

MÁRCIA SEPÚLVEDA NOYA

**AVALIAÇÃO *IN VITRO* DA MICROINFILTRAÇÃO
MARGINAL EM CAVIDADES SUBMETIDAS AO
TRATAMENTO COM LASER DE Er:YAG E
RESTAURADAS COM DIFERENTES RESINAS
COMPOSTAS E SISTEMAS ADESIVOS.**



**PROGRAMA INTEGRADO DE PÓS-GRADUAÇÃO EM ODONTOLOGIA
UNIVERSIDADE FEDERAL DA PARAÍBA
UNIVERSIDADE FEDERAL DA BAHIA
Área de Concentração:
Laser em Odontologia**

SALVADOR

2004

MÁRCIA SEPÚLVEDA NOYA

**AVALIAÇÃO *IN VITRO* DA MICROINFILTRAÇÃO
MARGINAL EM CAVIDADES SUBMETIDAS AO
TRATAMENTO COM LASER DE Er:YAG E
RESTAURADAS COM DIFERENTES RESINAS
COMPOSTAS E SISTEMAS ADESIVOS.**

**Tese apresentada ao Programa Integrado de
Pós-Graduação em Odontologia da
Universidade Federal da Paraíba e
Universidade Federal da Bahia em
cumprimento às exigências para obtenção do
título de Doutor em Odontologia.**

Área de concentração: Laser em Odontologia

Orientador: Prof. Dr. Edmar José Borges de Santana

Co-orientador: Prof. Dr. Aldo Brugnera Júnior

Salvador

2004

N94 Noya, Márcia Sepúlveda.

Avaliação *in vitro* da microinfiltração marginal em cavidades submetidas ao tratamento com laser de Er:YAG e restauradas com diferentes resinas compostas e sistemas adesivos / Márcia Sepúlveda Noya. -- Salvador, 2004.

190 f.

Orientador: Prof. Dr. José Edmar Borges de Santana

Tese (Doutorado em Odontologia) – Universidade Federal da Paraíba, Universidade Federal da Bahia

1. Infiltração dentária. 2. Laser. 3. Resinas compostas. 4. Adesivo dentinário. I. Santana, José Edmar Borges. II. Universidade Federal da Bahia. III. Universidade Federal da Paraíba. IV. Título.

CDU: 616.314-08

MÁRCIA SEPÚLVEDA NOYA

AVALIAÇÃO *IN VITRO* DA MICROINFILTRAÇÃO MARGINAL
EM CAVIDADES SUBMETIDAS AO TRATAMENTO COM
LASER DE Er:YAG E RESTAURADAS COM DIFERENTES
RESINAS COMPOSTAS E SISTEMAS ADESIVOS.

Salvador, 23 / 09 / 2004

BANCA EXAMINADORA:

Prof. Dr. Edmar José Borges de Santana – Orientador - UFBA

Prof^a Dr.^a Denise Cerqueira – Membro - UEFS

Prof^a Dr.^a Rebeca Barroso Bezerra – Membro - UFBA

Prof. Dr. Roberto Paulo Correia de Araújo – Membro - UFBA

Prof^a. Dr.^a Viviane Sarmento – Membro - UFBA

DEDICATÓRIA

Dedico a minha avó **Maria de Lourdes** (“In Memoriam”), pelo seu amor e pelas mais felizes lembranças da minha infância. Sua presença na minha vida me dá coragem e a certeza que o amor ultrapassa qualquer distância.

Aos meus pais, **Raul e Delba**, e minha dinda **Cléa** que foram fundamentais na minha formação e por terem sempre acreditado em mim. Esta etapa da minha vida ofereço a vocês. Gostaria de um dia poder retribuir tanta dedicação!

A minha filha, **Juliana**, que a cada dia me faz sentir o quanto viver vale a pena, meu amor eterno. Estarei sempre ao seu lado.....

Ao meu marido **Luiz Carlos**, por estar sempre presente me incentivando e, em especial, por ter preenchido minha vida com amor.

Aos meus irmãos **Raul, Sandra, Carlos Henrique, Marta, Alexandre e Marisa**, pelo apoio nas horas difíceis.

Aos meus sobrinhos, **Flávia, Hugo, Felipe, Daniel, Leonardo e Vida** pelos momentos de felicidade que me deram desde que nasceram.

AGRADECIMENTOS

A **Deus** por me conceder a vida, com saúde e perseverança e por ter sempre me dado muito mais do que merecia.

A **Nossa Senhora do Perpétuo Socorro** por me dar a certeza que não me encontro sozinha.

A **Faculdade de Odontologia da Universidade Federal da Bahia**, na pessoa de seu diretor e meu orientador **Prof. Dr. Edmar José Borges de Santana**, pelo apoio, ensinamentos e confiança que sempre me depositou, minha estima e respeito por toda sua dedicação a Odontologia.

Ao **Prof. Dr. Aldo Brugnera Júnior**, por estar ao meu lado durante a realização deste trabalho em sua clínica e por ter me dado a oportunidade de aprender tanto sobre laser. Tê-lo como co-orientador foi antes de tudo uma honra para mim e sobretudo uma grande responsabilidade.

A **Prof^a Dra. Fátima Zanin**, pela participação fundamental na realização deste trabalho, por seus ensinamentos transmitidos e apoio concedidos.

A **Universidade Estadual de Feira de Santana**, em especial ao Departamento de Saúde, Colegiado de Odontologia e colegas da disciplina de Clínica Odontológica I, na pessoa da **Profa. Dra Denise Cerqueira** por me apoiarem e permitirem meu afastamento das atividades docentes durante a realização do doutorado.

Ao **Instituto Brugnera e Zanin e sua equipe**, pela gentil recepção em São Paulo e por disponibilizar o laser de Er:YAG utilizado neste trabalho

Ao **Prof. Dr. Antônio Pinheiro**, por seu entusiasmo e dedicação a pesquisa e por ter me dado a oportunidade de realizar o doutorado.

Ao **Departamento de Odontologia Restauradora, da Faculdade de Odontologia de São José dos Campos – UNESP e a Disciplina de Endodontia da Faculdade de Odontologia da Universidade Federal da Bahia**, por terem gentilmente permitido realizar parte da fase experimental deste trabalho.

Aos meus **alunos da UEFS, CESEO e UNIME**, de ontem e hoje, por toda confiança e pelos momentos mais preciosos da minha carreira docente.

Às minhas colegas do Curso de Especialização em Dentística do Centro Baiano de Estudos Odontológicos, **Rebeca Barroso Bezerra e Maria Jacinta Moraes Coelho**, por todos os anos de convívio e aprendizagem. Meu reconhecimento pela capacidade e competência de vocês duas e substituição nos momentos de ausência.

