

Universidade Estadual de Campinas
Faculdade de Odontologia de Piracicaba

PAULO EDUARDO GOMES DE ALMEIDA CAMPOS
Cirurgião-dentista

**AVALIAÇÃO “*IN-VITRO*” DA MICROINFILTRAÇÃO EM
CAVIDADES CLASSE II RESTAURADAS COM
COMPÓSITO DE ALTA VISCOSIDADE SUBMETIDAS A
CARREGAMENTO OCLUSAL CÍCLICO**

Dissertação apresentada á Faculdade de Odontologia de Piracicaba da, da Universidade Estadual de Campinas, como requisito para Obtenção do título de Doutor em Clínica Odontológica, área de concentração em Dentística

Piracicaba
2005

Universidade Estadual de Campinas
Faculdade de Odontologia de Piracicaba

PAULO EDUARDO GOMES DE ALMEIDA CAMPOS
Cirurgião-dentista

**AVALIAÇÃO “*IN-VITRO*” DA MICROINFILTRAÇÃO EM
CAVIDADES CLASSE II RESTAURADAS COM
COMPÓSITO DE ALTA VISCOSIDADE SUBMETIDAS A
CARREGAMENTO OCLUSAL CÍCLICO**

Dissertação apresentada á Faculdade de
Odontologia de Piracicaba da, da Universidade
Estadual de Campinas, como requisito para
Obtenção do título de Doutor em Clínica
Odontológica, área de concentração em
Dentística

Orientador: Prof. Dr. Luis Roberto Marcondes Martins
Banca examinadora: Prof. Dr. Rafael Francisco Lia Mondelli
Prof. Dr. Hélio Rodrigues Sampaio Filho
Prof. Dr. Lourenço Correr Sobrinho
Prof. Dr. Márcio Zaffalon Casati

Piracicaba
2005

Ficha Catalográfica

C157a Campos, Paulo Eduardo Gomes de Almeida.
Avaliação in-vitro da microinfiltração em cavidades classe restauradas com compósito de alta viscosidade submetidas à carregamento oclusal cíclico. / Paulo Eduardo Gomes de Almeida Campos. -- Piracicaba, SP : [s.n.], 2005.

Orientador : Luiz Roberto Marcondes Martins.
Tese (Doutorado) – Universidade Estadual de Campinas, Faculdade de Odontologia de Piracicaba.

1. Dentística. 2. Resinas compostas. I. Martins, Luiz Roberto Marcondes. II. Universidade Estadual de Campinas. Faculdade de Odontologia de Piracicaba. III. Título.
(mg/fop)

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



UNICAMP

UNIVERSIDADE ESTADUAL DE CAMPINAS
FACULDADE DE ODONTOLOGIA DE PIRACICABA



A Comissão Julgadora dos trabalhos de Defesa de Tese de DOUTORADO, em sessão pública realizada em 02 de Março de 2005, considerou o candidato PAULO EDUARDO GOMES DE ALMEIDA CAMPOS aprovado.

PROF. DR. LUIS ROBERTO MARCONDES MARTINS

PROF. DR. RAFAEL FRANCISCO LIA MONDELLI

PROF. DR. HÉLIO RODRIGUES SAMPAIO FILHO

PROF. DR. LOURENÇO CORRER SOBRINHO

PROF. DR. MÁRCIO ZAFFALON CASATI

DEDICATÓRIA

A Deus,

criador do universo, responsável pelo dom da vida, que independente dos nossos deslizes na estrada da vida está sempre presente nos confortando, abençoando e acima de tudo nos amparando na dura arte da evolução do espírito.

A minha estimada e amada esposa,

que em todos os momentos desta caminhada me supriu de amor, apoio, compreensão e estímulo. E acima de tudo soube com maestria me acalmar nos momentos de desânimo, tristeza e cansaço com palavras doces e acalentadoras. Apoiando incondicionalmente tudo que fosse necessário para realização e conclusão deste trabalho. E sem dúvida, sem ela não teria forças para iniciar e sobretudo concluir o curso.

Aos meus amados pais, Paulo Roberto e Henely,

referências constantes de amor e dedicação a família, responsáveis pela minha criação e educação. Incansáveis e sempre presentes em todos as fases da minha vida, me apoiando e com perseverança aconselhando-me para que pudesse realizar meus sonhos. Dedico todas as minhas vitórias ao longo de minha vida a eles.

A minha família, meus irmãos, Guylene, Marcelle, Luiz Felipe e Aline,

cada um a sua maneira souberam com dedicação me amar, apoiar e felicitar em todas as etapas da minha vida. Curtindo presentes nas vitórias e apoiando sem restrições nos tropeços.

AGRADECIMENTOS ESPECIAIS

Ao Prof. Dr. Luis Roberto Marcondes Martins,

Por ter me orientando com extrema facilidade, simplicidade e acima de tudo objetividade em todas as fases do curso. Reuniu como ninguém qualidades fundamentais de um grande orientador, sabendo conduzir com maestria todos momentos da orientação. Agradeço aos ensinamento específicos que contribuíram muito para o meu engrandecimento profissional.

Ao Prof. Dr. Hélio Rodrigues Sampaio Filho,

que além de orientar com grande maestria o meu mestrado, soube me motivar e aconselhar a seguir na carreira do magistério. Agradeço ainda aos valerosos ensinamentos durante o curso e sobretudo à amizade e apoio dispensados nos momentos apropriados.

Agradeço de coração aberto.

AGRADECIMENTOS

A Faculdade de Odontologia de Piracicaba – UNICAMP, em nome de sua Diretoria e Coordenadoria de pós-graduação.

Aos professores da área de Dentística da FOP-UNICAMP, José Roberto Lovadino, Luis André Freire Pimenta, Luís Alexandre Mafei Sartini Paulillo, Giselle Maria Marchi, Marcelo Giannini, pelos conhecimentos transmitidos.

Ao professor da área de Materiais Dentários, Mário Fernando de Góes pelos valorosos ensinamentos prestados durante o curso.

Aos colegas de curso, Alessandra, André, Celso, César, Carol, Denise, Fábio, Greice, Ricardo, Vanessa Cavalli e Vanessa Gallego, pelo companheirismo e amizade.

Aos funcionários da Dentística, por estarem sempre disponíveis.

A todos os funcionários das clínicas de graduação e pós-graduação por serem tão amáveis e solícitos comigo.

Aos inúmeros amigos da FOUERJ e UNIVERSO , que lá do Rio de Janeiro torceram muito por min.

Aos pacientes anônimos que por força de contingências da vida e do plano de tratamento tiveram que perderam seus valiosos dentes, sendo estes indispensáveis e importantíssimos para a conclusão deste trabalho. Não tenho palavras para externar o quanto sou grato por ter usado estes valiosos dentes, espero sinceramente que todos aqueles serem humanos que cederam os seus dentes para este trabalho possam ter recebido o meu profundo agradecimento em forma de pensamentos positivos.

Meus sinceros agradecimentos

SUMÁRIO

LISTAS DE FIGURAS	1
LISTAS DE TABELAS	2
RESUMO	3
ABSTRACT	5
1- INTRODUÇÃO	7
2- REVISÃO DE LITERATURA	11
2.1- LIGAMENTO PERIODONTAL	11
2.2- FORÇA OCLUSAL	12
2.3- CARREGAMENTO OCLUSAL	13
2.4- MICROINFILTRAÇÃO E METODOLOGIAS	22
2.4- TÉCNICAS RESTAURADORAS	34
2.5- POLIMERIZAÇÃO E CONTRAÇÃO DE POLIMERIZAÇÃO	46
3- PROPOSIÇÃO	61
4- MATERIAL E MÉTODOS	63
4.1- MATERIAL	63
4.2- MÉTODOS	64
4.2.1- DELINEAMENTO EXPERIMENTAL	64
4.2.2- SELEÇÃO DOS DENTES	65
4.2.3- UTILIZAÇÃO DO HEMI-ARCO	65
4.2.4- PREPARO DAS CAVIDADES CLASSE II	66
4.2.5- INCLUSÃO DOS DENTES PREPARADOS NO HEMI-ARCO	68
4.2.6- PROCEDIMENTO RESTAURADOS	69
4.2.7- SIMULAÇÃO DO LIGAMENTO PERIODONTAL E INCLUSÃO	71

4.2.8- ENSAIO MECÂNICO	72
4.2.9- ANÁLISE DOS RESULTADOS	74
5- RESULTADOS	77
6- DISCUSSÃO	83
7- CONCLUSÕES	99
REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS	101
ANEXOS	115

LISTAS DE FIGURAS

FIGURA 1- Hemi-arco usado para as restaurações dos terceiros molares.	64
FIGURA 2- Preparo cavitário padronizado.	65
FIGURA 3- Dente preparado posicionado no hemi-arco.	66
FIGURA 4- Procedimento restaurador.	69
FIGURA 5- Preparo do espécime para receber o carregamento.	70
FIGURA 6- Espécime recebendo o carregamento oclusal .	71
FIGURA 7- Disco diamantado serrilhado.	72
FIGURA 8 a- Escore 0 (ausente) encontrado no espécime.	73
FIGURA 8 b- Escore 1 (leve) encontrado no espécime.	73
FIGURA 8 c- Escore 2 (moderado) encontrado no espécime.	74
FIGURA 8 d- Escore 3 (severo) encontrado no espécime.	74

LISTAS DE TABELAS

Tabela 1- Materiais utilizados durante o procedimento restaurador **61**

Tabela 2- Distribuição dos grupos **62**

RESUMO

Objetivou-se neste trabalho avaliar a microinfiltração cervical em restaurações diretas classes II com variação de 4 materiais e a influência do carregamento oclusal cíclico. 80 terceiros molares humanos recém extraídos, foram armazenados em Timol a 0,5% até o início do experimento. Todos os dentes receberam o mesmo tipo de preparo, “slot” vertical proximal, com as mesmas dimensões, exceto no limite das paredes cervicais, que em uma proximal localizou-se em esmalte (1mm acima da junção esmalte cimento - JEC) e em dentina (1mm abaixo da JEC), sem biselamento das margens. Utilizou-se o sistema adesivo Single Bond (3M) e compósito restaurador Filtek P60 em todas os espécimes com variação de 3 materiais restauradores somente à parede cervical (Filtek Flow, Dyract AP e Vitremer). Os 80 dentes foram divididos de acordo com o tipo de tratamento: 4 grupos controles (sem receber carregamento oclusal) e 4 grupos testes (recebendo carregamento oclusal). Concluídas as restaurações, os dentes foram armazenados em água deionizada por 7 dias. Em seguida 40 espécimes receberam 4000 mil ciclos de carregamento oclusal de 150 N com duração de 1segundo. Após este procedimento os dentes foram imersos em solução de nitrato de prata a 50% por um período de 24 horas. Em seguida foi avaliado o grau de microinfiltração pelo corante com auxílio de lupa estereoscópica com aumento de 40 vezes por 2 examinadores treinados, de acordo com o seguinte escore pré-definido: 0- ausência de penetração, 1- penetração até a metade da extensão da parede cervical (considerada leve), 2- penetração em toda a extensão da parede cervical sem alcançar a parede axial (considerada moderado) e 3- penetração em toda a extensão da parede cervical alcançando a parede axial (considerada severa). Os dados foram submetidos à 3 testes não paramétrico. No teste Wilcoxon encontrou-se diferenças estatisticamente significativas ($p < 0,05$). No teste Mann-Whitney, encontrou-se diferenças estatisticamente significativas ($p < 0,05$) do grau de infiltração no esmalte; na dentina, só não foi encontrada diferença estatisticamente significativa em relação ao grupo no material Flow. No teste de Kruskal-Wallis não detectou-se nenhuma diferença estatisticamente significativa do grau de infiltração entre os 4 materiais estudados. Com base nos dados coletados, concluiu-se que as restaurações que tiveram suas margens

localizadas em dentina tiveram maior grau de microinfiltração que as localizadas em esmalte. Quando os espécimes foram submetidos ao carregamento oclusal, os índices de microinfiltração tanto em esmalte quanto em dentina aumentaram. Quando comparou-se o desempenho dos 4 materiais restauradores diretos às paredes em esmalte e em dentina não encontrou-se diferenças estatisticamente significantes entre os materiais estudados.

Palavras chaves: Dentística , resina composta

ABSTRACT

The objective of this work was to evaluate the cervical microleakage in class II direct restorations with four direct restoration materials, and the influence of occlusal cyclic loading over these restorations. Eighty recently extracted third molar human teeth, were stored in 0,5% Timol until the experiment. All the teeth received the same kind of cavity preparation, proximal *slot*, with the same dimensions, except in the limit of the cervical walls which in a proximal was located in enamel (1mm above the enamel-dentin junction) and in the other was located in dentine (1mm below the enamel-dentin junction). None of the margins of the prepare were beveled. It was used the Single Bond (3M-ESPE) dentinal adhesive system and the Filtek P60 composite resin in all samples and the material used to restore the cervical wall were changed into the groups (Filtek *Flow*, Dyract AP, Vitremer). The samples were then divided according to the kind of treatment: four control groups (without cyclic occlusal loading) and four experimental groups (with cyclic occlusal loading). After all the restorations were concluded, samples were stored in distilled water for a week. After that, forty samples received 4000 one second cycles of 150 N occlusal loading. After this procedure the samples were immersed in silver nitrate solution for twenty-four hours. Then, microleakage degree was evaluated by means of a 40X stereoscopic magnifying glass by two pre-calibrated examiners, according to the following score: 0= No penetration, 1= penetration until the half of the extension of the cervical wall, considered light, 2= penetration in all the extension of the cervical wall without reaching the axial wall, considered medium and 3= penetration in every extension of the cervical wall, reaching the axial wall, considered severe. Results were statistically analyzed by three non-parametric tests. The Wilcoxon test showed that the groups were statistically different ($p < 0,05$). The Mann-Whitney test found, in enamel, for all kinds of materials, statistically significant differences ($p < 0,05$) of the leakage degree, regarding the group (control and loading). In dentine, it was not found a statistically significant difference regarding the group only in the flow material. The Kruskal-Wallis test did not detect any statistically significant difference of the leakage degree between the four studied materials. Based in this collected data, it was concluded that the restorations that had its margins located in dentine had larger microleakage degree than the located in enamel. When the samples were

submitted to the occlusal loading, they were negatively influenced, increasing microleakage values in enamel and in dentine. Comparing itself the performance of the four tested materials, it was not detected any statistically significant difference among them.

Key-Words: Dentistry, composite.

INTRODUÇÃO

A busca incansável por restaurações naturais, e sobretudo, bem adaptadas aos preparos cavitários sempre foi anseio dos profissionais de todos os tempos, entretanto, em períodos passados os conhecimentos teóricos, os materiais odontológicos existentes e os equipamentos disponíveis eram muito limitados. Em que pese a presença das porcelanas odontológicas no cenário da época, a sua utilização com relativa segurança era muito restrita, sobretudo, almejar resultados de longo prazo clínico era impensável, pois o índice de insucesso por fraturas imediatas e/ou tardias eram evidentes clinicamente. Por muitos anos a era da odontologia metálica perdurou nos consultórios odontológicos em detrimento à naturalidade estética e cromática. Todavia, com o passar dos anos, sucessivas mudanças significativas surgiram no panorama vigente.

Grande contribuição no sentido de favorecer o selamento da interface entre o substrato dental e material restaurador foi obtida quando, Buonocore em 1955, idealizou uma efetiva melhoria na retenção de resinas acrílicas ao substrato dental. Sugeriu utilização de uma solução ácida, sobre o esmalte dental que alteraria estruturalmente à superfície do mesmo, criando microporosidades que facilitariam o microembricamento mecânico da resina a estrutura modificada do esmalte. Desta maneira uma nova dinâmica foi estabelecida, desencadeando diferentes propostas de trabalhos de pesquisa, culminando anos mais tarde para a sedimentação inquestionável do conceito que hoje é unânime, o condicionamento ácido do esmalte.

Marco relevante foi observado quando da divulgação da camada híbrida inicialmente por Nakabayashi, em 1985. Posteriormente sua estrutura foi pormenorizada por Pashley *et al.*, em 1993. Dessa maneira, conseguiu-se uma união adesiva micromecânica estável ao substrato dental, efetivamente no esmalte, dentina e cimento. Fato também deve-se a evolução dos adesivos dentinários, à medida em que foi proposto por Kanca & Gwinnett, em 1994, uma união a substratos úmidos, contribuindo enormemente para melhoria do selamento na interface dente/restauração e, por conseguinte, a efetividade da camada híbrida.

A evolução dos materiais restauradores, e sobretudo, a dos compósito resinosos foi observada. Contribuição inicialmente dada por Bowen na década de 60 com o desenvolvimento da molécula orgânica do BisGMA e, posteriormente, pela indústria odontológica, com sucessivas inclusões de partículas de cargas inorgânicas a essa matriz orgânica. Desta sorte, os compósitos contemporâneos puderam ser indicados com relativa segurança para restaurações posteriores, como abaliza Barnes *et al.*, em 1991 e Busato *et al.*, em 1996, inclusive com excelente desempenho clínico, apontado por Leinfelder, em 1995. Todavia, apesar dessas vantagens, existem alguns inconvenientes inerentes tanto ao material restaurador (compósito) quanto à técnica restauradora. A contração sofrida pelo compósito durante a sua polimerização é sem dúvida uma das situações mais difíceis de controle durante a execução de uma restauração, à medida em que tensões ocorrem na interface adesiva promovendo um rompimento entre a restauração e o preparo, levando a microinfiltração nas margens da restauração, como apontam inúmeros trabalhos, Davidson em 1998, Pashley em 1990 e Versluis em 1996. Considerando à maneira de como o compósito é inserido à cavidade e como é polimerizado, determinam o sucesso ou fracasso da futura restauração, à medida em que, quanto maior número de paredes cavitárias aderidas por esse compósito, maior será a tensão ocorrida na união adesiva durante a contração do material, como sugere Filzer, em 1995. Sobretudo, quando a essa característica inexorável aos compósitos são associados detalhes clínicos de fotopolimerização como: proximidade do material à fonte propagadora de luz e alta intensidade de luz emanada durante o processo de fotopolimerização. Tais fatores quando ocorrem aumentam a contração sofrida pelo compósito, relatadas em trabalhos de Feilser *et al.* em 1987, Rueggeberg & Jordan em 1993 e Rueggeberg *et al.* em 1994.

Inúmeras alternativas restauradoras surgiram com a proposta de minimizar a contração de polimerização. Lutz *et al.*, em 1986, preconizaram inserções do compósito em cavidades classe II em 3 incrementos separadamente. Estudos de Prati em 1989 e Besnos em 2001, propuseram com sucesso uma técnica restauradora de grande pertinência, na qual preconizava-se inserção de materiais restauradores/forradores à parede cervical de restaurações classe II antes da inserção do compósito restaurador, chamadas de restaurações híbridas ou restaurações “sanduíche”.

Com aparecimento do compósito de alta viscosidade, dito “compactável” no mercado odontológico, aliado ao panorama atual de forte apelo da mídia nacional e mundial pelo culto ao corpo, beleza e juventude, os compósitos compactáveis se encaixaram bem a esse panorama, sobretudo, com possibilidade de indicação por sua característica de mimetizar a cor dos dentes naturais. Forte “marketing” principalmente veiculado pelas empresas de materiais odontológicos, propondo substituir antigas restaurações de amálgama, por compósito “condensável”, com inúmeras vantagens: remover um material metálico que gera eventualmente uma corrente galvânica e que possui em sua estrutura o metal mercúrio, temido por muitos pelo seu suposto potencial citotóxico; além de produzir restaurações mimetizadas à estrutura dentária e uma relativa facilidade de inserção do material à cavidade, com tempo indeterminado de fotopolimerização. A partir dessa premissa, surgem questionamentos pertinentes, principalmente em relação a longevidade clínica das restaurações e, sobretudo, considerando a problemática da microinfiltração marginal e o efeito que os esforços mastigatórios ocasionariam sobre as mesmas.

Desta maneira a proposta deste estudo procurou avaliar a microinfiltração em restaurações classe II, realizadas com compósitos alta viscosidade submetidos à carregamento oclusal cíclico, com utilização de materiais restauradores/forradores à parede cervical prematuramente à inserção incremental total do material restaurador predominante (compósito “compactável”).

2 REVISÃO DE LITERATURA

2.1 Ligamento Periodontal

Coolidge, em 1937, avaliando a espessura do ligamento periodontal em 172 dentes humanos, pode observar que a espessura do ligamento periodontal varia de acordo com a idade do paciente, número de raízes, posicionamento nas arcadas, e magnitude de cargas oclusais sofridas. Dentes com esforços oclusais excessivos e mal-posicionados apresentam maiores espessuras de ligamento periodontal. Para tal estudo realizou aferições nas seguintes regiões: crista alveolar; terço médio e apical da raiz, com as médias: 0,39; 0,17 e 0,21 milímetros respectivas.

Mühlemann, em 1960, avaliou adultos livres de doenças periodontal e submetidos a forças horizontais no sentido vestibular ou lingual, objetivando estudar a mobilidade dental em humanos, pode observar diferenças entre as faixas etárias, sendo as maiores mobilidades em crianças e adultos jovens; e também ligeiramente maior nas mulheres, sobretudo, as gestantes. Em relação aos grupos de dentes a mobilidade se mostrou diferente: para os incisivos de 10 a 12% da carga aplicada, nos caninos de 5 a 9%, pré-molares de 8 a 10% e molares de 4 a 8%.

Scharnagl, em 1998, avaliando a resistência a fratura de restaurações indiretas em In-Ceram, simulou a presença de um ligamento periodontal artificial. Para tal, utilizou os seguintes materiais de moldagem: silicone por condensação, silicone por adição e Poliéter. Com base nos resultados o autor concluiu ser o Poliéter, Impregun F associado ao seu sistema adesivo o material que melhores resultados apresentou, e acrescentou ser condição imperativa o uso de ligamento periodontal artificial para reproduzir as características clínicas na aplicação de tensões em trabalhos " *in vitro*".

2.2- Força oclusal

Fields *et al.*, em 1986, estudaram as inúmeras variáveis que influenciam a avaliação e mensuração das forças oclusais, durante as funções mastigatórias como, a deglutição, mastigação e o máximo de esforço mastigatório. Após a avaliação dos valores encontrados puderam observar que a média da força mastigatória em adultos jovens na faixa de 25 a 29 anos foi de 17,6 kg com a abertura de boca em torno de 20 mm. Os autores procuraram ainda relatar que outros estudos semelhantes, tem demonstrado resultados inconsistentes e conflitantes, levando-se em consideração a falta de controle das variáveis tais como idade, sexo, metodologias, características da dentição, extensão da abertura de boca, posição postural da cabeça, registros de mordida unilaterais e bilaterais.

Howell & Manly, em 1948, estudaram a magnitude da força oclusal dos grupos de dentes em arcadas humanas, puderam constatar a variação em pessoas entre 20 e 30 anos de idade em níveis de 24 e 198 libras, com as maiores forças oclusais para os molares e menores para os incisivos.

Helkimo & Ingervall, em 1978, avaliaram a força oclusal em uma centena de alunos de odontologia entre 21 e 36 anos do sexo masculino, verificando cargas oclusais tanto em incisivos quanto em molares, concluindo que nos incisivos a média da força era de 190N e para os molares a força de 266N, e a força mastigatória dos incisivos 115N e para os molares foi 170N.

Kiliaridis *et al.*, em 1993, em estudo “*in-vivo*” estudaram a força oclusal em dentes das arcadas correlacionando: idade, sexo, altura e morfologia facial. Concluíram que para os incisivos a força encontrada variou de 111N para idades de 7 a 9 anos à 244 N para idades de 20 a 24 anos, entretanto, para os molares essa força oscilou de 470 N à 807 N para as mesmas idades dos incisivos.

Waltimo & Kononen, em 1993, estudaram a força máxima de mordida em alunos saudáveis de graduação, para tal estudo utilizaram 15 homens e 15 mulheres. Para aferição dos resultados usaram um microprocessador que produzia um valor numérico,

exibido em um mostrador de cristal líquido (LGD). Para os testes de calibração no laboratório, foram usadas uma série de cargas que variavam de 112.8 a 1691.5 N. Os resultados para ambos os gêneros notavelmente excedeu os valores das mordidas. O valor médio máximo da força de mordida na região de molar foi 847 N para homens e 597 N para mulheres. Os autores relatam que o maior fator limitador do estudo foi a presença de sensibilidade dolorosa, e que a força máxima real de mordida não foi registrada.

2.2 Carregamento Oclusal

Raadal, em 1979, avaliando a microinfiltração de restaurações preventivas de compósitos submetidas a carregamento oclusal cíclico, onde observou a infiltração apenas na região de sulco oclusal de pré-molares superiores em esmalte usando o compósito Adaptic, com ou sem condicionamento ácido. Após restaurados os dentes sofreram carregamento oclusal cíclico de 147 N, num total de 20 ciclos, e foram armazenados, à 37°C por 3 dias. Passado este tempo os dentes foram submetidos a termociclagem de 4° e 60°C, solução de azul de metileno a 1%, num total de 25 ciclos de um minuto, nas temperaturas de 4 e 60 °C; após isto os dentes foram mantidos no corante à 37°C, por 2 dias. O autor concluiu que, com a utilização do condicionamento ácido do esmalte mais agente de união, obtinha-se um bom selamento marginal.

Lutz *et al.*, em 1986, fizeram um estudo visando desenvolver uma técnica restauradora para dentes posteriores em que preconizaram uma inserção incremental de compósito no interior das cavidades, submetendo as amostras a carregamento oclusal e termociclagem. Os incrementos foram posicionados da seguinte forma: primeiro incremento (menor) e localizado junto à parede cervical, polimerizado com auxílio de uma cunha reflectiva por 60 segundos; o segundo incremento (maior) foi acomodado junto à parede vestibular e polimerizado via região vestibular; o terceiro e último incremento foi acomodado junto à parede lingual e polimerizado através do espaço lingual. Os autores

esperavam que durante a polimerização do último incremento não houvesse a formação de um vetor de contração de polimerização para a região oclusal. Após serem restauradas e polidas os espécimes foram submetidos a carregamento oclusal com carga de 72,5N em uma frequência de 1,6Hz por 500.000 ciclos, e posteriormente sofreram termociclagem de 2.500 ciclos a 5-55 ° C. Em seguida foram imersos em solução corante de fucsina básica por um período de 20 horas. Os vários grupos se diferiram quanto ao tipo de tratamento na parede de esmalte, ou seja, com e sem condicionamento ácido do esmalte; no tipo de preenchimento das cavidades, qual seja, preenchendo ou não com ionômero e condicionando ou não a superfície do ionômero antes da aplicação do compósito. Após os cortes os espécimes foram avaliados de acordo com microinfiltração do corante. Os resultados apontaram que as melhores margens foram as tratadas com condicionamento ácido do esmalte mais ionômero de vidro isento de condicionamento ácido de sua superfície. Os autores concluíram que a não adesão do compósito ao ionômero de vidro permitiu que este não se destacasse da parede de esmalte durante a contração de polimerização do compósito e concluíram ainda, que por não dispormos de uma resina isenta de contração de polimerização, cabe ao clínico tentar de alguma maneira criar um mecanismo que melhore a adaptação do material restaurador às paredes cavitárias.

Krejci, *et al.*, em 1988, avaliaram a microinfiltração de cavidades méso-distooclusal com limites em esmalte e restauradas com compósito, variando o material de forramento cavitário e submetendo as espécimes a carregamento oclusal e termociclagem. Os espécimes foram divididos de acordo com o material de forramento empregado: ionômero de vidro sem condicionamento ácido, ionômero de vidro condicionado, cimento de fosfato de zinco, cimento de hidróxido de cálcio quimicamente ativado, cimento de hidróxido de cálcio fotopolimerizável e um controle sem forramento algum. Durante o forramento das cavidades, as paredes de esmalte não foram preenchidas pelo material forrador. Após todos os espécimes terem sido preenchidos, foram restaurados com compósito seguindo a técnica de 3 incrementos. Após o acabamento e polimento, as restaurações foram submetidas a carregamento oclusal de 500.000 ciclos de cargas perpendiculares de 72,5 N, com uma frequência de 1,6 Hz, e em seguida foram termociclados com 2.500 ciclos a temperaturas de 5-55 °C. A micromorfologia das

interfaces dente-restauração, foram avaliadas ao Microscópio eletrônico de varredura, assim como, pela penetração de corante nas interfaces. Com base nos resultados coletados os autores puderam observar um menor índice de microinfiltração no grupo em que utilizou-se bases de ionômero de vidro não condicionados, em relação aos outros tipos de materiais e ao grupo controle. O ionômero de vidro condicionado apresentou um significativo índice de microinfiltração, devido condicionamento do ionômero resultar numa adesão melhor com a resina, e a contração de polimerização do compósito traria consigo o ionômero intimamente aderido, separando-o da parede de esmalte. O grupo controle, apresentou os valores mais elevados de microinfiltração, já que neste, o volume de resina usado foi maior que o das outras espécimes, contribuindo para uma maior contração de polimerização do compósito.

Donly, *et al.*, em 1990, avaliaram a microinfiltração marginal associando carregamento oclusal e termociclagem em cavidades a classe II mésio-oclusal e disto-oclusal conservadoras e convencionais, realizadas em molares permanentes e decíduos extraídos, variando-se o tipo de material forrador (ionômero de vidro e hidróxido de cálcio) e restaurados com compósito. Após serem devidamente restaurados foram submetidos a carregamento oclusal com carga de 17Kg por 5 segundos alternadamente, ou seja, os espécimes sofriam o carregamento por 5 segundos e descansavam do carregamento oclusal pelos mesmos 5 segundos, totalizando 2 minutos. Depois deste procedimento os espécimes foram termociclados por um período de 30 dias com 45 ciclos diários 10-50° C por 30 segundos, após findado o tempo da termociclagem, os espécimes novamente foram submetidos a carregamento oclusal. Em seguida os espécimes foram imersos em solução corante de nitrato de prata por um período de 4 horas, após esse prazo os espécimes foram seccionados e analisados de acordo a microinfiltração de corante. Com base nos resultados coletados os autores puderam concluir que houve menor índice de microinfiltração nos espécimes que foram forrados com ionômero de vidro, e não houve diferença estatística entre as cavidades conservadoras e convencionais.

Mandras, *et al.*, em 1991, avaliaram os efeitos do carregamento oclusal e térmico na microinfiltração de restaurações classe V realizadas em compósito. Os corpos-

de-prova foram divididos em 4 grupos, de acordo com os procedimentos utilizados: **grupo 1** - termociclado usando corante e 250 ciclos de 5-55° C; **grupo 2** - termociclado usando 1000 ciclos na seguinte característica, 500 ciclos com intervalo de 24 horas entre as duas; **grupo 3** - termociclados utilizando água em 500 ciclos e posteriormente imersos em solução corante; **grupo 4** - foi submetido a carregamento oclusal utilizando 66.000 carregamentos de 8 MPa e posteriormente imersão em solução corante. Os autores puderam concluir não haver diferença estatística significativa entre os grupos termociclados, entretanto, as amostras que receberam o carregamento oclusal mostraram maiores padrões de micoinfiltração.

Lundin & Norén, em 1991, avaliaram o efeito do carregamento oclusal associado a microinfiltração em restaurações classe II méso-oclusal e disto-oclusal em pré-molares, com margens localizadas em esmalte, e restauradas com compósitos contendo 71% e 45% de carga. Após os espécimes preparados, foram divididos em 2 grupos: **grupo 1** - utilizaram o cimento de hidróxido de cálcio como agente forrador e o **grupo 2** - usaram sistema adesivo de terceira geração como forramento. Cada dente foi restaurado com um tipo de compósito diferente, logo após, metade dos espécimes receberam ciclos de carregamento oclusal usando uma máquina especial. Cada restauração recebeu 82 aplicações de 350 N de carregamento por minuto, durante 100 minutos, e estando imersa em solução corante. A outra metade não foi submetida a carregamento oclusal, ficando somente imersa em solução corante pelo mesmo período de tempo. Os corpos-de-prova foram então seccionados para avaliação da penetração de corante, onde pode-se observar uma notável penetração nos corpos-de-prova submetidos a carregamento oclusal. Os autores concluíram que restaurações de compósito recebendo carregamento oclusal aumentaram consideravelmente o risco de microinfiltração nas margens da restauração.

