um fator a ser considerado é a dificuldade clínica de confecção e restauração do bisel cervical *in vivo* (HOLAN; EIDELMAM; WRIGHT⁵¹, 1997; HERMES⁴⁸, 2006).

Apesar das diferentes tentativas anteriormente discutidas, nada foi capaz de barrar a infiltração marginal nas restaurações de classe II de resina composta com margens situadas em dentina. Em busca de outras opções, alguns autores propuseram alterações no preparo cavitário para resina composta que ainda permanecem sem artifícios retentivos, com confiança total na adesão conseguida pelo sistema adesivo. As retenções adicionais foram extensamente preconizadas para restaurações de amálgama e provaram ser importantes em situações onde a retenção provida pela cavidade preparada não fosse suficiente para reter o material. Em cavidades de classe II, essas aumentavam a resistência ao deslocamento proximal quando a restauração era submetida a carregamento oclusal (MONDELLI et al.⁶⁵, 1980).

A resina composta apresenta um comportamento biomecânico totalmente diferente do amálgama, principalmente por apresentar adesão micromecânica ao dente através da camada híbrida e condicionamento do esmalte. Seu comportamento clínico em cavidades moderadas, principalmente nas cavidades circundadas totalmente por esmalte parece ser satisfatório a curto e longo prazo (LUNDIN; COCH⁶⁰, 1999, KOHLER et al.⁵⁶, 2000, LUNDIN; RASMUSSEN⁶², 2004). Entretanto, em cavidades de classe II extensas, com margens gengivais situadas em dentina, pouco se sabe a respeito da necessidade de retenções adicionais no vedamento e integridade marginal frente a contração de polimerização e aos estresses oclusais.

BEN-AMAR; METZGER; GONTAR¹², em 1987, foram os primeiros autores a preconizar, numa discussão sobre princípios de preparo cavitário para resina composta, que canaletas retentivas deveriam ser confeccionadas nas linhas de ângulo áxio-lingual, áxio-vestibular e parede gengival de cavidades de classe II. Essas canaletas promoveriam retenção para a porção proximal da restauração, reduzindo a retração da margem gengival causada pela contração de polimerização. No ano seguinte, os mesmos autores analisaram a eficiência da técnica incremental na redução da microinfiltração marginal em cavidades de classe II de resina composta e concluíram que a técnica incremental diminuiu significativamente a microinfiltração quando comparada a técnica da inserção única. Entretanto, para a técnica da inserção única, as canaletas foram necessárias para a redução da microinfiltração marginal (BEN-AMAR et al.¹¹, 1988). Esse trabalho evidenciou que na técnica incremental, as canaletas retentivas não são necessárias, todavia é preciso ressaltar que as margens cavitárias localizavam-se em esmalte. Segundo os autores, a função da canaleta seria diminuir o risco de fratura do material e aumentar a área de superfície na parede gengival, minimizando o efeito do estresse (térmico, mecânico e da contração de polimerização). Os mesmos resultados foram apresentados por SHAHANI; MENEZES⁸⁴, em 1992, que evidenciaram que mesmo com margens situadas em esmalte, as canaletas retentivas nas paredes vestibular, lingual e gengival da caixa proximal, após termociclagem, diminuíram significativamente a infiltração marginal.

O presente trabalho pode evidenciar que retenções realizadas na parede gengival foram importantes e efetivas na diminuição da infiltração marginal (grupos 3 e 4). No grupo 4, que apresentou uma canaleta em toda extensão da

parede gengival, sugere a formação de uma maior área para adesão do material, além de um obstáculo mecânico (caixa adicional gengival) para minimizar a contração de polimerização. O mesmo pode ter ocorrido nas áreas das retenções (orifícios) do grupo 3, porém em menor grau que o grupo 4 o que evidenciou o melhor resultado do mesmo (QUADRO 04, TABELA 09).

Alguns autores apresentaram outras explicações para o melhor comportamento das resinas compostas em cavidades com retenções adicionais. COLI; BLIXT; BRANNSTRÖM²⁶ (1993) concluíram que a redução da extensão da fenda pode ocorrer devido a contração da força de contração de polimerização quando o composto fica retido no interior da canaleta de retenção quando a luz inicial é aplicada. Assim, o composto não perde imediatamente a adesão com as paredes no momento de sua contração volumétrica. De acordo com os resultados, quando duas retenções foram utilizadas, a extensão das fendas de contração diminuiu significativamente em relação ao grupo controle e grupo com apenas 1 retenção. Com uma retenção adicional somente, as fendas também diminuíram significativamente em relação ao grupo sem retenção. O presente trabalho apresentou resultados muito semelhantes evidenciando que quanto maior a retenção, ou número de retenções, menor a extensão das fendas (TABELA 5 e 7). A localização da retenção adicional também pode ter influenciado nos resultados, pois parece haver uma relação onde quanto maior e mais próxima da margem gengival for confeccionada a retenção, melhores são os resultados em termos de diminuição da extensão das microfendas e microinfiltração, como explicado anteriormente. Estes achados podem ser evidenciados pela ausência de significância entre os grupos 2 e controle (TABELA 6), sendo que as canaletas

verticais, sendo as retenções mais distantes da margem gengival, não ofereceram resultados estatisticamente superiores ao grupo sem retenção, quando não foi realizada a ciclagem mecânica.