A **Professora Carolina Baptista Miranda**, minha colega e amiga, pela incansável disposição em ajudar-me na realização desta pesquisa e por ter me recebido com tanto carinho em São José. Admiro sua inteligência e atitude diante da vida.

A UNIME, na pessoa da coordenadora do Curso de Odontologia, Profa. Dra. **Ana Isabel Fonseca Scavuzzi**, pela confiança sempre presente.

A **Universidade Federal da Paraíba**, em especial aos professores **Carmeli Sampaio, Fábio Sampaio, Lino Costa e Wilton Padilha**, pelos ensinamentos e acolhimento em João Pessoa.

Aos meus colegas de Doutorado, **Aparecida Marques, Estela Soares, Francisco Limeira, Gardênia Zumaêta, João Macedo, Marleny Gerbi e Maria Helena Catão**, por termos vivido com união e amizade esses dois últimos anos das nossas vidas. Foi um privilégio para mim nossa convivência.

A **Conceição Costa, Jener Farias e Patrícia Lamberti**, pelos bons momentos vividos durante o doutorado.

A **Sra. Maria Lúcia Brisson**, técnica do Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais (INPE), responsável pela realização da microscopia eletrônica de varredura

A todos os **Professores do Programa Integrado de Pós-Graduação em Odontologia UFBA-UFPB**, minha sincera gratidão e carinho.

A **Normilda Santos Vilas Boas**, pela sua amizade, compreensão e apoio no consultório.

A **Telma Guimarães e Neuza Nery** pela compreensão, ajuda e carinho que dispensaram no meu consultório e na minha casa.

As minhas amigas **Anna Paola Noya Gatto e Jackeline Duarte Raphael**, pela amizade e apoio nas horas difíceis.

A **Carlos Góes** por estar sempre presente na vida da nossa filha quando estive ausente.

A todos aqueles que direta ou indiretamente ajudaram na realização deste trabalho minha eterna gratidão!

SUMÁRIO

LISTA DE ABREVIATURAS E SÍMBOLOS	10
LISTA DE QUADROS E FIGURAS	12
LISTA DE TABELAS	14
RESUMO	15
ABSTRACT	16
1. INTRODUÇÃO	17
2. REVISÃO DA LITERATURA	22
2.1 ADESÃO AOS TECIDOS DENTÁRIOS	22
2.1.1 ADESÃO EM ESMALTE	22
2.1.2 ADESÃO EM DENTINA	28
2.1.3 SISTEMAS ADESIVOS	32
2.2 MICROINFILTRAÇÃO	41
2.3 LASER	57
3. PROPOSIÇÃO	110
4. MATERIAL E MÉTODOS	111
4.1 MATERIAL	111
4.1.1 CONSUMO	111
4.1.2 PERMANENTE	112
4.1.3 MATERIAIS RESTAURADORES UTILIZADOS	114
4.1.4. SELEÇÃO DA AMOSTRA	115
4.2 METODOLOGIA	116
4.2.1 DIVISÃO DOS GRUPOS	116
4.2.2 PROCEDIMENTOS RESTAURADORES	118
4.2.2.1 PREPARO DAS CAVIDADES	118
4.2.2.2 ETAPAS OPERATÓRIAS PARA RESTAURAÇÃO DOS ESPÉCIMES	121
4.2.2.3 INSERÇÃO E POLIMERIZAÇÃO DOS SISTEMAS RESTAURADORES	124
4.2.2.4 POLIMENTO DAS RESTAURAÇÕES	125
4.2.3 TESTE DE CICLAGEM TÉRMICA	125
4.2.3.1 PREPARO DOS DENTES PARA O TESTE DE MICROINFILTRAÇÃO	126
4.2. 4 ANÁLISE DA MICROINFILTRAÇÃO	129
4.2.5 METODOLOGIA ESTATÍSTICA	132
5. RESULTADOS	134
5.1 AVALIAÇÃO ATRAVÉS DE LUPA ESTEREOMICROCÓPICA	134
5.1.1 RESULTADOS EM ESMALTE QUANDO TODOS OS GRUPOS FORAM COMPARADOS ENTRE SI	134
5.1.2 RESULTADOS EM ESMALTE QUANDO OS SUB-	137

GRUPOS I, II/III, IV/V, VI, VII/VIII, IX/X FORAM COMPARADOS ENTRE SI	
5.1.3 RESULTADOS EM ESMALTE QUANDO OS SUB-GRUPOS I/ II/ III/ IV/ V e VI/ VII/ VIII/ IX/ X FORAM COMPARADOS ENTRE SI	139
5.1.4 RESULTADOS EM CEMENTO QUANDO TODOS OS GRUPOS FORAM COMPARADOS ENTRE SI	140
5.1.5 RESULTADOS EM CEMENTO QUANDO OS SUB-GRUPOS I, II/III, IV/V, VI, VII/VIII, IX/X FORAM COMPARADOS ENTRE SI	143
5.1.6 RESULTADOS EM CEMENTO QUANDO OS SUB-GRUPOS I/ II/ III/ IV/ V e VI/ VII/ VIII/ IX/ X FORAM COMPARADOS ENTRE SI	146
5.1.7 RESULTADOS OBTIDOS DA INFILTRAÇÃO LOCALIZADA EM ESMALTE E CEMENTO	148
5.2 ESTUDO COMPLEMENTAR POR MEIO DE MICROSCOPIA ELETRÔNICA DE VARREDURA	149
5.2.1 PREPARO DOS DENTES PARA MICROSCOPIA ELETRÔNICA DE VARREDURA	149
5.2.1.1 ESTUDO EM ESMALTE	152
5.2.1.2 ESTUDO EM CEMENTO	153
6. DISCUSSÃO	154
7. CONCLUSÕES	171
REFERÊNCIAS	173
ANEXOS	186
ANEXO A – TERMO DE DOAÇÃO DOS DENTES	187
ANEXO B – TERMO DE APROVAÇÃO PELO COMITÊ DE ÉTICA EM PESQUISA	188
ANEXO C – LEITURA DOS CORPOS DE PROVA	189