Lutz, *et al.*, em 1992, avaliaram a microinfiltração marginal de cavidades méso-disto-oclusal restauradas com compósito e margem localizada em esmalte, submetidas a carregamento oclusal e termociclagem. Para tal experimento variaram a técnica de inserção nas cavidade da seguinte forma: incremento único e 2 incrementos. Variaram também as técnicas de polimerização dos compósitos onde optaram por 3

modalidades: a primeira polimerizada por oclusal e utilizando uma matriz opaca, a segunda polimerizada pela interproximal e usando uma matriz transparente e cunha reflectiva e a última polimerizada por oclusal e usando uma matriz opaca e cunha transparente. Após devidamente restauradas os espécimes foram submetidas a carregamento oclusal de 120.000, de 49 N à 1.7 Hz, em seguida, termocicladas usando 300 ciclos de 5-55° C. Após estes procedimentos, os espécimes foram imersos em solução corante de fucsina básica a 0,5 % por 24 horas. Findado esse tempo os espécimes foram seccionados e avaliados de acordo com a microinfiltração do corante. Os espécimes foram examinados utilizando Microscópio eletrônico e obtiveram os seguintes resultados: os espécimes que receberam 1 e 2 incrementos e que foram polimerizados por oclusal e matriz opaca tiveram os maiores índices de microinfiltração, e os espécimes que receberam matrizes transparentes, cunhas reflectivas e polimerizadas por proximal, não tiveram diferença estatística. Com base nos resultados coletados os autores puderam concluir que o uso de matrizes transparentes associando-se a polimerização, primeiramente por vestibular, depois por lingual e por último por oclusal, é indicado.

Pereti Neto, em 1992, avaliou “*in vitro*” a microinfiltração marginal e a deformação elástica em cavidades mesio-disto-oclusal restauradas com os respectivos compósitos: P50, Adaptic II P, Estilux P e Isosit SR. Essas materias sofreram carregamento oclusal. Foram utilizados 80 molares humanos extraídos, suas cavidades foram padronizadas e divididos em 4 grupos de acordo com o material restaurador utilizado. Após restaurados, 10 amostras de cada grupo foram armazenados em água destilada à 37° C durante 7 dias e logo após foram imersos em solução corante de fucsina básica à 0,5 % por 10 minutos e lavados em água corrente e seccionados para avaliação. Os restantes 10 dentes de cada grupo foram submetidos a carregamento oclusal de 10 ciclos de 17 Kg e 1 Kg alternadamente, durante 30 segundos, por 6 dias. Os autores puderam concluir que os grupos que foram submetidos a carregamento oclusal tinham os maiores índices de microinfiltração.

Abdalla & Davidson, em 1993, compararam o vedamento marginal de restaurações classe II realizadas em dentes com exodontia programada, com similares

realizadas em dentes recém extraídos. Os preparos foram realizados com brocas carbide nº 170, com as margens cervicais localizadas em esmalte. Os dentes foram separados em 6 grupos, em relação à técnica restauradora: grupo 1 – utilização do verniz Tubulicid / Tubulitec (Dental Therapeutic), do adesivo de esmalte Heliobond (Vivadent) e restauração com a resina Heliomolar (Vivadent); grupo 2 – aplicação de uma base de ionômero de vidro Vitremer (3M) deixando as margens de esmalte livres para a utilização do Heliobond, e restauração com Heliomolar; grupo 3 – utilização do sistema adesivo Scotchbond 2 (3M) e restauração com a resina P-50 (3M); grupo 4 – semelhante ao grupo 2 mas utilizando o sistema adesivo Scotchbond 2 (3M) e restaurando-se com a resina P-50; grupo 05 - utilização do sistema adesivo Clearfil Photobond (Kuraray) e da resina Clearfil Photo Posterior (Kuraray); grupo 6- semelhante ao grupo 5 só que com a dentina recoberta com Vitremer. A técnica de inserção da resina restauradora em todos os casos, foi a da utilização de uma matriz metálica e 2 incrementos horizontais fotopolimerizados por 40 segundos cada. Os dentes foram extraídos 3-4 semanas após. Restaurações semelhantes, com os mesmos procedimentos realizados para a parte “in vivo“ , foram executadas em dentes recentemente extraídos. Após as restaurações, os dentes receberam 500 ciclos térmicos de 5-55°C, com banhos de 3 minutos em cada temperatura. Subseqüentemente, os dentes receberam 4.000 ciclos de carga axial com uma força de 12,5 Kg, por meio de uma esfera metálica de 5,0 mm de diâmetro. Todos as amostras foram colocados em solução de corante e seccionados para avaliação da penetração deste na interface dente-restauração. Após análise dos resultados, pode-se observar que os espécimes “in vitro“, apresentaram resultados superiores aos “in vivo“ . Em ambas as partes do estudo, os grupos com melhor vedamento marginal foram os que utilizaram a base de ionômero de vidro Vitremer, e o grupo que utilizou o sistema adesivo de condicionamento ácido total, o Clearfil Photobond. Baseados nos resultados apresentados, os autores concluíram que os trabalhos “ in vitro “ têm valor limitado em predizer o comportamento clínico de restaurações classe II em compósito.

Gonçalves, em 1996, avaliou “in vitro“ o efeito do carregamento oclusal e termociclagem associado a microinfiltração marginal de cavidades classe II restauradas com compósito e com interação dos seguintes sistemas adesivos; Z-100 e Scotchbond

Multi-uso, Herculite XRV e Optibond e forradas com ionômero de vidro fotopolimerizável Vitrebond – 3M. Foram usados 60 pré-molares, onde receberam cavidades méso-distocclusais padronizadas, com as margens cervicais 1mm aquém da junção amelo-cementária; uma das paredes cervicais recebeu um cobertura de Vitrebond e os dentes foram divididos em 2 grupos de acordo com o material restaurador empregado. Após serem devidamente restaurados, os espécimes foram armazenados em solução fisiológica por um período de 24 horas e divididos em 3 grupos: **grupo 1** - 10 amostras de cada material restaurador foram submetidas a carregamento oclusal onde receberam 10 ciclos alternados de 1Kg e 17 Kg durante 7 dias; **grupo 2** - 10 espécimes de cada material restaurador foram termociclados usando 500 ciclos de 5-55° C, durante 15 segundos; **grupo 3** - servir como grupo controle e para isso não recebeu nenhum tipo de tratamento. Todos os espécimes foram imersos em solução corante de fucsina básica à 0,5 %, lavados e seccionados. O autor pode concluir que os espécimes restaurados com o conjunto Herculite XRV e Optibond mostraram significativamente menos microinfiltração que os espécimes restauradas com o conjunto Z-100 e Scotchbond Multi-uso. Os espécimes de ambos os sistemas avaliados, que foram submetidos a termociclagem não tiveram aumento nos níveis de microinfiltração quando comparados com o grupo controle, e o uso do ionômero diminuiu significativamente a microinfiltração nos espécimes do grupo em que o conjunto Herculite XRV e Optibond foi submetido a carregamento oclusal. Os resultados mostraram que independentemente do tratamento aplicado, nenhum dos sistemas foi capaz de impedir totalmente a microinfiltração marginal.

Russel & Mazer, em 1998, avaliaram o efeito do carregamento oclusal e ciclagem térmica em relação a microinfiltração marginal de cavidade classe II méso-oclusal e disto-oclusal em molares restauradas com compósito Z-100 e tendo um compósito de baixo módulo de elasticidade como base. Os grupos foram divididos segundo a técnica de restauração: **grupo A** - sistema adesivo, resina de baixo módulo de elasticidade e resina restauradora Z-100 **grupo B** – sistema adesivo e resina restauradora Z-100. Após serem restaurados os espécimes foram submetidos a carregamento oclusal de 100.000 ciclos de 70N e ciclagem térmica de 250 ciclos entre 5-55 ° C, e imersos em solução corante de fucsina básica à 0,5%. Os resultados mostraram diferença significativa na microinfiltração

ao longo das paredes da caixa oclusal, entretanto, essa diferença não foi vista na parede cervical da caixa proximal. Os autores puderam concluir com base nos resultados, que a resina de baixo módulo de elasticidade influenciou na microinfiltração da parede cervical, contudo, a microinfiltração nas paredes laterais da caixa oclusal mostraram menor índice de microinfiltração do corante.

Miranda *et al.*, em 1999, avaliaram a influência do carregamento oclusal na microinfiltração de 2 compósitos condensáveis: Solitaire e Alert, compactados em cavidades classe II, com e sem o uso de forramento com resina de baixo módulo de elasticidade (Wave). Foram realizadas 120 cavidades méso-oclusal e disto-oclusal em molares humanos estando o término cervical em cimento, e divididos em grupos de acordo com o material a ser restaurado. Cada amostra foi utilizado um adesivo de dentina diferente (Single Bond e Etch & Prime) e um compósito diferente (Solitaire e Alert), com ou sem o uso da resina Wave como forramento. O compósito Charisma foi usado como grupo controle nas mesmas condições. Os dentes foram termociclados usando 750 ciclos de 5-55°C e metade de cada amostra recebeu carregamento oclusal cíclico de 100.000 ciclos de 8Kg de carga. Os dentes foram submetidos a imersão de corante azul de metileno a 5%, seccionados e submetidos à análise de microinfiltração usando 3 examinadores treinados. Os resultados mostraram maior microinfiltração nos grupos submetidos a carregamento aclusal, nenhuma diferença estatística entre os compósitos condensáveis e grupo controle, a resina de baixo módulo de elasticidade não teve influência no selamento marginal, os adesivos tiveram comportamento similar, exceto o adesivo Etch & Prime associado ao compósito Charisma que mostrou maior microinfiltração. Os autores puderam concluir que o uso de compósitos condensáveis associado ou não a resina de baixo módulo de elasticidade como com agente de forramento, não foi capaz de evitar a microinfiltração marginal em cavidades classe II com o término em cimento.

Francci *et al.*, em 1999, avaliaram a microinfiltração marginal em cavidades classe II com o término cervical em cimento, forradas ou não com um compósito “Flow” (Flow-it) restauradas com compósito condensável Surefil, e usando um compósito microhíbrido Heliomolar como grupo controle. Foram usados 30 molares humanos

extraídos, em cada espécime executou-se 4 preparos tipo “ *slot* “ vertical, totalizando 120 cavidades. As cavidades foram divididas em 3 grupos de acordo com o sistema adesivo usado: Prime & Bond 2.1; Prime Bond NT e BEH (adesivo experimental – Dentsply DeTrey). Os espécimes foram subdivididas em 4 diferentes grupos de acordo com o tipo de restauração empregadas: 1 - Heliomolar; 2 - Heliomolar + Flow-it; 3 - Surefil; 4 - Surefil + Flow-it. Após terem sido restauradas os espécimes foram submetidas a carregamento oclusal cíclico de 100.000 ciclos, e foram termocicladas em 700 ciclos de 5-55°C. Posteriormente foram imersas em corante azul de metileno a 0,5 % por um período de 4 horas. Após serem seccionados as amostras foram avaliadas através de um “ *software* “ de análise de imagens. Os resultados mostraram maior microinfiltração nas amostras restauradas com compósito Surefil quando comparadas as restauradas com Heliomolar ($p < 0,005$). O grupo que recebeu forramento com resina “ *Flow* “ mostrou menor extensão de microinfiltração ($p < 0,001$). Não houve diferença estatística entre os adesivos estudados ($p < 0,005$). Os autores puderam concluir que a resina condensável apresentou maior índice de microinfiltração quando comparada a um compósito microhíbrido.

Mazer & Russell, em 1999, avaliaram a microinfiltração de restaurações classe II em compósito (Z100), forradas com resinas de baixo módulo de elasticidade e submetidas a carregamento oclusal e termociclagem. Usou para o experimento 48 molares humanos extraídos, divididos em 4 grupos de acordo com o tipo de material restaurador empregado. **Grupo 1** – adesivo + Z100 (grupo controle); **grupo 2** – adesivo + AeliteFlo + Z100; **grupo 3** – adesivo + Florestone + Z100; **grupo 4** – adesivo + Tetric Flow + Z100. Após terem sido restauradas e acabadas foram submetidas a carregamento oclusal de 100.000 ciclos de 70 N e termociclados por 250 ciclos de 5-55 ° C e depois foram seccionados no sentido M-D e V-L para análise da microinfiltração. Os resultados revelaram diferença significativa no grau de microinfiltração ao longo da caixa oclusal ($p=0.001$) entre o grupo controle e os outros grupos, contudo nenhuma diferença significativa ($p=0.82$) foi encontrada na parede gengival entre os grupos. Os autores puderam concluir, que as resinas de baixo módulo de elasticidade reduziram a microinfiltração ao longo da caixa oclusal, contudo, na caixa proximal não houve diferença estatística usando ou não usando esses materiais na prevenção de microinfiltração.

2.2 Microinfiltração e Metodologias

Gwinnett, em 1973, observou ao microscópio ótico menor formação de “tags” de resina em esmalte aprismático em comparação com o prismático, após condicionamento ácido. Além de menos numerosos, esses “tags” também apresentavam redução em comprimento, o que o levou a concluir que a adesão ao esmalte aprismático poderia ser prejudicada levando à microinfiltração na parede cervical de cavidades classe II e V.

Asmussen, em 1974, analisou o efeito das variações térmicas em dentes restaurados com materiais resinosos, através de medição com microfotografias dos “gaps” formados. Após restauração e armazenamento dos dentes em temperatura de 37°C, foram submetidos às temperaturas de 23, 15, 10, 2, 50 e 60°C. O autor concluiu que, apesar das diferenças entre o coeficiente de dilatação térmica linear dos compósitos e o do dente, as variações térmicas tiveram pouca ou nenhuma influência nos resultados, não ocorrendo grandes diferenças nos “gaps” medidos. As variações térmicas da boca teriam pouca relação com a microinfiltração de restaurações de compósito.

Kidd, em 1976, revisando a literatura, analisou a microinfiltração, definindo-a como sendo a migração de microorganismos, fluidos, moléculas, ou íons na interface dente restauração e apontando-a com causadora de: hipersensibilidade, pigmentação marginal e instalação de cáries recorrentes. A microinfiltração ocorre, provavelmente em função da diferença do coeficiente de expansão térmica entre o dente e o material restaurador e os resultados das investigações, incluindo a termociclagem em sua metodologia, até então, demonstraram um aumento da microinfiltração marginal pela alteração da temperatura. Considerando os compósitos, parece que a termociclagem destrói rapidamente o vedamento adesivo, embora existam ainda poucos estudos mostrando o comportamento desse material.

Shortall, em 1982, revisando a literatura, relacionou os testes de análise de microinfiltração em estudos “*in vitro*”, associando principalmente as restaurações de compósito, concluiu que inúmeros trabalhos apontaram relevância clínica questionável,

uma vez de pequenas diferenças entre esses estudos são relacionados em parte ou essencialmente a variação da técnica experimental. Apontou ainda a pertinência dos testes de microinfiltração como avaliação preliminar “ *in vitro* ” de novos materiais restauradores, contudo a relevância clínica destes testes laboratoriais perdurará até que se chegue a conclusão mais exatas sobre as reais causas desse problema, necessitando de mais investigações para melhor análise do significado desses testes.

Galan & Busato, em 1982, afirmaram ser a infiltração marginal, um dos principais problemas das restaurações dentárias, podendo levá-las a falhas precoces. Destacam os trabalhos *in vitro*“ como de grande importância, por permitirem o teste em curto espaço de tempo de um material ou técnica, quanto à sua capacidade de vedamento marginal. Os autores fizeram uma revisão das técnicas de laboratório para se medir a infiltração marginal. A técnica da pressão de ar, utilizada no início do século XX, consistia na confecção de cavidades classe V e pelo canal radicular injetava-se ar. Os corpos-de-prova ficavam imersos em água e observava-se a saída de bolhas por um microscópio, o que revelava uma fenda, porém sua exata localização e extensão não podiam ser bem averiguadas. A utilização de testes com bactérias foi adotada, mas enfrentava dificuldades quanto à manutenção de um ambiente estéril ao longo dos testes tornando-se obsoleta. A utilização de corantes tem sido muito empregada, sejam esses orgânicos ou radioisótopos. A metodologia consiste em se realizar restaurações em dentes extraídos, livres de trincas, com preparações padronizadas e seguindo a técnica restauradora a ser analisada. Após as restaurações, os dentes podem ou não ser submetidos a técnicas de envelhecimento e, então, são recobertos com uma camada de esmalte de unha, deixando uma faixa de 1 mm livre, para que possa haver a penetração do corante apenas pela margem. Faz-se a imersão do dente na solução traço, corante ou radioisótopo de acordo com o tempo determinado para cada um. Em seguida os dentes são lavados, para a remoção do excessos do corante e mantidos em condições ambientais para a fixação do corante. Os dentes são incluídos em um material resinoso e seccionados no centro da restauração, para a avaliação, em microscópio ótico ou lupa, da penetração do corante entre o dente e a restauração. São determinados escores para quantificar a penetração, necessitando no mínimo 2 avaliadores para analisar os resultados. Fotografias em preto e branco para se analisar a degradação de

restaurações de amálgama também foram utilizadas. Consiste essa técnica em se comparar com fotografias padronizadas em diferentes graus de degradação marginal. As dificuldades residiam na obtenção de fotografias de alta definição, o que depende em muito do equipamento e do operador. A confecção de réplicas dos dentes através de moldagens pode ser utilizada e a visualização das margens é feita ao Microscópio eletrônico de varredura, o que proporciona informações sobre a adaptação marginal, magnitude e morfologia das fendas. Por último, os autores citaram a utilização de modelos em gesso para a avaliação das fendas entre o dente e a restauração. Através de fotografias dos modelos os resultados podem ser mais bem interpretados, contudo, a dificuldade de obter modelos padronizados e falta de contraste entre o dente e a restauração tornaram esse método pouco empregado pelos pesquisadores.

Vieira, em 1988, avaliou a microinfiltração em cavidades classe II méso-disto-oclusal, restauradas variando 5 sistemas adesivos diferentes submetidas a termociclagem. Para tal experimento o autor usou 40 pré-malares, onde realizou cavidades classe II méso-disto-oclusal com o término cervical em esmalte em uma proximal e na outra em cimento. Após devidamente restaurados as amostras foram submetidas a termociclagem com 105 ciclos entre 5° e 55° C e em seguida foram imersos em solução corante de rodamina – B 0,1%. A análise dos resultados mostrou que nenhum dos sistemas adesivos usados foi capaz de evitar a microinfiltração marginal, principalmente nas paredes localizadas em cimento.

Eakle & Nakamoto, em 1989, estudaram a microinfiltração em cavidades méso-disto-oclusal, submetidas a termociclagem. Os espécimes foram restaurados com ionômero de vidro (Ketac Silver) usando para tal, 2 sistemas adesivos diferentes (Tenure e Bondlite). Os espécimes foram preparadas com terminos em esmalte e em cimento. As cavidades após terem sido restauradas foram submetidas a teste de termociclagem com 100 ciclos de 5-55° C em ambas as temperaturas. Em seguida os espécimes foram imersas em solução de nitrato de prata a 55% por 2 horas. Os autores com base nos resultados puderam concluir que os menores índices de microinfiltração foram achados nas paredes localizadas em esmalte. Apontou que esses estudos não podem ser extrapolados integralmente na clínica, devendo ser avaliados nas seguintes condições:

- as desadaptações não foram mensuradas;
- a eficiência do corante depende diretamente da ação de capilaridade, da presença ou não de impurezas na interface dente – restauração e do tamanho do desajuste;
- a penetração do corante na interface dente – restauração não traduz em fracasso da restauração;
- estudos de longa duração devem acompanhar estas restaurações para avaliar o sucesso das mesmas.

Prati, em 1989, avaliou a microinfiltração de restaurações classe II realizadas em compósito preenchidas ou não por cimento de ionômero de vidro, sem utilização de termociclagem. O procedimento restaurador das caixas proximais obedeceu a uma técnica incremental onde se utilizou 3 incrementos e polimerizados por oclusal por 40 segundos. Após o devido acabamento, os espécimes foram imersos em solução corante de eritrosina B a 2% durante um período de 12 horas e uma temperatura de 37°C. Após a análise dos espécimes, o autor pode concluir que houve maior índice de microinfiltração na parede gengival e um menor índice na parede oclusal e paredes vestibular e lingual da caixa proximal. O uso de ionômero de vidro na parede proximal diminuiu significativamente o índice de microinfiltração quando comparado com o sistema adesivo isoladamente. Concluiu sugerindo, que o tipo de compósito e não o agente de união é o fator que contribui para maior ou menor microinfiltração marginal.

Pashley, em 1990, publicou estudo de revisão sobre as conseqüências clínicas da microinfiltração. A permeabilidade dentinária, importante fator de risco para saúde pulpar, é diretamente proporcional ao número e diâmetro dos túbulos dentinários e inversamente proporcional à espessura de dentina. Na dentina as diferenças regionais também influenciam na permeabilidade dentinária: regiões próximas dos cornos pulpaes são muito mais permeáveis. No caso de cavidades classe II, a parede axial se situa muito mais próxima aos cornos do que a porção oclusal, sendo um selamento dos túbulos nessa região muito importante. Na lama dentinária, os “*plugs*” de lama diminuem a permeabilidade dentinária. Se existirem “*gaps*” nas margens da cavidade, as bactérias com

suas enzimas ou ácidos podem dissolver facilmente a lama, aumentando a permeabilidade e facilitando a comunicação da cavidade oral com a polpa, o que provoca conseqüências desastrosas. Sistemas adesivos que removem a lama devem promover um adequado selamento de dentina, para diminuir o risco de infecção pulpar. Segundo o autor, os trabalhos “*in-vitro*” não consideram uma série de variáveis que podem estar presentes “*in-vivo*”: obstrução dos “*gaps*” por placa, cálculo, obliteração dos túbulos dentinários por depósito de proteínas plasmáticas, cristais cálcicos intra-tubulares e a presença de uma pressão intra-tubular no sentido inverso da microinfiltração. Todavia, o autor também concluiu que técnicas mal sucedidas “*in-vitro*” certamente falharão “*in-vivo*”, mas, as que obtivessem bons resultados deveriam ser testadas clinicamente. O autor enfatiza que a polpa possui um desenvolvido sistema de drenagem de substâncias tóxicas, que eliminaria os produtos bacterianos provenientes da microinfiltração através de um sistema capilar pulpar. Quando esse sistema tem sua função diminuída, seja por trauma oclusal ou por efeito do vasoconstrictor do anestésico, os efeitos das substâncias tóxicas podem provocar danos irreversíveis à polpa.

Wendt *et al.*, em 1992, observaram o efeito que a microinfiltração teria em cavidades classe II mesio-disto-oclusal em compósito, estando uma parede cervical em esmalte e outra em cimento, usando como parâmetro a termociclagem. Os espécimes foram divididas em 5 grupos experimentais, que após serem restauradas, foram armazenadas em água deionizada por um período de uma semana antes dos testes. Os espécimes do **grupo A** foram imersos em solução de fucsina básica por 24 horas a uma temperatura de 37 ° C; o **grupo B** foi termociclado na água usando 250 ciclos de 15 segundos com variação de temperaturas de 5 -55 ° C e após imerso em solução corante por um período de 24 horas a 37 ° C; o **grupo C** foi termociclado na presença do corante; o **grupo A** ficou na presença do corante por 4 horas e o **grupo B** foi termociclado em água e imerso no corante por 4 horas. Os resultados mostraram níveis de microinfiltração semelhantes entre os espécimes termocicladas e as não termocicladas, e também não houve diferença entre a termociclada em água e a posterior imersão em corante com a realizada diretamente imersa em corante. As observações deste estudo levam a crer que não é pertinente se usar a termociclagem com a finalidade de se analisar os efeitos do coeficiente de expansão térmica em compósitos.

Taylor & Lynch, em 1992, discutindo os métodos de estudo da microinfiltração, relataram que, em relação a metodologia de avaliação por traçadores químicos, a imersão em nitrato de prata é precisa, uma vez que o íon tem um diâmetro extremamente pequeno (0,059nm) se comparado com o tamanho de uma bactéria padrão (0,5 a 1,0 μm). Ressaltaram ser esse método o mais popular no estudo da microinfiltração, no entanto, trata-se de um método altamente sensível e a interpretação de seus resultados deve ser feita de forma padronizada. Normalmente, esta avaliação é feita através de escores, considerada pelos autores como muito subjetiva.

Taylor & Lynch, em 1993, realizaram uma revisão dos elementos responsáveis pela qualidade da adaptação marginal das restaurações plásticas diretas. Foram discutidos vários fatores como: configuração, tamanho e localização de margens das cavidades; técnica de inserção, adaptação interna e externa, sistema de ativação, acabamento e polimento e critério de escolha dos materiais restauradores; e as formas de avaliação das margens cavitárias em estudos “*in-vitro*” e “*in-vivo*”. Os autores concluíram que, apesar de existirem muitas metodologias para se avaliar a adaptação marginal de restaurações plásticas diretas, ainda não há uma padronização adequada para essa avaliação.

Chan & Jones, em 1994, determinaram o significado da termociclagem na microinfiltração do corante eosina associada à variedade de materiais restauradores, inseridos em cavidades radiculares. Cavidades classe V foram preparadas nas superfícies radiculares das 4 faces de dentes humanos extraídos e foram restauradas com 4 diferentes materiais: amálgama, cimento ionômero de vidro e 2 compósitos. Após termociclagem, os elementos foram cortados e avaliados. Todos apresentaram potencial para microinfiltração, o que levou os autores a concluir que a termociclagem parece não influenciar nos resultados.

Retief, em 1994, realizou uma revisão de literatura sobre a capacidade de vedamento marginal de restaurações de compósito, realizadas em associação com sistemas adesivos. Os fatores que interfeririam nesse vedamento foram apontados pelo autor: a contração de polimerização, que gera forças capazes de alterar a união adesiva entre as paredes cavitárias e o material restaurador; a absorção de água, que melhora a adaptação

mas não é capaz de restabelecer a união; e por último a diferença de coeficiente de expansão térmica entre o dente e o material restaurador. O autor ressalta que nenhum sistema adesivo elimina completamente a infiltração marginal em paredes onde existe ausência de esmalte e que, quando os dentes são submetidos às tensões mastigatórias, seja “*in-vivo*” ou “*in-vitro*”, ocorre um aumento da infiltração. O retardo no acabamento e polimento das restaurações diminui consideravelmente a redução das dimensões das fendas marginais.

Alani & Toh, em 1997, fizeram uma revisão de literatura sobre os principais métodos de detecção da microinfiltração ao redor das restaurações como infiltração de corantes orgânicos, agentes traçadores químicos, traçadores radioativos, utilização de ar comprimido, uso de bactérias, produção de cáries artificiais, análise em MEV, análise através de ativação de nêutrons e condutibilidade térmica. Sobre a influência da termociclagem nos resultados da avaliação da microinfiltração, observou-se grande variação nas temperaturas usadas nos ciclos, na duração de cada banho e no número de ciclos. Não há consenso sobre esses fatores devido ao grande número de trabalhos com resultados contraditórios. A influência da ciclagem mecânica foi considerada como um fator de importância por simular as condições intrabucais. Os autores concluíram não haver método ideal para detecção da microinfiltração, porém, sugerem a utilização de agentes traçadores como um método de confiabilidade razoável, considerando suas desvantagens.

Mjör, em 1998, distribuiu a 177 clínicos um formulário que solicitava informações sobre a localização de cáries secundárias. Foram identificadas 1.724 restaurações com recidiva de cárie, com localização mais freqüente na parede cervical. O autor concluiu que essa região é a mais propensa a reincidência de cárie pelas dificuldades técnicas de realização de uma restauração proximal e pelas dificuldades de acesso para os procedimentos de higiene e controle. Um maior acúmulo de placa nessa região contribui para os resultados observados.

Wells, *et al.*, em 1998, utilizando a termociclagem para avaliar a integridade cervical em cavidades classe II restauradas com compósito, usando 4 tipos diferentes de tratamento de superfície. Usaram para tal experimento molares humanos extraídos,

padronizando as cavidades de tal sorte, que posicionaram a margem cervical em cimento. Os grupos foram divididos de acordo com os tratamentos que as paredes cervicais em dentina receberiam. **O grupo 1** - recebeu o sistema adesivo All-Bond II; **grupo 2** - recebeu o sistema adesivo One Step; **grupo 3** – recebeu o ionômero de vidro Fuji Bond LC; **grupo 4** - recebeu o ionômero de vidro Fuji II LC. As restaurações foram executadas seguindo um período de polimerização de 20 segundos. Após serem terminadas foram submetidas a termociclagem com 100 ciclos entre 5°-55° C e armazenados em água destilada por uma semana. Reproduções foram feitas para análise em Microscópio eletrônico de varredura, em cada amostra foram feitas 25 leituras, nas margens cervicais e a média da fenda foi determinada. Os autores puderam concluir que as fendas foram muito pequenas e não houve diferenças significantes entre os diferentes tratamentos feitos (sistema adesivo ou ionômero de vidro).

Walshaw & Mcomb, em 1998, avaliaram a microinfiltração em cavidades classe II mesio-oclusal e disto-oclusal, restauradas em compósito e associadas a termociclagem. Nesse estudo procurou analisar a influência de materiais de baixo módulo de elasticidade no que concerne a redução de microinfiltração. Para tal experimento “ *in-vitro* “ usou molares humanos onde foram realizadas cavidades mesio-oclusal e disto-oclusal de forma aleatória. Os grupos foram divididos de acordo com o material a ser restaurado: **grupo A** - sistema adesivo (All Bond II) e compósito de baixo módulo de elasticidade (Flow it); **grupo B** - resina modificada por ionômero de vidro (Fuji Bond LC) e **grupo C** - sistema adesivo somente. O material restaurador usado para todos os espécimes foi o compósito (TPH Spectrum). Após devidamente restaurados os espécimes foram armazenadas em água à 37 ° C por um período de 36 horas, em seguida os espécimes foram submetidos a processo de termociclagem com 300 ciclos e imersos em solução de azul de metileno a 2 %. Os espécimes foram analisados usando Microscópio eletrônico de varredura. Com base nos resultados os autores puderam constatar, uma superfície isenta de espaços no grupo do Fuji Bond LC, quando uma espessura uniforme foi aplicada; os autores apontaram também dificuldades de colocação do material intermediário em camadas com espessuras uniformes. Concluíram que não houve diferença significativa entre

os grupos com ou sem compósito de baixo módulo de elasticidade com material intermediário.

Tung, *et al.*, em 2000, avaliaram a microinfiltração em cavidades classe II restauradas com compósito condensável (Surefil), com diferentes sistemas adesivos. 60 dentes molares e pré-molares humanos, livres de cárie foram aleatoriamente divididos em grupos de 15 e restaurados, de acordo com as recomendações do fabricante, da seguinte forma: **grupo 1-** Surefil e Prime e Bond NT; **grupo 2-** Surefil e PQ1; **grupo 3-** Surefil, Permaflow e PQ1; **grupo 4-** Heliomolar e Sintac Single-Component (controle). Os dentes foram armazenados em água a 37° por 24 horas, termociclados (500 ciclos, 5-55° C) e imersos em solução corante de fucsina básica por 24 horas, para depois serem seccionados e avaliados. Os resultados não mostraram diferenças significativas na presença de microinfiltração, quando os espécimes foram analisados juntos. Entretanto, quando foi feita a comparação dois a dois, o grupo 3 apresentou menor número de espécimes com microinfiltração do que os grupos 1, 2 e 4. Como conclusão, para limitar a microinfiltração, os autores sugerem a inclusão de um compósito fluido sob o compósito condensável.

Benos, em 2001, avaliou a microinfiltração nas margens cervicais de restaurações Classe II de compostos realizadas com diferentes técnicas. Realizou cavidades em “*slot*” proximal. Foram preparadas em ambos as proximais de 40 terceiros molares recém extraídos com uma margem cervical localizada acima e outra abaixo da JEC. Os dentes preparados foram aleatoriamente divididos em 4 grupos e restaurados usando as seguintes técnicas: (I) 3-Sítios, (II) Contração-Dirigida, (III) Cimento de ionômero de vidro modificado por resina (IV) Compósito “*Flow*” no incremento gengival. Todas as restaurações foram colocadas com os mesmo sistemas adesivos e compósitos. A diferença entre os grupos estavam no primeiro incremento e em sua inserção e técnicas de polimerização. Depois de restauração, os dentes foram termociclados e expostos ao corante. Os resultados mostraram que todas as técnicas funcionaram bem em esmalte, com quase nenhuma microinfiltração. Entretanto, em cimento, todas as técnicas demonstraram moderada para severa microinfiltração.

Duncalf & Wilson, em 2001, compararam a adaptação marginal de restaurações de amálgama de prata e de compósito em cavidades classe II conservadoras. 50 pré-molares e molares recém extraídos receberam preparos classe II conservadores, com término cervical em esmalte. Os espécimes foram restaurados com Dispersalloy (J.&J.) e Z 100 (3M Dental), utilizando técnicas convencionais: o amálgama teve sua inserção iniciada na caixa proximal e o compósito foi inserido e polimerizado utilizando-se a técnica incremental. Após a restauração e acabamento, os espécimes foram examinados através de um Estereomicroscópio ótico, com aumento de 30X. Os autores concluíram que, em preparos conservadores, os compósitos apresentaram uma qualidade de adaptação marginal melhor do que as restaurações de amálgama.