A extensão e localização da retenção também parecem influenciar na eficiência em termos de conter os efeitos deletérios promovidos pela ciclagem mecânica. A análise estatística mostrou que o único grupo que, após a ciclagem mecânica, não apresentou aumento significativo na média da extensão das fendas marginais presentes inicialmente foi o grupo 4 (TABELA 4). Vale lembrar que o grupo 4 utilizou as canaletas horizontais na parede gengival, ou seja, a mais extensa e mais próxima da margem gengival das retenções testadas.

É importante salientar que o maior problema das restaurações de classe II de resina não é a retenção, e sim o vedamento. Apesar do termo retenção adicional, o efeito desejado é na redução da microinfiltração, sendo que as retenções deveriam ser utilizadas para minimizar as fendas marginais por diminuir o estresse na interface adesiva e não evitar o deslocamento da restauração, como nas restaurações de amálgama.

Também ficou evidente, no presente trabalho, que em margens situadas em dentina não existem diferenças estatísticas entre os tipos de retenção, em relação a extensão de microfendas marginais. Pelos resultados deste estudo laboratorial pode-se verificar que as retenções adicionais, independente do tipo, são importantes na redução da extensão das microfendas marginais, visto pela significância entre todos os grupos com retenções e o grupo controle e ausência de significância entre os grupos com algum tipo de retenção após a ciclagem mecânica (TABELA 8). Outro fator a ser salientado foi a ausência de

significância entre as microfendas, antes e após a ciclagem, no grupo 4 (canaletas horizontais), ou seja, foi o único tipo de retenção que foi capaz de anular os efeitos da ciclagem mecânica evitando o aumento das microfendas presentes. Apesar da inconveniência biológica causada pelo maior desgaste dentário promovido pela canaleta gengival, em termos de redução das microfendas e diminuição da microinfiltração, parece que este seria o melhor tipo de retenção dentre todas as condições testadas no presente estudo.

As retenções adicionais também apresentam outras vantagens salientadas por outros autores. SUMMIT; DELLA BONA; BURGESS⁹¹ (1994) evidenciaram que retenções adicionais promovem o aumento da resistência à fratura dos dentes com cavidades estritamente proximais e restaurados com resina, eliminando a necessidade de extensão oclusal do preparo, sendo que nestes casos, a função primária do artifício retentivo seria evitar o deslocamento proximal.

Por outro lado, alguns trabalhos não encontraram correlação significativa entre retenções adicionais e diminuição de fendas e microinfiltração (CAPLAN; DENEHY; REINHARDT¹⁸, 1990, WILSON¹⁰⁰, 1993, OPDAM et al.⁷², 1998). Provavelmente a diferença entre metodologias e condições experimentais pode ser responsável pelos resultados contraditórios quando comparados ao presente trabalho. CAPLAN; DENEHY; REINHARDT¹⁸ (1990) sugeriram que o bisel em esmalte é suficiente para o aumento da resistência do dente restaurado, não sendo necessárias retenções adicionais. Entretanto, algumas diferenças em relação ao presente trabalho podem ser vistas: as cavidades utilizadas apresentavam pequena extensão (3mm de extensão vestibulo-lingual na parede gengival), as retenções não atingiram o nível da parede pulpar, a

parede gengival se localizou em esmalte e não foi realizada a ciclagem mecânica. O mesmo ocorreu com outros autores (WILSON¹⁰⁰, 1993, GARBEROGLIO; COLI; BRANNSTRÖM⁴⁴, 1995, OPDAM et al.⁷², 1998) em relação a diferença metodológica. WILSON¹⁰⁰ (1993) não encontrou nenhuma diferença estatisticamente significativa entre os grupos, nem em relação às formas da cavidade e nem em relação às técnicas de inserção. Todavia, ainda que sem diferença estatística, a infiltração foi menor nas canaletas axiais e técnica incremental com incrementos triangulares ou de inserção única.

É importante salientar que os melhores resultados em termos de ausência de fendas e diminuição da microinfiltração estão associados a presença de esmalte em toda a margem da cavidade preparada, em qualquer tipo de cavidade (MUHLBAUER et al.⁶⁷, 2002). Poucos trabalhos avaliaram a eficiência da técnica adesiva na redução da microinfiltração e formação de microfendas em cavidades com margens cervicais situadas em dentina e o presente trabalho evidenciou que nestas situações, as retenções adicionais também podem reduzir de forma significativa a infiltração marginal. Os resultados também puderam evidenciar que, para o parâmetro da microinfiltração, o tipo de retenção parece influenciar na redução da infiltração do corante (TABELAS 9 e 10), sendo que as canaletas horizontais foram capazes de reduzir significativamente a microinfiltração marginal, mesmo em comparação aos outros grupos com retenção adicional (TABELA 10).