LISTA DE ABREVIATURAS E SÍMBOLOS

- %: porcentagem
- Er:YAG: Érbio:Ítrio-Alumínio-Granada
- Nd:YAG: Neodímio:Ítrio-Alumínio-Granada
- CO₂: Dióxido de carbono
- 4-Meta: metacriloxi-etil trimelitato anidro
- λ : comprimento de onda
- μ : micron (unidade de medida equivalente a 10^{-6} m)
- \pm : mais ou menos
- ®: marca registrada
- μ m: micrometro
- μ s: microssegundo
- cm:centímetro
- BIS-GMA: bisfenol glicidil metacrilato
- NPG-GMA: N- fenilglicine glicidil metacrilato
- HEMA: hidroxí-etil-metacrilato
- MEV: microscópio / microscopia eletrônica de varredura
- RPM: rotação por minuto
- MASER: amplificação de microondas por emissão estimulada de radiação.
- LASER: amplificação de luz por emissão estimulada de radiação
- EDX: energia dispersiva de raios X
- nm: nanômetro (equivalente a 10^{-9} m)
- mm: milímetro
- J: joule
- J/cm²: joules por centímetro quadrado (energia total)
- mJ: milijoules (medida de energia equivalente a 10^{-3} J)

Hz: hertz (medida de frequência de picos em ondas eletromagnéticas expressas em ciclos por segundo)

W: watt (potência)

Ms: milissegundo

mw: miliwatt (medida de potência equivalente a 10^{-3} W)

ns: nanossegundo (equivalente a 10^{-9} s)

°C: grau célcus

p: pulso

MPa: mega Paschal

pps: número de pulsos de energia laser emitidos em 1 segundo

NT: nanotecnologia

N: Newton

ANOVA: análise de variância

Psi: "pounds square inch (força em libra por polegada ao quadrado)

LISTA DE QUADROS E FIGURAS

Quadro 1 - Materiais restauradores utilizados

Quadro 2 - Divisão dos grupos de acordo com distintas energias, a utilização ou não do condicionamento ácido e diferentes sistemas restauradores.

Figura 1A - Preparo cavitário classe V na face vestibular realizado com ponta diamantada esférica nº 1014

Figura 1B - As dimensões das cavidades foram de 3,0 mm no sentido cérvico-oclusal, por 4,0 mm no sentido mesio-distal, por 2,0 mm de profundidade, com extensão do término cervical a aproximadamente 1-2 mm além da junção amelo-cementária

Figura 1C - Irradiação com Laser Er:YAG

Figura 1E - Aplicação do sistema adesivo

Figura 1D -Espécime condicionado com ácido fosfórico a 35%

Figura 1F - Restauração do espécime com resina composta.

Figura 2A - Espécimes de diferentes grupos experimentais impermeabilizados com esmalte para unhas

Figura 2B - Espécimes do grupo 4 após a impermeabilização

Figura 2C- Espécime incluído em resina acrílica e após imersão no agente traçador

Figura 2D - Espécime fixado na máquina de corte

Figura 2E - Espécime seccionado no sentido vestibulo-lingual

Figura 2F - Espécime seccionado e pronto para leitura em lupa estereoscópica.

Figura 3A - Microinfiltração Grau 0 em esmalte

Figura 3B - Microinfiltração Grau 1 em esmalte

Figura 3C - Microinfiltração Grau 2 em esmalte

Figura 3D - Microinfiltração Grau 3 em esmalte

Figura 4A - Microinfiltração Grau 0 em cimento

Figura 4B - Microinfiltração Grau 1 em cimento

Figura 4C - Microinfiltração Grau 1 em esmalte e Grau 2 em cimento

Figura 5 - Representação gráfica da comparação em esmalte entre os dez grupos estudados e os valores da mediana

Figura 6 - Representação gráfica da comparação em esmalte entre os grupos I e VI e sub-grupos II/III; IV/V; VII/VIII; IX/X e os valores da mediana (apenas condicionados com ácido fosfórico ou irradiados e aqueles irradiados e condicionados)

Figura 7 - Representação gráfica da comparação em esmalte entre os sub-grupos I/ II/ III/ IV / V e VI/ VII/ VIII/ IX /X e os valores da mediana (Single Bond e Prime & Bond NT)

Figura 8 - Representação gráfica da comparação em cimento entre todos os grupos estudados e os valores da mediana

Figura 9 - Representação gráfica da comparação em cimento entre os grupos I e VI e sub-grupos II/III; IV/V; VII/VIII; IX/X e os valores da mediana (apenas condicionados com ácido fosfórico ou irradiados e aqueles irradiados e condicionados)

Figura 10 - Representação gráfica da comparação entre os sub-grupos estudados (Prime & Bond e Single Bond) e os valores da mediana

Figura 11 - Representação gráfica da comparação entre os diferentes substratos (localização da margem cavitária: esmalte e cimento) e os valores da mediana

Figura 12 – Microscopia eletrônica de varredura para o esmalte com aumento de 2000X

Figura 13 – Microscopia eletrônica de varredura para o cimento com aumento de 2000X

LISTA DE TABELAS

Tabela 1 - Estatísticas descritivas da infiltração em esmalte quando todos os grupos foram comparados entre si (n=10) (UFPB-UFBA, 2004)

Tabela 2 – Comparação das distribuições da infiltração marginal em esmalte entre os grupos estudados que apresentaram valores estatisticamente significantes (UFPB-UFBA, 2004)

Tabela 3 – Estatísticas descritivas da infiltração em esmalte de acordo com os grupos e sub-grupos de estudo (apenas condicionados com ácido fosfórico ou irradiados e aqueles irradiados e condicionados) (UFPB-UFBA, 2004)

Tabela 4 - Comparação das distribuições da infiltração marginal em esmalte dos sub-grupos estudados que apresentaram valores estatisticamente significantes (UFPB-UFBA, 2004)

Tabela 5 - Estatísticas descritivas da infiltração em esmalte de acordo com os sub-grupos de estudo (Prime & Bond NT e Single Bond)

Tabela 6 - Estatísticas descritivas da infiltração em cimento quando todos os grupos foram comparados entre si.

Tabela 7 - Comparação das distribuições da infiltração marginal em cimento dos grupos estudados que apresentaram valores estatisticamente significantes (UFPB-UFBA, 2004)

Tabela 8 - Estatísticas descritivas da infiltração em cimento de acordo com os grupos e sub-grupos de estudo (apenas condicionados com ácido fosfórico ou irradiados e aqueles irradiados e condicionados)

Tabela 9 - Comparação das distribuições da infiltração marginal em cimento dos sub-grupos estudados que apresentaram valores estatisticamente significantes (UFPB-UFBA, 2004)

Tabela 10 - Estatísticas descritivas da infiltração em cimento de acordo com os sub-grupos de estudo (Prime & BondNT e Single Bond)

Tabela 11 - Estatísticas descritivas da infiltração em esmalte e cimento (UFPB-UFBA, 2004)