Besnault & Attal, em 2003, avaliaram a influência da simulação de condições intra-orais na microfiltração de restaurações classe II em compósito. 40 cavidades Classe II foram preparadas em molares humanos recém extraídos. Os grupos foram divididos: técnica direta usando compósito (SBMP II + Z100) e técnica de “sanduíche” aberto (Fuji II LC + SBMP II + Z100). Extremas condições intra-orais foram simuladas (35⁰ com 195% de umidade relativa) e comparadas com condições ambientes (20⁰ com 40% de umidade relativa). Depois de termociclados (2000 ciclos de 5-55⁰ C), foram imersos por 2 horas em solução aquosa nitrato prata e embutidos em resina epóxi, amostras foram seccionadas longitudinalmente. A extensão de microfiltração foi expressa em uma porcentagem de penetração de corante nas interfaces de esmalte e dentina. As influências de condições ambientais e técnica restauradoras foram avaliadas pela ANOVA de 2 modos e a comparação entre os grupos diferentes com um teste Fisher PLSD. Em comparação com valores obtidos em condições ambientes, a simulação de condições ambientais extrema mostrou resultados de infiltração em porcentagens aumentados para restaurações diretas de compósito. Pelo contrário, a técnica de “sanduíche” aberto, usando cimento de ionômero de vidro modificado por resina, não pareceu sensível para uma excessiva relação de “temperatura/umidade relativa”. As restaurações feitas com cimento de ionômero de vidro modificado por resina usada na técnica de “sanduíche” aberto parece ser mais tolerante para os parâmetros de "temperatura/umidade relativa", do que as que foram simuladas em condições intra-orais, comparadas com sistemas adesivos modernos.

Fabianelli, *et al.*, em 2003, avaliaram a adaptação marginal de restaurações classes II de 10 compósitos condensáveis em combinação com as propriedades do sistema adesivo. Cavidades classe II padronizadas foram preparadas em 100 molares extraídos. Os espécimes foram aleatoriamente dividida em 10 grupos. Em cada grupo, um compósito condensável específico foi testado em associação com seu próprio sistema adesivo. Grupos: 1) Scotchbond1/FiltekP60; 2) Etch & Prime3.0/Definit; 3) Prime & Bond 2.1/SureFil; 4) Excite/Tetric Condensável; 5) Gluma/Solitaire; 6) Kerr Bonding/Prodigy Condensável; 7) One-step/Pyramid; 8) Tenure/Virtuoso; 9) Syntac/Cavex condensável; 10) Excite/Tetric flow/Tetric Ceram. Os dentes restaurados foram seccionado em 3 níveis no sentido mesio-distal e processado para o teste de microinfiltração. Em cada seção, o grau de penetração do corante ao longo das margens da restauração foi avaliado, e as diferenças de infiltração dada pelos 10 materiais nas margens oclusal e cervical eram avaliadas para significado estatístico. Uma análise estatística também foi conduzida para avaliar o significado das diferenças entre os escores obtidos nas margens oclusal e cervical. Em geral, os escores obtidos na margem cervical eram significativamente mais altas que medida no margem oclusal ($p < 0.05$). Quando todos os grupos foram comparados para microinfiltração na margem oclusal, a única diferença significante revelada pela análise estatística foi que os espécimes tratados com Etch&Prime 3.0 e Definit (grupo 2) mostrou uma adaptação marginal significativamente aumentada que aqueles vistos nos grupos 1, 3, 4, 6, 8, 10. Concluiu-se que a aplicação de uma camada fina de um compósito “Flow” na margem cervical como um forramento debaixo do compósito condensável auxiliou a adaptação marginal da restauração.

Attar, *et al.*, em 2004, Investigaram o efeito da microinfiltração de materiais de baixa viscosidade em paredes cervical de restaurações de compósitos microhíbridos e condensáveis. 90 cavidades classe II com margens cervicais 1 mm abaixo do JEC foram preparadas em 45 pré-molares humanos extraídos. Os dentes foram aleatoriamente divididos em 3 grupos (n=15). Em cada grupo, um lado de cada dente era restabelecido incrementalmente com respectivos compósitos: SureFil, Filtek P60 e Tetric Ceram; considerando que, no outro lado, materiais de baixa viscosidade: Dyract Flow, Filtek Flow, Tetric flow foram respectivamente colocados um incremento de 1 mm de espessura na

parede cervical antes da restauração de compósito. Os dentes restaurados foram armazenados por uma semana na água destilada às 37° C, termociclados entre 5-55° C submerso em fucsina básica à 0.5% por 24 horas. A penetração de corante foi avaliada usando um Estereomicroscopio com 10x de ampliação. Os dados foram analisados por meio de testes estatísticos de Kruskal-Wallis e Mann-Whitney. O efeito de incrementos de baixa viscosidade reduziu a microinfiltração na parede cervical em nível de significância estatística para todos os materiais restaurativos testados ($p < 0.05$).

Loguercio, *et al*, em 2004, avaliaram a microinfiltração e a contração de polimerização em restaurações classe II em compósito em diferentes margens. 4 cavidades padronizadas classe II (3 x 5 x 2 mm) foram preparadas em 32 dentes. Os espécimes tiveram uma das margens realizadas 1 mm abaixo e 1 mm acima da junção esmalte/cimento. Os dentes foram divididos e restaurados de acordo com os seguintes protocolos (1) Single Bond + P60; (2) Prime & Bond NT + Surefil; (3) Bond-1 + Alert; e (4) Prime & Bond 2.1 + TPH. Depois de 7 dias, os espécimes foram termociclados (500 ciclos entre 5-55° C, submerso em azul de metileno à 0.5% por 24 horas, seccionado e avaliado (ambas as superfícies) no margem gengival por 2 examinadores, usando um escore de pontuação de 0 a 3 para a infiltração marginal. A contração de polimerização dos compósitos ($n = 6$) era avaliado pelo método do disco defletido. Os dados de microinfiltração foi avaliado por teste estatístico ANOVA. A porcentagem de contração de polimerização foram avaliados pelo teste de ANOVA e Tukey. Só o protocolo 3 mostrou a diferença significativa entre as margens de esmalte e cimento. Nenhuma diferença foi encontrada entre os protocolos na margem de esmalte. Só protocolo 1 apresentou um bom selamento no cimento. Todas os compósitos condensáveis mostraram mais baixa contração de polimerização que o híbrido testado. Todos os protocolos puderam prevenir penetração de corante em margens de esmalte; porém, protocolo 1 é preferível para reduzir a microinfiltração na margem de cimento. Os compósitos condensáveis mostraram menor índice de contração de polimerização comparado a resina híbrida.

Unlu, *et al.*, 2003, avaliaram o efeito do forramento na microinfiltração em restaurações de compósito. Cavidades padronizadas foram preparadas na superfície proximal de 48 molares humanos extraídos. As cavidades foram restauradas com 2 compósitos convencionais e 2 compósitos condensáveis, colocadas com e sem um compósito *Flow* como forramento. Os dentes foram submetidos à termociclagem e submersos em solução de corante. A penetração de corante era visualizada com ambos, um Estereomicroscópio e Microscópio eletrônico de varredura. O material de forramento *Flow* colocado abaixo do compósito condensável pode ser benéfico em reduzir microinfiltração nas margens cervicais.

2.3 Técnica Restauradora

Jørgensen & Hisamitsu, em 1984, correlacionaram o efeito do tipo de preenchimento de cavidades classe II na prevenção do desajuste marginal. Foram utilizados 4 compósitos: 2 disponíveis comercialmente e 2 obtidos experimentalmente (com aumento da viscosidade objetivando a condensação). Não foram encontradas grandes diferenças entre as marcas comerciais, porém, o comportamento dos experimentais foi significativamente melhor. Os autores também observaram que, em relação ao número de camadas, a inserção em camada única foi inferior em adaptação à inserção em duas ou mais camadas.

Donly & Jensen, em 1986, estudaram “*in-vitro*” as tensões produzidos por 3 diferentes tipos de técnicas de inserção de material e de polimerização, em restaurações de compósito, em cavidades classe II mésio-disto-oclusal. Utilizaram para tal experimento 20 dentes decíduos, que foram divididos de acordo com a técnica restauradora desenvolvida. **Grupo 1** - restauração em incremento único com polimerização por 2 minutos; **grupo 2** - restauração com 2 incrementos, sendo o primeiro colocado na extensão gengivo-oclusal da cavidade e, o segundo incremento preenchendo o restante da cavidade, e todos os 2 incrementos foram polimerizados por um minuto; e **grupo 3** - restauração com 2

incrementos, sendo o primeiro incremento na parede vestibular, deixando-se um espaço aproximado de 1,5 mm da parede lingual, e o segundo incremento preencheu toda cavidade, sendo cada um deles polimerizados por um minuto. Cada espécime foi restaurado usando-se as 3 técnicas incrementais, isto é, após a amostra ter sido restaurada com uma técnica, medida a quantidade de tensão sofrida; a restauração era removida do preparo e nova técnica era executada. Com base nos resultados os autores concluíram que a maior tensão foi encontrado nos espécimes restaurados em incremento único e a menor na técnica do grupo 3. Os autores puderam concluir face as dados coletado que a técnica de inserção e polimerização de incremento único gera maior quantidade de tensão e a técnica de inserção em incrementos na região vestibulo-lingual cria menor quantidade, quando comparada com as outras duas.

Hassan, *et al.*, em 1987, avaliaram os espaços que ocorrem entre um incremento e outro nas técnicas convencionais de inserção, propôs como opção uma nova técnica alternativa de inserção incremental que evitasse esse hiato entre os incrementos. Neste procedimento sugerido, o primeiro incremento seria aplicado justaposto em toda a extensão proximal da tira matriz usando-se uma fina película de material restaurador (compósito), e em seguida os outros incrementos seriam posicionados até o término da restauração. Para a realização deste experimento foram usados 10 molares humanos, nos quais foram executados cavidades classe II mésio-oclusal com uma profundidade muito maior do que se preconiza normalmente. Dos 10 espécimes, 5 foram restaurados obedecendo a técnica incremental convencional e as outras 5 amostras foram restauradas usando-se a técnica incremental experimental proposta. Com base nos resultados os autores puderam concluir que os espécimes restauradas com a técnica convencional a superfície proximal se mostrava com 3 camadas bem nítidas de material, as interfaces entre as camadas estavam com uma forma irregular e, as camadas ficaram com sobrecontorno nas margens cavo-superficiais vestibulares e linguais; contudo na técnica experimental, a superfície proximal demonstrou um contorno nítido e uniforme em toda sua extensão cérvico-oclusal e vestibulo-lingual. Os autores salientaram também para uma possível polimerização incompleta na técnica incremental convencional, o que não ocorreria na técnica proposta devido à pouca espessura dos incrementos.

Polack, em 1987, estudando as técnicas de inserção de compósitos em cavidades classe II, sugeriu uma técnica experimental com matriz transparente e cunha reflectiva. O autor preconizou a primeira camada posicionada diagonalmente e polimerizada por lingual e cervical com o auxílio da cunha reflectiva, desta forma isso garantiria uma contração de polimerização orientada para estas 2 paredes e logo em seguida, faria a complementação de polimerização pela região oclusal. A segunda camada era colocada junto a parede vestibular, e apoiada na primeira camada, nessa fase a cunha era posicionada por vestibular e a polimerização era feita por vestibular, e em seguida a polimerização era complementada por oclusal. A terceira camada era posicionada semelhantemente a segunda, e colocada contra a parede lingual, e a quarta camada completaria a proximal e finalizaria o contorno oclusal, podendo ser polimerizada por oclusal.

Wieczkowski, *et al*, em 1988, compararam a relação de 2 técnicas incrementais na resistência a fratura das cúspides de dentes estruturalmente fragilizados. A primeira técnica seguiria com um único incremento por caixa, e a segunda técnica receberia 2 incrementos por caixa, onde o primeiro incremento era colocado diagonalmente até a altura do ângulo áxio-pulpar e o segundo incremento era colocado até a altura da crista marginal, isso era feito em ambas as caixas. Para realizar tal experimento foram feitos preparos padronizados classe II méso-distal-oclusal em pré-molares humanos e os dentes foram restaurados seguindo o tipo de material restaurador e a técnica aplicado. **grupo 1** - compósito P-30 e técnica de incremento único por caixa; **grupo 2** - compósito P-30 e técnica incremental em diagonal por caixa; **grupo 3** - compósito Ful-fil e técnica de incremento único por caixa e o **grupo 4** - compósito Ful-fil e técnica incremental em diagonal por caixa. Após acabamento com remoção criteriosa dos excessos os espécimes foram armazenados em água deionizada por 72 horas e em seguida receberam o teste de resistência à fratura em máquina universal. Após análise dos resultados os autores puderam concluir que os espécimes restaurados pela técnica incremental apresentou maior resistência à fratura das cúspides do que os espécimes restaurados pela técnica de incremento único (técnica esta que os fabricantes recomendam).

Prati & Montanari, em 1989, avaliaram a relevância do formato cavitário e da técnica de inserção na microinfiltração de restaurações de classe II mésio-distal-oclusal em compósito. Para tal experimento 3 sistemas adesivos e 3 compósitos foram empregados e avaliados. Usou-se 2 tipos de preparos: um conservador e outro convencional, em ambos foram realizados biseis no ângulo cavo-superficial por oclusal e o término da parede cervical ficou na altura da junção esmalte-cimento. Os espécimes foram restaurados usando-se 2 técnicas de inserção: nas cavidades convencionais usou-se a técnica com incrementos colocados horizontalmente; e nas cavidades convencionais e conservadoras usou-se a técnica de incrementos posicionados verticalmente. Todos os espécimes receberam após a conclusão das restaurações acabamento imediato com disco sof-lex, e em seguida foram imersas em solução corante por 12 horas. Logo após os espécimes foram seccionadas e avaliadas e em relação a penetração do corante. Com base nos resultados coletados os autores puderam concluir que as técnicas restauradoras em si são mais relevantes do que propriamente o desenho cavitário no que se refere a diminuição da microinfiltração.

Eakle & Ito, em 1990, compararam a relação de diferentes técnicas de inserção de material considerando a microinfiltração na parede cervical de cavidades mésio-distal-oclusal restauradas em compósito. Para tal experimento usaram 40 molares humanos com preparos devidamente padronizados. O limite da parede cervical de uma caixa foi 1mm aquém da junção esmalte-cimento (parede em esmalte) e o limite da outra caixa foi de 1mm além da junção esmalte-cimento (parede em cimento ou dentina). Foi usado para a realização do experimento somente um compósito (Herculite) e um sistema adesivo (Bondlite). Os grupos foram separados seguindo o tipo de técnica de restauração: **grupo 1** - inserção do compósito em incremento único; **grupo 2** - inserção em 3 incrementos sendo dois proximais dispostos horizontalmente com espessuras iguais e o último preenchendo toda a caixa oclusal; **grupo 3** - inserção em 3 incrementos sendo 2 proximais dispostos diagonalmente e o último preenchendo toda a caixa oclusal; **grupo 4** - colocação de cimento de ionômero de vidro (G C Lining Cement) nas paredes axiais e cervicais com posterior inserção de dois incrementos proximais dispostos diagonalmente e preenchimento final da caixa oclusal. Após devidamente restaurados os espécimes foram armazenados em água a

temperatura ambiente e armazenados por 2 semanas, em seguida foram submetidos à termociclagem com 100 ciclos de 5-55°C por 30 segundos. Terminada a termociclagem, os espécimes foram imersos em solução corante de nitrato de prata à 50 % durante 4 horas, após revelação os espécimes foram seccionados para análise da microinfiltração do corante. Os menores valores de microinfiltração foram observados nas paredes de esmalte quando comparados às paredes de cimento, independente da técnica restauradora empregada. Os espécimes com terminação em esmalte o grupo que foi restaurado com incremento disposto diagonalmente sem forramento de ionômero de vidro apresentou menor grau de microinfiltração.

Bertolotti, em 1991, descreveu uma técnica alternativa que visa solucionar 2 dos maiores problemas nas restaurações diretas em dentes posteriores em compósito, que são: obtenção efetiva do ponto de contato proximal e a contração de polimerização que tende a separar o compósito da parede do preparo. O autor sugere na técnica 2 dispositivos que visam controlar estes 2 inconvenientes: o primeiro apresenta uma matriz pré-conformada de aço (Palodente - Portola Valley - USA), auxiliada por um aparato semelhante a um grampo de isolamento, que visa adaptar marginalmente a fita matriz às paredes do preparo e também promover o afastamento dos dentes para compensar a espessura da banda matriz; o segundo revela o preenchimento de 2/3 da caixa proximal no sentido de cervical para oclusal com um compósito quimicamente ativado, e posteriormente o preenchimento usando um compósito fotoativado. O autor ressalta que os compósitos fotoativados iniciam a polimerização pela superfície oclusal, resultando numa tendência em separar o material primeiramente nas margens cavitárias, polimerizando-se seqüencialmente em direção ao centro da restauração. Os compósitos quimicamente ativados iniciam a polimerização nas áreas mais profundas, em direção às paredes cavitárias, pois essa polimerização é estimulada pelo calor emanado do órgão dental e pela inexistência de oxigênio.

Tjan, *et al.*, em 1992, avaliaram várias técnicas de inserção, considerando a formação de microfendas nas margens cervicais de restaurações classe II em compósitos. Para realizar tal experimento o autor usou 4 técnicas de inserção diferentes: incremento

único e 3 incrementos (horizontal, oblíqua e horizontal/vertical). A procedimento de polimerização usado na técnica de incremento único foi de 2 formas: em um grupo a fonte de luz foi direcionada na região oclusal por 90 segundos e, no outro grupo, foi colocada primeiro por vestibular com duração de 30 segundos e depois por lingual por 30 segundos e por oclusal por 30 segundos seqüencialmente. Nas técnicas incrementais cada porção foi polimerizada por 30 segundos, totalizando 90 segundos de irradiação. Após restauradas os espécimes foram analisadas em um aparelho de vídeo-microscopia, em 5 posições pré determinadas. Após a análise dos resultados os autores puderam evidenciar que o grupo restaurado com a técnica de incrementos oblíquos mostrou os melhores resultados, com o menor desvio padrão, contudo, não foi observado diferenças estatísticas significantes entre os grupos. Os autores puderam concluir que nenhuma técnica de inserção conseguiu evitar a formação de microfendas marginais, entretanto os autores não indicam a técnica de inserção com incremento único para restauração classes II, em função da possibilidade de polimerização incompleta, principalmente em cavidades consideradas profundas.

Crim & Chapman, em 1994, estudaram 4 técnicas restauradoras diferentes com o intuito de verificar o desempenho em impedir a microinfiltração marginal em cavidades classe II restauradas com compósito. Usaram para tal experimento 20 dentes humanos, divididos em diferentes grupos de acordo com a técnica restauradora empregada e o tipo de material restaurador utilizado. **Grupo 1** -matriz metálica, Fuji II LC, Prisma universal bond 3 primer, Prisma adhesive, compósito APH; **grupo 2** - matriz transparente, Prisma universal bond 3 primer, Prisma adhesive, compósito APH; **grupo 3** - matriz metálica, Prisma universal Bond 3 Primer, Prisma Adhesive, compósito APH; **grupo 4** – matriz metálica, agente de união ao esmalte (Coltene Duo-Bond), compósito APH. Após devidamente restaurados as amostras foram armazenadas em água destilada por 24 horas em temperatura de 37° C, em seguida foram submetidas a termociclagem com 100 ciclos de 37° C por 23 segundos, 12° C por 4 segundos, 37° C por 23 segundos e 54° C por 4 segundos. Após o procedimento de termociclagem as amostras foram imersas em solução corante de fucsina básica durante 24 horas. As amostras foram então seccionadas e analisadas em Microscópio óptico com aumento de 50X. Com base nos dados coletados os autores constataram que as amostras restauradas com o agente de união ao esmalte

(convencional) demonstrou grave microinfiltração; o grupo restaurado com forramento de ionômero de vidro mostrou menor microinfiltração de corante comparado com os demais grupos, sendo significativamente menor que nos grupos 3 e 4; não houve diferença estatística entre os grupos 2 e 3.

Dietschi, *et al.*, em 1995, avaliaram “*in-vitro*” restaurações classes II no que concerne: adaptação marginal e selamento marginal. Usou para realizar tal experimento duas técnicas: direta, com incrementos horizontais e indireta, restaurações inlay; utilizou 2 compósitos (Z-100 + sistema adesivo Scotchbond MP e Herculite + Optibond). A partir do cruzamento dos materiais e técnicas, resultou 4 combinações, que foram avaliadas segundo 3 diferentes tipos de configurações de parede proximal: sem forramento; com forramento da parede axial pulpar com cimento de ionômero de vidro modificado por resina (Vitrebond) ou cimento de ionômero de vidro convencional (Ketac bond applicap). Para cada um dos 12 grupos formados foram usados 10 cavidades mésio-oclusal ou disto-oclusal feitas em molares humanos recém extraídos. As caixas proximais tinham: as paredes cervicais posicionadas 1mm além da junção esmalte-cimento com as paredes laterais (vestibular e lingual) discretamente expulsivas para oclusal. Após restauradas, acabadas e polidas, os espécimes foram armazenadas por 24 horas em solução fisiológica. Logo após foram submetidas à termociclagem com 5000 ciclos de 5-55° C por um minuto, em seguida foram vistos em Microscópio eletrônico de varredura e submetidos a teste de microinfiltração com o corante azul de cresil a 0,5%. Com base nos resultados coletados os autores observaram melhor desempenho na técnica indireta do que na direta; a qualidade das terminações cervicais em dentina das restaurações feitas com Z-100 + Scotchbond MP se mostraram melhores; os grupos onde foram usados tanto o ionômero de vidro convencional com o modificado por resina como forramento, aumentaram a microinfiltração e reduziram a adaptação cervical. Com base nos resultados os os autores puderam concluir que a união total com sistemas adesivos de nova geração mostrou ser uma alternativa auspiciosa para garantir a melhoria das margens das restaurações tanto diretas com indiretas.

Versluis, *et al.*, em 1996, avaliaram através da análise do elemento finito o efeito da tensão de contração de polimerização em dentes restaurados com a técnica incremental única e 4 diferentes técnicas incrementais. Os resultados mostraram que a técnica incremental aumentou a deformação do dente restaurado e esse aumento diminuiu grandemente a quantidade total de compósito necessário para preencher a cavidade. Com base nos resultados coletados os autores puderam concluir que a técnica incremental é necessária e preconizada com inúmeras vantagens, exceto pela diminuição da contração de polimerização, sobretudo que os resultados coletado neste estudo apontaram claramente que a técnica incremental gera maiores efeitos de contração e, com isso, maior concentração de tensões na interface dente / restauração do que a técnica de incremento único. Várias vantagens existem na técnica incremental: adaptação, densificação, eficácia de polimerização e formação de união, contudo com base nos resultados deste estudo fica muito difícil demonstrar a efetividade da diminuição das tensões de contração de polimerização e conseqüente deformação do remanescente dental.

Dietschi & Spreafico, em 1997, relataram em seu livro várias técnicas de inserção de compósito em cavidades classes II. Mostraram a preocupação em tentar minimizar a inevitável contração de polimerização dos compósitos, principalmente em cavidades extensas de classe I e II. Os autores preconizaram para diminuir a contração de polimerização utilizar uma técnica com incrementos dispostos diagonalmente, evitando desta sorte que encostem as paredes vestibular e lingual ao mesmo tempo, objetivando com isso uma melhor qualidade das margens cervicais e diminuindo a tensão gerada nas paredes opostas, quando do uso da técnica de incrementos dispostos em camadas horizontais.

Araújo, *et al.*, em 1998, avaliaram duas técnicas de inserção de compósito em cavidades classes II. Para a realização de tal experimento foram usados 40 molares recém extraídos. Usaram um compósito microhíbrido (Charisma) e um sistema adesivo (Scotchbond MP). Os espécimes foram divididos em grupos de acordo com a técnica restauradora empregada. **Grupo 1** - técnica de inserção incremental de Lutz, em 1986 utilizando uma matriz metálica; **grupo 2** - técnica experimental executada acrescentando material na forma de uma parede (muro) somente em esmalte, em seguida aplicar por

incrementos o material em dentina. Após devidamente restaurados as amostras foram submetidas a temociclagem com 200 ciclos de 10-50° C, em seguida foram imersas em solução corante de nitrato de prata. Logo em seguida os espécimes foram seccionadas e analisadas segundo a microinfiltração de corante com auxílio de uma lupa estereoscópica. Com base nos resultados coletados os autores puderam concluir que houve diferença significativa entre as técnica empregadas.

Suh, em 1998, procurou apontar em seu estudo parâmetros que estão relacionados com o bom desempenho de restaurações diretas em compósito. Levou em consideração tipo de substrato, material e tipo de polimerização. Para tal propósito foram executados quatro grupos de restaurações de classe I, com 3 espécimes por grupo, sendo o primeiro incremento polimerizado por 10 segundos em todos os espécimes com uma intensidade de luz de 600mW/cm². O segundo incremento da porção oclusal foi polimerizado de maneira diferente: **grupo 1** – a camada oclusal foi polimerizada por 10 segundos por vestibular com intensidade de luz de 600mW/cm², 10 segundos por lingual, e 10 segundos por oclusal, totalizando um tempo de polimerização de 30 segundos, sendo este o grupo controle; **grupo 2** – a camada oclusal foi polimerizada por 1 segundo a 600 mW/cm², aguardou-se 5 minutos de repouso do material e em seguida foi polimerizada por 10 segundos por vestibular, 10 segundos por lingual e 10 segundos por oclusal a 60mW/cm²; **grupo 3** - a camada oclusal foi polimerizada por 2 segundos a 300 mW/cm², aguardou-se 5 minutos de repouso do material e em seguida foi polimerizada por 10 segundos por vestibular, 10 segundos por lingual e 10 segundos por oclusal a 600mW/cm²; **grupo 4** - a camada oclusal foi polimerizada por 3 segundos a 200 mW/cm², aguardou-se 5 minutos de repouso do material e em seguida foi polimerizada por 10 segundos por vestibular, 10 segundos por lingual e 10 segundos por oclusal a 60mW/cm². Os espécimes foram avaliados em Microscópio eletrônico de varredura exibindo uma perfeita união à dentina e ao esmalte para todos os grupos, todavia foram observadas trincas no esmalte do grupo controle e em uma de cada três do grupo 2. Todas os espécimes dos grupos 3 e 4 não mostraram falta de união ou trincas no esmalte. Os valores de microtensão apontaram que os grupos 3 e 4 tiveram resultados de tensão muito menores, cerca de 25% e 50% quando comparados com os grupos 1 e 2. A fim de avaliar o porque desta diferença tão grande

entre os grupos realizou-se as medidas do grau de conversão e da força de tensão diametral. Os resultados exibiram um alto grau de conversão e força final é igual para todos os grupos. A diminuição na tensão da contração de polimerização obtida com o relaxamento e o escoamento do compósito sugere reduzir as forças de tensão nas paredes cavitárias, ocasionando uma diminuição nas trincas em esmalte. Assim, o relaxamento da tensão de contração de polimerização está relacionado a 3 fatores: módulo de elasticidade do substrato, não controlada pelo profissional; módulo de elasticidade do compósito, podendo de certa forma ser controlado pelo profissional; velocidade de polimerização, podendo ser controlada pelo profissional escolhendo-se um compósito autopolimerizável ou realizar uma polimerização com controle em baixa intensidade, seguida de uma em alta intensidade.

Affleck, *et al.*, em 1999, avaliaram a microinfiltração marginal na parede cervical localizada em cimento de cavidades classes II restauradas com compósito condensável, variando duas técnicas de inserção do material na cavidade: incremento único e técnica incremental. Para tal experimento foram usados: 80 molares humanos; um sistema adesivo; 3 compósitos condensáveis (Alert, Solitaire, Surefil) e um compósito microhíbrido (Heliomolar) como controle. Os grupos foram divididos de acordo com a técnica de inserção do material na cavidade e o material restaurador empregado. Após devidamente restauradas as amostras foram submetidas a termociclagem com 300 ciclos, em seguida imersas em solução corante de nitrato de prata por uma hora e posteriormente seccionadas para análise da penetração de corante. Com base nos resultados coletados os autores puderam concluir que houve penetração de corante, inclusive chegando até a parede axial em todas as amostras com Surefil, Solitaire e Heliomolar, quando as mesmas foram restauradas usando a técnica do incremento único, contudo, não houve diferença significativa para os grupos onde foi usada a técnica incremental.

Uribe Echevarria, *et al.*, em 1999, avaliaram a qualidade de união em parede localizada em dentina submetida ou não a condicionamento total e restauradas com alguns compósitos. Para realização de tal experimento foram usados 108 molares humanos extraídos que receberam preparos padronizados em, uma; duas e três faces. Os espécimes foram divididos em grupos de acordo com o tipo de material restaurador usado: **grupo 1** –

Ariston; **grupo 2** – F 2000; **grupo 3** – Amelogen; **grupo 4** – Prodigy; **grupo 5** – Tetric Ceram; **grupo 6** – Clearfil AP-X; **grupo 7** – Solitaire; **grupo 8** – Surefil; **grupo 9** – Z-100, sendo o grupo 9 o grupo controle. Os espécimes foram devidamente restaurados seguindo o sistema adesivo recomendado pelo fabricante e usando a técnica incremental, onde usou-se incrementos de 1 mm, 1,5mm e 2mm com polimerização de 40 segundos. Em seguida espécimes foram seccionadas e avaliadas em Microscópio eletrônica de varredura, Microscópio com foco a laser e vídeo microscópio. Os resultados apontaram para as piores margens quando se utilizou o compósito em camadas de 1 mm associado a sistema adesivo em dentina com condicionamento total, houve diferença significativa entre os grupos com e sem condicionamento total da dentina. As melhores união dente / sistema adesivo / compósito ocorreram quando esse conjunto foi feito em uma parede, comparado a duas e três paredes. Com base nos resultados coletados os autores puderam concluir que a qualidade e adaptação das restaurações de compósito variam de acordo com: configuração cavitária (fator - C); tratamento do substrato dentinário; espessura de camada do compósito.

Yoshikawa, *et al.*, em 1999 (a), avaliaram o efeito da polimerização gradual na qualidade de adaptação e vedamento marginal de restaurações em compósito, variando diferentes formas cavitárias (fator - C) realizadas em dentes bovinos. Foram usadas 2 tipos de cavidades: cavidade cilíndrica com 1 mm de profundidade por 3 mm de diâmetro (fator - C = 2.3) e cavidade cilíndricas com 1mm de profundidade por 2mm de diâmetro (fator - C = 3). Os grupos foram divididos de acordo com o material restaurador empregado (sistemas adesivos – Photo Bond, Liner Bond e Super Bond D Liner; compósito – Photo Clearfil Bright) e a técnica de fotopolimerização usada. Foram usados 10 espécimes por cada grupo, com a fotopolimerização divididas da seguinte forma: distância compósito/fonte luminosa de 0 mm, com intensidade de 600 mW/cm² por um período de 60 segundos; distância compósito/fonte luminosa de 1 mm, com intensidade de 270 mW/cm² por um período de 10 segundos, com um intervalo de 5 segundos e posterior aproximação máxima da fonte ao compósito por mais 50 segundos para consolidar a polimerização. Concluídas as restaurações os espécimes foram submetidos a termociclagem e seccionadas para avaliação da microinfiltração. Após análise dos resultados os autores concluíram haver um aumento dos espaços marginais quando o fator - C aumentava e a técnica de polimerização gradual

apontou os resultados muito melhores em relação ao vedamento e adaptação marginal, independentemente do sistema adesivo empregado e do tipo de polimerização usada.

Yioshikawa, *et al.*, em 1999 (b), avaliaram a profundidade dentinária relacionada com diferentes fatores de configuração cavitária (fator – C) na força de união de compósitos. Para realizar tal experimento foram usados molares humanos extraídos, que foram planejados até remoção total do esmalte ficando somente a dentina planejada. Os grupos foram divididos da seguinte forma: **grupo 1** - dentina superficial e fator – C = 1, nesse grupo foram realizadas cavidades classe I com as seguintes características: 3mm de largura X 4mm de comprimento X 2mm de profundidade; **grupo 2** - dentina profunda e fator – C = 3, **grupo 3** – dentina profunda e fator – C = 1, para obtenção destas características do preparo acima descrito as paredes laterais foram removidas, resultando em uma situação semelhante à do grupo 1, contudo numa profundidade diferente. Os espécimes foram restaurados aleatoriamente usando-se um compósito (Clearfil Photo Posterior) e três diferentes sistemas adesivos (Clearfil Liner Bond II, One Step, Super-Bond D Liner). Após devidamente restaurados os espécimes foram armazenadas em água por 24 horas, e em seguida foram seccionados em 3 ou 4 fatias para serem submetidas a teste de micro-tração, afim de apontar a resistência de união do material à parede pulpar nas três modalidades. Os resultados apontaram grande resistência adesiva na dentina superficial onde o fator – C = 1, para os três sistemas adesivos, entretanto o grupo do One Step e o do Super – Bond Liner apontaram diminuição de adesividade para a alternativa de dentina profunda com o fator - C =1. Quando o fator – C foi aumentado para 3 no grupo 2, a resistência adesiva de todos os materiais caiu de 21% a 35 %. A análise em Microscópio eletrônico de varredura apontou que as amostras que mostraram grandes índices de resistência adesiva tendem a mostrar falhas coesivas no interior da camada híbrida, todavia os que exibiam baixa resistência adesiva apontou falhas no topo da camada híbrida. Os autores concluíram que nessas condições ocorre redução na resistência adesiva em função do fator - C e da profundidade cavitária.