Finalmente, um outro fator que pode influenciar nos resultados encontrados em relação a outros trabalhos é o sistema adesivo e material restaurador utilizado nas restaurações de classe II. Com a enorme variedade de materiais que se encontra disponível, é evidente que diferenças ocorram

entre os trabalhos que utilizem diferentes materiais. No caso das restaurações estéticas, em particular, as propriedades do sistema adesivo e resinas compostas utilizadas, o formato e profundidade da cavidade, técnicas operatórias, tais como modo de aplicação do sistema adesivo e da inserção e polimerização da resina composta são fatores que significativamente influenciam na qualidade da interface entre estrutura dentária e material restaurador (THONEMANN et al.⁹⁴, 1999). Assim, alguns trabalhos compararam diferentes resinas (THONEMANN et al.⁹⁴, 1999, GALLO; BATES; BURGESS⁴³, 2000, SAHAFI; PEUTZFELDT; ASMUSSEN⁸⁰, 2001, LOGUÉRCIO et al.⁵⁸, 2004); diferentes sistemas adesivos (MELLO et al.⁶³, 1997, THONEMANN et al.⁹⁴, 1999, BEZNOS¹⁴, 2001, BESNAULT; ATTAL¹³, 2002, DIETSCHI et al.³⁴, 2002, OKUDA et al.⁷¹, 2002, FABIANELLI; KUGEL; FERRARI³⁸, 2003); diferentes formas de fotoativação (SAHAFI; PEUTZFELDT; ASMUSSEN⁸⁰, 2001); diferentes técnicas restauradoras (AUSIELLO et al.⁹, 1999; DIETRICH et al.³⁰, 2000, GALLO; BATES; BURGESS⁴³, 2000) alguns materiais restauradores alternativos como compômeros, resinas ativadas quimicamente, ionômeros modificados por resina e amálgama (DIETRICH et al.³⁰, 2000, LOGUERCIO et al.⁵⁹, 2002, YAP; SHAH; CHEW¹⁰¹, 2003, HUTH; PASCHOS; KUNZELMANN⁵³, 2004, KOURNETAS et al.⁵⁷, 2004), sendo evidenciada a influência destes fatores nos resultados apresentados.

Segundo BEZNOS¹⁴ (2001), não importa o material e sim a localização da margem gengival, entretanto, estudos que compararam diferentes materiais evidenciaram que existem muitas diferenças. Segundo IDRIS et al.⁵⁴ (2003), a contração é uma função direta da fração volumétrica da matriz polimérica da resina, e ocorre em maior escala em compostos de micropartículas do que em

compostos híbridos. Resinas condensáveis, provavelmente devido ao aumento na quantidade de partículas inorgânicas e conseqüente redução na viscosidade da resina composta, apresentam menor porcentagem de contração, porém inadequada adaptação às paredes, inclusive ao esmalte (PERIS; DUARTE; ANDRADE⁷⁴, 2003)

Assim, o presente trabalho utilizou uma resina microhíbrida (QuiXfil – Dentsply) e os resultados aqui obtidos são pertinentes ao material e sistema adesivo utilizado, juntamente com a técnica incremental e fotoativação convencional. Apesar dos problemas relacionados aos estudos laboratoriais, vale ressaltar que os resultados *in vivo* tendem a serem piores na maioria dos aspectos. No presente trabalho, em particular, a dificuldade de acabamento nas áreas interproximais de difícil acesso levando ao maior risco de gengivites e cáries recorrentes deveria ser considerada (HAGGE et al.⁴⁷, 2001). O mesmo ocorre com os testes de microinfiltração que provavelmente continuarão a ser importantes como um exame inicial *in vitro* de novos materiais restauradores, porém o significado clínico desses testes laboratoriais permanecerá indefinido até que as causas e conseqüências dessa microinfiltração possam ser melhor esclarecidas, devendo-se aguardar os resultados de pesquisas clínicas para melhor compreensão do significado de tais testes (SHORTALL⁸⁷, 1982).

7 – CONCLUSÃO

7- CONCLUSÃO

Pelos resultados encontrados, quanto às hipóteses testadas, pôde-se concluir que:

- a hipótese nula de que não existem diferenças na extensão das microfendas formadas em cavidades com e sem retenções adicionais, restauradas com resina composta, foi parcialmente rejeitada, pois as cavidades com retenção adicional na parede gengival apresentaram microfendas significativamente menos extensas que as cavidades controle sem retenção, antes da ciclagem mecânica, entretanto, as retenções adicionais do tipo canaleta vertical, nos modelos deste estudo, não diminuíram significativamente a extensão das microfendas em relação ao grupo controle;
- a hipótese nula de que não existem diferenças na extensão das microfendas formadas após a ciclagem mecânica em cavidades com e sem retenções adicionais, restauradas com resina composta, foi rejeitada, pois as microfendas presentes após a ciclagem mecânica foram significativamente menos extensas nas cavidades com retenção adicional, independente do tipo de retenção;
- a hipótese nula de que retenções adicionais não são capazes de anular os efeitos da ciclagem mecânica na interface adesiva foi parcialmente rejeitada, pois as microfendas presentes, antes e após a ciclagem mecânica no grupo 4 (canaletas gengivais horizontais), não apresentaram diferenças estatísticas, entretanto, o mesmo não ocorreu com os outros tipos de retenção;

- a hipótese nula de que não existem diferenças na extensão da microinfiltração em cavidades com e sem retenções adicionais, restauradas com resina composta e submetidas à ciclagem mecânica, foi rejeitada, pois existiram diferenças significantes entre todos os grupos estudados.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

8- REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

1. Council on Dental Materials, Instruments, and Equipment. Status report on posterior composites. **J Am Dent Assoc.** v.107, p.74-76, 1983.
2. American Dental Association Council on Scientific Affairs. Statement on posterior resin-based composites. **J Am Dent Assoc.** v.129, n.11, p.1627-28, 1998.
3. ABDALLA, A.I.; DAVIDSON, C.L. Comparison of the marginal integrity of in vivo an in vitro class II composite restorations. **J Dent.** v.21, p.158-62, 1993.
4. ALANI, A.H.; TOH, C.G. Detection of microleakage around dental restorations: A review. **Oper Dent.** v.22, p.173-85, 1997.
5. ALMEIDA, J.B., et al. Three different methods to evaluate microleakage of packable composites in class II restorations. **Oper Dent.** v.28, n.4, p.453-60, 2003.
6. AMARAL, C.M., et al. Microleakage and gap formation of resin composite restorations polymerized with different techniques. **Am J Dent.** v.17, p.156-60, 2004.
7. ANDERSSON-WENCKERT, I.E.; VAN DIJKEN, J.W.V.; KIERI, C. Durability of extensive class II open-sandwich restorations with a resin-modified glass ionomer cement after 6 years. **Am J Dent.** v.17, n.1, p.43-50, 2004.
8. AROLA, D.; L.A., G.; SARUBIN, M.F. A comparison of the mechanical behavior of posterior teeth with amalgam and composite M.O.D. restorations. **J Dent.** v.29, n.1, p.63-73, 2001.
9. AUSIELLO, P., et al. Debonding of adhesively restored deep Class II M.O.D. restorations after functional loading. **Am J Dent.** v.12, n.2, p.84-88, 1999.
10. BEDRAN-DE-CASTRO, A.K., et al. Effect of thermal and mechanical load cycling on nanoleakage of Class II restorations. **J Adhes Dent.** v.6, n.3, p.221-26, 2004.

11. BEN-AMAR, A., et al. The effect of retention grooves on gingival marginal leakage in class II posterior composite resin restorations. **J Oral Rehabil.** v.15, n.4, 1988.
12. BEN-AMAR, A.; METZGER, Z.; GONTAR, G. Cavity design for class II composite restorations. **J Prosthet Dent.** v.58, n.1, p.5-8, 1987.
13. BERTOLOTI, R.L. Posterior composite technique utilizing directed polymerization shrinkage and a novel matrix. **Pract Period Aesthet Dent.** v.3, n.4, p.53-8, 1991.
14. BESNAULT, C.; ATTAL, J.-P. Influence of a simulated oral environment on microleakage of two adhesive systems in class II composite restorations. **J Dent.** v.30, p.1-6, 2002.
15. BEZNOS, C. Microleakage at the cervical margin of composite class II cavities with different restorative techniques. **Oper Dent.** v.26, p.60-69, 2001.
16. BOUILLAGUET, S., et al. Bonding characteristics to dentin walls of class II cavities, in vitro. **Dent Mater.** v.17, n.4, p.316-21, 2001.
17. BRANNSTRÖM, M. Communication between the oral cavity and the dental pulp associated with restorative treatment. **Oper Dent.** v.9, p.57-68, 1984.
18. CAGIDIACO, M.C., et al. Mapping of tubule and intertubule surface areas available for bonding in class V and class II preparations. **J Dent.** v.25, p.379-89, 1997.
19. CAPLAN, D.J.; DENEHY, G.E.; REINHARDT, J.W. Effect of retention grooves on fracture strength of Class 2 composite resin and amalgam restorations. **Oper Dent.** v.15, n.2, p.48-52, 1990.
20. CARVALHO, R.M., et al. A review of polymerization contraction: the influence stress development versus stress relief. **Oper Dent.** v.21, n.1, p.17-24, 1996.
21. CATALFAMO, S.; CHAN, D.C.; REINHARDT, J.W. Effects of beveling and incremental filling on microleakage in Class II composite restorations. **Iowa Dent J.** v.76, n.1, p.21-3, 1990.