RESUMO

O objetivo desta pesquisa foi avaliar a microinfiltração, através de lupa estereoscópica, em cavidades de Classe V, condicionadas por três métodos: 1) com ácido fosfórico a 35%, 2) com laser de Er:YAG, em frequência única de 3 Hz e energias distintas, 100 mJ e 200 mJ e 3) irradiação com laser de Er:YAG nos parâmetros acima descritos + condicionamento ácido. Em seguida os dentes foram restaurados com resina composta microhíbrida Esthet-X (Dentsply) e Z 250 (3M) e diferentes sistemas adesivos, um com solvente a base de acetona (Prime & Bond) e o outro a base de álcool e água (Single Bond). Foram utilizados 100 dentes humanos e os preparos foram realizados na face vestibular com extensão cervical a 1-2 mm além da junção amelo-cementária. Depois de restaurados os dentes foram submetidos a termociclagem em água a $5^{\circ}\text{C} \pm 2^{\circ}\text{C}$ e $55^{\circ}\text{C} \pm 2^{\circ}\text{C}$, com 5 segundos de intervalo e 30 segundos de imersão, num total de 500 ciclos e, em seguida, imersos em solução aquosa de nitrato de prata 50% por 2 horas, seguida da imersão em solução reveladora. Os dentes foram incluídos em resina acrílica e seccionados no sentido vestibulo-lingual, dividindo assim a restauração em duas porções uma mesial e a outra distal. A avaliação da microinfiltração, em esmalte e cimento foi feita segundo escores de zero a três. Os resultados foram submetidos ao Teste de Kruskal-Wallis e a prova de Mann-Whitney, através dos quais foi possível concluir que, em esmalte, os grupos condicionados com ácido e aqueles que foram irradiados e em seguida condicionados e restaurados com o sistema adesivo a base de água apresentam ausência de microinfiltração, sendo os grupos apenas irradiados com laser de Er:YAG e restaurados com o sistema adesivo a base de acetona, os que mostraram os maiores valores de microinfiltração. Em cimento, os menores graus de microinfiltração foram observados nos dentes condicionados + irradiados + adesivo com solvente a base de água. Concluiu-se que tanto em esmalte quanto em cimento, o emprego do ácido fosfórico, associado ou não a irradiação laser, mostrou-se efetivo na diminuição da microinfiltração. Em esmalte, o sistema adesivo a base de água apresentou um melhor desempenho quando comparado aos adesivos a base de acetona. No entanto, em cimento, os diferentes solventes mostraram comportamento semelhante entre eles. Quando avaliou-se a microinfiltração em relação a margem cavitária, observou-se que esta foi inferior em esmalte quando comparada ao cimento.

Palavras-chave: Infiltração dentária; laser; adesivos; resina composta

ABSTRACT

The aim of this study was to evaluate the microleakage, through a magnifying glass, of Class V cavities, treated by three methods: 1) 35% phosphoric acid, 2) Er:YAG laser with frequency of 3 Hz and distinct energies, 100 mJ and 200 mJ 3) Er:YAG laser in the same way described above + 35% phosphoric acid. After that, the teeth were restored with microhybrid resin composite Esthet-X (Dentsply) and Z 250 (3M) using different adhesive systems, a acetone based adhesive (Prime & Bond) and a water and alcohol based adhesive (Single Bond). One hundred human teeth were used in this study and the cavity preparations were done at the buccal surface with the gingival margin located 1-2 mm below to the cemento-enamel junction. After restoration, the teeth were exposed to a thermocycling process and then immersed in aqueous solution of 50% silver nitrate for 2 hours, followed by immersion in a developing solution. The teeth were embedded in acrylic resin and sectioned on the buccal-lingual direction, splitting the restoration in two parts, mesial and distal. The extent of leakage in enamel and cement margins was measured using a 0-3 scale. The results were submitted to Kruskal-Wallis and Mann-Whitney tests and the data indicated that the groups which were etched and those which were irradiated with Er:YAG laser, etched and restored with a water based adhesive showed no microleakage, and the groups which were irradiated with Er:YAG laser and restored with a acetone based adhesive showed the highest values of microleakage in enamel. In cement, the lowest levels of microleakage were observed on the teeth that were etched + irradiated + restored with a water based adhesive. In conclusion, the use of the phosphoric acid, associated or not to the laser irradiation, in both enamel and cement, result in decreased microleakage. In enamel, the water based presented the best behavior when compared to the acetone based adhesives. However, in cement, both solvents performed similarly. In regard to the microleakage localization, the enamel showed less microleakage than that of the cement margin.

Palavras-chave: Dental leakage; laser; adhesive; composite resin

1. INTRODUÇÃO

O marco inicial da Dentística deu-se em 1908, quando Black idealizou uma seqüência lógica de procedimentos para a realização de preparos cavitários. Seus conceitos foram essenciais para fundamentar a Odontologia como ciência por cerca de cinco décadas, quando, em 1955, Michael Buonocore na tentativa de obter uma melhor união entre resina acrílica e estrutura dentária, submeteu o esmalte dental de pacientes à ação de duas substâncias ácidas, o ácido fosfomolibidílico-oxálico a 50% e ácido fosfórico a 85% e comparou a adesão a dentes não tratados superficialmente e concluiu que houve um aumento sensível da adesão quando o tratamento do esmalte era realizado com ácido. A partir desta data deu-se início a uma Dentística em busca da transformação do conceito de preparo cavitário estabelecido por Black, revolucionando os padrões operatórios através de técnicas mais conservadoras e adesivas.

Desde o desenvolvimento das resinas compostas por Bowen em 1963, estas resinas são os materiais de escolha para restaurações estéticas diretas. As atuais resinas compostas têm recursos que proporcionam aos clínicos maneiras de simular as características ópticas das estruturas dentais, apresentam elevada resistência ao desgaste e biocompatibilidade com os tecidos periodontais, entretanto continua sendo um grande desafio prolongar a substituição dessas restaurações adesivas que, embora utilizem sistemas

adesivos mais eficientes, mais eficazes e simples de serem empregados, ainda apresentam problemas no selamento marginal, principalmente em cavidades com término em cimento, aonde as forças de contração podem exceder os valores de resistência adesiva do material restaurador ao dente (BRANNSTRÖM *et al.*, 1995).

A adesão da resina composta à estrutura dental, biocompatibilidade, insolubilidade aos fluidos bucais e similaridade à estrutura dental em relação às suas propriedades físicas, mecânicas e cromáticas é a meta das pesquisas nas últimas décadas, sendo a microinfiltração considerada o grande desafio, pois, apesar do aperfeiçoamento dos sistemas adesivos, os materiais e técnicas adesivas ainda não são capazes de promover um perfeito selamento marginal entre o dente e o material restaurador, o que compromete a longevidade das restaurações. Somado a isto, também precisam ser melhorados para serem utilizados nas técnicas adesivas em que sistemas lasers forem utilizados.