2.4- Fotopolimerização e Contração de Polimerização

Jørgensen, *et al.*, em 1975, avaliaram em Microscópio de inspeção falhas de adesão de resinas quimicamente ativadas ao redor do esmalte em consequência da contração de polimerização. Os espécimes foram divididos em 3 grupos de acordo com a técnica restauradora empregada e mostraram o seguinte resultado: as restaurações onde o condicionamento ácido do esmalte foi executado se apresentaram efetivamente aderidas ao esmalte das paredes da cavidade que a força de união foi mais alta que a resistência à tração do esmalte, em direção perpendicular aos prismas; as tensões de tração presentes nas margens das restaurações foram causados por contração de polimerização, contração térmica.

Davidson & De Gee, em 1984, mediram as tensões de polimerização de 2 compósitos quimicamente ativados, Silar e Concise, e compararam esses resultados com os valores calculados teoricamente. Os valores obtidos experimentalmente foram significativamente menores do que os obtidos teoricamente. Baseado nos resultados obtidos, os autores concluíram que durante a polimerização dos compósitos, o escoamento causa tensões que são compensadas pela contração que é máxima no estágio inicial de endurecimento, devido ao material ser nessa etapa fraco e capaz de relaxar. Nesse estágio aconteceria somente a formação das cadeias, não estando os entrelaçamentos completamente estabelecidos e com isso as moléculas poderiam se deslocar para novas posições. Com o passar do tempo, o material ganha resistência e menor capacidade de relaxar porque a contração diminui e, em 45 minutos, aproximadamente 95% da contração de polimerização se expirou.

Davidson, *et al.*, em 1984, estudaram qual seria a relação da tensão desencadeada durante a contração de polimerização dos compósitos na adesão a substrato dentinário impregnado com um sistema adesivo. Para tal experimento utilizou 2 tipo de compósitos, um quimicamente ativado e outro fotoativado; variando ainda 2 tipos de configuração de cavidades, uma cavidade com uma parede em dentina plana, e outra cavidade tipo classe V com 5 faces. Os autores usaram para realizar os 2 experimentos

dentos bovinos. No experimento os espécimes foram desgastados até conseguir uma face plana de dentina, em seguida foi fixada em um aparato, e esse conjunto preso a um tensímetro, onde as tensões foram mensuradas em diferentes tempos de polimerização a partir do início da polimerização. O segundo experimento foi realizado com 24 espécimes nos quais foram executadas cavidades classe V estando a parede de fundo localizada em dentina. Os espécimes após restaurados foram armazenados por um período de 48 horas em uma temperatura de 37 °C, em seguida foram colocados em uma solução de azul de metileno por 10 minutos e avaliados em um Estereomicroscópio. Nas amostras em que a dentina foi planificada, foram feitos pequenos fragmentos e os mesmos foram submetidos a impregnação de corante, para averiguar se o processo de seccionamento afetou a adesão. Os resultados apontaram que durante todo o processo de polimerização, a adesão conseguiu resistir as tensões de polimerização nos espécimes que tinham somente uma face de dentina aderida ao material, o que foi justificado pelos autores devido a existir somente uma face de dentina aderida ao material favoreceu o escoamento molecular durante todo o processo de polimerização do material. Contudo, nas amostras de tinham 5 faces o processo de escoamento molecular foi substancialmente prejudicado, gerando tensões que suplantaram a força de união, ocasionando à separação do material restaurador da estrutura dentária. Com base nos resultados coletados, os autores puderam concluir que a configuração cavitária é de extrema relevância para a manutenção da íntima união do material restaurador e o dente.

Yeart, em 1985, identificou os principais fatores determinantes da qualidade de polimerização que seriam responsáveis pelo desempenho dos compósitos fotoativados. A profundidade de polimerização mereceu destaque justamente por ser um ponto de divergência entre os fabricantes. Foram descritos 3 métodos de mensuração da profundidade de polimerização. Também foi observado que as variações na composição dos compósitos influenciariam a capacidade da luz de alcançá-los, sendo portanto, os fatores que facilitariam ou dificultariam a transmissão de luz. O espectro de luz foi analisado, chegando à conclusão que valores abaixo de 400nm não conferiam fotoativação adequada aos compósitos. Da mesma forma, valores acima de 500nm pouco contribuiriam na fotoativação e ainda poderiam gerar calor suficientemente capaz de provocar injúrias

pulpare e nos tecidos moles. O autor ressaltou a importância da intensidade de luz na polimerização dos compósitos, sendo esta em função do tipo de unidade de luz empregada. A utilização unidades providas de reguladores de voltagem evitariam que alterações no fornecimento de energia, pudessem causar variações nos comprimentos de onda que são fundamentais para uma adequada polimerização. Também foi mencionado o papel do profissional no controle do tempo de irradiação e da distância da fonte de luz à superfície do material; segundo o autor, do mesmo modo que ocorreria com o aumento da intensidade de luz, aumentar-se ia a profundidade de polimerização aumentando o tempo de exposição. Entretanto, após atingida a máxima polimerização nas camadas mais superficiais, seria muito difícil estender a polimerização às camadas mais profundas, através do aumento do tempo de exposição, já que a luz teria muita dificuldade de chegar a essas camadas. A fonte de luz deveria se localizar o mais próximo possível do material, tomando-se cuidado para não contaminar a ponta transmissora de luz.

Davidson, em 1986, estudou o correlação entre a configuração cavitária e a contração de polimerização dos compósitos, apontou que para se conseguir uma acomodação efetiva entre o compósito e a parede do preparo, deve-se posicionar o compósito de uma forma mecânica ou fisicomecânica efetiva, devendo ser a mesma capaz de resistir as tensões causados pela contração de polimerização. O autor relata que em determinados desenhos cavitários como o que ocorre em cavidades classe I onde o compósito se encontra em íntimo contato com todas as paredes do preparo, a tensão gerada durante a polimerização da restauração pode exceder a força de união do compósito e a estrutura dentária, ocasionando o rompimento da ligação adesiva. O autor conclui existir um forte relacionamento entre a tensão ocorrida durante a contração de polimerização e a configuração cavitária.

Feilzer, *et al.*, em 1987, estudaram as tensões ocorridas durante o processo de polimerização de compósitos considerando o desenho geométrico da cavidade (forma da cavidade). Os autores se referiram a tal desenho como sendo um fator de configuração cavitário (fator – C), que é a relação que existe entre as superfícies aderidas e não aderidas do preparo com o material restaurador (compósito). Para executar tal experimento usaram 2

tipos de compósitos quimicamente ativados. O compósito foi colocado entre 2 discos de metal paralelos entre si e presos a um Tensímetro. Vários valores de fator – C foram coletados através de cálculos e reproduzidos no experimento pela variação na distância entre esses 2 discos de metal. Os resultados apontaram: 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 esteve localizado numa posição intermediária entre 1 e 2 ($1 < C < 2$), foram observadas falhas coesivas em alguns espécimes e; quando o fator – C foi maior que 2, todas os espécimes tiveram falhas coesivas. Com base nos resultados os autores puderam concluir que clinicamente no maior número de cavidades, o relaxamento das tensões provocada pelo escoamento das moléculas não é suficiente para manter e preservar a adesão à dentina pelos sistemas adesivos disponíveis.

Takamizu, *et al.*, em 1988, avaliaram a variação da intensidade de luz em diferentes voltagens utilizando as unidades fotoativadoras disponíveis no mercado, com o objetivo de correlacionar esse parâmetro com a profundidade de polimerização. Oito unidades foram testadas: Prismetics Lite, VLC 3000, Visilux, Visilux 2, Focus Activator, Coe Lite e Heliomat- MF. As unidades foram operadas na faixa de comprimento de onda de 462 a 478nm e ligadas a um transformador para que a voltagem se mantivesse constante, sendo esta medida por um Voltímetro digital. A voltagem normal da rede foi de 120V ($\pm 10\%$). O rendimento de cada unidade foi medido seqüencialmente em 10 ciclos de 20 segundos, em 3 voltagens diferentes: 108V (-10%), 120V e 132V(+10%). Para avaliar a profundidade de polimerização, foram preparados espécimes em compósito Prisma-Fil de cor clara com 8 mm de diâmetro e alturas de 2, 3 e 4mm. Foram utilizadas 2 unidades em 3 voltagens diferentes e os tempos de fotoativação foram de 20 e 40 segundos. As medições foram realizadas após 1 hora, 24 horas e uma semana. Cinco cores de compósitos em 2mm de espessura foram testadas para avaliar a influência da cor na polimerização. Os resultados exibiram uma grande diferença no rendimento das unidades entre si, quando se variava a voltagem, evidenciando dois padrões: um sensível à variação de voltagem e outro praticamente estável. A intensidade de luz de algumas unidades diminuiu com o aumento de ciclos de irradiação do compósito. A profundidade de polimerização, medida por testes de dureza, mostrou-se dependente da intensidade de luz e do tempo de exposição, houve

diminuição da dureza conforme se aumentava a espessura do espécime; e essa tendência foi mais evidente em baixa voltagem e com menor tempo de exposição do compósito à luz. A dureza também aumentou com o passar do tempo, mostrando a influência da polimerização após irradiação. As cores mais escuras mostraram uma profundidade de polimerização reduzida. Os autores concluíram que os melhores resultados seriam conseguidos com o uso de unidades fotoativadoras com máxima intensidade de luz em uma voltagem regulada.

Sakaguchi, *et al.*, em 1992, avaliaram o efeito da intensidade de luz e da técnica de aplicação na contração de polimerização dos compósitos, através de um método de medição de tensão no tempo real de polimerização do material. Foi avaliado o rendimento de luz de 3 unidades fotoativadoras Visilux 2 (3M Dental) em função da distância entre o detector de luz e a fonte. Também sofreram avaliação a elevação da temperatura gerada pela fonte fotoativadora, o calor produzido durante a polimerização dos materiais resinosos, os efeitos da cor do compósito, da espessura do espécime e da intensidade de luz na contração de polimerização. Os espécimes foram preparadas para cada um dos fatores analisados. As fontes fotoativadoras produziram uma elevação da temperatura de 14.2 °C na extremidade do dispositivo de emissão de luz durante o tempo de aplicação. Foi necessário um tempo de 5 segundos até que fosse atingida a máxima intensidade de luz. A intensidade de luz diminuiu consideravelmente em distâncias acima de 2 mm. Até 2 mm obteve-se 93% da intensidade máxima e, a 4 mm, somente 75%. A elevação de temperatura do compósito P-50 foi significativamente menor do que a das resinas Silux Plus e Herculite XR, durante os 60 segundos de fotoativação. Os autores após a análise dos resultados verificaram que houve correlação linear entre a contração de polimerização e intensidade de luz para esses compósitos e, clinicamente, foi possível afirmar que, nos casos onde não houver uma intensidade ótima de luz, pode-se aumentar os tempos de exposição dentro de limites aceitáveis para se obter as propriedades adequadas dos compósitos.

Rueggeberg & Jordan, em 1993, avaliaram a relação entre a intensidade de luz na superfície do compósito e no interior de um volume de 2 mm deste material, de acordo com a distância entre a extremidade da fonte de luz e o material, em diferentes tempos de exposição. As distâncias utilizadas foram: 0, 2, 4, 6, 8 e 10 mm e os tempos de exposição:

10, 20, 40, e 60 segundos. Foi utilizado um aparelho de Espectro infravermelho (FTIR) para determinar o grau de conversão dos monômeros. Os autores puderam concluir que a polimerização da superfície foi mais dependente da duração de exposição do que da intensidade de luz. A polimerização em 2 mm abaixo da superfície foi significativamente menor do que a da superfície para os mesmos tempos de exposição, sendo ambas dependentes da intensidade e duração.

Hansen & Asmussen (a), em 1993, analisaram 3 radiômetros e avaliaram sua utilidade na prática clínica. As unidades testadas foram: CL- Tester, Demetron Curing Radiometer Model 100 e Sure Cure Tester em diversos aparelhos fotoativadores e também foi verificada a profundidade de polimerização em testes de cavidade. Houve um alto grau de correlação entre as leituras obtidas com os 3 aparelhos testados. Em relação à profundidade de polimerização, os 3 aparelhos não corresponderam às 20 unidades fotoativadoras utilizadas. Houve uma diferença entre os valores de rendimento no mesmo tipo de novas unidades fotoativadoras, que poderia ser explicada pelo controle de qualidade do fabricante ou por instruções técnicas inadequadas. Os autores concluíram que a leitura feita através de radiômetros deveria ser utilizada somente como parâmetro para futuras leituras comparativas.

Hansen & Asmussen (b), em 1993, realizaram um estudo correlacionando a profundidade de polimerização e a dureza de superfície de um compósito fotoativado. A profundidade de polimerização foi verificada em restaurações com o compósito Silux, realizadas em cavidades preparadas em molares extraídos, e a dureza foi determinada através do teste de dureza Wallace. O compósito foi fotoativado por 40 segundos e foram utilizadas 10 unidades fotoativadoras. Os autores verificaram que não houve correlação entre a profundidade de polimerização e a dureza de superfície; isto posto, concluíram que o profissional não deveria avaliar a qualidade de uma unidade fotoativadora pela dureza da superfície, tendo em vista que até uma fonte de luz inadequada poderia polimerizar uma superfície tão efetivamente quanto uma fonte de luz ideal.

Peutzfeldt, em 1994, avaliou a capacidade de um medidor de intensidade de luz em determinar o grau de conversão de um compósito. Para a realização desse estudo foram

utilizadas 5 unidades fotoativadoras e o Radiômetro CL – Tester. O grau de conversão do compósito foi medido pelo número de duplas ligações remanescentes através da transmissão de um Espectro infravermelho (FTIR). O tempo de fotoativação do compósito foi de 80 segundos e os resultados foram medidos após um dia da confecção dos espécimes. A análise dos resultados mostrou uma alta correlação entre as medidas do CL – Tester e o número de duplas ligações remanescentes, o que indica que as leituras do radiômetro estiveram de acordo com os achados do grau de conversão do compósito.

Rueggeberg, *et al.*, em 1994, estudaram o impacto da variação da intensidade de luz da fonte fotoativadora e a duração de sua exposição sobre a polimerização do compósito em diferentes profundidades: superfície, 1, 2 e 3mm abaixo da superfície. Os tempos da exposição foram: 20, 40, 60 e 80 segundos e a variação de luz foi obtida através da utilização de filtros, chegando a valores de 578 mW/cm², 400 mW/cm² e 233 mW/cm². A intensidade máxima foi de 800 mW/cm². Os compósitos utilizados foram: um híbrido, P-50 e outro microparticulado, Silux Plus, nos matizes universal e cinza. A profundidade de polimerização foi medida por um Espectrofotômetro. Na superfície, a polimerização não foi significativamente afetada nem pela duração nem pela intensidade de luz. Em 1mm abaixo da superfície, o compósito sofreu maior influência da baixa intensidade e da duração da exposição, em comparação com a superfície. Em 2 e 3mm de profundidade, a duração, a profundidade e a interação desses fatores foram determinantes da polimerização do compósito. Baseado nesses dados, os incrementos não deveriam ser maiores do que 2mm. A exposição de apenas 20 segundos não fotoativou adequadamente o compósito em profundidades de 1mm ou mais. Em incrementos de mais de 1mm, uma exposição de 40 segundos gerou uma polimerização menor do que uma exposição de 60 segundos. Assim recomendou-se uma exposição ideal de 60 segundos para obter uma polimerização adequada e para compensar o decréscimo da intensidade de luz. Os autores sugerem que os incrementos não superem 2 mm de espessura, porém o ideal seria 1mm. A intensidade de luz para utilização rotineira em consultório deveria ser de no mínimo 400 mW/cm².

Rueggeberg, *et al.*, em 1994, analisaram os fatores: duração da irradiação, intensidade de luz, tipo de carga e o matiz na polimerização dos compósitos numa

simulação de uma restauração fotopolimerizada. Os autores propuseram um modelo matemático que pudesse prever a extensão da polimerização de acordo com os fatores acima citados. A metodologia foi a mesma do trabalho de Rueggeberg, *et al.*, em 1994, já descrita. Os resultados revelaram que o fator que mais influenciou na conversão dos monômeros foi a espessura da camada da resina polimerizada que era colocada sobre o incremento a ser polimerizado; em seguida veio a duração da exposição à luz e a intensidade de luz da fonte fotoativadora. O tipo de carga foi relevante mas não teve grande influência e o matiz isoladamente não teve correlação com a conversão, porém quando associado com os outros fatores apresentou impacto.

Feilzer, *et al.*, em 1995, desenvolveram um estudo “*in-vitro*” em restaurações classe V, com o objetivo de determinar a influência da intensidade de luz na integridade da interface de restaurações em compósito e na contração de polimerização como medida do grau de conversão. Foram realizadas cavidades classe V em forma de V nas superfícies vestibular e lingual de dentes humanos extraídos, com margem cervical 1mm abaixo da junção cimento-esmalte, em uma profundidade de $1,5 \pm 0,1$ mm. Foram divididos em 3 grupos: **grupo I** – de acordo com as instruções do fabricante; **grupo II** – como o grupo I mas sem Protect Liner; **Grupo III** como o grupo I mas com Protect Liner como material restaurador. Protect Liner era um agente de forramento mais elástico. As intensidades de luz utilizadas foram 250 e 650 mW/cm². Os espécimes foram termociclados (400 ciclos em 15 a 65°C) e analisados em MEV. A análise da integridade da interface por percentagem não demonstrou efeito das técnicas restauradoras. Na avaliação pretendida, a fotoativação com baixa intensidade de luz apresentou uma quantidade significativamente menor de defeitos na interface do que quando se utilizou alta intensidade. O efeito negativo da alta intensidade de luz na interface adesiva foi explicado pela alta proporção da reação de conversão da resina. Como conclusão os autores puderam afirmar que a baixa intensidade de luz preserva a integridade da interface porque prolonga o estágio visco-elástico durante a reação do material, moderando o desenvolvimento das tensões de contração.

Caughman, *et al.*, em 1995, apresentaram uma revisão de literatura com o objetivo de fornecer normas clínicas aos profissionais para uma adequada polimerização

dos compósitos. As unidades fotoativadoras devem possuir qualidade razoável e sua aferição deve ser feita periodicamente. A degradação do bulbo e do refletor ocorre principalmente por superaquecimento das unidades, o que pode ser minimizado por uma ventoinha em boas condições. A intensidade de luz mínima aceitável seria de 280 a 300mW/cm². O compósito seria um fator importante, visto que partículas de carga de 0.01 a 1 micron reduzem a penetração de luz devido ao fator dispersão e matizes escuros também representariam obstáculos à penetração de luz. Cada incremento de compósito não deveria exceder 2mm, e se for de matiz escuro, 1mm. A distância da ponta ativa ao material não deveria exceder 6mm e o tempo de exposição recomendado seria de 60 segundos.

Shortall, *et al.*, em 1995, realizaram um estudo para verificar a correlação das leituras de intensidade de luz realizadas por 5 Radiômetros com a profundidade de polimerização de um material resinoso. A avaliação foi feita por meio de testes com um Penetrômetro digital. Como resultado os autores puderam afirmar que os Radiômetros dentários constituem um mecanismo eficiente de monitorar periodicamente a efetividade das unidades fotoativadoras. Os diferentes diâmetros das pontas ativas das unidades fotoativadoras, utilizados para avaliar o rendimento de luz de acordo com a área dessa ponta, afetaram os valores relativos da intensidade de luz. As medidas da profundidade de polimerização tiveram boa correlação com o logaritmo da intensidade de luz quando os dispositivos reguladores da área da ponta ativa foram padronizados.

Carvalho, *et al.*, em 1996, fizeram uma revisão de literatura onde abordaram o tema contração de polimerização e suas implicações relacionadas às tensões geradas, bem como os mecanismos para reduzir os efeitos indesejáveis deste fenômeno. As tensões provenientes da contração de polimerização mantêm uma relação direta com a configuração cavitária em relação à quantidade de superfícies aderidas e não aderidas. As superfícies não aderidas, por permitirem o escoamento da resina, diminuiriam as tensões na interface adesiva. A hipótese de que a expansão higroscópica pudesse compensar a contração de polimerização esbarra na complexidade desse processo, que por si só também seria dependente da configuração cavitária e do material. As alternativas para minimizar os efeitos da contração de polimerização seriam: materiais com desenvolvimento ao ponto de

poderem suportar as forças da contração, interposição de um material elástico entre o dente e o compósito, inserção incremental do compósito, utilização de esferas de resina pré-polimerizadas, entre outras.

Goracci, *et al.*, em 1996, compararam a utilização de fotopolimerização convencional e gradual em relação à presença de fendas marginais em restaurações em compósito. Foram confeccionadas cavidades de classe V em pré-molares humanos extraídos que foram restauradas com o sistema Scotchbond Multipurpose/ Z100, em incrementos de 2mm. No **grupo I** foi utilizada fotoativação convencional, em intensidade de 250mW/cm^2 por 40 segundos. No **grupo II** utilizou-se fotoativação lenta na primeira camada do material, no qual conseguiu-se obter 100% de conversão da resina em 4min. Isso foi possível com a utilização de um dispositivo capaz de regular a intensidade de luz em uma faixa de 30 a 250mW/cm^2 em 4 min. Foram feitas réplicas para observação em MEV. Os resultados mostraram que no grupo I não ocorreram fendas na interface esmalte-compósito, todavia na interface dentina-compósito foram observadas microfendas ao longo do fundo da cavidade, mesmo com formação de camada híbrida. Isso teria ocorrido em função da contração resultante da polimerização iniciada pela fotoativação convencional, que gerou tensões concentradas nas áreas de união mais frágeis. No grupo II observou-se excelente adaptação do material tanto em esmalte quanto em dentina. Os autores concluíram que a técnica de fotoativação gradual obteve bons resultados devido às tensões geradas pela contração não terem sido suficientes para romper as ligações entre o sistema restaurador e o substrato dentário.

Shotall & Harrington, em 1996, apresentaram um artigo com o objetivo de avaliar o desenvolvimento das unidades fotoativadoras, traçando um perfil de um dispositivo fotoativador ideal reunindo todas as características consideradas pelos autores como necessárias. Assim sendo uma unidade ideal seria aquela que apresentasse uma emissão de luz estável em torno de 300mW/cm^2 no comprimento de onda desejado, ponta ativa autoclavável, aquecimento não excessivo, ventoinha silenciosa e dispositivo de regulação dos tempos de fotoativação com repetição imediata e com sinais sonoros audíveis, porém passível de interrupção.

Davidson & Feilzer, em 1997, realizaram uma revisão de literatura sobre os métodos de determinação da contração de polimerização, das tensões por ela geradas e também dos efeitos clínicos da contração dos materiais adesivos. A contração mantém relação direta com a composição e características do material, consistindo num fenômeno intrínseco ao mesmo. A tensão de contração ocorreria quando esta fosse obstruída e o material fosse rígido o bastante para resistir ao escoamento plástico, que compensaria o volume original. A dissipação das tensões dependeria da configuração cavitária e da modulação do início da reação de polimerização. A hipótese da contração de polimerização poder ser, em parte, compensada pela expansão higroscópica da resina ainda não foi bem esclarecida por ser considerada pelos autores um processo complexo. Os autores concluíram que, apesar do estágio de evolução dos materiais, a contração ainda não pode ser totalmente eliminada, cabendo aos profissionais tentar entender a natureza desse processo, com o objetivo de buscar alternativas para minimizar seu efeito.

Koran & Kürschner, em 1998, testaram a utilização de fotoativação em duas etapas, iniciando-a com um período de baixa intensidade de luz, seguida por outro com alta intensidade de luz. As seguintes características foram testadas: dureza superficial, adesão, contração de polimerização, viscosidade e concentração de monômero residual (indica o grau de polimerização). O compósito utilizado foi o Pertac (ESPE) para a confecção de espécimes destinados a cada tipo de teste e 11 grupos experimentais:

10 seg a 150 mW/cm² + 20 seg a 500 mW/cm²;

20 seg a 150 mW/cm² + 20 seg a 500 mW/cm²

30 seg a 150 mW/cm² + 10 seg a 700 mW/cm²

10 seg a 150 mW/cm² + 30 seg a 500 mW/cm²

20 seg a 250 mW/cm² + 20 seg a 700 mW/cm²

80 seg a 250 mW/cm²

10 seg a 250 mW/cm² + 30 seg a 600 mW/cm²

30 seg a 700 mW/cm²

10 seg a 150 mW/cm² + 30 seg a 700 mW/cm²

10 seg a 250 mW/cm² + 30 seg a 700 mW/cm²

40 seg a 700 mW/cm²

Os dados encontrados mostraram que a fotoativação do material com intensidades de luz mais baixas inicialmente (pré-polimerização), seguida de uma intensidade mais alta até atingir uma polimerização completa, produziu resultados superiores. O compósito apresentou uma viscosidade mais baixa e permitiu melhor escoamento do material durante os primeiros estágios da polimerização, enquanto o tempo total de fotoativação foi mantido relativamente curto. Esse comportamento do material, durante a iniciação da polimerização, confere uma melhor adaptação marginal. Os autores concluíram que uma fotoativação seqüencial levou à contração, dureza de superfície e concentrações de monômero residual igualmente adequadas se comparadas à dose total de irradiação de luz. A adesão marginal apresentou melhora com essa técnica, que pela sua característica gradual reduziria os danos pulpares causados por excesso de calor gerado pelas unidades fotoativadoras.

Davidson, em 1998, abordou a relevância do controle da tensão gerada durante a contração de polimerização de compósitos. O controle, segundo o autor seria obtido: pela seleção dos materiais; manipulação efetiva e manutenção de um fator – C o mais baixo possível. Outras formas também podem ser efetivas para se conseguir um controle da tensão, com a utilização de materiais de baixo módulo de elasticidade usado com forro de cavidade; presenças de porosidades na massa da resina quimicamente ativadas obtidas durante a espatulação, promoveria um alívio da tensão; controle pela variação da energia irradiada durante a fotopolimerização. Diminuir a velocidade de conversão dos monômeros através da variação de energia irradiada é outro fator relevante para reduzir a tensão primário, desta sorte cria-se uma união mantendo a integridade marginal. Finalizando o autor relata que esses procedimentos são relevantes no controle das tensões geradas durante a contração de polimerização do material restaurador.

Versluis, *et al.*, em 1998, estudando a técnica do elemento finito, avaliaram os vetores de contração de polimerização de compósitos quimicamente ativados e fotopolimerizados. Com base nos resultados os autores puderam apontar que a direção de contração do compósito não foi significativamente influenciada pela orientação da fonte de luz polimerizadora, ao invés, foi determinada pela adesão do material ao preparo e pelas superfícies livres do preparo (fator - C, configuração da cavidade). Os autores puderam concluir que os compósitos não contraem em direção à fonte de luz. O que determina a direção de contração do material é a forma da cavidade e qualidade de adesão, onde a direção dos vetores de contração em resposta à posição da luz não mostra ser relevante para melhorar o desempenho e a qualidade das margens das restaurações.

Löesche, em 1999, verificou os motivos para os bons resultados obtidos pela técnica incremental descrita por Lutz, em 1986, objetivando saber se seriam devidos apenas aos efeitos da polimerização guiada, ou à redução de intensidade de luz. Foram realizadas cavidades classe II em molares humanos extraídos, montados de forma a simular uma situação clínica de fotoativação. A técnica de polimerização foi avaliada adaptando-se matrizes metálicas com cunhas de madeira e matrizes de poliéster com cunhas reflexivas. Fotodetectores foram inseridos para medir e regular as intensidades de luz, que foram utilizadas em baixas intensidades ($150\text{mW}/\text{cm}^2$) e altas ($450\text{ mW}/\text{cm}^2$). O compósito utilizado (Herculite XR- Kerr) foi inserido pela técnica de Lutz, em 1986, com fotoativação por oclusal e seguindo a técnica preconizada pelo mesmo autor. Os espécimes foram armazenados em água por 21 dias e termociclados (2000 ciclos de $5-55^\circ\text{C}$). Através de MEV foi avaliada a adaptação marginal das restaurações, que foi considerada satisfatória nas margens oclusais e verticais, não havendo diferença estatisticamente significativa entre os grupos; já nas margens cervicais, observou-se a influência da contração de polimerização rápida e de grande magnitude com altas intensidades de luz. O autor concluiu que os bons resultados da técnica de Lutz, em 1986, se deviam não à fotoativação guiada, que orientaria os vetores de contração, e sim à fotoativação com baixas intensidades de luz, que permitiria maior tempo para dissipação das tensões de contração. Os seguintes passos foram recomendados pelo autor para uma boa adaptação marginal e uma polimerização adequada: 1) aumentar a adesão na área cervical, com o uso de adesivos

dentinários de boa qualidade; 2) inserção de vários pequenos incrementos na parede cervical, utilizando também compósitos de baixa viscosidade; 3) utilização de diferentes técnicas de polimerização, como pré-polimerização lateral através de cunha reflexiva e pós-polimerização pela oclusal, ou utilizando polimerização gradual (soft-start polymerization) combinada com polimerização pela oclusal.

Castro, *et al.*, em 2001, analisaram, por meio de um Radiômetro e um Calorímetro, a intensidade de luz e o calor emitidos por fotopolimerizadores. Quatro marcas comerciais de aparelhos fotopolimerizadores foram avaliadas: Ultralux Eletronic (Dabi Atlante), Optilight II (Gnatus), XL-1500 (3M Dental) e Optilux 400 (Demetron); e os instrumentos para mensuração foram o Radiômetro e o Calorímetro da marca Demetron. As unidades foram submetidas a avaliação por um tempo de 10 segundos, em 3 leituras para cada uma. Os valores obtidos foram submetidos aos testes estatísticos de Análise de Variância ($\alpha < 0,05$) e Kruskal Wallis ($\alpha < 0,01$). Os autores observaram que as marcas comerciais avaliadas apresentaram intensidade de luz estatisticamente semelhantes entre si. Em relação à geração de calor, o maior valor médio foi observado nos aparelhos da marca Ultralux Eletronic, seguido pelos fotopolimerizadores Optilight II, Optilux 400 e XL-1500, estes dois últimos iguais entre si.

PROPOSIÇÃO

2.1 - Material

O objetivo deste trabalho foi avaliar “*in-vitro*” a microinfiltração em restaurações classe II tipo “*slot*” proximal, submetidas a carregamento oclusal cíclico. Procurando responder a 3 hipóteses: se o grau de microinfiltração no esmalte e dentina foi igual ou diferente; se o carregamento oclusal cíclico influenciou negativamente na microinfiltração no esmalte e dentina; se ocorreu diferença entre os materiais testados no que concerne a microinfiltração nas paredes cervicais.

MATERIAL E MÉTODOS

4.1- Material

Para a realização deste experimento, foram utilizados os materiais listados na tabela abaixo .

TABELA 1 - Materiais utilizados durante o procedimento restaurador

Nome comercial	Fabricante	Material	Lote
Condicionador gel	Dentsply	Ácido Fosfórico à 35%	C 0101
Single Bond	3M	Adesivo fotopolimerizável	2HC
Filtek P60	3M	Compósito de alta viscosidade	3TN
Filtek Flow	3M	Compósito de baixa viscosidade	1CL
Vitremer	3M	Ionômero de vidro modificado por resina	3BE-pó 2BN-líquido
Dyract AP	Dentsply	Resina modificado por poliácidos	9703000228

4.2 – Métodos

4.2.1- Delineamento experimental

Para este trabalho foram selecionados 80 terceiros molares superiores recém extraídos, divididos em 2 grupos de 40 dentes. Cada grupo foi sub-dividido em 4 sub-grupos de 10 dentes. No primeiro grupo (controle) todos os 40 dentes receberam restaurações proximais tipo “slot” proximal vertical, onde de um lado a parede cervical ficou 1mm além da JEC e do outro aquém da JEC, estes limites foram feitos de maneira aleatória em relação as faces mesial e distal. Após a execução das restaurações, foram observados os padrões de microinfiltração nas paredes cervicais seguindo os escores descritos na análise dos resultados. O grupo teste seguiu os mesmos procedimentos restauradores do grupo controle, contudo, após conclusão das restaurações os dentes individualmente receberam 4000 ciclos de carregamento oclusal com 150N de intensidade e duração de 1 segundo. A distribuição dos grupos segue demonstrada na tabela abaixo.

TABELA 2 – Distribuição dos grupos.