22. CENCI, M.S.; DEMARCO, F.F.; CARVALHO, R.M. Class II composite resin restorations with two polymerization techniques: relationship between microtensile bond strength and marginal leakage. **J Dent**. v.33, p.603-10, 2005.
23. CHEUNG, G.S. A scanning electron microscopic investigation on the acid-etched cervical margin of Class II cavities. **Quintessence Int**. v.21, n.4, p.299-302, 1990.
24. CHRISTENSEN, G.J. Overcoming challenges with resin in class II situations. **JADA**. v.128, p.1579-80, 1997.
25. CHUANG, S.F., et al. Effects of lining materials on microleakage and internal voids of class II resin-based composite restorations. **Am J Dent**. v.16, p.84-90, 2003.
26. CHUANG, S.F., et al. Influence of flowable composite lining thickness on class II composite restorations. **Oper Dent**. v.29, n.3, p.301-308, 2004.
27. COCK, D.J.; WATTS, D.C. Time-dependent Deformation of composite restorative materials in compression. **J Dent Res**. v.64, n.2, p.147-50, 1985.
28. COLI, P.; BLIXT, M.; BRANNSTRÖM, M. The effect of cervical grooves on the contraction gap in class 2 composites. **Oper Dent**. v.18, p.33-6, 1993.
29. DARBYSHIRE, P.A.; MESSER, L.B.; DOUGLAS, W.H. Microleakage in class II composite restorations bonded to dentin using thermal and load cycling. **J Dent Res**. v.67, n.3, p.585-87, 1988.
30. DAVIDSON, C.L.; ABDALLA, A.I. Effect of thermal and mechanical load cycling on the marginal integrity of class II resin composite restorations. **Am J Dent**. v.6, p.39-42, 1993.
31. DEMARCO, F.F., et al. Influence of different restorative techniques on microleakage in class II cavities with gingival wall in cementum. **Oper Dent**. v.26, p.253-59, 2001.
32. DIETRICH, T., et al. Marginal integrity of large compomer class II restorations with cervical margins in dentine. **J Dent**. v.28, p.399-405, 2000.
33. DIETSCHI, D., et al. Marginal and internal adaptation of stratified compomer-composite class II restorations. **Oper Dent**. v.27, p.500-509., 2002.

34. DIETSCHI, D., et al. Influence of the restorative technique and new adhesives on the marginal seal and adaptation of resin composite class II restorations: an in vitro evaluation. **Quintessence Int.** v.26, p.717-27, 1995.
35. DIETSCHI, D.; HERZFELD, D. In vitro evaluation of marginal and internal adaptation of class II resin composite restorations after thermal and occlusal stressing. **Eur J Oral Sci.** v.106, p.1033-42, 1998.
36. DIETSCHI, D., et al. Marginal and internal adaptation of class II restorations after immediate or delayed composite placement. **J Dent.** v.30, p.259-69, 2002.
37. DIJKEN, J.W.V.V.; HÖRSTEDT, P.; WAERN, R. Directed polymerization shrinkage versus a horizontal incremental filling technique: Interfacial adaptation in vivo in class II cavities. **Am J Dent.** v.11, n.4, p.165-72, 1998.
38. EAKLE, W.S.; ITO, R.K. Effect of insertion technique on microleakage in mesio-occluso-distal composite resins restorations. **Quintessence Int.** v.21, n.5, p.369-74, 1990.
39. ERICSON, D.; DÉRAND, T. Reduction of cervical gaps in class II composite resin restorations. **J Prosthet Dent.** v.65, n.1, p.33-37, 1991.
40. ERNST, C.P.; STREICHER, S.; WILLERSHAUSEN, B. Marginal adaptation of self-etching adhesives in class II cavities. **J Adhes Dent.** v.4, n.3, p.223-231, 2002.
41. FABIANELLI, A.; KUGEL, G.; FERRARI, M. Efficacy of self-etching primer on sealing margins of class II restorations. **Am J Dent.** v.16, p.37-41, 2003.
42. FEILZER, A.J.; DE GEE, A.J.; DAVIDSON, C.L. Setting stress in composite resin in relation to configuration of the restoration. **J Dent Res.** v.66, n.11, p.1636-9, 1987.
43. FERRARI, M.; CAGIDIACO, M.C.; DAVIDSON, C.L. Resistance of cementum in class II and V cavities to penetration by an adhesive system. **Dent Mater.** v.13, p.157-62, 1997.
44. FERRARI, M.; CAGIDIACO, M.C.; MASON, P.N. Micromorphologic relationship between resin and dentin in class II restorations: An in vivo and in vitro investigation by scanning electron microscopy. **Quintessence Int.** v.25, p.861-66, 1994.