A microinfiltração pode acontecer em decorrência da associação de diversos fatores tais como da falta de adesão dos materiais restauradores aos tecidos dentais mineralizados; da contração de polimerização das resinas compostas; preparo cavitário não conservador; inadequada inserção, acomodação e polimerização da resina composta; polimento imediato da restauração; diferenças do coeficiente de expansão térmica linear entre o dente e o material restaurador; localização da margem, tamanho e forma da cavidade; perda do mecanismo de selamento, contato oclusal prematuro e falta de um

adesivo dentinário que seja considerado ideal para atuar nos três diferentes substratos, esmalte, dentina e cimento (BOWEN, 1967; ASMUSSEN, 1985; NIU *et al.*, 1989; ROEBUCK *et al.*, 2000; ODA *et al.*, 2001; GUTKNECHT *et al.*, 2001). Este fenômeno é definido como sendo a passagem de bactérias, substâncias químicas, fluídos, moléculas ou íons na interface dente / material restaurador e está diretamente relacionada à recidiva de cárie, descoloração marginal, hipersensibilidade, alterações pulpares e fracasso das restaurações (KIDD, 1967; ASMUSSEN, 1985; KOHARA, 2002).

A adesão em cavidades com margens localizadas em esmalte é efetiva, porém a complexidade morfofisiológica apresentada pela dentina, e sua capacidade de modificação por estímulos fisiológicos e patológicos fazem com que a efetividade da adesão a esta estrutura seja muito complexa e de forma diferente do esmalte; desta forma restaurações de Classe V freqüentemente apresentam um problema clínico, pois a margem gengival encontra-se muitas vezes em dentina ou cimento, existindo um alto potencial para a formação de fenda marginal e conseqüentemente, cárie e manchamento. O efeito do condicionamento ácido também difere entre o esmalte e a dentina. No esmalte, o ácido fosfórico a 35% produz uma dissolução interprismática e prismática, criando microporosidades que servirão de retenções micromecânicas; na dentina, ocorre a remoção da *smear layer*, desmineralização da dentina peri e intertubular, exposição das fibrilas colágenas, abertura dos túbulos dentinários e

aumento da permeabilidade do substrato, para posterior entrelaçamento destas fibrilas pelo sistema adesivo hidrofílico.

Apesar das diversas tentativas de melhorar a adesão e conseqüentemente haver uma diminuição da microinfiltração e de toda evolução dos sistemas adesivos e técnicas restauradoras, ainda não se conseguiu um tratamento efetivo da estrutura dentária, especialmente da região cementária, que propiciasse de forma efetiva o selamento marginal.

Recentemente ocorreu um grande avanço nos aparelhos e equipamentos odontológicos, entre estes os lasers de Er:YAG. Estes lasers por sua alta afinidade com a hidroxiapatita e água presentes nos substratos dentários causam ablação efetiva da estrutura dentária hígida ou cariada sem causar danos térmicos aos tecidos duros adjacentes e ao órgão pulpar, além de dar conforto ao paciente devido a ausência de vibração, pressão, ruído e na maioria das vezes sensibilidade durante o tratamento. Em esmalte, o laser de Er:YAG produz microexplosões durante a ablação do tecido duro dental que resulta em irregularidades macro e microscópicas, que podem se constituir no mecanismo de adesão quando não se aplica um condicionador ácido. Em dentina espera-se que a irradiação laser cause alterações morfológicas dentinárias que favoreça a formação da camada híbrida, mesmo sabendo-se que os sistemas adesivos atuais não tenham sido desenvolvidos especialmente para atuarem em substrato irradiado com laser de Er:YAG.

Em razão da ausência de uma técnica restauradora que realmente promova o completo e hermético selamento marginal, neste estudo foi avaliado se a irradiação com laser de Er:YAG, energias de 100 e 200mJ, seguida ou não do condicionamento ácido, é capaz de promover um melhor selamento da interface dente/resina composta em cavidades de Classe V preparadas convencionalmente com turbina em alta-rotação, quando comparado com o condicionamento convencionalmente realizado com ácido fosfórico.

2. REVISÃO DA LITERATURA

Para que essa revisão da literatura torne-se elucidativa, a compilação dos dados bibliográficos foi distribuída nos seguintes tópicos: **adesão aos tecidos dentários: esmalte e dentina**, abrangendo fatores relacionados a aspectos histológicos e morfológicos, composição, características, propriedades destes substratos e adesão; **sistemas adesivos**, onde são revistas sua evolução, formação da camada híbrida e propriedades físico-químicas; **microinfiltração marginal**, abrangendo fatores relacionados direta ou indiretamente nesse processo, tais como técnicas, termociclagem e causas e conseqüências da infiltração marginal e **laser** onde são revistos os aspectos físicos, mecanismos de ação, características da luz laser, laser de Er:YAG, condicionamento dental com laser de Er:YAG e microinfiltração *versus* condicionamento com laser de Er:YAG.

2.1. ADESÃO AOS TECIDOS DENTÁRIOS

2.1.1. ADESÃO EM ESMALTE

O marco histórico da Odontologia restauradora adesiva ocorreu em 1955, quando Buonocore, na tentativa de obter uma melhor união entre resina acrílica e estrutura dentária, submeteu o esmalte dental de pacientes à ação de duas substâncias ácidas, o ácido fosfomolibidílico-oxálico a 50% e ácido fosfórico a 85% e comparou a adesão a dentes não tratados superficialmente. O autor observou que nos dentes tratados com ácido fosfomolibidílico-oxálico, a resina permaneceu aderida durante 160 horas, ao passo que nos dentes do grupo controle, a duração média foi somente de 6 a 12 horas. Nos dentes submetidos ao pré-tratamento com ácido fosfórico, a duração média foi de 1070 horas. Apesar do não entendimento completo do mecanismo envolvido neste processo, o autor concluiu que houve um aumento sensível da adesão quando o tratamento superficial do esmalte era realizado com ácido, sendo considerado um bom recurso mecânico de retenção de resinas à superfície dental, por promover um aumento na área de superfície, permitindo um contato mais íntimo entre o material resinoso e o dente.

A partir desta data deu-se início a uma Dentística em busca da transformação do conceito de preparo cavitário estabelecido por Black, no início do século passado, revolucionando os padrões operatórios através de técnicas mais conservadoras e adesivas.

Caldwell *et al.* (1957) ressaltaram entre as propriedades físicas do esmalte dental, a sua alta dureza, variando de 200 a 500 Knoop, situando-se

no grau 6 na escala Mohs. Seu alto módulo de elasticidade e baixa resistência à tração intrínseca, fazem com que o esmalte seja bastante friável, sendo este protegido pela dentina, devido esta apresentar maior resistência à compressão.