Grupo Controle	Grupo Teste (carregamento)
Sub-grupo 1: P60 W A: esmalte W B: dentina	Sub-grupo 5: P60/4000 ciclos W A: esmalte W B: dentina
Sub-grupo 2: P60/Flow W A: esmalte W B: dentina	Sub-grupo 6: P60/Flow/4000 ciclos W A: esmalte W B: dentina
Sub-grupo 3: P60/Vitremer W A: esmalte W B: dentina	Sub-grupo 7: P60/Vitremer/4000 W A: esmalte W B: dentina
Sub-grupo 4: P60/Dyract APWA: esmalte W B: dentina	Sub-grupo 8: P60/Dyract AP/4000 ciclos W A: esmalte W B: dentina

4.2.2- Seleção dos Dentes

Foram utilizados 80 terceiros molares superiores, recentemente extraídos por indicações cirúrgica e ortodôntica, coletados e mantidos em solução de Timol à 0,5% em temperatura ambiente (Lino Carracho *et al.*, em 1991, e De Wald, em 1997). Uma semana antes do início do experimento os dentes foram limpos removendo-se os tecidos moles aderidos a sua superfície por meio de curetas periodontais e, em seguida, submetidos a profilaxia, usando-se escova de Robinson (KG Sorensen) com pasta de pedra pomes (SS White) e água. Em seguida armazenados em água deionizada a temperatura ambiente até o final do experimento (Wieczkowski, *et al.*, em 1988 e Wendt *et al.*, em 1992). Todos os dentes, estavam íntegros e livres de trincas ou fraturas, sendo analisados com auxílio de uma lupa 2X (Lactona).

4.2.3- Utilização do Hemi - arco

Para a execução do experimento foi adquirido um dispositivo simulando um hemi-arco (Prodens), (Figura 1). Composto de duas partes estruturas distintas: uma, de cor vermelha correspondendo a parte superior do hemi-arco com uma estrutura resiliente, contendo orifícios correspondentes aos espaços para acomodação dos dentes naturais (canino até o terceiro molar); outra, amarela responsável por toda estrutura rígida do hemi-arco, sendo totalmente vasada (oca), permitindo acomodar internamente um grande incremento de silicone denso. Após preenchida a parte interna do hemi-arco com silicone, exceto o espaço correspondente ao segundo molar que foi preservado. Em seguida, foram acomodados todos dentes (canino, primeiro pré-molar, segundo pré-molar, primeiro molar e segundo molar no lugar do terceiro-molar). Isto foi feito para que pudesse ser posicionado todos os terceiros molares no lugar do segundo molar, objetivando uma conveniência restauradora que permitisse um posicionamento adequado das duas matrizes metálicas e duas cunhas de madeira. As raízes penetraram na intimidade do silicone ainda em fase reológica propícia, desta maneira, após extravasamento do excesso de silicone, o mesmo foi removido, permitindo o perfeito ajuste dos dentes no hemi-arco. Após a polimerização completa do silicone os dentes ficaram estáveis na arcada, com o espaço do segundo molar

preservado. Dessa forma o hemi-arco serviu de base para a realização de todos os procedimentos restauradores, pois o espaço foi preservado para que todos os terceiros molares pudessem ser colocados, restaurados e removidos. Desta maneira simulando de forma bem aproximada, os pontos de contato encontrados entre a distal do primeiro molar e a mesial do terceiro molar .

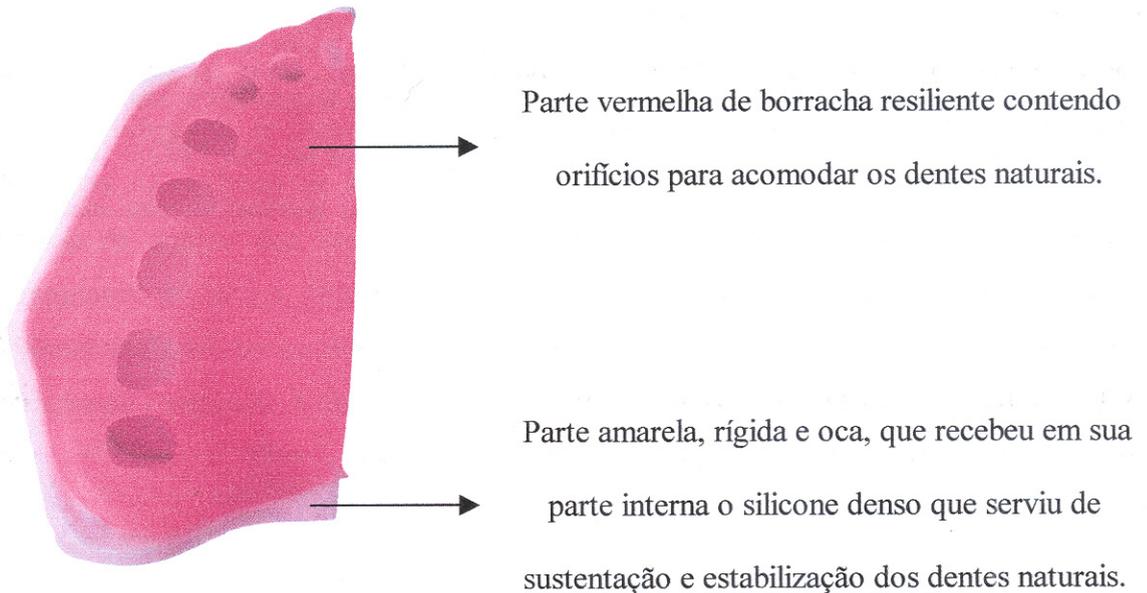


Figura 1- Hemi-arco que serviu para os procedimentos restauradores dos terceiros molares.

4.2.4 – Preparo das Cavidades Classe II

Em todos os terceiros molares superiores foram preparadas duas cavidades classe II tipo “slot” vertical proximal sem a confecção do istimo oclusal (Summitt *et al.*, em 1994), com ângulos internos arredondados (Hinoura *et al.*, em 1988 e de Summitt *et al.*, em 1994), (figura 2). Os preparos foram realizados com ponta diamantada nº 2143 (KG Sorensem) em alta rotação (Extratorque-Kavo), sob abundante refrigeração de ar-água, sendo substituídas por novas pontas diamantadas após o preparo de 3 dentes. O alisamento das paredes cavitárias foi feito usando-se uma broca carbide multilaminada nº 500 314 158072 012 (Komet) em alta rotação (Extratorque-Kavo). As dimensões dos preparos

foram padronizadas em milímetros e conferidas com um paquímetro (MAUb stainless - FWP). A distância vestibulo-lingual ficou com 3 milímetros de extensão correspondendo à aproximadamente 1/3 da distância entre os vértices cuspídeos. A profundidade da parede axial foi determinada em 2 mm, fazendo-se um sulco de orientação com a profundidade do diâmetro da broca orientada paralelamente ao longo eixo dos dentes. Em seguida, a parede foi nivelada na profundidade obtida com esse sulco. O procedimento foi repetido até ser obtido uma profundidade axial final de 2 mm. O limite da parede cervical foi feito tendo-se como referência a junção esmalte-cimento (JEC). Desta forma, numa das proximais a parede cervical foi levada um milímetro aquém da JEC, enquanto na outra proximal, estendida 1mm além da JEC. Essas medidas foram confirmadas com um compasso de ponta seca previamente calibrado em 1 mm. Nenhuma porção do ângulo cavo superficial foi biselado (Owens *et al.*, em 1988 e Wilson *et al.*, em 1991). Após o término dos preparos, os dentes receberam profilaxia com pasta de pedra pomes extra fina (SS White) e água, realizadas com uma escova de Robinson tipo pincel (KG Sorensen) em baixa velocidade, seguida de abundante lavagem com jato de ar-água, para remoção dos resíduos da pasta e secos com jatos de ar de uma seringa tríplice.

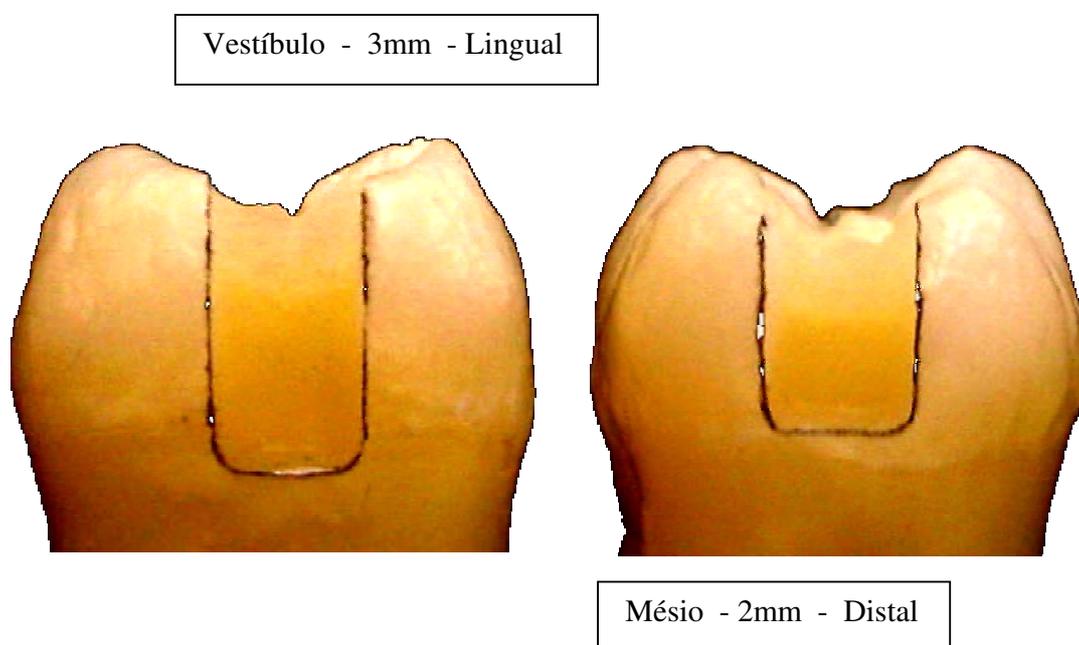


Figura 2 – Preparo cavitário padronizado

4.2.5 – Inclusão dos dentes preparados no hemi-arco

Imediatamente após os preparos foi manipulado uma pequena porção de silicone de condensação denso Zeta Plus (Zermack) (de uma marca comercial diferente ao usado para fixar todos os outros dentes naturais (Presidente – Coltene), para que os silicones não se aderissem), que foi acomodado no espaço correspondente ao segundo molar, em seguida, assentou-se as raízes do dente preparado no silicone e antes da polimerização completa do material os excessos foram removidos com uma espátula nº 1 (Duflex) e espátula nº 24 (Duflex), de forma que as paredes cervicais preparadas ficassem numa altura compatível bem próxima à encontrada clinicamente, ou seja uma proximal supra-gengival e outra sub-gengival (figura 3). Após o término da inclusão do dente preparado na arcada, o procedimento restaurador foi realizado. Em seguida o conjunto dente restaurado/silicone, foi facilmente removido do hemi-arco, pois os silicones de marcas comerciais diferentes não aderiram-se. O silicone aderido as raízes do dente restaurado foi removido e descartado. Desta forma, a arcada serviu de base para todos os 80 dentes que foram restaurados subsequentemente.



Figura 3 - Dente preparado posicionado no hemi-arco

4.2.6 - Procedimento Restaurador

Seguiu-se protocolo dos 3 incrementos de Lutz, em 1986, com utilização de matriz metálica pré-contornada (Palodente) (Bertolotti em 1991) e cunhas de madeira (figura 4). Segue descrição detalhada dos procedimento restauradores:

1º - Espécimes restaurados com compósito de alta viscosidade (Filtek P60):

Inicialmente realizou-se uma limpeza das cavidades com uma solução catiônica (Tergentol), visando eliminar detritos e impurezas decorrentes da manipulação e preparação dos espécimes. Realizou-se o condicionamento ácido obedecendo ao tempo específico para esmalte (30 segundos) e dentina (15 segundos). Em seguida, promoveu-se rinsagem do ácido com jatos de água por tempo mínimo de 20 segundos. Secagem realizada com cones de papel absorventes estéreis (2ª série – Roeko) com muita parcimônia para não desidratar a dentina. O sistema adesivo foi aplicado com pincel descartável (Black Mini Brush – Ultradent) em toda a extensão do preparo, em seguida, um leve jato de ar foi aplicado após 20 segundos. Foi feita a fotopolimerização utilizando um aparelho Optilux 401 (Demetron) por 30 segundos para a primeira e segunda camadas para que o substrato ficasse com aparência brilhante. Os incrementos seguirão a técnica de Lutz, em 1986, utilizando-se um instrumento metálico específico para resina da série Goldstein flexi-thin (Hu-Friedy). As cavidades proximais foram restauradas usando-se 3 incrementos distintos, 1º na parede cervical (de 2mm de espessura seguindo marcações graduadas de 2mm nas paredes vestibulares e linguais dos preparos como referência para colocação do primeiro incremento, 2º na parede lingual e 3º na parede vestibular) polimerizado por 60 segundos usando o mesmo aparelho. Foi utilizado matrizes metálicas pré-contornadas (Palodente) e cunhas de madeiras. Após a restauração, os dentes ficaram uma semana armazenados em água deionizada em temperatura ambiente. A seguir, utilizou-se um sistema de acabamento e polimento por tiras de lixa (3M). Todas as restaurações foram avaliadas através da lupa 2X de aumento antes de serem consideradas aptas aos processos de ensaios mecânico.

2º - Espécimes restaurados com compósito de alta viscosidade (Filtek P60) associado com compósito baixa viscosidade (Filtek Flow) :

O procedimento restaurador foi exatamente igual ao usado para o compósito Filtek P60, exceto na inserção do primeiro incremento, neste caso foi usado o compósito Filtek Flow com auxílio de uma ponta plástica encaixada em uma seringa dispensadora.

3º - Espécimes restaurados com compósito de alta viscosidade (Filtek P60) associado com ionômero de vidro modificado por resina (Vitremer) :

Inicialmente realizou-se uma limpeza das cavidades com uma solução catiônica (Tergentol), visando eliminar detritos e impurezas decorrentes da manipulação e preparação dos espécimes. Adaptou-se o sistema de matriz metálica da Palodente com estabilização de cunha de madeira. Aplicação do “*primer*” por 30 segundos, em seguida, aplicou-se um leve jato de ar, a fotopolimerização do “*primer*” ocorreu por 20 segundos através do polimerizador Optilux 401 (Demetron). Após a agitação do pó, dosagem na placa de vidro do líquido e do pó na proporção recomendada pelo fabricante 1:1, manipulou-se o material durante um tempo máximo de 45 segundos, utilizando-se espátula número 24, a introdução com ponta descartável da seringa dispensadora. A inserção do material na cavidade foi feita em único incremento, contido por uma matriz metálica da Palodente (semelhança da técnica com Filtek Flow). Fotopolimerização do material por 40 segundos com aplicação do agente de proteção superficial. Fotopolimerização do agente de proteção superficial por 20 segundos. Em seguida, seguiu-se a restauração do restante da cavidade com compósito Filtek P60, seguindo rigorosamente o procedimento descrito na técnica de restauração para o compósito Filtek P60.

4º - Espécimes restaurados com compósito de alta viscosidade (Filtek P60) associado com compósito modificado por poliácidos (Dyract AP) :

O procedimento restaurador foi exatamente igual ao usado para o compósito Filtek P60, exceto na inserção do primeiro incremento, neste caso foi usado Dyract AP com auxílio de uma seringa dispensadora.

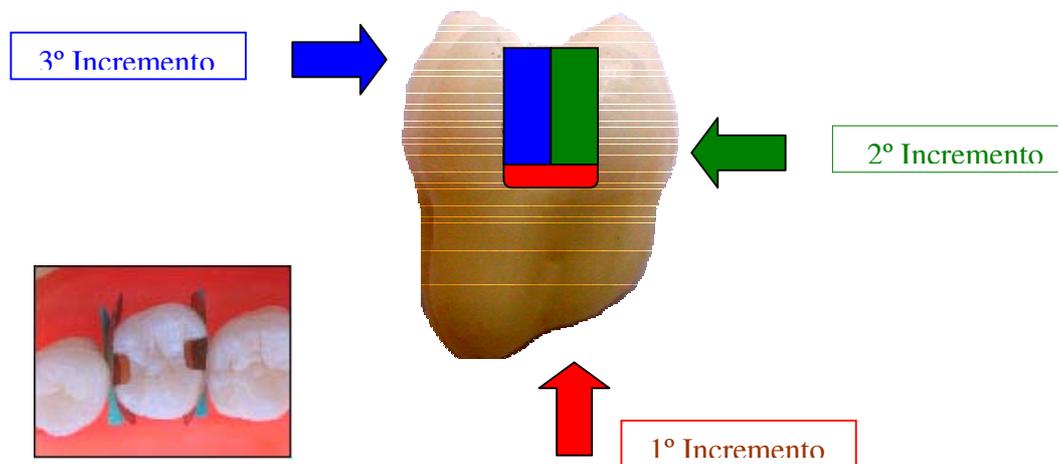


Figura 4- Procedimento restaurador

4.2.7 -Simulação do ligamento periodontal e inclusão

Objetivando criar uma condição próxima a encontrada clinicamente, procurou-se simular artificialmente a compressibilidade do ligamento periodontal. Os dentes tiveram suas raízes envolvidas por uma camada de cera 7 (Uraby) conseguida ao mergulhar as mesmas em um recipiente de aço inoxidável contendo cera derretida a uma temperatura de 65° C de uma só vez e não por mais de um segundo e em seguida em água fria. Por fim as espessuras em torno das raízes foram aferidas visando uma camada uniforme de 0,2 a 0,3 milímetros em torno das raízes (Coolidge em 1937). Com o auxílio de uma espátula Le Cron (Duflex), a cera foi cortada à altura de 2 mm aquém na JEC objetivando demarcar a área de fulcro para a realização dos ensaios mecânicos (Yettram *et al.*, em 1976, e Kuroe *et al.*, em 2000). Depois os dentes foram incluídos em resina acrílica autopolimerizável (Clássico) até a altura demarcada pela cera (2mm aquém da JEC). A resina foi contida em tubos cilíndricos de PVC (Tigre) com diâmetro de 21mm por 25mm de altura. Para isso, foi utilizado um delineador (Bioart) de tal sorte, que suas cúspides ficaram rigorosamente paralelas à base dos cones de PVC e, assim, a carga proveniente da máquina de ensaios

(EMIC MF dl 500) foi dividida igualmente entre as cúspides (Davidson & Abdalla em 1994, e Radaal em 1979). A seguir, objetivando simular a compressibilidade do ligamento periodontal, os dentes foram removidos da resina acrílica e a cera substituída por um material de moldagem à base de Polieter Impregum F (3M-Espe) associado ao seu adesivo. O sistema adesivo foi aplicado nas raízes dos dentes e no negativo que foi criado quando as raízes foram incluídas na resina acrílica contida nos cones de PVC. Os excessos do Polieter foram removidos com o auxílio de espátula Le Cron em nível da área demarcada anteriormente como fulcro (Scharnagl em 1998) .

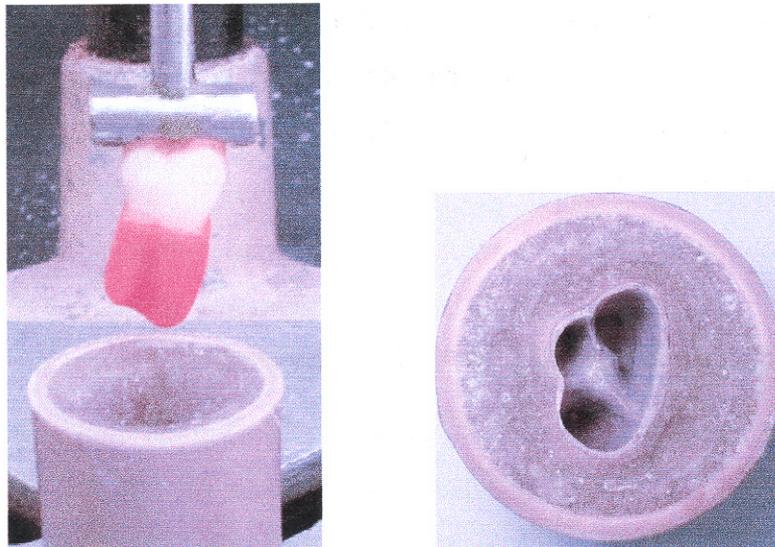


Figura 5 – Preparo do espécime para receber o carregamento

4.2.8 – Ensaio Mecânico

Após o acabamento das restaurações, os dentes foram armazenados em água deionizada por 7 dias. Incluídos em suas respectivas bases de PVC, e sempre mantidos em água deionizada, foram submetidos ao ensaio mecânico, no qual utilizou-se um dispositivo com forma cilíndrica de 5 milímetros de diâmetro (Raadal em 1979), (figura 6) adaptada em uma Máquina Universal de Ensaios (EMIC MF dl 500) gerenciada por um software (TESC versão 1.08) que permite a elaboração de “*script*” variados. Foram elaborados ensaios

mecânicos que corresponderam a 4000 ciclos de carregamentos com 150N de intensidade com 1 segundo de duração, divididos aleatoriamente em 40 ciclos cada um (Sampaio, em 2000 e Campos, em 2001). Removidos, os dentes foram secos com lenços de papel e impermeabilizados com duas camadas uniformes de esmalte vermelho para unha (Colorama), que cobriram todas superfícies do dente e da restauração com exceção das margens cervical, vestibular e lingual das restaurações em um limite de 1mm demarcado com um paquímetro (Alani & Toh, em 1997 e Goracci *et al.*, em 1996). Em seguida, os dentes foram imersos numa solução aquosa de nitrato de prata a 50% por um período de 24 horas e fixado por 30 minutos em solução reveladora (Donly *et al.*, em 1990 e Taylor & Lynch, em 1992). Decorrido o período de tempo de fixação do corante, os dentes foram removidos da solução e lavados em água corrente para remoção dos excessos de corante. Em seguida, os dentes foram cuidadosamente seccionados, seguindo o diâmetro méso-distal, com um disco diamantado fino e serrilhado nº 946.104.180 (Komet), (figura 7) em baixa rotação com abundante irrigação de jatos de água. Após os cortes, as duas metades foram avaliadas quanto a penetração do corante na interface dente-restauração das paredes cervicais das caixas proximais



Figura 6 - Espécime recebendo o carregamento oclusal



Figura 7 – Disco diamantado serrilhado.

4.2.9 – Análises dos Resultados

Para análise da infiltração marginal, a visualização dos espécimes foi realizada com auxílio de 2 avaliadores previamente treinados, deixando-se um terceiro avaliador para um eventual desempate. Foi usado para tal avaliação uma lupa estereoscópica (Olympus) com aumento de 40 vezes. O critério de avaliação consistia em atribuir escores de 0 a 3 de acordo com a extensão da penetração do corante nas margens cervicais das restaurações proximais, da seguinte forma (Besnos, em 2001 e Loguercio, em 2004) :

0 = ausência de penetração (figura 8a).

1 = penetração até a metade da extensão da parede cervical considerada leve (figura 8b).

2 = penetração em toda a extensão da parede cervical sem alcançar a parede

axial; considerada moderada (figura 8c).

3 = penetração em toda a extensão da parede cervical alcançando a parede axial; considerada severa (figura 8d).

Os escores obtidos no experimento foram submetidos à análise estatística pelos testes não-paramétricos de: Wilcoxon, Kruskal-Wallis e Mann-Whitney em nível de significância de 5 %.

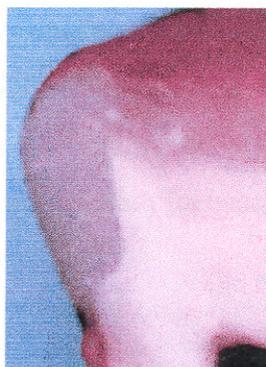
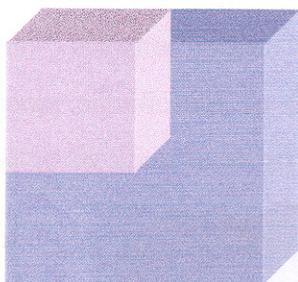


Figura 8a - Escore 0 (ausente)

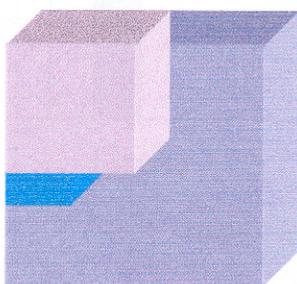


Figura 8 b - Escore 1 (leve)

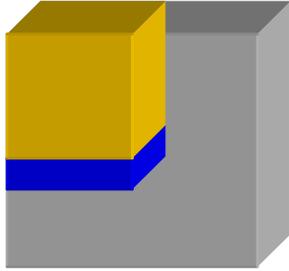


Figura 8 c - Escore 2 (moderado)

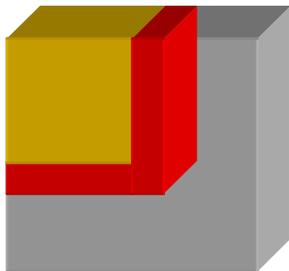


Figura 8 d - Escore 3 (severo)

RESULTADOS

5.1- Teste de Wilcoxon:

Avaliou o grau de microinfiltração entre o esmalte e dentina no grupo controle e teste. Mostrou que em todos os tipos de materiais testados, encontrou-se diferenças estatisticamente significativas ($p < 0,05$) do grau de microinfiltração em relação ao local do dente (esmalte e dentina) em ambos os grupos, sendo os maiores escores encontrados em dentina.

5.1- Teste de Mann-Whitney:

Avaliou o grau de microinfiltração entre o esmalte do grupo controle e esmalte do grupo teste após o carregamento oclusal e igualmente com a dentina. O teste de Mann-Whitney, no esmalte, para todos os materiais, foram encontradas diferenças estatisticamente significante ($p < 0,005$) e na dentina, só não foi encontrada diferença estatisticamente significante no grupo do material Flow.

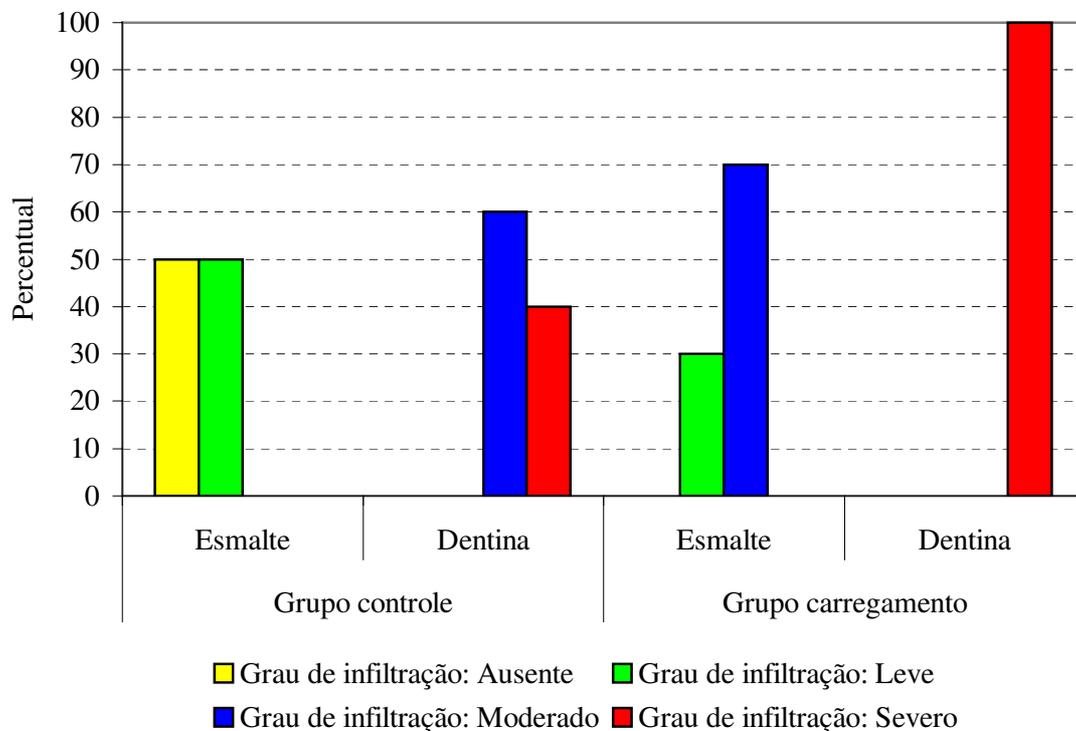


Figura 9 – Percentual do grau de microinfiltração por local (esmalte e dentina) e grupo, usando o materia Filtek P60.

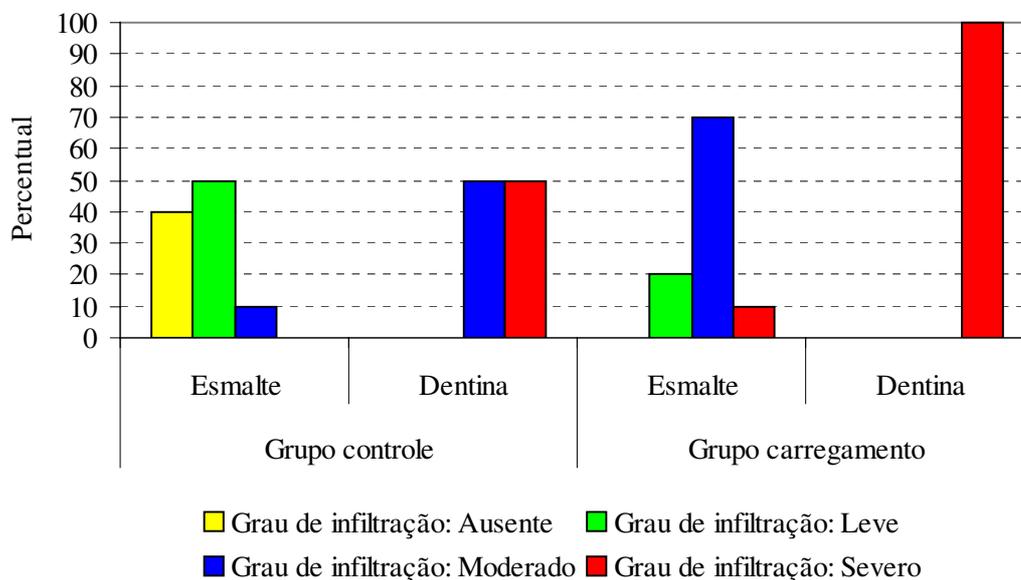


Figura 10- Percentual do grau de microinfiltração entre os locais (esmalte e dentina) por grupo, usando o material Filtek Flow.

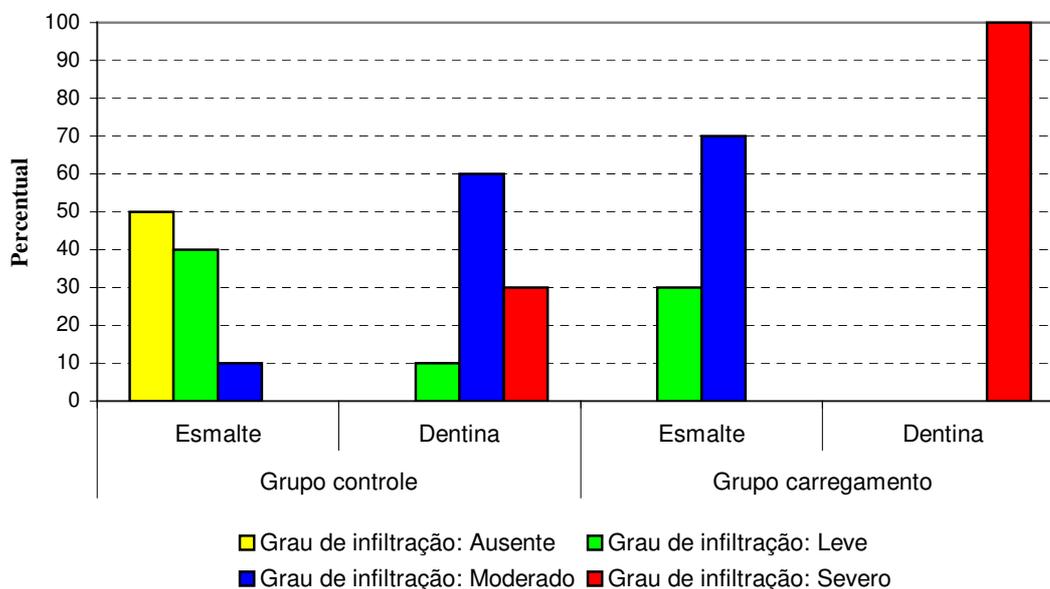


Figura 11- Percentual do grau de microinfiltração por local (esmalte e dentina) e grupo, usando o material Dyract AP.