45. FIELDS, H.W., et al. Variables affecting measurements of vertical occlusal force. **J Dent Res.** v.65, n.2, p.135-8, 1986.
46. GALLO III, J.R.; BATES, M.L.; BURGESS, J.O. Microleakage and adaptation of class II packable resin-based composites using incremental or bulk filling techniques. **Am J Dent.** v.13, p.205-208., 2000.
47. GARBEROGLIO, R.; COLI, P.; BRANNSTRÖM, M. Contraction gaps in class II restorations with self-cured and light-cured resin composites. **Am J Dent.** v.8, p.303-7, 1995.
48. GERVÁSIO, A.M. Resistência à fratura de pré-molares com cavidades MOD, com e sem a confecção de bisel nas margens, restaurados ou não com resina composta. Campinas, 2006.125p.Mestrado-Dentística,São Leopoldo Mandic
49. GONÇALVES, A.M. Influência do tipo de estresse e da interposição de ionômero de vidro para forramento na infiltração marginal de cavidades restauradas com dois sistemas adesivos restauradores. Bauru, 1996.132p.MestradoUniversidade de São Paulo
50. HAGGE, M.S., et al. Effect of four intermediate layer treatments on microleakage of Class II composite restorations. **Gen Dent.** p.489-95, 2001.
51. HAYASHI, M.; WILSON, N.H. Failure risk of posterior composites with post-operative sensitivity. **Oper Dent.** v.28, n.6, p.681-8, 2003.
52. HERMES, S.R. Efeito do bisel na infiltração marginal de cavidades de classe II com término gengival em dentina/cimento. Campinas, 2006.136p.Mestrado-Dentística,São Leopoldo Mandic
53. HILTON, T.J.; FERRACANE, J.L. Cavity preparation factors and microleakage of class II composite restorations filled at intraoral temperatures. **Am J Dent.** v.11, p.123-30, 1998.
54. HILTON, T.J.; SCHWARTZ, R.S.; FERRACANE, J.L. Microleakage of four class II resin composite insertion techniques at intraoral temperature. **Quintessence Int.** v.28, n.2, p.135-44, 1997.
55. HOLAN, G.; EIDELMAM, E.; WRIGHT, G.Z. The effect of internal bevel on marginal leakage at the approximal surface of class 2 composite restorations. **Oper Dent.** v.22, n.5, p.217-21, 1997.

56. HOLAN, G., et al. Clinical, radiographic, SEM evaluation and assessment of microleakage of class II composite restorations. **Am J Dent.** v.2, p.274-78, 1989.
57. HUTH, K.C.; PASCHOS, E.; KUNZELMANN, K.-H. 4-year clinical performance and survival analysis of class I and II compomer restorations in permanent teeth. **Am J Dent.** v.17, p.51-55, 2004.
58. IDRIS, S., et al. Marginal adaptation of class II resin composite restorations using incremental and bulk placement techniques: an ESEM study. **J Oral Rehabil.** v.30, p.1000-1007, 2003.
59. JANTARAT, J.; PALAMARA, J.E.A.; MESSER, H.H. An investigation of cuspal deformation and delayed recovery after occlusal loading. **J Dent.** v.29, p.363-70, 2001.
60. KIDD, E.A.M. Microleakage: A review. **J Dent.** v.4, p.199-206, 1976.
61. KÖHLER, B.; RASMUSSEN, C.G.; ÖDMAN, P. A five-year evaluation of class II composite resin restorations. **J Dent.** v.28, p.111-16, 2000.
62. KOURNETAS, N., et al. Marginal and internal adaptation of class II ormocer and hybrid resin composite restorations before and after load cycling. **Clin Oral Invest.** v.8, p.123-29, 2004.
63. LIBERMAN, R.; GORFIL, C.; BEM-AMAR, A. Reduction of microleakage in class II composite resin restorations using retentive pins. **J Oral Rehabil.** v.23, n.4, p.240-3, 1996.
64. LOGUERCIO, A.D., et al. In vitro microleakage of packable composites in class II restorations. **Quintessence Int.** v.35, p.29-34, 2004.
65. LOGUERCIO, A.D., et al. Microleakage in class II composite resin restorations: total bonding and open sandwich technique. **J Adhesive Dent.** v.4, p.137-144, 2002.
66. LUNDIN, S.A.; KOCH, G. Class I and II posterior composite resin restorations after 5 and 10 years. **Swed Dent J.** v.23, p.165-71, 1999.
67. LUNDIN, S.A.; NORÉN, J.G.; WARFVINGE, J. Marginal bacterial leakage and pulp reactions in class II composite resin restorations in vivo. **Swed Dent J.** v.14, p.185-92, 1990.