Frank e Sognnaes (1960) descreveram o esmalte como o mais duro dos tecidos minerais do corpo humano, que se apresenta em uma maior espessura sobre as cúspides e mais delgado nas regiões de fóssulas e fissuras e na região cervical do dente. A estrutura inorgânica do esmalte é constituída basicamente de apatita, na sua forma de hidroxí, fluoro ou carbono, sendo o cálcio e o fosfato, os principais componentes inorgânicos. O esmalte possui uma estrutura cristalina, com cristais de dimensões ultramicroscópicas, por esta razão denominados cristalitos.

Eastoe (1963) relata que esses cristalitos de apatita estão envolvidos numa matriz orgânica, que representa menos de 1% da composição de um esmalte maduro.

Calstrom *et al.* (1963) relatam que a água também está presente no esmalte dental, associado à matriz orgânica e envolvendo os cristalitos de apatita, estando em muito maior proporção (4%) do que o componente orgânico.

Poole *et al.* (1963) descreveram a permeabilidade seletiva do esmalte envolvendo fluidos entre a polpa e o meio oral externo, permitindo a passagem de água e íons, mas excluindo a passagem de grandes moléculas.

Gwinnett e Buonocore (1965) analisaram o efeito de vários condicionadores ácidos na superfície do esmalte, como o ácido fosfórico, em suas diferentes concentrações, a 10%, 20%, 30% e 40%, além de uma solução modificada a 50%, líquido do silicato, ácido clorídrico a 40% com fluoreto de sódio a 3%, E.D.T.A. (sal dissódico do ácido etileno-diamino-tetra-acético) e sal tetrassódico do E.D.T.A. a 10%. Superfícies menos favoráveis a adesão foram obtidas nas superfícies tratadas com o E.D.T.A; o ácido clorídrico provocou ataques intensos e o melhor padrão histológico foi observado com a solução modificada de ácido fosfórico a 50%, aplicado por 30 segundos.

A formação da camada híbrida é a infiltração de resina no esmalte, na dentina ou no cimento. A infiltração de resina envolve os cristalitos de apatita do esmalte tornando-os ácido resistente. De acordo com Gwinnett e Matsui (1967), isto só é possível pelo pré-tratamento do esmalte com ácido, o qual aumenta microscopicamente a rugosidade da superfície. No processo do condicionamento ácido do esmalte ocorrerá uma dissolução preferencial do componente inorgânico originando microporos de aproximadamente 20µm de profundidade, os quais agem como um sistema de canais nos quais um material resinoso pouco viscoso irá penetrar, embricando-se e promovendo uma união

mecânica bastante efetiva e permanente. Estas extensões filamentosas de monômero líquido polimerizado no interior do núcleo e cauda dos prismas de esmalte protegem o esmalte externo de dissolução.

Em 1968, Buonocore *et al.* avaliaram a penetração das resinas no esmalte condicionado durante um minuto com ácido fosfórico a 50% com adição de 7% de óxido de zinco. Os autores verificaram projeções resinosas, ou *tags*, no esmalte após o condicionamento ácido, devido à penetração da resina nas porosidades criadas no esmalte dental pelo ácido e verificaram que as projeções de resina nestas retenções apresentavam extensão em torno de 25 µm. Neste estudo, os autores também verificaram nos dentes sem condicionamento ácido uma grande infiltração de corante na interface resina-dente e praticamente nenhuma nos dentes condicionados, concluindo que quando as superfícies não foram condicionadas previamente à aplicação dos materiais, o resultado foi uma fraca adesão e ausência de formação dos *tags* resinosos e conseqüentemente uma maior microinfiltração.

De acordo com Garone Filho *et al.* (1975) soluções de ácido fosfórico entre 35 e 50% são mais eficientes no condicionamento seletivo do esmalte, por aumentarem sua área e energia de superfície. Para os autores, o condicionamento ácido aumenta não somente a retenção das restaurações estéticas, como também diminui a microinfiltração marginal.

Silvestone *et al.* (1975) descreveram, utilizando a microscopia eletrônica de varredura, três diferentes padrões de desmineralização obtidos em esmalte humano condicionado pelo ácido fosfórico e ácido láctico. O tipo 1, mais freqüente, apresentava dissolução preferencial no centro dos prismas de esmalte com a periferia destes prismas mantida íntegra; o tipo 2 mostrava uma dissolução da periferia dos prismas e integridade do centro dos prismas. O tipo 3, foi descrito como um padrão misto, com uma desmineralização que se apresentava como uma mistura dos tipos 1 e 2, associado com zonas aonde não ocorria uma morfologia prismática típica.

Retief, em 1987, definiu a adesão como sendo a resultante de uma união mecânica ou de uma união adesiva, onde as interações físico-químicas são estabelecidas entre um adesivo e um substrato. Após extensa revisão de literatura concluiu que o condicionamento ácido do esmalte elimina efetivamente a microinfiltração nas restaurações de resinas compostas, particularmente quando há boa espessura de esmalte nas paredes gengivais. Também indica a técnica de aplicação da resina em camadas oblíquas, o que reduz em aproximadamente 25% a formação de fendas marginais.

De acordo com Carvalho (1998) a adesão em esmalte é conseguida através do preparo mecânico, seguido do tratamento químico da superfície do esmalte. O primeiro tem como objetivo a remoção da camada mais superficial do esmalte, geralmente menos reativa ao condicionamento ácido, podendo ser

realizado com discos abrasivos, pontas diamantadas ou através do jateamento da superfície do esmalte com partículas de óxido de alumínio. Por sua vez, o tratamento químico do esmalte com o ácido fosfórico, nas concentrações de 35 a 37% preferivelmente, irá promover uma desmineralização seletiva dos prismas de esmalte, originando porosidade nas quais o sistema adesivo irá infiltrar, resultando na formação dos *tags* em esmalte, ou seja, projeções resinosas no interior das microporosidades criadas pelo condicionamento ácido, constituindo-se em uma retenção micro-mecânica.

2.1.2. ADESÃO EM DENTINA

A dentina é formada a partir da secreção de uma matriz orgânica produzida pelos odontoblastos, constituída predominantemente de colágeno do Tipo I. Esta matriz extracelular é posteriormente mineralizada por meio de um processo complexo envolvendo proteínas não-colágenas. Durante a odontogênese, os prolongamentos odontoblásticos se estendem na matriz mineralizada (dentina primária), resultando na formação dos túbulos dentinários. Os túbulos dentinários possuem no seu interior prolongamentos citoplasmáticos dos odontoblastos, fluidos, células nervosas e moléculas. Os túbulos dentinários são envolvidos por uma zona peritubular altamente mineralizada embebida em uma matriz intertubular, que consiste amplamente

de colágeno Tipo 1 com cristais de apatita embebidos e fluido dentinário (BUTLER, 1995).