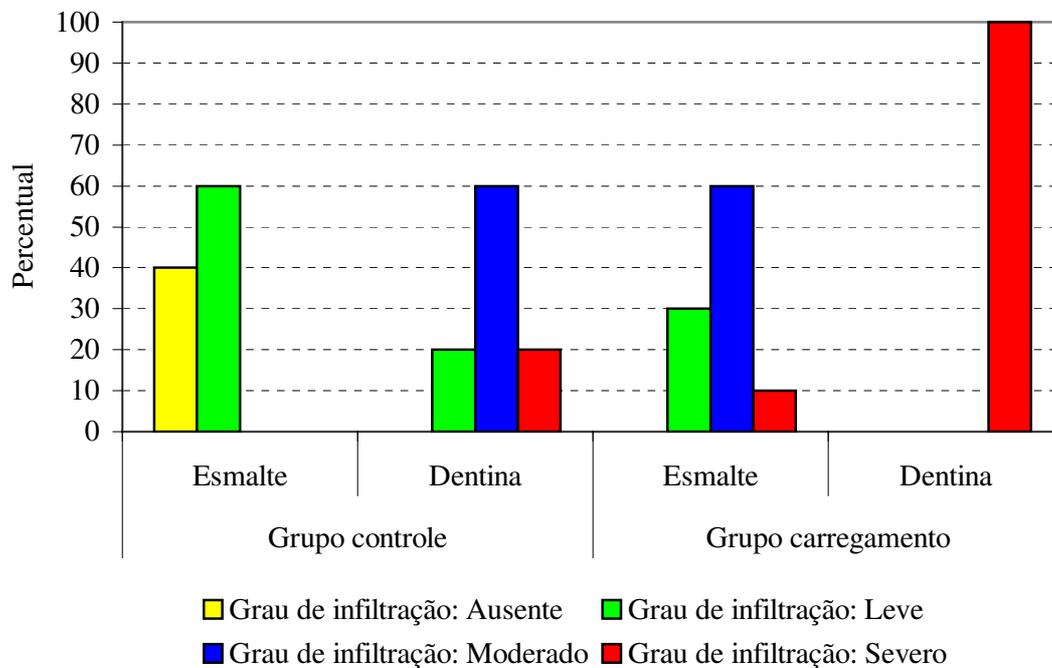


Figura 12- Percentual do grau de microinfiltração por local (esmalte e dentina) e grupo, usando o material Vitremer.

5.1- Teste de Kruskal-Wallis:

Comparou o grau de microinfiltração entre os materiais testados tanto no grupo controle e teste. Não detectou nenhuma diferença estatisticamente significativa do grau de infiltração (0=ausente, 1= Leve, 2= Moderada e 3= Severo) entre os quatro materiais estudados (1=P60, 2=Flow, 3=Dyract AP e 4=Vitremer) com um nível de significância de 5%.

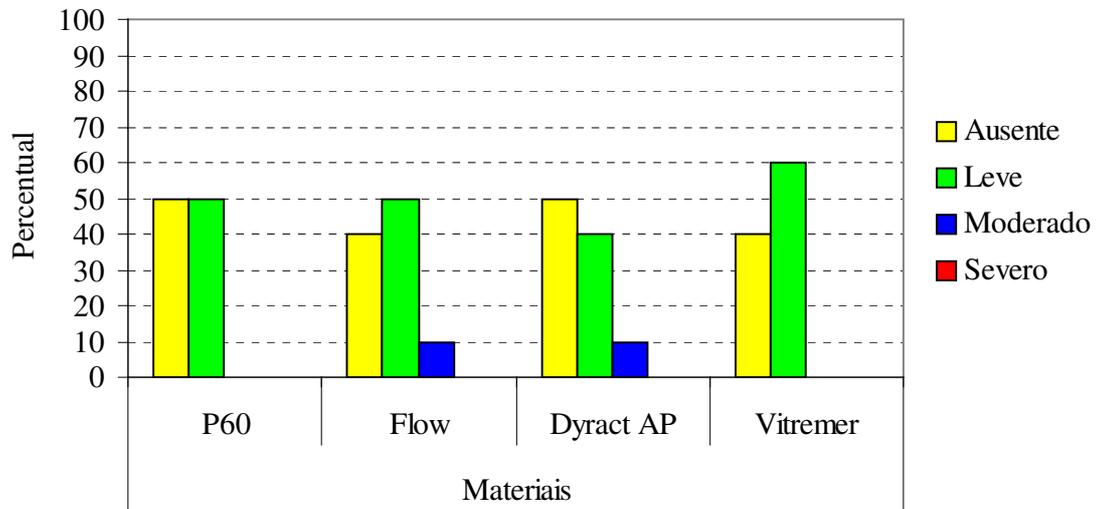


Figura 13 - Distribuição de frequência do grau de microinfiltração por material no grupo controle em esmalte.

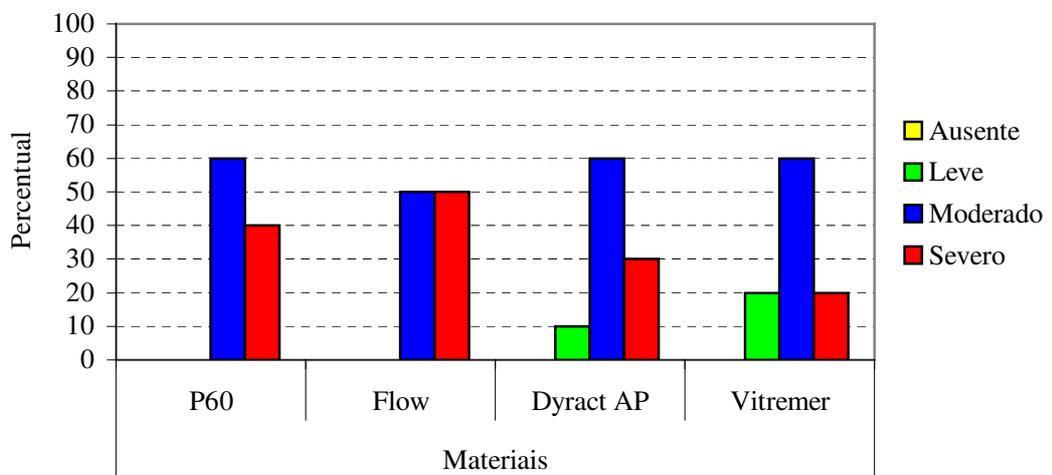


Figura 14- Distribuição de frequência do grau de microinfiltração por material no grupo controle em dentina.

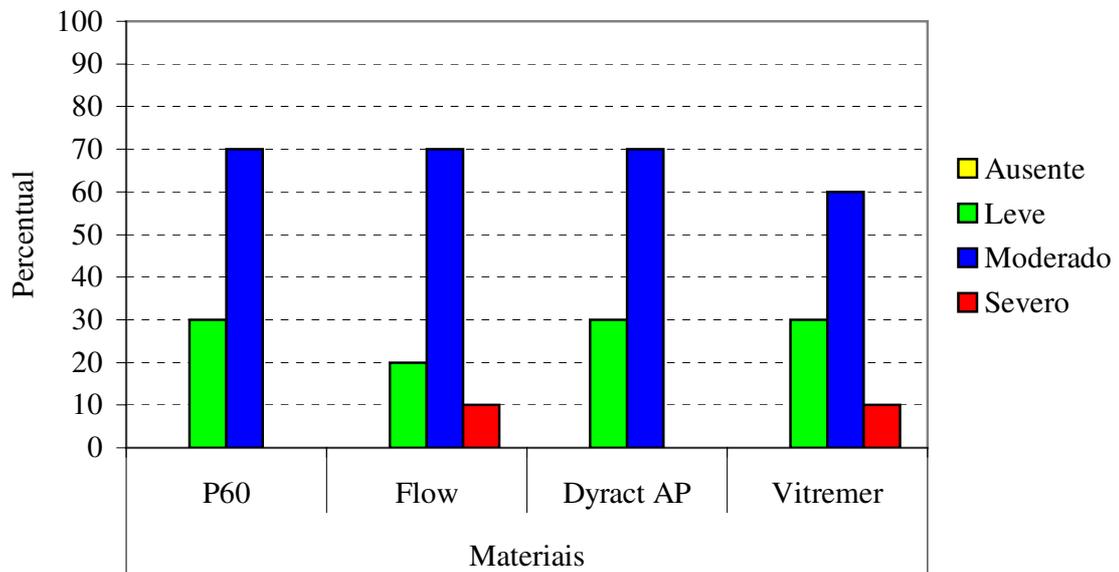


Figura 15 - Distribuição de frequência do grau de microinfiltração por material no grupo carregamento em esmalte.

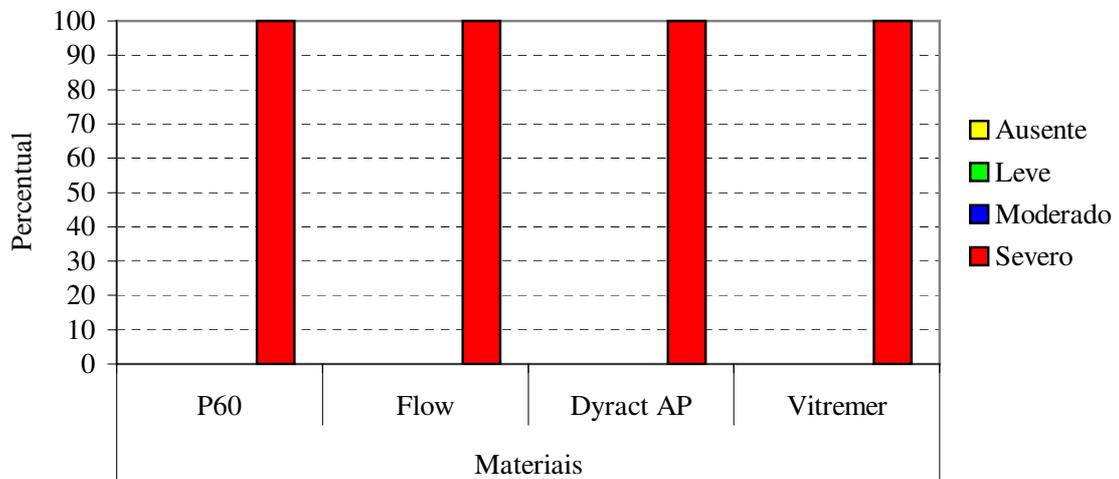


Figura 16 – Distribuição de frequência do grau de microinfiltração por material no grupo carregamento em dentina.

DISCUSSÃO

Para o presente estudo foram escolhidos dentes humanos do grupo dos terceiros molares superiores, por entender que estes dentes permitem analisar resultados no estudo “*in-vitro*” mais próximo aos que encontraremos na clínica, e esses elementos atualmente recebem freqüentemente restaurações diretas classe II em compósito. Além disso, foi solicitado aos profissionais que extraíram os dentes especial cuidado para evitar fraturas, trincas ou qualquer outra avaria ao esmalte destes dentes, que pudesse prejudicar o experimento.

Em que pese a imersão das amostras no Timol à 0,5 % não ser suficiente para garantir a esterilização dos dentes, também não afeta negativamente nas propriedades físicas, químicas e mecânicas, necessárias à realização dos ensaios mecânicos (De Wald em 1997). Durante todas as fases do experimento os espécimes foram armazenados em água deionizada, por entender, ser esse líquido o mais isento e inerte possível para os dentes.

A escolha por cavidades proximais tipo classe II, segundo estudo de Mjör em 1998, concluiu que essa região é mais propensa a reincidência de cárie pelas dificuldades técnicas de realização de uma restauração proximal e pelas dificuldades de acesso para os procedimentos de higiene e controle. Um maior acúmulo de placa nessa região contribui para os resultados observados.

A padronização dos preparos, bem como sua localização, tem por objetivo: eliminar variáveis que não sejam a influência do carregamento oclusal, facilitar o corte dos espécimes, facilitar a análise dos escores e facilitar a técnica restauradora. O preparo realizado não recebeu nenhum tipo de terminação em bisel, em virtude de avaliar como se comportaria essas margens restauradas com: compósitos de alta e baixa viscosidade, cimento de ionômero de vidro modificado por resina e resina modificado por poliácidos submetidos a carregamento oclusal cíclico, apesar dos achados de Dietsch & Spreafico, em 1997 e Holan *et al.*, 1997 demonstrarem uma melhora significativa no vedamento marginal das restaurações em compósito quando biseis eram confeccionados.

O procedimento restaurador também foi padronizado e executado sempre pelo mesmo operador, permitindo o máximo de coincidências operatórias e mínimo de falhas não controláveis. Foi escolhida a técnica restauradora preconizada por Lutz *et al.*, em 1986, sobretudo, para padronizar o procedimento restaurador e por entender que quanto menor o incremento inserido à cavidade menor será a tensão ocorrida na união adesiva durante a contração de polimerização inerente a esses materiais. Achados de Affleck *et al.*, em 1999, apontaram para o risco de usar incremento único em procedimentos restauradores com compósitos, à medida em que os índices de microinfiltração são mais severos, comparados com técnicas restauradoras que utilizavam vários incrementos menores. Prati & Montanari, em 1989, relataram que é mais relevante a técnica incremental, que as dimensões da cavidade. Jörgensen & Hisamitsu, em 1984; Donly & Jensen, em 1986; Tjan *et al.*, em 1992; Eakle & Ito, em 1990 e Dietschi & Spreafico, em 1997 observaram relevância na técnica incremental sobre a técnica com incremento único com vantagem de minimizar efeitos da contração de polimerização nos compósitos, sobretudo, diminuindo o efeito do fator-C que segundo Davidson, em 1986; Davidson *et al.*, em 1984; Feilzer *et al.*, em 1987; Carvalho, em 1996; Davidson & Feilzer, em 1997; Davidson, em 1998; Versluis *et al.*, em 1998 e Uribe-Echevarria *et al.*, em 1999 demonstraram, quanto maior a superfície aderida do material as paredes do preparo, maior será a tensão gerada na interface dente/restauração, por conseguinte, maior chances de microinfiltração.

Em que pese estudos de Lutz *et al.*, em 1992, comprovarem excelentes resultados com uso de matrizes transparentes, optou-se por utilização de matriz metálica pré-conformada (Palodente) seguindo trabalho de Bertolotti em 1991, por acreditar que os requisitos de uma boa matriz são: propiciar um contorno adequado da face proximal à ser restaurada, permitir apoio ao material restaurador, ter uma adaptação adequada as margens do preparo e, sobretudo, permitir após sua remoção uma superfície lisa do material. Todos esses critérios foram alcançados com uso da matriz metálica. É importante observar que após as restaurações os dentes foram mantidos sempre hidratados, evitando assim possíveis alterações e mantendo o máximo suas propriedades físicas e mecânica, segundo observações de Abdalla & Davidson, em 1993 e Lino Carracho *et al.*, em 1991.

A utilização de corantes como elementos de penetração para avaliar a microinfiltração é enormemente utilizada na literatura mundial, levantamento da literatura

realizado por Alani & Toh, em 1997, mostrou existir inúmeras formas de detectar microinfiltração ao redor das restaurações, e sugeriram utilização dos pigmentos como sendo um método de relevância considerável. A literatura mostra-se repleta de opções de corantes a serem empregados nos testes de microinfiltração, como: azul de metileno usado por Raadal em 1979, Walshaw & Mcomb em 1998, Miranda Júnior *et al.* em 1999, Francci em 1999; rodamina-B por Vieira em 1988; fucsina básica por Lutz *et al.* em 1992, Pereti Neto em 1992, Gonçalves em 1996, Russel & Mazer em 1998 ; eritrosina B por Prati em 1989 e nitrato de prata por Eakle & Nakamoto em 1989, Eakle & Ito em 1990, Caputto *et al.* em 1998. Seguindo trabalho de Eakle & Nakamoto em 1989, Eakle & Ito em 1990 e Taylor & Linch em 1992, optou-se pela utilização do nitrato de prata em virtude do seu baixo peso molecular. Este corante permite um excelente poder de difusibilidade na interface material restaurador/parede cervical do preparo. Sua fixação ao substrato dentário permite fácil visualização dos escores, evitando principalmente que durante o corte dos espécimes o corante venha se disseminar sobre outras áreas do substrato dentário podendo levar a possíveis falhas de interpretação. Taylor & Lynch, em 1992, indicaram que a imersão em nitrato de prata é precisa, uma vez que o íon tem um diâmetro pequeno (0,059 nm) se comparado com o tamanho de uma bactéria padrão (0,5 a 1,0 µm). Ressaltando ser esse método o mais popular no estudo da microinfiltração, no entanto, trata-se de um método altamente subjetivo e sensível, a interpretação de seus resultados deve ser feita de forma padronizada.

Considerando uma correlação mais próxima das situações clínicas encontradas nos pacientes, procurou-se reproduzir as condições de compressibilidade do ligamento periodontal. Na medida que os dentes sofrem cargas axiais oclusal fisiológica no seu longo eixo, o sistema de proteção do conjunto ligamento periodontal/osso alveolar, promovem a necessária e mínima intrusão da raiz para dentro do ligamento periodontal, propiciando dissipação das cargas oclusais em direção ao osso alveolar. Essa condição fisiológica denota, uma perfeita sintonia do fluído ligamentar com o trabeculado e canais ósseos, permitindo dessa forma que o ligamento periodontal diminua sua espessura, podendo desta sorte, dissipar e proteger o complexo periodontal. Quando essa harmonia é afetada por cargas oclusas excessivas e ou fora do longo eixo estando associadas ou não, provocam uma reação protetora do complexo periodontal aumentando sua espessura, como mostra

Coolidge, em 1937, relatando que dentes com esforços oclusais excessivos e mal-posicionados apresentam maiores espessuras de ligamento periodontal. Mühlemann, em 1960, avaliando a mobilidade dental, observou diferenças também entre faixas etárias, sendo as maiores mobilidades em crianças e adultos jovens; e também ligeiramente maior nas mulheres, sobretudo, se as mesmas estiverem grávidas. Essa complexa e perfeita compressibilidade do ligamento periodontal vem corroborar a relevância de conseguir mesmo que de forma simples essa condição fisiológica nos estudos “*in-vitro*” . Analisando esta relação a luz do paradigma da dissipação de cargas oclusas do periodonto, o presente estudo procurou simular “*in-vitro*” essa condição onde a compressibilidade pudesse ser introduzida e permitisse ensaios mecânicos de carregamento oclusal mais próximo aos encontrados clinicamente. Balisado no trabalho de Scharnagl em 1998, o Poliéter (Impregun F), associado ao seu sistema adesivo mostrou os melhores resultados, ressaltando ainda, ser condição imperativa o uso de ligamento periodontal artificial para reproduzir as características clínicas na aplicação de tensões em trabalhos ” *in-vitro*”.

A investigação da infiltração na interface dente/material restaurador vem sendo intensamente estudada através dos tempos. Procura-se avaliar inúmeras variáveis relevantes ao sucesso ou insucessos de restaurações de compósito, como: materiais restauradores, materiais forradores, técnicas de inserção, tipos de fotopolimerização. A literatura apresenta inúmeros estudos neste sentido como Kidd em 1976, Shortall em 1982, Vieira em 1988, Eakle & Nakamoto em 1989, Prati em 1989, Pashley em 1990, Wend *et al.* em 1992, Taylor & Lynch em 1993, Wells *et al.* 1998, Walshaw & Mcomb em 1998, Tung *et al.* 2000. Notoriamente o vedamento hermético da interface substrato/material restaurador é clinicamente impossível de ser feito, o fenômeno da infiltração estudado “*in-vitro*” procura determinar quanto de corante consegue efetivamente penetrar na interface. Após o corte do espécime consegue-se observar através de lupa o padrão subjetivo da microinfiltração como estudos de Alani & Toh em 1997, Galan & Busato em 1982, e por suposição imagina-se que o mesmo possa ocorrer “*in-vivo*”, em que pese que clinicamente não podemos dispor do corante e tão pouco corte do dente para visualização da suposta infiltração. O usual é uma análise visual através da margem quando ela é acessível ou utilizamos instrumentais como sondas para uma exploração auspiciosa de prováveis defeitos e ou falhas de material junto a margem da restauração preconizada por Abdalla & Davidson em 1993. Contudo,

não é necessário presença de falhas detectáveis para supor se uma margem está livre ou não de infiltração, ela é inerente a qualquer material restaurador, o cuidado é impedir a todo custo a instalação de biofilme bacteriano com potencial cariogênico, associado a presença de sacarose. Com objetivo de melhorar a metodologia dos estudos de microinfiltração por corantes foi instituído o uso do Microscópio eletrônico de varredura, como estudo de Wells *et al.* em 1998, considerando a alta capacidade de visualização de mínimas falhas como Jorgensen em 1970, Krejci *et al.* em 1988. Entretanto, essa técnica foi desaconselhada devido ao seu elevado potencial de erro com alertado por Kidd em 1976, Alani & Toh em 1997, Galan & Busato em 1982. Os espécimes, para serem submetidas ao MEV, sofrem uma secagem severa e são submetidas a altas temperaturas. As rachaduras previstas que aparecem durante o exame, podem ser confundidas com falhas de material criando artefatos de técnica incompatíveis com uma análise correta, salientada por Asmussen em 1974. Além de trabalhoso, é excessivamente dispendioso como ressalta Alani & Toh em 1997, Gale & Darvell em 1999.

Com relação a metodologia de envelhecimento das restaurações, como a termociclagem e o carregamento oclusal, optou-se por não submeter os espécimes a termociclagem em virtude da grande divergência na literatura a respeito da maneira mais adequada de realizar, assim como da pertinência ou não segundo observação de Alani & Toh em 1997. Inúmeros autores, tais como Lino Carracho *et al.*, em 1991, Chan & Jones em 1994, Rossomando & Wendt em 1995 e Gonçalves em 1996 mostram não haver diferença estatística significativa no que concerne a microinfiltração dos espécimes termocicladadas ou não. Entretanto, autores como Crim *et al.*, em 1985 e Robinson *et al.*, em 1987 demonstraram exatamente o oposto, espécimes termociclados tiveram aumento na penetração do corante significativamente maior do que às que não sofreram tal tratamento. Os autores com Yu *et al.* em 1990, advogaram que a termociclagem não é uma conduta adequada para avaliar a microinfiltração em restaurações em compósito, apontam como principal causa para o desajuste das restaurações e início da microinfiltração a contração de polimerização inerentes aos compósitos, e que a variação térmica tanto “*in-vitro*” ou “*in-vivo*” não teria a menor relevância, pois à medida em que se tem uma enormes de variáveis incontroláveis e sobretudo, sabe-se que compósitos são bons isolantes térmicos, endossado por Asmussen em 1974 que sugeriu que variações de temperatura sofridas pelo compósito

na cavidade oral não teria tanta relevância em relação a microinfiltração. Seguindo o mesmo pensamento Wendt *et al.* em 1992 e Chan & Jones em 1994, apontaram que a termociclagem não influenciaria na diferença de expansão térmica dos compósitos; já que não existe até o momento um material com o coeficiente de expansão térmica linear igual ao dente. A constante troca de temperatura na boca exigiria do dente e do material restaurador um trabalho de contração e expansão que sendo diferentes entre si, provocariam tensão na interface com suposto rompimento da ligação adesiva, segundo achados de Asmussen em 1974, Crim *et al.* em 1985 e Lino Carracho em 1991. Entretanto, estudos de Miranda Junior em 1999, Mazer & Russel em 1999 e Tung *et al.* em 2000 mostraram que associando material resinoso de baixo módulo de elasticidade, e segundo Prati em 1989, Lutz *et al.* em 1986, Donly *et al.* em 1990 e Abdalla & Davidson em 1993 associando cimento de ionômero de vidro à parede cervical de restaurações em compósito, diminuiria consideravelmente a microinfiltração cervical das restaurações.

Em relação ao envelhecimento mecânico, onde utiliza-se o carregamento oclusal cíclico para avaliar o comportamento das restaurações em relação a microinfiltração, praticamente há consenso na literatura, à medida que se observa aumento do índice de microinfiltração quando os espécimes são submetidos a carregamento oclusal, independente da magnitude da força. Estudos de Mandras *et al.* em 1991, Pereti Neto em 1992, Lundin & Norén em 1991 corroboram a tese de que dentes com restaurações de compósito, quando submetidos a carregamento oclusal aumentam sensivelmente seus níveis de selamento cervical e por conseguinte aumentam as chances de sofrerem microinfiltrações. O mesmo já não ocorre em relação a carga mecânica exercida nos testes, não existe um padrão universal, não há controle da origem dos dentes, o sexo, idade, solicitação mecânica sofrida durante a vida daquele dente, as variáveis biológicas são enormes: força mastigatória do homem, estudada por Helkimo & Ingervall em 1978, da mulher, como Waltimo & Kononen em 1993, do adolescente da criança, idade dos pacientes como sugere Howell & Manly em 1948 relatando existir variação da força oclusal em diferentes idades, tipo de alimento, se hábitos parafuncionais ocorrem ou não. A literatura é repleta de diferentes tipos de metodologias, como aponta Kiliaridis *et al.* em 1993, quando constaram diferentes magnitudes de cargas oclusais para molares em torno de 470 Newton à 807 Newton. Entretanto, achados de Fields *et al.* em 1986, chamaram

atenção, no sentido de que outros estudos semelhantes, tiveram resultados inconscientes e conflitantes, ressaltando principalmente a falta de controle das variáveis tais como idade, sexo, metodologias, características da dentição, extensão da abertura de boca, posição postural da cabeça, registros de mordida unilaterais e bilaterais. No que concerne a intensidade de carregamento oclusal, muita variação de metodologias são encontradas. Por existir inúmeros protocolos de ciclagem mecânica na literatura, optou-se por seguir metodologia usada por Sampaio em 2000 e Campos em 2001, pois demonstraram relevância, à medida que seus resultados encontraram sintonia com muitos trabalhos da literatura mundial como os de Mandras *et al.* em 1991, Pereti Neto em 1992, Lundin & Norén em 1991, onde mostraram que os espécimes que sofreram carregamento oclusal cíclico permitiram maiores índices de microinfiltração comparado com as não submetidas.

Este estudo procurou avaliar, principalmente o comportamento de alguns materiais inseridos à parede cervical de restaurações classe II, visando observar “*in-vitro*” a microinfiltração, frente a penetração do corante (nitrato de prata), objetivando representar uma dificuldade clínica inerente a qualquer procedimento restaurador, a indesejável microinfiltração através da interface dente/material restaurador, pesquisada é descrita por Kidd em 1976, como uma penetração imperceptível de microorganismos e seus subprodutos, moléculas, fluídos, ou íons através da interface dente/material restaurador, que notoriamente nenhum sistema restaurador até os dias atuais consegue evitar plenamente, sobretudo, desencadeando uma série de dificuldades tais como: manchamentos marginais, sintomatologia dolorosa pós-operatória, lesões cariosas recidivantes e invariavelmente levando a comprometimentos reversíveis e irreversíveis ao órgão pulpar. Considerando essa dificuldade clínica um fenômeno inexorável a qualquer material restaurador e de difícil solução, e na maioria dos casos ocasionada por intercorrências inerentes a própria técnica restauradora associada a características peculiares ao material restaurador (compósito) levando o material a sofrer uma contração durante a sua polimerização, promovendo afastamento da parede cavitária e conseqüentemente levando uma adaptação defeituosa. Invariavelmente ocorre associada a esse evento a falta de prática do profissional que potencializa o efeito indesejável da microinfiltração.

Considerando o universo de variáveis relacionadas a microinfiltração, podemos apontar: contração de polimerização do compósito avaliada por Jorgensen *et al* em 1975,

Carvalho *et al.* em 1996, Davidson & Filzer em 1997, Davidson em 1998 e Versluis *et al.* em 1998; direcionamento da contração estudado por Feilzer *et al.* em 1987 e Rueggeberg em 1994; uso de matriz avaliada por Hassan *et al.* em 1987, Bertolotti em 1991 e Crim & Chapman em 1994; quantidade de carga inorgânica no compósito estudada por Raadal em 1979, Retief em 1994 e Versluis *et al.* em 1998; tempo de armazenamento estudado por Retief *et al.* em 1989, Lino Carracho *et al.* em 1991 e Hilton *et al.* em 1997; controle de umidade do substrato avaliada por Fusayama *et al.* em 1979, Kanca & Gwinnett em 1994, Pashley *et al.* em 1978 e Pashley *et al.* em 1993; escoamento do compósito (reologia) avaliada por Hansen em 1982, Ferrari em 1994 e Perdigão em 1996. Além disso Fator de configuração cavitário (fator-C) estudado por Jörgensen *et al.* em 1975 e posteriormente avaliada por Davidson & De Gee em 1984, Davidson em 1986, Feilzer *et al.* em 1987, Feilzer em 1995, Carvalho *et al.* em 1996, Davidson & Filzer em 1997 e Davidson em 1998 observaram relação direta entre contração de polimerização e fator de configuração cavitário, e que quanto maior o número de paredes relacionadas com o compósito, maior será a tensão gerada e por conseguinte, maior contração de polimerização. Trabalho de Yoshikawa em 1999(a,b) demonstram que dependendo da profundidade e o fator de configuração cavitário influenciaria negativamente na força de união dos sistemas adesivos. A velocidade de polimerização estudada por Takamisu em 1988, Sakaguchi *et al.* em 1992, Feilzer *et al.* em 1995; Suh em 1998 e Löesche em 1999 relatam que a velocidade de polimerização está relacionada diretamente com o escoamento dos compósitos e por conseguinte, com a contração de polimerização; ou seja quanto maior intensidade da luz, maior será a viscosidade, menor o escoamento e, portanto, maior contração. Para tentar diminuir o efeito de contração dos compósito, parece lícito afirmar, que se diminuir a intensidade de luz, diminuiria o efeito da contração; entretanto, diminui-se também segundo Peutzfeld *et al.* em 1994 o grau de conversão dos compósitos reduzindo as propriedades mecânicas do material. Apesar de Hansen & Asmussen em 1993(a,b) não acharem relação direta entre a intensidade de luz e propriedades mecânicas dos compósitos, Rueggeberg *et al.* em 1994 e Rueggeberg & Jordan em 1993 sugeriram que em virtude desta diminuição da resistência do compósito frente a diminuição da intensidade, se aumentasse o tempo de polimerização, utilizando aparelhos que fizessem polimerização gradual, alternando baixa frequência com alta frequência de polimerização segundo

Goracci *et al.* em 1996 e Koran & Kürschner em 1998. Entretanto, resalta Yearn em 1985 que, à medida em que as camadas mais superficiais adquiriram máxima polimerização seria difícil estender a polimerização às camadas mais profundas, através do aumento do tempo de exposição, já que a luz teria dificuldade de chegar a essas camadas. O mesmo autor afirma ainda que a fonte de luz deveria ser localizada o mais próximo possível do material. Técnica restauradora incremental estudada por Lutz *et al.* em 1986 e corroborada por Polack em 1987, Dietschi em 1995, Wieczkowski Júnior em 1998 e Tjan *et al.* em 1992 mostraram que a colocação de incrementos pequenos na cavidade melhora substancialmente a qualidade da adaptação, principalmente na parede cervical. Parece lícito afirmar que à medida em que se diminui o volume de material colocado na cavidade, reduz-se substancialmente os transtornos inerentes que esse material causaria, qual seja, melhorar-se-ia o escoamento, garantindo a efetiva polimerização do material, com diminuição da tensão na união adesiva ocorrida durante a contração de polimerização.

Com base nos resultados da primeira hipótese que procurou responder se existe ou não diferença de desempenho dos materiais no esmalte e dentina, tanto para os grupos controles (isento de carregamento oclusal) quanto para os grupos testes (receberam carregamento oclusal), observou-se em todos os tipos de materiais testados diferenças estatisticamente significativas em relação ao local do dente (esmalte e dentina). Nos grupos que não receberam carregamento oclusal, notou-se melhor desempenho no esmalte, quando comparado à dentina, vindo corroborar achados de Buonocore em 1955, Gwinnett em 1973, Fusayama em 1979, Pashley em 1990, Nakabayashi *et al.* em 1982, Lutz *et al.* em 1986, Besnos em 2001, que relataram confiabilidade na adesão do esmalte com conjunto sistema adesivo/compósito. Em que pese o excelente selamento verificado no esmalte para todos os materiais testados no presente trabalho: P60 (50% escore 0 e 50% escore 1) (figura 9); Flow (40% escore 0, 50% escore 1 e 10% escore 2) (figura 10); Dyract AP (50% escore 0, 40% escore 1 e 10% escore 2) (figura 11) e Vitremer (40% escore 0 e 60% escore 1) (figura 12), esses resultados de microinfiltração mesmos com escores leves, denotaram um excelente selamento, entretanto, a interface substrato/material restaurador permitiu alguma microinfiltração. Sabe-se que não existe até o momento nenhum material que impeça integralmente a microinfiltração. Todavia pode-se supor que sendo o esmalte uma estrutura anisotrópica, os prismas de esmalte não se distribuem em um só sentido e dependendo do

sentido em que os prismas de esmalte forem cortados e expostos, provavelmente diferentes estruturas de esmalte se ofereceram ao condicionamento, podendo refletir diretamente na força de união adesiva. Shimada & Tagami em 2003 demonstraram que melhores adesões ocorrem quando os prismas de esmalte são expostos no sentido transversal, e em segunda estância, no sentido tangencial. Todavia, quando cortados paralelamente, como foi feito no preparo do presente estudo, esta região apresenta características de poucos e/ou irregulares prismas, e em muitos casos se mostra uma região aprismática, revelando desta sorte resultado prejudicados de adesão. Tal paradigma já havia sido relatado por Gwinnett em 1973, quando externou, que a adesão ao esmalte aprismático poderia ser prejudicada levando à microinfiltração na parede cervical de cavidades classe II. Trabalhos de Vieira em 1988, Wend *et al.* em 1992, Tung *et al.* em 2000 e Duncalf & Wilson em 2001 mostraram excelente desempenho da adesão do compósito ao esmalte, e por conseguinte, índices baixos de microinfiltração. Fato este, muito discutido na literatura face a descoberta da adesão ao esmalte por Buonocore em 1955, estendida a dentina com relativo sucesso por Gwinnett em 1973, Fusayama em 1979, Nakabayashi *et al.* em 1982, sendo os últimos autores responsáveis pela descrição detalhada da camada híbrida tanto em esmalte, quanto em dentina e cimento. O sucesso da adesão ao esmalte se compreende, na medida em que se analisa a constituição mineral do esmalte, composto de 92% de matriz inorgânica, 2% de matriz orgânica e somente 6% de água, fica fácil presumir uma desmineralização homogênea e eficiente. Quando comparou-se a dentina com o esmalte constatamos diferenças estruturais evidentes entre esses 2 substratos. A dentina se apresenta com 45% de matriz inorgânica, 33% de matriz orgânica e 22% de água, logo podemos observar o quanto heterogêneo e, por conseguinte, instável se torna esse substrato após condicionamento, pois dependendo da profundidade dessa dentina teremos maior ou menor afloramento de água oriundo dos túbulos. Na medida em que constatou-se a presença de umidade na dentina; e que, desta maneira que se tem melhor adesão, segundo achados de Kanca & Gwinnett em 1994, essa umidade dificultará a difusibilidade dos monômeros no substrato. Outro fato de relevância é que a dentina, dependendo da profundidade, apresenta-se com diferentes graus de permeabilidade, segundo Pashley *et al.* em 1993 terá na junção amelo-dentinária 0,1%, na dentina intermediária 7,0% e profunda 22,0% de permeabilidade.