68. LUNDIN, S.A.; RASMUSSEN, C.G. Clinical evaluation of a resin composite and bonding agent in class I and II restorations: 2-year results. **Quintessence Int.** v.35, p.758-62, 2004.
69. MELLO, F.S.T.C., et al. Sealing ability of eight resin bonding systems in a class II restoration after mechanical fatiguing. **Dent Mater.** v.13, p.372-76, 1997.
70. MONDELLI, A.L. Avaliação da infiltração marginal em cavidades de classe II restauradas com resina composta associada a outros materiais de inserção direta. Bauru, 1999. Mestrado-Depto de Dentística, Endodontia e Materiais Dentários, USP
71. MONDELLI, J., et al. Resistência à fratura de restaurações à amalgama feitas em cavidades de classe II com e sem retenções proximais. **Rev Paulista Odontol.** v.1, p.24-33, 1980.
72. MONDELLI, J., et al. Princípios gerais dos preparos de cavidades de classe II para restaurações adesivas diretas. In: Fundamentos em dentística operatória. São Paulo: Editora Santos; 2006. p. 167-208.
73. MUHLBAUER, J.A., et al. the effect of resin composite pins on the retention of class IV restorations. **Oper Dent.** v.27, p.284-88, 2002.
74. MÜLLEJANS, R., et al. An in vitro comparison of metal and transparent matrices used for bonded class II resin composite restorations. **Oper Dent.** v.28, n.2, p.122-126, 2003.
75. NEME, A.L., et al. Microleakage of class II packable resin composites lined with flowables: an in vitro study. **Oper Dent.** v.27, p.600-605, 2002.
76. OGATA, M., et al. Influence of the direction of tubules on bond strenght to dentin. **Oper Dent.** v.26, p.27-35, 2001.
77. OKUDA, M., et al. Long-term durability of resin dentin interface: nanoleakage vs microtensile bond strength. **Oper Dent.** v.27, p.289-296, 2002.
78. OLIVA, R.A.; LOWE, J.A. Dimensional stability of composite used as a core material. **J Prosthet Dent.** v.56, n.5, p.554-61, 1986.
79. OPDAM, N.J.M., et al. Necessity of bevels for box only class II composite restorations. **J Prosthet Dent.** v.80, p.274-9, 1998.

80. PEREIRA, M.A. Avaliação da infiltração marginal em cavidades de classe II restauradas com dois tipos de resinas compostas. Efeito do carregamento oclusal e de técnicas de inserção. Bauru, 1999.130p.Mestrado-Faculdade de Odontologia de Bauru,Universidade de São Paulo
81. PEREIRA, M.A. Avaliação in vitro da infiltração marginal em restaurações de classe II realizadas com três resinas condensáveis: Influência da associação com outros materiais (técnica do sanduíche), da técnica de inserção e da ciclagem mecânica. São Paulo, 2004.130p.Doutorado-Departamento de dentística,USP
82. PERIS, A.R.; DUARTE JR, S.; ANDRADE, M.F. Evaluation of marginal microleakage in class II cavities: effect of microhybrid, flowable, and compactable resins. **Quintessence Int.** v.34, p.93-98, 2003.
83. PEUTZFELDT, A.; ASMUSSEN, E. Determinants of in vitro gap formation of resin composites. **J Dent.** v.32, p.109-115, 2004.
84. PHRUKKANON, S.; BURROW, M.F.; TYAS, M.J. The effect of dentine location and tubule orientation on the bond strenghts between resin and dentine. **J Dent.** v.27, p.265-74, 1999.
85. PRATI, C. Early marginal microleakage in class II resin composite restorations. **Dent mater.** v.5, p.392-98, 1989.
86. PRATI, C., et al. Permeability and microleakage of class II resin composite restorations. **J Dent.** v.22, p.49-56, 1994.
87. QVIST, V. The effect of mastication on marginal adaptation of composite restorations in vivo. **J Dent Res.** v.62, p.904-6, 1983.
88. SAHAFI, A.; PEUTZFELDT, A.; ASMUSSEN, E. Soft-start polymerization and marginal gap formation in vitro. **Am J Dent.** v.14, p.145-47, 2001.
89. SAKAGUCHI, R.L., et al. Independent movement of cusps during occlusal loading. **Dent mater.** v.7, p.186-90, 1991.
90. SCHUCKAR, M.; GEURTSSEN, W. Proximo-cervical adaptation of class II-composite restorations after thermocycling: a quantitative and qualitative study. **J Oral Rehabil.** v.24, p.766-775, 1997.