Segundo Garberoglio e Brännstrom (1976) a dentina superficial apresenta 20.000 túbulos/mm² com cerca de 0.9µm de diâmetro; a dentina média 29.000 com cerca de 1,2µm de diâmetro e a dentina profunda 45.000 com cerca de 2.5µm de diâmetro.

A composição química da dentina é de aproximadamente 50% de volume mineral, 20% água e 30% matriz orgânica (MARSHALL *et al.*, 1997).

A dentina intertubular representa a maior parte da dentina, está localizada entre as colunas de dentina peritubular e consiste de numerosas fibrilas colágenas dispostas formando uma espécie de malha. Os cristais de hidroxiapatita depositam-se sobre as fibrilas colágenas e nas regiões interfibrilares (ANDIA-MERLIN, 2001; SALIM, 2001).

As diferenças regionais da dentina em relação à quantidade e diâmetro dos túbulos dentinários, a permeabilidade dentinária, concentração de cálcio, presença de dentina esclerótica e espessura da *smear layer* interferem na resistência adesiva dos materiais restauradores ao dente, sendo que os valores de adesão apresentam-se maiores em dentina superficial quando comparados com os valores obtidos em dentina profunda; também a força de adesão em dentina afetada por cárie é 20 a 40% menor quando comparada à dentina sadia. Por não ser a permeabilidade da dentina uniforme, a velocidade de saída

do fluido dentinário também varia de uma região para outra, o que promove diferentes valores adesivos (PASHLEY *et al.*, 1996; FERNANDES, 1997).

A *smear layer* também conhecida como camada de esfregaço, lama dentinária ou magma dentinário é definida como sendo detritos de partículas de matriz de colágeno mineralizada, resultante do corte da dentina, seja por instrumentos manuais, instrumentos cortantes rotatórios ou discos de lixa (PASHLEY, 1984; TAO; PASHLEY, 1988). A *smear layer* dificulta a adesão da resina ao dente, sendo necessário removê-la para se obter uma alta força adesiva. Ela serve como uma barreira que protege a polpa de estímulos nocivos, embora sua função seja temporária devido a sua alta dissolução em fluidos orais. A *smear layer* é usualmente contaminada por microorganismos, devendo ser removida antes da adesão (NAKABAYASHI; PASHLEY, 2000), no entanto, apenas por meios químicos ela é totalmente removida. Esta camada oclui a entrada dos túbulos dentinários, originando os *smear plugs* e diminui a permeabilidade dentinária até cerca de 86%, formando uma barreira que impossibilita o contato íntimo entre a dentina e a resina (BRÄNNSTROM 1984; TAO; PASHLEY, 1988; PERDIGÃO *et al.*, 1993). Sua espessura e regularidade dependem da refrigeração durante o preparo, dos instrumentos de corte utilizados, do tamanho e da forma da cavidade preparada (RUSE; SMITH, 1991; PASHLEY, 1992).

Em 1984, Gwinnett afirmou que a *smear-layer* é composta de componentes orgânicos e inorgânicos que se formam durante a abrasão ou corte dos tecidos dentais. Esta camada é formada independentemente do tipo de instrumentação ou maneira pelo qual o instrumental é utilizado e ainda, que a quantidade e qualidade desta camada é influenciada pelas condições operantes nas quais pontas diamantadas extremamente abrasivas, utilizadas sem refrigeração, tendem a produzir depósitos mais espessos. Segundo o autor, a *smear layer* não está firmemente aderida ou em continuidade com o substrato dentinário e para se conseguir uma maior retenção e resistência adesiva, ela deve ser modificada com agentes biocompatíveis.

Também em 1984, Pashley descreveu a *smear layer* como sendo uma camada muito fina e solúvel em ácido, não aparente em microscopia óptica comum. Quando mantida, esta camada irá promover um forramento dentinário que reduz a permeabilidade dentinária, sendo inclusive, segundo o autor, mais eficiente do que os vernizes cavitários. Por outro lado interferem com a adesão do material restaurador, além de apresentar-se contaminada por bactérias e seus produtos, que podem levar à injúria pulpar.

Segundo Brännstrom (1984) a *smear layer* deve ser removida e os *smear plugs* mantidos e tratados assepticamente. Desta forma, a permeabilidade dentinária estará reduzida, e conseqüentemente haverá uma melhor acomodação dos materiais de forramento. Os agentes de limpeza cavitária que

removem os *smear plugs* e alargam a abertura dos túbulos dentinários devem ser evitados pela possível contaminação bacteriana e difusão via túbulos em direção a polpa.

Segundo Bertolotti (1992) o condicionamento da dentina é definido como qualquer alteração da superfície feita após a formação da camada de esfregaço. Seu objetivo é criar uma superfície capaz de adesão micro-mecânica e, possivelmente, química a um agente adesivo dentinário. Efeitos mecânicos ou químicos são observados, como modificação da espessura ou morfologia da camada de esfregaço e mudanças na forma dos túbulos dentinários ou descalcificação da porção inorgânica. A dentina condicionada deve ser selada evitando sensibilidade pulpar pós-operatória e outras conseqüências associadas ao aumento da permeabilidade dos túbulos dentinários.

2.1.3. SISTEMAS ADESIVOS

Depois da Segunda Guerra Mundial, o Dr. Oscar Hagger, um químico suíço trabalhando para a *Amalgamated Dental Company*, na Inglaterra, desenvolveu um ácido glicerofosfórico dimetacrilato que permitiu aderir resina à dentina. O primeiro relato do uso clínico do produto, desenvolvido pela Sevricon (The Amalgamated Dental Company, Ltda, London, UK) foi feito por Kramer e McLean, em 1952. Eles observaram a adesão na dentina por microscopia

óptica e notaram que a subsuperfície com adesivo manchava com hematoxilina, o que segundo os autores indicava que o *primer* resinoso havia modificado a dentina (NAKABAYASHI; PASHLEY, 2000).

O sucesso obtido com a adesão da resina ao esmalte por Buonocore em 1955 fez com que o mesmo autor em 1956, realizasse o condicionamento ácido em dentina, porém não obteve sucesso desta vez, por causa das pobres características de molhamento das resinas disponíveis naquela época e por falta de conhecimento da dentina como substrato para adesão (NAKABAYASHI; PASHLEY, 2000).