O cimento de ionômero de vidro obteve menores escores de microinfiltração como mostra a figura 12, provavelmente por não ter tantos problemas de contração de polimerização, como ocorre nos compósitos e por funcionar como um agente intermediário entre o substrato e o compósito restaurador, sendo corroborado com estudo de Lutz *et al.* em 1986 que concluíram, que a não adesão do compósito ao ionômero de vidro permitiu que o ionômero de vidro não se destacasse da parede de esmalte durante a contração de polimerização do compósito. Segundo Bouschlicher *et al.* em 1997 estes compósitos produzem grande tensão durante a contração de polimerização pela sua incapacidade de escoamento durante a polimerização. Um fato de relevância para uma suposta melhoria no desempenho dos compósitos de auto módulo de elasticidade, se observa nos trabalhos de Francci *et al.* Em 1999, Miranda Júnior *et al.* em 1999 e Tung *et al.* em 2000, quando observou-se melhorias na adaptação cervical, quando são associados aos compósitos compactáveis, materiais resinosos de baixo módulo de elasticidade, pois a interposição destes materiais como forro, entre a camada híbrida e ao compósito restaurador mais rígido, provavelmente diminuiria a tensão gerada durante a polimerização .

A segunda hipótese que procurou responder se o carregamento oclusal afeta negativamente à qualidade de microinfiltração tanto nas margens em esmalte, quanto as em dentina. Observou-se em todos os tipos de materiais testados, diferenças estatisticamente significativas em relação ao local do dente (esmalte e dentina). No esmalte, para todos tipos de materiais, foram encontradas diferenças estatisticamente significativas (p -valor < 0,05) do grau de infiltração em relação aos grupos (controle e carregamento). Na dentina, só não foi encontrada diferença estatisticamente significativa em relação ao grupo no material Flow:

Todos os grupos que sofreram carregamento oclusal independentemente da região, ou seja, margens em esmalte ou dentina/cimento o carregamento oclusal agiu decisivamente alterando a qualidade da microinfiltração de maneira negativa, para ambas as terminações, corroborando os resultados de Pereti Neto em 1992, que concluiu que os grupos que foram submetidos a carregamento oclusal tinham os maiores índices de microinfiltração. Entretanto, quando comparamos ambas as terminações, observou-se maiores infiltrações na dentina/cimento, do que no esmalte. Parece lícito suspeitar que cargas incididas na superfície oclusal dos espécimes, promoveram uma deflexão nas

cúspides de tal sorte, desencadeando uma força próximo das margens provocando uma abertura na interface dente/restauração, favorecendo com isso aumento da penetração de corante e conseqüentemente aumentando a microinfiltração. Associando o comportamento da adesão do conjunto dente/restauração, a fortes indícios que dependendo da força, intensidade e duração, essa união poderia ser rompida favorecendo ainda mais as chances de microinfiltração. Quando comparamos o desempenho do grupo que sofreu carregamento com o grupo que não sofreu carregamento, obtivemos resultados semelhantes aos da literatura mundial, qual seja, estudos de Mandras *et al.* em 1991, Pereti Neto em 1992, Lundin & Norén em 1991 mostram que os espécimes submetidos a carregamento oclusal tiveram maior índice de microinfiltração quando comparadas com o grupo controle, que não sofreu carregamento. Analisando o esmalte, em todos os grupos, observamos: P60 (50% escore 0 e 50% escore 1) (figura 9); Flow (40% escore 0, 50% escore 1 e 10% escore 2) (figura 10); Dyract AP (50% escore 0, 40% escore 1, 10% escore 2) (figura 11) e Vitremer (40% escore 0 e 60% escore 1) (figura 12). Os escores aumentaram muito quando os espécimes foram submetidos a carregamento, ou seja nos grupos controle: P60, 50% das amostras obtiveram escore 0 (não ocorreu microinfiltração) e 50% escore 1 (microinfiltração leve), tiveram um aumento, evoluindo para 70% de escore 2 (microinfiltração moderada) (figura 9); Flow, 40% escore 0, 50% escore 1 e 10% escore 2, tiveram um aumento, evoluindo para 70% de escore 2 (microinfiltração moderada) (figura 10); Dyract AP, 50% escore 0, 40% escore 1 e 10% escore 2, permitiu um aumento para 70% de escore 2 (moderado) (figura 11) e Vitremer, 40% escore 0 e 60% escore 1, aumentou para 60% de escore 2 (moderado) (figura 12). A dentina/cimento demonstrou um aumento significativo, nos grupos controles: P60 (60% escore 2 e 40% escore 3) (figura 9); Flow (50% escore 2 e 50% escore 3 e 10% escore 3) (figura 10); Dyract AP (10% escore 1, 60% escore 2 e 10% escore 3) (figura 11); e Vitremer (20% escore 1, 60% escore 2 e 20% escore 3) (figura 12); . Após o carregamento oclusal, em todos os grupos os escores aumentaram evoluindo para severo.

Considerando a dificuldade dos sistemas adesivos em evitar a microinfiltração marginal, e segundo achados de Gonçalves em 1996 onde conclui que nenhum sistema foi capaz de evitar a microinfiltração, é pertinente supor que quando esse conjunto, dente/sistema adesivo/compósito estiver funcionando na boca apresentará uma

deteriorização contínua e permanente das margens em virtude de forças oclusais inerentes ao funcionamento do sistema estomatognático.

Os resultados da terceira hipótese que procurou responder se existe diferença estatística na variação de materiais forradores previamente inseridos na parede cervical. Tanto para o esmalte quanto para dentina, o teste não detectou nenhuma diferença estatisticamente significativa do grau de infiltração (0=ausente, 1= Leve, 2= Moderada e 3= Severo) entre os 4 materiais estudados (1=P60, 2=Flow, 3=Dyract AP e 4=Vitremer) com um nível de significância de 5% conforme visto nas figuras 13 e 14 para os grupos controles, sem carregamento e as figuras 15 e 16 para os grupos testes, que receberam carregamento oclusal. A partir destes resultados supõe-se, que frente a um processo cariioso na proximal de dentes posteriores, pode-se com tranqüilidade indicar uma restauração inteiramente em compósito. Além de inserir somente um material no preparo, não necessitaria uma associação de dois materiais de diferentes consistências à parede cervical, que via de regra, necessita de aparatologia própria (seringa injetora) para inserir um deles adequadamente no preparo. Isso não significa que a associação de diferentes materiais à parede cervical seja contra-indicada, entretanto, diante destes resultados a associação é desnecessária. Desta maneira, simplifica-se muito o procedimento restaurador, pois o profissional se concentra somente em um tipo de material restaurador, ganhando agilidade no procedimento clínico restaurador.

Nota-se uma inquietosa controvérsia na literatura quando propõem-se a analisar restaurações classe II com compósito, estudos clássicos como os de: Buonocore em 1955, Gwinnett em 1973, Fusayama em 1979 e Nakabayashi *et al.* Apontam que para uma união estável, é imperativo que a camada híbrida seja interpenetrada corretamente pelo sistema adesivo unindo-se perfeitamente ao compósito restaurador. Para tal, deve-se seguir rígidos paradigmas descritos na literatura como: inserção de compósito na caixa proximal com uma técnica restauradora incremental Lutz *et al.* em 1986, utilizando-se como estudos de Jørgensen *et al.* em 1975, Davidson & De Gee em 1984, Davidson em 1986, Feilzer *et al.* em 1987, um fator-C o mais baixo possível, com uma intensidade de fotopolimerização gradual como estudos de Takamisu em 1988, Sakaguchi *et al.* em 1992, Feilzer *et al.* em 1995; Suh em 1998 e Lõesche em 1999, e associado a um profissional habilidoso e capacitado. Entretanto, inúmeros outros autores advogam o uso de matérias coadjuvantes

que procurariam impedir, que a contração de polimerização inexorável a todos os compósito agisse durante o ato restaurador, de tal sorte, propõem uma restauração híbrida ou denominada de “sanduíche”, onde tentar-se-ia associar materiais de características diferentes ao compósito, inserindo-os à parede cervical previamente ao compósito restaurador. Esses materiais teriam benefícios a fornecer, tais como: baixa viscosidade, módulo de elasticidade mais próximo ao dente. Utilizando-se a técnica da termociclagem para tratar os espécimes, estudos de Tung, *et al.* em 2000, Fabianelli *et al.* em 2003, Unlu *et al.* 2003, Attar *et al.* em 2004, mostraram que associando-se materiais de baixa viscosidade ao compósito compactável restaurador contribuiria na melhoria do selamento marginal. Todavia, em que pese aos achados animadores descritos acima, este estudo não mostrou significância na melhoria do selamento cervical associando-se material de baixa viscosidade, corroborado com achados de Walshaw & Mcomb, em 1998 que relatam que inserção prévia não melhoraria o selamento marginal. Autores como Loguercio *et al.* em 2004, apontam que materias compactáveis apresentam índices de contração de polimerização menores ao microhíbridos, entretanto, em estudo de Francci *et al.* em 1999, relatou que a resina condensável apresentou maior índice de microinfiltração quando comparada a um compósito microhíbrido.

Considerando a utilização do cimento de ionômero de vidro que possui um módulo de elasticidade próximo ao dente, estudos Prati, em 1989, Besnault & Attal em 2003, relataram que o uso de ionômero de vidro na parede proximal diminuiu significativamente o índice de microinfiltração, quando comparado com o sistema adesivo/compósito isoladamente. Entretanto, o presente estudo não mostrou significância na melhoria do selamento cervical associando-se o cimento de ionômero de vidro previamente na parede cervical, estando em sintonia com achados de Wells *et al.* em 1998, Besnos, em 2001, que apontam não existir diferenças significantes entre sistema adesivo/compósito e o cimento de ionômero de vidro.

Utilizando-se a técnica do carregamento oclusal para tratar os espécimes, considerando material de baixa viscosidade tipo “Flow”, o presente estudo corrobora achados de Russel & Mazer em 1998, Mazer & Russell, em 1999 e Miranda Junior *et al.* em 1999 relataram , que a resina de baixo módulo de elasticidade não teve influência no selamento marginal e que o uso de compósitos condensáveis associado ou não a resina de

baixo módulo de elasticidade como com agente de forramento, não foi capaz de evitar a microinfiltração marginal em cavidades classe II com o término em cimento. Entretanto, estudo de Francci *et al.* em 1999, o grupo que recebeu forramento com resina “Flow” mostrou menor extensão de microinfiltração. Quando avaliou-se o cimento de ionômero de vidro, o presente estudo apóia achados de Abdalla & Davidson em 1993, Gonçalves em 1996, que mostraram os melhores vedamentos marginais foram os que utilizaram a base de ionômero de vidro.

Os resultados do compósito modificado por poliácidos (Dyract AP) foram muito semelhantes ao dos compósitos (P60, Flow) e ao ionômero (Vitremmer), a medida em que possui características de ambos os materiais, pode-se supor que conserve em sua estrutura, qualidades positivas de ambas as matérias, como a sorção dando a este material capacidade de absorver água, promovendo uma suposta expansão ao término de sua polimerização, contribuindo de alguma maneira no sentido de minimizar a contração de polimerização da parte resinosa do material.

Particularmente com a evolução dos materiais restauradores, sistemas adesivos e das técnicas restauradoras, conseguiu-se uma melhoria muito grande no desempenho clínico das restaurações de compósito. Entretanto, em virtude da enorme variabilidade do substrato dentário, sensibilidade técnica dos materiais, susceptibilidade da restauração a “intempéries” do meio bucal e cargas oclusais fisiológicas que estão sujeitas as restaurações, apontam que os sistemas restauradores adesivos atuais ainda necessitam aprimoramento e necessariamente de criteriosa indicação e principalmente rígido controle clínico, para que consigam recuperar, e acima de tudo substituir as estruturas dentárias perdidas, sobretudo, segmento posterior da boca, apesar de Duncalf & Wilson em 2001 acharem em seu estudo que a adaptação dos compósitos em cavidades conservativas foi superior ao amálgama. A indicação e o uso indiscriminado das restaurações adesivas, principalmente em cavidades extensas, onde as cargas oclusais são potencializadas, a técnica restauradora principalmente uma adequada inserção e polimerização são negligenciadas em favor do ganho de tempo clínico. Apesar dos estudos de Caughman *et al.* em 1995, apontarem parâmetros para uma adequada polimerização dos compósitos, e segundo Shortall *et al.* em 1995, Shortall & Harrington em 1996, Castro *et al.* em 2001 realizarem estudos do desempenho dos aparelhos fotopolimerizadores a respeito de sua

intensidade de fotoativação , muitas vezes falta de perícia do operador em realizar o procedimento e sobretudo, com o surgimento dos novos compósito ditos “compactáveis“, perpetua-se um panorama de contínuas falhas e insucessos das restaurações adesivas diretas que são executadas em compósito. Principalmente no segmento mais difícil de restaurar, qual seja o segmento posterior da boca .

Apesar dos resultados encontrados neste experimento serem semelhantes entre os matérias testados, provavelmente clinicamente um ou outro material poderá apresentar desempenho melhor do que outro, considerando a qualidade da microinfiltação, fato este que remete a questionamentos pertinente. Será que um material em especial apresenta melhor desempenho do que outro, ou o profissional dentro do contexto é fator imperativo durante todo a ato restaurador ? Considerando o profissional como condição “ *sine quo non*”, no processo cirúrgico restaurador, sendo ele o responsável pelas condições de sucesso imediato da restauração, como: adaptação cervical, lisura superficial, equilíbrio oclusal, morfologia correta e semelhança da cor. Torna-se imperativo a rígida observância desses paradigmas durante o ato restaurador, sobretudo, considerando os profissionais preparados e hábeis na arte de reabilitar seus pacientes com materias estéticos diretos, parece lícito supor que independente da técnica e materias restauradores disponíveis no momento, todos eles em princípio se comportarão clinicamente de maneira aceitável.

CONCLUSÕES

Com base nos dados coletados, e analisados estatisticamente, concluiu-se que as margens localizadas em dentina/cimento tiveram maiores índices de microinfiltração que as localizadas em esmalte. Quando os espécimes foram submetidas ao ensaio mecânico de carregamento oclusal cíclico, este influenciou negativamente, aumentando os índices de microinfiltração tanto em esmalte quanto em dentina. Comparando-se o desempenho dos quatro materiais restauradores diretos às paredes em esmalte e em dentina/cimento, não detectou-se diferenças estatisticamente significantes entre os materiais estudados.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

1- Abdalla AI, Davidson CL. Comparison of the marginal integrity of in vivo and in vitro Class II composite restorations. *J Dent.* 1993; 21(3): 158-62.

2- Affleck MS, Denehy GE, Vargas MA, Setien VJ. Microleakage with incremental vs bulk placement utilizing condensable composites [abstract 393]. *J Dent Res.* 1999; 78: 155.

3- Alani AH, Toh CG. Detection of microleakage around dental restorations: a review. *Oper Dent.* 1997; 22(4): 173-85.

4- Asmussen E. The effect of temperature changes on adaptation of resin fillings. I. *Acta Odontol Scand.* 1974; 32(3): 161-71.

5- Attar N, Turgut MD, Gungor HC. The effect of flowable resin composites as gingival increments on the microleakage of posterior resin composites. *Oper Dent.* 2004; 29(2): 162-7.

6- Barnes DM, Blank LW, Thompson VP, Holston AM, Gingell JC. A 5- and 8-year clinical evaluation of a posterior composite resin. *Quintessence Int.* 1991; 22(2): 143-51.

7- Bertolotti RL. Posterior composite technique utilizing directed polymerization shrinkage and a novel matrix. *Pract Periodontics Aesthet Dent.* 1991; 3(4): 53-8.

8- Besnault C, Attal JP. Simulated oral environment and microleakage of Class II resin-based composite and sandwich restorations. *Am J Dent.* 2003; 16(3): 186-90.

9- Beznos C. Microleakage at the cervical margin of composite Class II cavities with different restorative techniques. *Oper Dent.* 2001; 26(1): 60-9.

*** De acordo com a norma da UNICAMP/FOP baseada no modelo Vancouver. Abreviatura dos periódicos em conformidade com a Medline.**

- 10-Bouschlicher MR, Vargas MA, Boyer DB. Effect of composite type, light intensity, configuration factor and laser polymerization on polymerization contraction forces. *Am J Dent*. 1997; 10(2): 88-96.
- 11-Bowen RL. Properties of a silica-reinforced polymer for dental restorations. *J Am Dent Assoc*. 1963; 66(1): 57-64.
- 12- Buonocore MG. A simple method of increasing the adhesion of acrylic filling materials to enamel surface. *J dent Res*. 1955; 34(6): 849-53.
- 13- Busato ALS, Barbosa NA, Bueno M, Baldissera RA. *Dentística: restaurações em dentes posteriores*. São Paulo: Artes Médicas; 1996. 291p.
- 14- Campos PEGA. *Avaliação do efeito do carregamento oclusal na integridade cervical de restaurações diretas classe II em molares* [Dissertação]. Rio de Janeiro: FOUERJ; 2001.
- 15- Caputto LH, Araújo DM, Duarte Júnior SLL. Avaliação da microinfiltração marginal em cavidades classe II restauradas com resina composta. – efeito da técnica de inserção. *In: Resumos do 10º Congresso de Iniciação Científica*, 1998, Araraquara. São Paulo: Assessoria de Comunicação e Imprensa da Reitoria da UNESP, 1998. p.271.
- 16- Carvalho RM, Pereira JC, Yoshiyama M, Pashley DH. A review of polymerization contraction: the influence of stress development versus stress relief. *Oper Dent*. 1996; 21(1): 17-24.
- 17- Castro FLA, Cruz CAS, Estrela C. Avaliação da intensidade de energia luminosa e do calor produzidos por aparelhos fotopolimerizadores. *Rev Bras Odontol*. 2001; 58(3): 204-6.
- 18- Caughman WF, Rueggeberg FA, Curtis Jr JW. Clinical guidelines for photocuring restorative resins. *J Am Dent Assoc*. 1995; 126(9): 1280-2, 1284, 1286.
- 19- Chan MF, Glyn Jones JC. Significance of thermal cycling in microleakage analysis of root restorations. *J Dent*. 1994; 22(5): 292-5.

- 20- Coolidge, E.D. The thickness of the human periodontal membrane. *J Am Dent Assoc.* 1937; 24: 1260-70.
- 21- Crim GA, Chapman KW. Reducing microleakage in Class II restorations: an in vitro study. *Quintessence Int.* 1994; 25(11): 781-5.
- 22- Crim GA, Swartz ML, Phillips RW. Comparison of four thermocycling techniques. *J Prosthet Dent.* 1985; 53(1): 50-3.
- 23- Davidson CL. Handling of polymerization stresses in composite restoration. *In: Proceeding of 2th International Symposium "Reconstrutions Whith Carbon Fiber System and the Optimum Adhesive System"*, 1998, Margherita Ligure. Milano: Hippocrates Edizioni Medico Scientificiche; 1998. p.22-5.
- 24- Davidson CL. Resisting the curing contraction with adhesive composites. *J Prosthet Dent.* 1986; 55(4): 446-7.
- 25- Davidson CL, Abdalla AI. Effect of occlusal load cycling on the marginal integrity of adhesive Class V restorations. *Am J Dent.* 1994; 7(2): 111-4.
- 26- Davidson CL, Feilzer AJ. Polymerization shrinkage and polymerization shrinkage stress in polymer-based restoratives. *J Dent.* 1997; 25(6): 435-40.
- 27- Davidson CL, Gee AJ. Relaxation of polymerization contraction stresses by flow in dental composites. *J Dent Res.* 1984; 63(2): 146-8.
- 28- Davidson CL, Gee AJ, Feilzer A. The competition between the composite-dentin bond strength and the polymerization contraction stress. *J Dent Res.* 1984; 63(12): 1396-9.
- 29- DeWald JP. The use of extracted teeth for in vitro bonding studies: a review of infection control considerations. *Dent Mater.* 1997; 13(2): 74-81.

- 30- Dietschi D, Spreafico R. Técnicas diretas. *In: Dietschi D, Spreafico R. Restaurações adesivas: conceitos atuais para o tratamento estético de dentes posteriores.* São Paulo: Quintessence; 1997. p.101-19.
- 31- Dietschi D, De Siebenthal G, Neveu-Rosenstand L, Holz J. Influence of the restorative technique and new adhesives on the dentin marginal seal and adaptation of resin composite Class II restorations: an in vitro evaluation. *Quintessence Int.* 1995; 26(10): 717-27.
- 32- Donly KJ, Jensen ME. Posterior composite polymerization shrinkage in primary teeth: an in vitro comparison of three techniques. *Pediatr Dent.* 1986; 8(3): 209-12.
- 33- Donly KJ, Wild TW, Jensen ME. Posterior composite Class II restorations: in vitro comparison of preparation designs and restoration techniques. *Dent Mater.* 1990; 6(2): 88-93.
- 34- Duncalf WV, Wilson NH. Marginal adaptation of amalgam and resin composite restorations in Class II conservative preparations. *Quintessence Int.* 2001; 32(5): 391-5.
- 35- Eakle WS, Ito RK. Effect of insertion technique on microleakage in mesio-occlusodistal composite resin restorations. *Quintessence Int.* 1990; 21(5): 369-74.
- 36- Eakle WS, Nakamoto DK. Microleakage in MOD resin composite with three dentin bonding agents. *Dent Mater.* 1989; 5(6): 361-4.
- 37- Fabianelli A, Goracci C, Ferrari M. Sealing ability of packable resin composites in class II restorations. *J Adhes Dent.* 2003; 5(3): 217-23.
- 38- Feilzer AJ, Gee AJ, Davidson CL. Setting stress in composite resin in relation to configuration of the restoration. *J Dent Res.* 1987; 66(11): 1636-9.
- 39- Feilzer AJ, Dooren LH, Gee AJ, Davidson CL. Influence of light intensity on polymerization shrinkage and integrity of restoration-cavity interface. *Eur J Oral Sci.* 1995; 103(5): 322-6.

- 40- Ferrari M. The micromorphologic relationship between resin and dentin in Class V restorations: an in vivo and in vitro investigation. *Quintessence Int.* 1994; 25(9): 621-5.
- 41- Fields HW, Proffit WR, Case JC, Vig KW. Variables affecting measurements of vertical occlusal force. *J Dent Res.* 1986; 65(2): 135-8.
- 42- Francci C, Perdigão J, Cardoso PEC, Meira JBC, Nunes MF. The effect of composite resins, adhesive system and low-viscosity liner on microleakage [abstract 2263]. *J Dent Res.* 1999; 78(Spec Issue): 388.
- 43- Fusayama T, Nakamura M, Kurosaki N, Iwaku M. Non-pressure adhesion of a new adhesive restorative resin. *J Dent Res.* 1979; 58(4): 1364-70.
- 44- Galan Jr J, Busato ALS. Métodos de avaliação da adaptação de restaurações diretas as cavidades. *RGO.* 1982; 30(4): 252-8.
- 45- Gale MS, Darvell BW. Dentine permeability and tracer tests. *J Dent.* 1999; 27(1): 1-11.
- 46- Gonçalves AM. *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* [dissertação]. Bauru: USP/FOB; 1996. 132f.
- 47- Goracci G, Mori G, Casa De' Martinis L. Curing light intensity and marginal leakage of resin composite restorations. *Quintessence Int.* 1996; 27(5): 355-62.
- 48- Gwinnett AJ. Human prismless enamel and its influence on sealant penetration. *Arch Oral Biol.* 1973; 18(3): 441-4.
- 49- Hansen EK. Visible light-cured composite resins: polymerization contraction, contraction pattern and hygroscopic expansion. *Scand J Dent Res.* 1982; 90(4): 329-35.
- 50- Hansen EK, Asmussen E. Correlation between depth of cure and surface hardness of a light-activated resin. *Scand J Dent Res.* 1993; 101(1): 62-4.

- 51- Hansen EK, Asmussen E. Reliability of three dental radiometers. *Scand J Dent Res.* 1993; 101(2): 115-9.
- 52- Hassan K, Mante F, List G, Dhuru V. A modified incremental filling technique for Class II composite restorations. *J Prosthet Dent.* 1987; 58(2): 153-6.
- 53- Helkimo E, Ingervall B. Bite force and functional state of the masticatory system in young men. *Swed Dent J.* 1978; 2(5): 167-75.
- 54-Hilton TJ, Schwartz RS, Ferracane JL. Microleakage of four Class II resin composite insertion techniques at intraoral temperature. *Quintessence Int.* 1997; 28(2): 135-44.
- 55- Hinoura K, Setcos JC, Phillips RW. Cavity design and placement techniques for Class 2 composites. *Oper Dent.* 1988; 13(1): 12-9.
- 56- Holan G, Eidelman E, Wright GZ. The effect of internal bevel on marginal leakage at the approximal surface of Class 2 composite restorations. *Oper Dent.* 1997; 22(5): 217-21.
- 57- Howell AH, Manly RS. An electronic strain gauge for measuring oral force. *J Dent Res.* 1948; 27(6): 705-12.
- 58- Jorgensen KD, Hisamitsu H. Class 2 composite restorations: prevention in vitro of contraction gaps. *J Dent Res.* 1984; 63(2): 141-5.
- 59- Jorgensen KD, Asmussen E, Shimokobe H. Enamel damages caused by contracting restorative resins. *Scand J Dent Res.* 1975; 83(2): 120-2.
- 60- Kanca J 3rd, Gwinnett AJ. Successful marginal adaptation of a dentin-enamel bonding system in vitro and in vivo. *J Esthet Dent.* 1994; 6(6): 286-94.
- 61- Kidd EA. Microleakage: a review. *J Dent.* 1976; 4(5): 199-206.

- 62- Kiliaridis S, Kjellberg H, Wenneberg B, Engstrom C. The relationship between maximal bite force, bite force endurance, and facial morphology during growth. A cross-sectional study. *Acta Odontol Scand.* 1993; 51(5): 323-31.
- 63- Koran P, Kurschner R. Effect of sequential versus continuous irradiation of a light-cured resin composite on shrinkage, viscosity, adhesion, and degree of polymerization. *Am J Dent.* 1998; 11(1): 17-22.
- 64- Krejci I, Lutz F, Krejci D. The influence of different base materials on marginal adaptation and wear of conventional Class II composite resin restorations. *Quintessence Int.* 1988; 19(3): 191-8.
- 65- Kuroe T, Itoh H, Caputo AA, Konuma M. Biomechanics of cervical tooth structure lesions and their restoration. *Quintessence Int.* 2000; 31(4): 267-74.
- 66- Leinfelder KF. Posterior composite resins: the materials and their clinical performance. *J Am Dent Assoc.* 1995; 126(5): 663-4, 667-8, 671-2
- 67- Lino Carracho AJ, Chappell RP, Glaros AG, Purk JH, Eick JD. The effect of storage and thermocycling on the shear bond strength of three dentinal adhesives. *Quintessence Int.* 1991; 22(9): 745-52.
- 68- Loguercio AD, Oliveira Bauer JR, Reis A, Grande RH. In vitro microleakage of packable composites in Class II restorations. *Quintessence Int.* 2004; 35(1): 29-34.
- 69- Losche GM. Marginal adaptation of Class II composite fillings: guided polymerization vs reduced light intensity. *J Adhes Dent.* 1999; 1(1): 31-9.
- 70- Lundin SA, Noren JG. Marginal leakage in occlusally loaded, etched, class-II composite resin restorations. *Acta Odontol Scand.* 1991; 49(4): 247-54.
- 71- Lutz F, Krejci I, Barbakow F. The importance of proximal curing in posterior composite resin restorations. *Quintessence Int.* 1992; 23(9): 605-7.

- 72- Lutz E, Krejci I, Oldenburg TR. Elimination of polymerization stresses at the margins of posterior composite resin restorations: a new restorative technique. *Quintessence Int.* 1986; 17(12): 777-84.
- 73- Mandras RS, Retief DH, Russell CM. The effects of thermal and occlusal stresses on the microleakage of the Scotchbond 2 dentinal bonding system. *Dent Mater.* 1991; 7(1): 63-7.
- 74- Mazer RB, Russell RR. Should flowable composites be used as liners class II restorations? [abstract 2266]. *J Dent Res.* 1999; 78 (Spec Issue): 389.
- 75- Miranda Júnior WG, Nunes MF, Cardoso PEC, Santos JFF. Microleakage of condensable composite resins combined with a flowable composite [abstract 1603]. *J Dent Res.* 1999; 78(Spec Issue): 306.
- 76- Mjor IA. The location of clinically diagnosed secondary caries. *Quintessence Int.* 1998; 29(5): 313-7.
- 77- Mühlemann HR. Ten years of tooth-mobility measurements. *J Periodontol.* 1960; 31(2): 110-22.
- 78- Nakabayashi N, Kojima K, Masuhara E. The promotion of adhesion by the infiltration of monomers into tooth substrates. *J Biomed Mater Res.* 1982; 16(3): 265-73.
- 79- Owens BM, Halter TK, Brown DM. Microleakage of tooth-colored restorations with a beveled gingival margin. *Quintessence Int.* 1998; 29(6): 356-61.
- 80- Pashley DH. Clinical considerations of microleakage. *J Endod.* 1990; 16(2): 70-7.
- 81- Pashley DH, Livingston MJ, Greenhill JD. Regional resistances to fluid flow in human dentine in vitro. *Arch Oral Biol.* 1978; 23(9): 807-10.
- 82- Pashley DH, Ciucchi B, Sano H, Horner JA. Permeability of dentin to adhesive agents. *Quintessence Int.* 1993; 24(9): 618-31.

- 83- Perdigao J, Lambrechts P, Van Meerbeek B, Braem M, Yildiz E, Yucel T, Vanherle G. The interaction of adhesive systems with human dentin. *Am J Dent*. 1996; 9(4): 167-73.
- 84- Pereti Neto J. *Avaliação da deformação e da infiltração marginal das restaurações de resina composta em dentes posteriores, submetidas a força de compressão* [tese]. Bauru: USP/FOB; 1992. 109f.
- 85- Peutzfeldt A. Correlation between recordings obtained with a light-intensity tester and degree of conversion of a light-curing resin. *Scand J Dent Res*. 1994; 102(1): 73-5.
- 86- Pollack BF. Class II composites: 1987 thoughts and techniques. *N Y State Dent J*. 1987; 53(5): 25-7.
- 87- Prati C. Early marginal microleakage in Class II resin composite restorations. *Dent Mater*. 1989; 5(6): 392-8.
- 88- Prati C, Montanari G. Cavity design and filling technique in class II MOD restorations [abstract 21]. *J Dent Res*. 1989; 68 (Spec Issue): 869.
- 89- Raadal M. Microleakage around preventive composite fillings in loaded teeth. *Scand J Dent Res*. 1979; 87(5): 390-4.
- 90- Retief DH. Do adhesives prevent microleakage? *Int Dent J*. 1994; 44(1): 19-26.
- 91- Retief DH, Wendt SL, Bradley EL, Denys FR. The effect of storage media and duration of storage of extracted teeth on the shear bond strength of Scotchbond 2/Silux to dentin. *Am J Dent*. 1989; 2(5): 269-73.
- 92- Robinson PB, Moore BK, Swartz ML. Comparison of microleakage in direct and indirect composite resin restorations in vitro. *Oper Dent*. 1987; 12(3): 113-6.
- 93- Rossomando KJ, Wendt Jr SL. Thermocycling and dwell times in microleakage evaluation for bonded restorations. *Dent Mater*. 1995; 11(1): 47-51.