91. SCHÜPBACH, P.; KREJCI, I.; LUTZ, F. Dentin bonding: effect of tubule orientation on hybrid-layer formation. **Eur J Oral Sci.** v.105, n.4, p.344-52, 1997.
92. SHAHANI, D.R.; MENEZES, J.M. The effect of retention grooves on posterior composite resin restorations: an in vitro microleakage study. **Oper Dent.** v.17, n.4, p.156-64, 1992.
93. SHIMIZU, A., et al. An in vitro investigation of the tooth strains associated with four different restorations in class II cavity. **J Prosthet Dent.** v.76, p.309-14, 1996.
94. SHOR, A., et al. Fatigue load of teeth restored with bonded direct composite and indirect ceramic inlays in MOD class II cavity preparations. **Int J Prosthodont.** v.16, n.1, p.64-9, 2003.
95. SHORTALL, A.C. Microleakage, marginal adaptation and composite resin restorations. **Brit Dent J.** v.153, p.223-7, 1982.
96. SMALL, B.W. Effects of light intensity, time, and direction on gap formation of resin composite restorations. **Gen Dent.** p.460-62, 1999.
97. SPLIETH, C., et al. Anaerobic microflora under class I and class II composite and amalgam restorations. **Quintessence Int.** v.34, p.497-503, 2003.
98. SPREAFICO, R.C.; KREJCI, I.; DIETSCHI, D. Clinical performance and marginal adaptation of class II direct and semidirect composite restorations over 3,5 years in vivo. **J Dent.** v.33, p.499-507, 2005.
99. SUMMIT, J.B.; DELLA BONA, A.; BURGESS, J.O. The strength of class II composite resin restorations as affected by preparation design. **Quintessence Int.** v.25, p.251-57, 1994.
100. TANTBIROJN, D., et al. tooth deformation patterns in molars after composite restoration. **Dent mater.** v.20, p.535-42, 2004.
101. TAPETY, C.M.C. Influência da interposição de bases na infiltração marginal em cavidades classe II (MOD), restauradas com resinas compostas para dentes posteriores. Bauru, 1999.138p.Mestrado-Faculdade de Odontologia de Bauru,, Universidade de São Paulo.

102. THONEMANN, B.M., et al. Total bonding vs selective bonding: marginal adaptation of class 2 composite restorations. **Oper Dent**. v.24, p.261-71, 1999.
103. THONEMANN, B.M., et al. SEM analysis of marginal expansion and gap formation in class II composite restorations. **Dent Mater**. v.13, p.192-97, 1997.
104. TJAN, A.H.L.; BERGH, B.H.; LIDNER, C. Effect of various incremental techniques in the marginal adaptation of class II composite resin restorations. **J Prosthet Dent**. v.67, p.62-6, 1992.
105. UCTASLI, S.; SHORTALL, A.C.; BURKE, F.J.T. Effect of accelerated restorative techniques on the microleakage of class II composites. **Am J Dent**. v.15, p.153-58, 2002.
106. ULUSU, T.; ÖZTAS, N.; TULUNOGLU, Ö. Comparison of the effect of insertion techniques of a resin composite on dentinal adaptation of two visible light-cured bases: direct evaluation versus a replica technique. **Quintessence Int**. v.27, p.63-8, 1996.
107. WIBOWO, G.; STOCKTON, L. Microleakage of Class II composite restorations. **Am J Dent**. v.14, p.177-185., 2001.
108. WILSON, J. Effects of design features and restorative techniques on marginal leakage of MO composites: an in vitro study. **Oper Dent**. v.18, p.155-59, 1993.
109. YAP, A.U.J.; SHAH, K.C.; CHEW, C.L. Marginal gap formation of composites in dentine: effect of water storage. **J Oral Rehabil**. v.30, p.238-42, 2003.

Abstract

Effect of additional retention in microleakage and gap formation in gingival margin of class II resin restorations: evaluation before and after mechanical cycling.

This in vitro study compared marginal leakage and gap formation in resin composite class II cavities with gingival margin in cementum, using 3 different additional retention in proximal box. Standardized large MOD cavities, with gingival margins in cementum, were prepared in forty extracted human molars and divided into 4 groups according to the retention in proximal box: (G1) no retention; (G2) vertical grooves in buccal and lingual walls; (G3) pins in gingival wall; and (G4) horizontal grooves in gingival wall. All groups were restored with the incremental technique, using hybrid resin composite (QuiXfil – Dentsply) and bonding agent (Prime Bond NT – Dentsply). All restored teeth were immersed in dye with simultaneous mechanical loading (alternated loading between 1kg and 17kg). Impressions of gingival margins were made before and after mechanical loading and epoxic resin replicas were evaluated in scanning electron microscope for gap formation. After the impressions, all teeth were sectioned for microleakage evaluation. All SEM photomicrographs and sectioned teeth images were analysed with Image Tools (UTHSCSA) software for a quantitative analysis of both parameters. Microleakage data were evaluated by ANOVA and Tukey's test. Gap extension before and after mechanical loading were evaluated by Student's t test. A correlation analysis was made between gap extension and microleakage (Pearson's correlation test). All groups with additional retention (G2=11,59, G3=7,11 e G4=1,57) showed fewer gap formation than control group (G1=42,43) ($p \leq 0.05$). Similar results were found for microleakage tests (G1= 82,84; G2=64,73; G3=45,42; G4=3,09), with significant differences between all groups ($p \leq 0,05$). All groups presented an increase in gap extension after loading, with exception to group with gingival retention grooves (G4). This group (G4) showed the best results in both parameters ($p \leq 0.05$). the results showed a

tendency for correlation between the parameters. According the results, additional retention may improve marginal adaptation and minimize leakage in large class II resin composite restorations.

Keywords: Composite resins. Dental cavity preparation. Dental leakage. Marginal adaptation.