- 94- Rueggeberg FA, Jordan DM. Effect of light-tip distance on polymerization of resin composite. *Int J Prosthodont*. 1993; 6(4): 364-70.
- 95- Rueggeberg FA, Caughman WF, Curtis Jr JW. Effect of light intensity and exposure duration on cure of resin composite. *Oper Dent*. 1994; 19(1): 26-32.
- 96- Rueggeberg FA, Caughman WF, Curtis Jr JW, Davis HC. A predictive model for the polymerization of photo-activated resin composites. *Int J Prosthodont*. 1994; 7(2): 159-66.
- 97- Russel RR, Mazer RB. Microleakage of class II restorations using a flowable composite as a liner [abstract 203]. *J Dent Res*. 1998; 77 (Spec Issue A): 131.
- 98- Sakaguchi RL, Douglas WH, Peters MC. Curing light performance and polymerization of composite restorative materials. *J Dent*. 1992; 20(3): 183-8.
- 99- Sampaio HR. *Avaliação de microinfiltração marginal nas restaurações de classe V em pré-molares humanos submetidas a carregamento oclusal cíclico* [tese]. Piracicaba: UNICAMP/FOP; 2001.
- 100- Scharnagl P. *Simulation der physiologischen zahnbeweglichkeit bei der in-vitro-belastungsprüfung dentaler restaurationen im "Regensburger Kausimulator" untersuchung am beispiel vollkeramischer In-Ceram-brücken* [dissertation]. Regensburg: Erlangung des Doktorgrades der Zahnheilkunde, Medizinischen Fakultät der Universität Regensburg; 1998. 102p.
- 101- Shortall AC. Microleakage, marginal adaptation and composite resin restorations. *Br Dent J*. 1982 21; 153(6): 223-7.
- 102- Shortall AC, Harrington E. Guidelines for the selection, use, and maintenance of visible light activation units. *Br Dent J*. 1996; 181(10): 383-7.
- 103- Shortall AC, Harrington E, Wilson HJ. Light curing unit effectiveness assessed by dental radiometers. *J Dent*. 1995; 23(4): 227-32.

- 104- Suh B. Composite shrinkage stress and its relaxation by the pulse cure technique (part 2). In: *Proceedings of the International Symposium "Reconstruction With Carbon Fiber System And The Optimum Adhesive System"*, 1998, Margherita Ligure. Milano: Hippocrates Edizioni Medico Scientifici; 1998. p.26-32.
- 105- Summitt JB, Della Bona A, Burgess JO. The strength of Class II composite resin restorations as affected by preparation design. *Quintessence Int.* 1994; 25(4): 251-7.
- 106- Takamizu M, Moore BK, Setcos JC, Phillips RW. Efficacy of visible-light generators with changes in voltage. *Oper Dent.* 1988; 13(4): 173-80.
- 107- Taylor MJ, Lynch E. Marginal adaptation. *J Dent.* 1993; 21(5): 265-73.
- 108- Taylor MJ, Lynch E. Microleakage. *J Dent.* 1992; 20(1): 3-10.
- 109- Tjan AH, Bergh BH, Lidner C. Effect of various incremental techniques on the marginal adaptation of class II composite resin restorations. *J Prosthet Dent.* 1992; 67(1): 62-6.
- 110- Tung FF, Estafan D, Scherer W. Microleakage of a condensable resin composite: an in vitro investigation. *Quintessence Int.* 2000; 31(6): 430-4.
- 111- Unlu N, Krakaya S, Ozer F, Say EC. Reducing microleakage in composite resin restorations: an in vitro study. *Eur J Prosthodont Restor Dent.* 2003; 11(4): 171-5.
- 112- Uribe-Echevarria A, Uribe-Echevarria NN, Costa CAS, Uribe-Echevarria J. The influence of cavity configuration, resin layer thickness, and dentin treatment on resin adaptation [abstract 2975]. *J Dent Res.* 1999; 78 (Spec Issue): 477.
- 113- Versluis A, Tantbirojn D, Douglas WH. Do dental composites always shrink toward the light? *J Dent Res.* 1998; 77(6): 1435-45.
- 114- Versluis A, Douglas WH, Cross M, Sakaguchi RL. Does an incremental filling technique reduce polymerization shrinkage stresses? *J Dent Res.* 1996; 75(3): 871-8.

115- Vieira LCC. *Avaliação da infiltração marginal nas margens de esmalte e cimento em I cavidade de classe II MOD restauradas com cinco sistemas adesivos* [dissertação] . Bauru: USP/FOB; 1988. 108f.

116- Walshaw PR, McComb D. Microleakage in Class 2 resin composites with low-modulus, intermediate materials [abstract 204]. *J Dent Res.* 1998; 77 (Spec Issue A): 131.

117- Waltimo A, Kononen M. A novel bite force recorder and maximal isometric bite force values for healthy young adults. *Scand J Dent Res.* 1993; 101(3): 171-5.

118- Wells DL, Davis RD, Osborne PB. Effect of dentin treatment on the cervical marginal integrity of Class II composite restorations [abstract 199]. *J Dent Res.* 1998; 77 (Spec Issue A): 130.

119- Wendt SL, McInnes PM, Dickinson GL. The effect of thermocycling in microleakage analysis. *Dent Mater.* 1992; 8(3): 181-4.

120- Wieczkowski Jr G, Joynt RB, Klockowski R, Davis EL. Effects of incremental versus bulk fill technique on resistance to cuspal fracture of teeth restored with posterior composites. *J Prosthet Dent.* 1988; 60(3): 283-7.

121- Wilson NH, Wilson MA, oftell DG, Smith GA. Performance of occlusin in butt-joint and bevel-edged preparations: five-year results. 4. *Dent Mater.* 1991; 7(2): 92-8.

122- Yearn JA. Factors affecting cure of visible light activated composites. *Int Dent J.* 1985; 35(3): 218-25.

123- Yettram AL, Wright KW, Pickard HM. Finite element stress analysis of the crowns of normal and restored teeth. *J Dent Res.* 1976; 55(6): 1004-11.

124- Yoshikawa T, Sano H, Burrow MF, Tagami J, Pashley DH. Effects of dentin depth and cavity configuration on bond strength. *J Dent Res.* 1999; 78(4): 898-905.

125- Yoshikawa T, Burrow MF, Tagami J. Relationship between light curing method for reducing stress and C-factor [abstract 2703]. *J Dent Res.* 1999; 78(Spec Issue): 443.

126- Yu XY, Wieczkowski G, Davis EL, Joynt RB. Scanning electron microscopic study of dentinal surfaces treated with various dentinal bonding agents. *Quintessence Int.* 1990; 21(12): 989-99.

ANEXOS

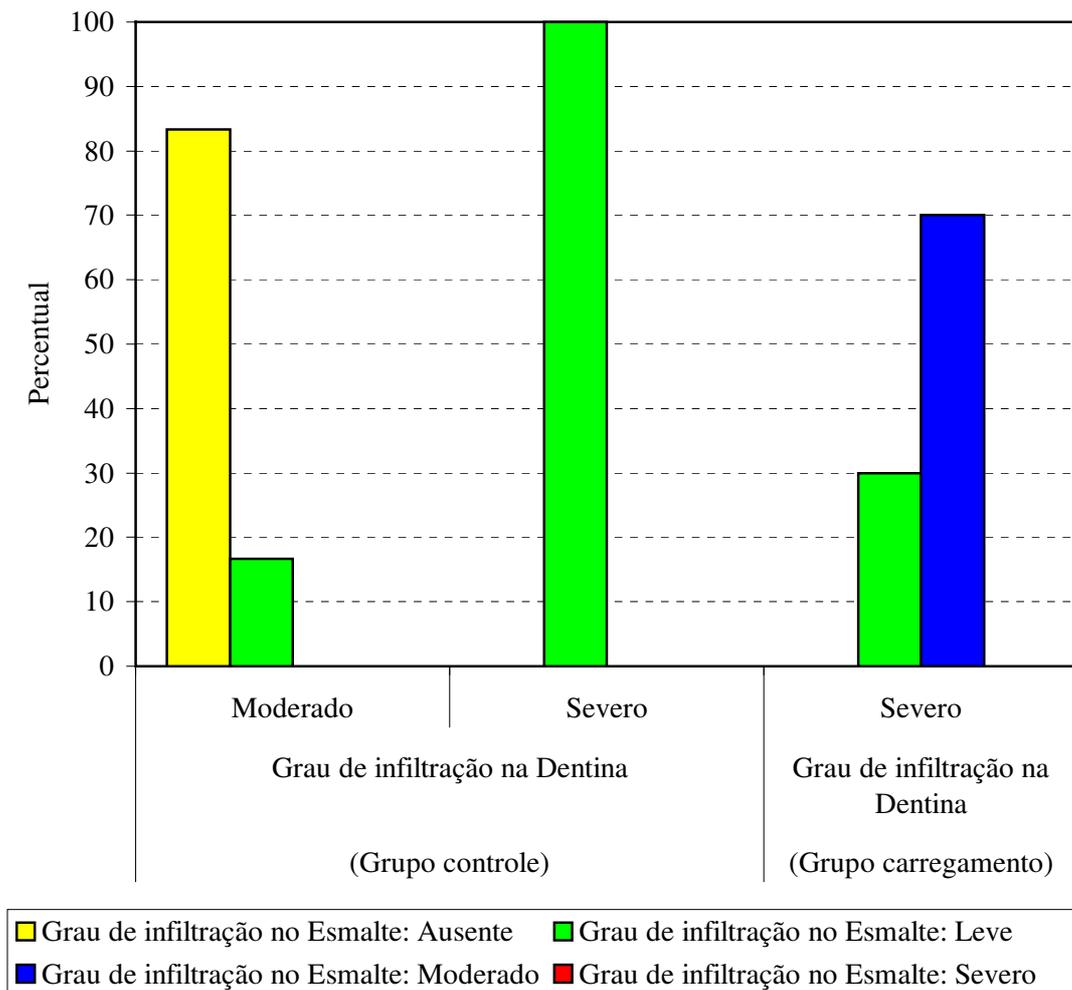
Relacionamento do grau de infiltração entre os locais (esmalte e dentina) por grupo, usando o material P60

Grupo	Grau de infiltração na Dentina				Total		
	Ausente	Leve	Moderado	Severo			
Controle	Ausente	$\frac{n}{\%}$	-	-	5	-	5
		$\frac{n}{\%}$	-	-	83	-	50
	Leve	$\frac{n}{\%}$	-	-	1	4	5
		$\frac{n}{\%}$	-	-	17	100	50
	Moderado	$\frac{n}{\%}$	-	-	-	-	-
		$\frac{n}{\%}$	-	-	-	-	-
	Severo	$\frac{n}{\%}$	-	-	-	-	-
		$\frac{n}{\%}$	-	-	-	-	-
	Total	$\frac{n}{\%}$	-	-	6	4	10
		$\frac{n}{\%}$	-	-	100	100	100
Carregamento	Ausente	$\frac{n}{\%}$	-	-	-	-	-
		$\frac{n}{\%}$	-	-	-	-	-
	Leve	$\frac{n}{\%}$	-	-	-	3	3
		$\frac{n}{\%}$	-	-	-	30	30
	Moderado	$\frac{n}{\%}$	-	-	-	7	7
		$\frac{n}{\%}$	-	-	-	70	70
	Severo	$\frac{n}{\%}$	-	-	-	-	-
		$\frac{n}{\%}$	-	-	-	-	-
	Total	$\frac{n}{\%}$	-	-	-	10	10
		$\frac{n}{\%}$	-	-	-	100	100

Grupo controle: P-valor = 0,0023 obtido através do teste de Wilcoxon

Grupo carregamento: P-valor = 0,0035 obtido através do teste de Wilcoxon

Relacionamento do grau de infiltração entre os locais (esmalte e dentina) por grupo usando o material P60



Frequência do grau de infiltração por grupo e local, usando o material P60

Local		Grupo		Total		
		Controle	Carregamento			
Esmalte	Ausente	n	5	-	5	
		%	50	-	25	
	Leve	n	5	3	8	
		%	50	30	40	
	Moderado	n	-	7	7	
		%	-	70	35	
	Total	n	10	10	20	
		%	100	100	100	
	Dentina	Moderado	n	6	-	6
			%	60	-	30
Severo		n	4	10	14	
		%	40	100	70	
Total		n	10	10	20	
		%	100	100	100	

Esmalte: P-valor = 0,0005 obtido através do teste de Mann-Whitney

Dentina: P-valor = 0,0232 obtido através do teste de Mann-Whitney

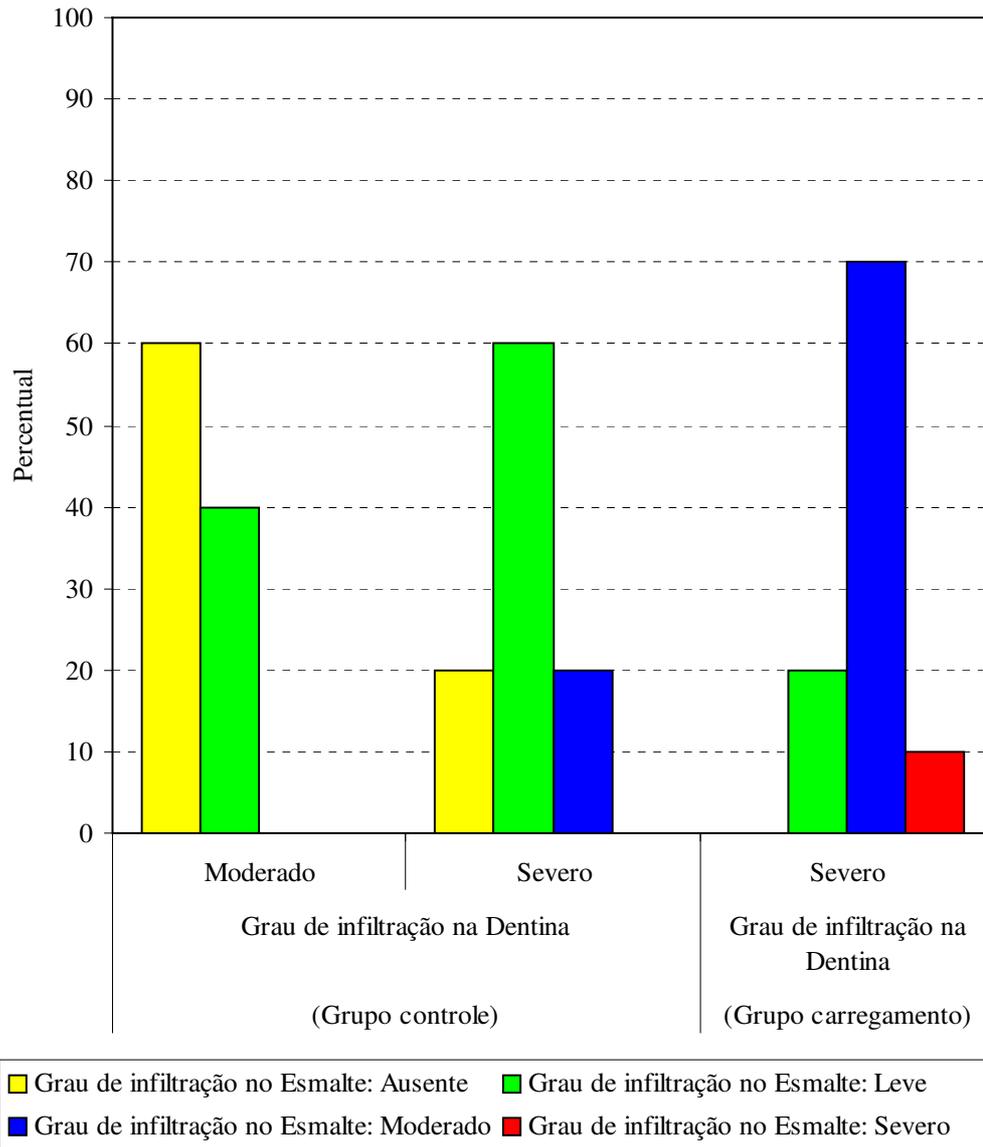
Relacionamento do grau de infiltração entre os locais (esmalte e dentina) por grupo, usando o material Flow

Grupo	Grau de infiltração na Dentina				Total		
	Ausente	Leve	Moderado	Severo			
Controle	Ausente	$\frac{n}{\%}$	-	-	3	1	4
		$\frac{\%}{\%}$	-	-	60	20	40
	Leve	$\frac{n}{\%}$	-	-	2	3	5
		$\frac{\%}{\%}$	-	-	40	60	50
	Moderado	$\frac{n}{\%}$	-	-	-	1	1
		$\frac{\%}{\%}$	-	-	-	20	10
	Severo	$\frac{n}{\%}$	-	-	-	-	-
		$\frac{\%}{\%}$	-	-	-	-	-
	Total	$\frac{n}{\%}$	-	-	5	5	10
		$\frac{\%}{\%}$	-	-	100	100	100
Carregamento	Ausente	$\frac{n}{\%}$	-	-	-	-	-
		$\frac{\%}{\%}$	-	-	-	-	-
	Leve	$\frac{n}{\%}$	-	-	-	2	2
		$\frac{\%}{\%}$	-	-	-	20	20
	Moderado	$\frac{n}{\%}$	-	-	-	7	7
		$\frac{\%}{\%}$	-	-	-	70	70
	Severo	$\frac{n}{\%}$	-	-	-	1	1
		$\frac{\%}{\%}$	-	-	-	10	10
	Total	$\frac{n}{\%}$	-	-	-	10	10
		$\frac{\%}{\%}$	-	-	-	100	100

Grupo controle: P-valor = 0,0040 obtido através do teste de Wilcoxon

Grupo carregamento: P-valor = 0,0050 obtido através do teste de Wilcoxon

Relacionamento do grau de infiltração entre os locais (esmalte e dentina) por grupo, usando o material Flow



Freqüência do grau de infiltração por grupo e local, usando o material Flow

Local			Grupo		Total
			Controle	Carregamento	
Esmalte	Ausente	n	4	-	4
		%	40	-	20
	Leve	n	5	2	7
		%	50	20	35
	Moderado	n	1	7	8
		%	10	70	40
	Severo	n	-	1	1
		%	-	10	5
	Total	n	10	10	20
		%	100	100	100
Dentina	Moderado	n	5	-	5
		%	50	-	25
	Severo	n	5	10	15
		%	50	100	75
	Total	n	10	10	20
		%	100	100	100

Esmalte: P-valor = 0,0015 obtido através do teste de Mann-Whitney

Dentina: P-valor = 0,0630 obtido através do teste de Mann-Whitney

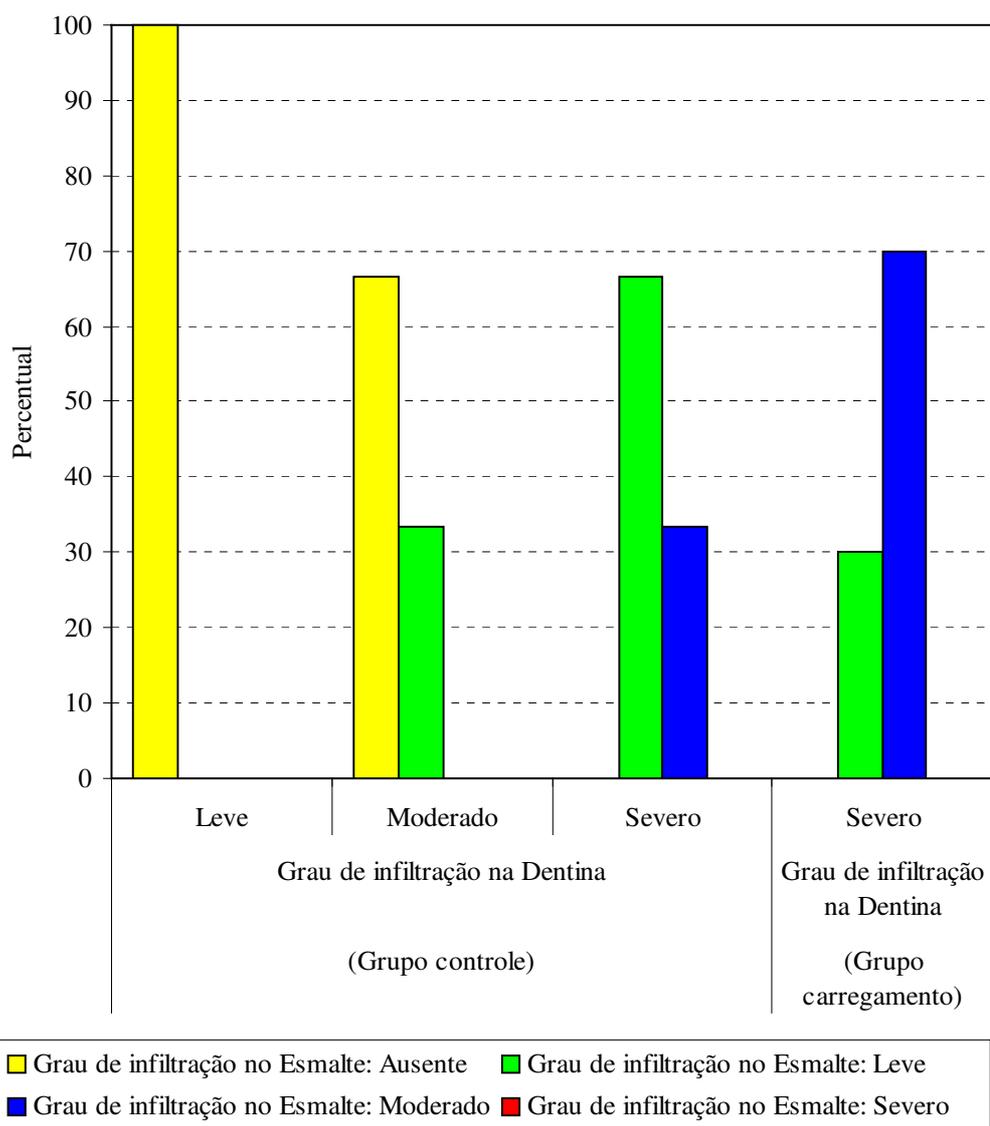
Relacionamento do grau de infiltração entre os locais (esmalte e dentina) por grupo, usando o material Dyract AP

Grupo	Grau de infiltração na Dentina					Total	
	Ausente	Leve	Moderado	Severo			
Controle	Ausente	n	-	1	4	-	5
		%	-	100	67	-	50
	Leve	n	-	-	2	2	4
		%	-	-	33	67	40
	Moderado	n	-	-	-	1	1
		%	-	-	-	33	10
	Severo	n	-	-	-	-	-
		%	-	-	-	-	-
	Total	n	-	1	6	3	10
		%	-	100	100	100	100
Carregamento	Ausente	n	-	-	-	-	-
		%	-	-	-	-	-
	Leve	n	-	-	-	3	3
		%	-	-	-	30	30
	Moderado	n	-	-	-	7	7
		%	-	-	-	70	70
	Severo	n	-	-	-	-	-
		%	-	-	-	-	-
	Total	n	-	-	-	10	10
		%	-	-	-	100	100

Grupo controle: P-valor = 0,0039 obtido através do teste de Wilcoxon

Grupo carregamento: P-valor = 0,0035 obtido através do teste de Wilcoxon

Relacionamento do grau de infiltração entre os locais (esmalte e dentina) por grupo, usando o material Dyract AP



Frequência do grau de infiltração por grupo e local, usando o material Dyract AP

Local	Grau de infiltração	Grupo		Total		
		Controle	Carregamento			
Esmalte	Ausente	n	5	-	5	
		%	50	-	25	
	Leve	n	4	3	7	
		%	40	30	35	
	Moderado	n	1	7	8	
		%	10	70	40	
	Total	n	10	10	20	
		%	100	100	100	
	Dentina	Leve	n	1	-	1
			%	10	-	5
Moderado		n	6	-	6	
		%	60	-	30	
Severo		n	3	10	13	
		%	30	100	65	
Total	n	10	10	20		
	%	100	100	100		

Esmalte: P-valor = 0,0029 obtido através do teste de Mann-Whitney

Dentina: P-valor = 0,0068 obtido através do teste de Mann-Whitney

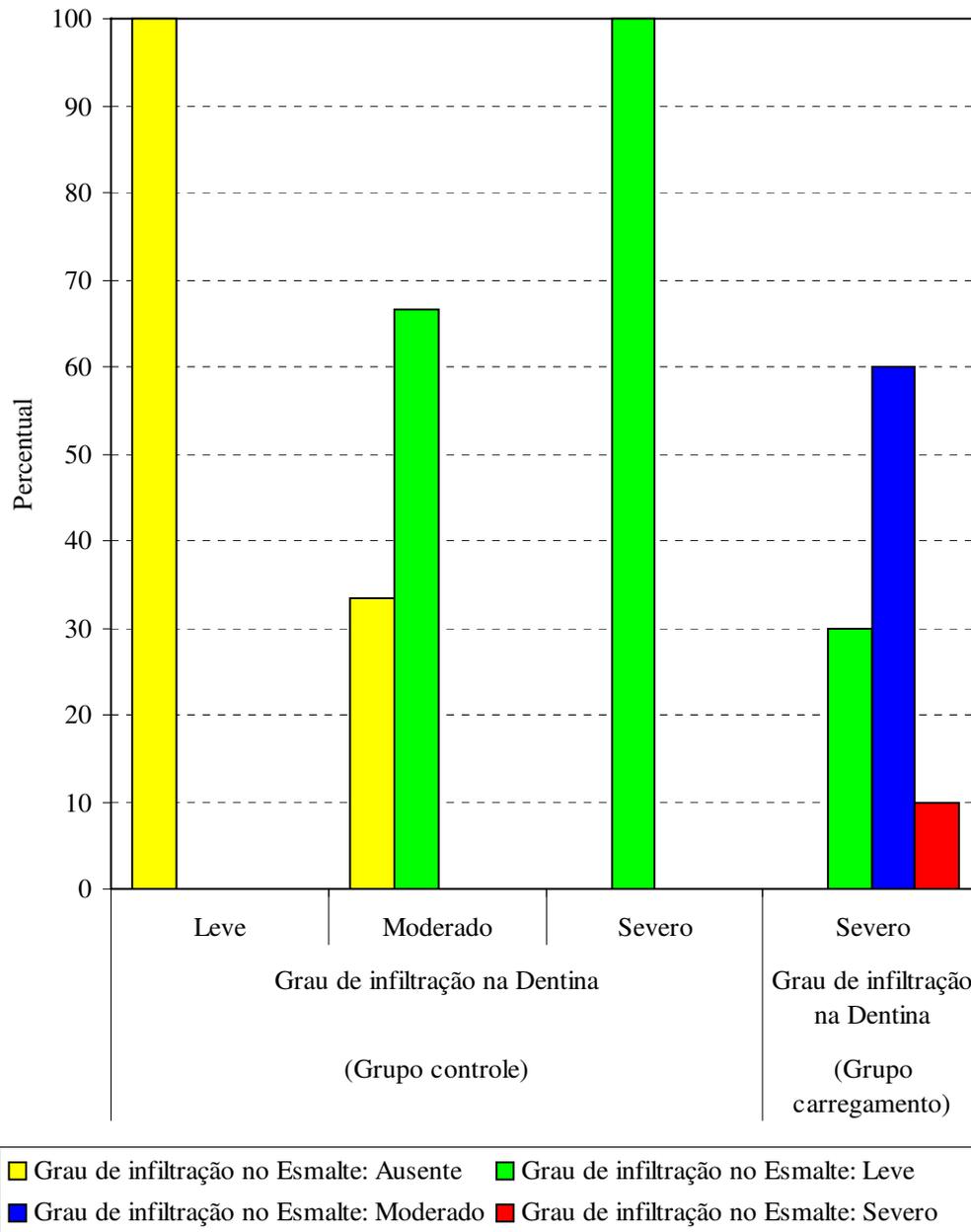
Relacionamento do grau de infiltração entre os locais (esmalte e dentina) por grupo, usando o material Vitremer

Grupo	Grau de infiltração na Dentina					Total	
	Ausente	Leve	Moderado	Severo			
Controle	Ausente	n	-	2	2	-	4
		%	-	100	33	-	40
	Leve	n	-	-	4	2	6
		%	-	-	67	100	60
	moderado	n	-	-	-	-	-
		%	-	-	-	-	-
	Severo	n	-	-	-	-	-
		%	-	-	-	-	-
	Total	n	-	2	6	2	10
		%	-	100	100	100	100
Carregamento	Ausente	n	-	-	-	-	-
		%	-	-	-	-	-
	Leve	n	-	-	-	3	3
		%	-	-	-	30	30
	moderado	n	-	-	-	6	6
		%	-	-	-	60	60
	Severo	n	-	-	-	1	1
		%	-	-	-	10	10
	Total	n	-	-	-	10	10
		%	-	-	-	100	100

Grupo controle: P-valor = 0,0039 obtido através do teste de Wilcoxon

Grupo carregamento: P-valor = 0,0057 obtido através do teste de Wilcoxon

Relacionamento do grau de infiltração entre os locais (esmalte e dentina) por grupo, usando o material Vitremer



Frequência do grau de infiltração por grupo e local, usando o material Vitremer

Local	Grau de infiltração	Grupo		Total		
		Controle	Carregamento			
Esmalte	Ausente	n	4	-	4	
		%	40	-	20	
	Leve	n	6	3	9	
		%	60	30	45	
	Moderado	n	-	6	6	
		%	-	60	30	
	Severo	n	-	1	1	
		%	-	10	5	
	Total		n	10	10	20
			%	100	100	100
Dentina	Leve	n	2	-	2	
		%	20	-	10	
	Moderado	n	6	-	6	
		%	60	-	30	
	Severo	n	2	10	12	
		%	20	100	60	
Total		n	10	10	20	
		%	100	100	100	

Esmalte: P-valor = 0,0011 obtido através do teste de Mann-Whitney

Dentina: P-valor = 0,0015 obtido através do teste de Mann-Whitney

Distribuição de frequência do grupo de infiltração por material e local no grupo carregamento

Local			Materiais				Total	
			P60	Flow	Dyract AP	Vitremer		
Esmalte	Ausente	n	5	4	5	4	18	
		%	50	40	50	40	45	
	Leve	n	5	5	4	6	20	
		%	50	50	40	60	50	
	Moderado	n	-	1	1	-	2	
		%	-	10	10	-	5	
	Total		n	10	10	10	10	40
			%	100	100	100	100	100
Dentina	Leve	n	-	-	1	2	3	
		%	-	-	10	20	8	
	Moderado	n	6	5	6	6	23	
		%	60	50	60	60	58	
	Severo	n	4	5	3	2	14	
		%	40	50	30	20	35	
	Total		n	10	10	10	10	40
			%	100	100	100	100	100

Esmalte: P-valor = 0,9298 obtido através do teste de Kruskal Wallis

Dentina: P-valor = 0,2980 obtido através do teste de Kruskal Wallis

Distribuição de frequência do grupo de infiltração por material e local no grupo carregamento

Local	Materiais				Total			
	P60	Flow	Dyract AP	Vitremer				
Esmalte	Leve	n	3	2	3	3	11	
		%	30	20	30	30	28	
	Moderado	n	7	7	7	6	27	
		%	70	70	70	60	68	
	Severo	n	-	1	-	1	2	
		%	-	10	-	10	5	
	Total	n	10	10	10	10	40	
		%	100	100	100	100	100	
	Dentina	Severo	n	10	10	10	10	40
			%	100	100	100	100	100
Total		n	10	10	10	10	40	
		%	100	100	100	100	100	

Esmalte: *P*-valor = 0,8438 obtido através do teste de Kruskal Wallis

Dentina: *P*-valor = 1,0000 obtido através do teste de Kruskal Wallis

Teste de Mann-Whitney do grau de infiltração entre os pares de materiais

		Pare de materiais	P-valor
Controle	Esmalte	P60 X Flow	0,58
		P60 X Dyract AP	0,85
		P60 X Vitremer	0,74
		Flow X Dyract AP	0,74
		Flow X Vitremer	0,85
		Dyract AP X Vitremer	0,91
	Dentina	P60 X Flow	0,74
		P60 X Dyract AP	0,58
		P60 X Vitremer	0,25
		Flow X Dyract AP	0,35
		Flow X Vitremer	0,14
		Dyract AP X Vitremer	0,58
Carregamento	Esmalte	P60 X Flow	0,53
		P60 X Dyract AP	1,00
		P60 X Vitremer	0,80
		Flow X Dyract AP	0,53
		Flow X Vitremer	0,74
		Dyract AP X Vitremer	0,80
	Dentina	P60 X Flow	1,00
		P60 X Dyract AP	1,00
		P60 X Vitremer	1,00
		Flow X Dyract AP	1,00
		Flow X Vitremer	1,00
		Dyract AP X Vitremer	1,00

Diferença estatisticamente significativa: P-valor \leq 0.008