Os primeiros sistemas adesivos ou adesivos de 1ª geração utilizados na clínica odontológica recomendavam a remoção total da *smear layer* com o intuito de permitir o contato direto do agente de união com a dentina, através de ligações químicas e mecânicas, na superfície e no interior dos túbulos dentinários. Os resultados foram insatisfatórios, provavelmente devido à alta umidade da dentina e natureza hidrofóbica do agente adesivo, convertendo-se em infiltração marginal precoce, sensibilidade dentinária, irritação pulpar e fracasso do procedimento restaurador (PASHLEY, 1991; SILVA e SOUZA JR, 1995).

Em 1963, Bowen preconizou as primeiras resinas compostas, sugerindo que os co-monômeros ativos de superfície à base de NPG-GMA (N- fenilglicine glicidil metacrilato) aumentariam a união das restaurações de resinas

compostas aos tecidos dentais, através da quelação deste co-monômero com os íons cálcio presentes na dentina, melhorando a adaptação deste material à superfície dentinária, numa suposta adesão química da resina ao cálcio presente na dentina. A incorporação de partículas de carga, ou seja, partículas inorgânicas no interior da matriz orgânica da resina, fizeram com que as propriedades físicas fossem aperfeiçoadas em relação ao cimento de silicato e à resina acrílica, até então existentes.

Em seguida uma grande quantidade de adesivos a base de ácidos fosfatos ésteres de metacrilato (*Scotchbond, 3M; Bondlite, Kerr; DeTrey, Dentsply*) foram desenvolvidos e lançados no mercado. Atualmente esses adesivos são denominados “Adesivos de Segunda Geração.” Sua aplicação não requeria a remoção da *smear layer*, porém a força de união apresentada por esses sistemas era muito baixa, aproximadamente 5MPa. Desta forma, foi demonstrado que, para obter-se uma força adesiva maior, a *smear layer* deveria ser modificada ou removida completamente, pois os sistemas adesivos não conseguem penetrar através da lama dentinária, além desta ser facilmente puxada da superfície dentinária em decorrência da contração de polimerização da resina composta restauradora (NAKABAYASHI; PASHLEY, 2000).

Segundo Asmussen e Uno (1992) a adesão química com os íons Ca^{++} pode ter natureza iônica estabelecida por atrações eletrostáticas entre cargas negativas do monômero adesivo e as cargas positivas do cálcio. Os adesivos

que possivelmente desenvolvem este tipo de ligação se apresentam em três grupos distintos: adesivos fosfatados, adesivos baseados em amino-ácidos ou amino-álcool e adesivos dicarboxilatos, entretanto, demonstraram adesão moderada não excedendo a 6MPa. A possibilidade de adesão a sítios de colágeno está relacionada com grupos hidroxilas, carboxilas, amino e amido. Assim, representam quatro grupos distintos baseados em isocianatos carboxílico, ácido clorídrico, aldeídos e anidridos. De acordo com os autores, não se consegue uma união eficaz apenas através de adesão de natureza química, faz-se necessário a modificação ou remoção da *smear layer*, uma vez que sua presença implica em perda de adesão. A remoção da camada de esfregaço pode ser realizada com diversos condicionadores acidificados e sua remoção permite a aplicação de resinas de baixa viscosidade à superfície condicionada com penetração nos túbulos e polimerização, levando à formação de prolongamentos no interior destes túbulos, denominados *tags*. Apesar da adesão dentinária parecer semelhante à adesão ao esmalte condicionado, a resistência da ligação mecânica à dentina estabelecida desta maneira é muito baixa. Para se obter ligação de resistência desejada, agentes adesivos dentinários devem ser cuidadosamente aplicados, e devem atuar por reação química ou pela habilidade de penetrar não apenas nos túbulos dentinários mas também na substância inter-tubular da camada superficial.

Assim foram desenvolvidos os Adesivos de Terceira Geração, que atuavam sobre a *smear layer*, removendo-a, modificando-a ou substituindo-a

com o objetivo de facilitar a penetração de um monômero hidrofílico, antes da aplicação do agente adesivo. Estes adesivos estão caracterizados pelo desenvolvimento dos *primers* que podiam ou não estar associados a condicionadores ácidos, além de possuírem moléculas com diferentes grupamentos funcionais que apresentam afinidade pela superfície dentinária (grupamentos hidrofílicos) e pelo agente de união (grupamento hidrofóbico). Estão dissolvidos em água, etanol ou acetona, tendo a capacidade de aumentar a energia livre de superfície da dentina, facilitando o escoamento e a capacidade de molhamento da resina adesiva e difusão através das microporosidades promovidas pelo condicionamento ácido (SILVA e SOUZA JR, 1995).

Realizando um novo trabalho sobre adesão, Bowen, em 1967, afirmou que a força adesiva do material restaurador à estrutura dentária deveria ser em todo momento tão resistente quanto às forças de tracionamento e cisalhamento que possam ocorrer junto à interface das restaurações. Relatou que estas forças podem ser originadas da contração volumétrica sofrida pelo material restaurador, que podem gerar tensões de até 2,4MPa, pelas forças externas e em parte pelas diferenças dos coeficientes de expansão térmica dos materiais restauradores e estrutura dentária. Os testes *in vitro* que revela a microinfiltração podem estar clinicamente associados à quebra de parte da adesão decorrente das forças geradas durante a mastigação.

Em 1982, Nakabayashi *et al.* sugeriram a remoção da *smear layer* e desmineralização da dentina intacta subjacente com cloreto férrico a 3% em ácido cítrico a 10% (solução 10-3), seguido pelo 4-META a 5%, dissolvido em MMA, iniciado pelo TBB na presença do pó de polimetil metacrilato (resina 4 - META/ MMA-TBB). Este *primer* a base de 4-metacriloxietil trimelitato anidrido (4-META), possuía dois grupos funcionais, um grupo hidrófilo que teria afinidade com a dentina, e um grupo funcional hidrófobo (metacrilato) que teria afinidade com a resina. Como resultado deste tratamento superficial da dentina ocorreu a formação da camada híbrida, sendo descrita pelos autores como a interpenetração de um monômero resinoso com a superfície dentinária desmineralizada, formando uma camada ácido resistente de dentina reforçada por resina. A formação da dentina hibridizada é o principal mecanismo de união dos sistemas de quarta geração que utilizam os condicionadores ácidos.

Nakabayashi *et al.* (1992) apud Nakabayashi e Pashley, 2000 descreveram um aumento da força adesiva de uma resina à dentina quando esta era condicionada com um *primer* contendo HEMA. Foi observado através de microscopia eletrônica de varredura a formação da camada híbrida, ou seja, o envolvimento das fibras colágenas expostas após a desmineralização do substrato inorgânico da dentina, essencial para aumentar, de forma significativa, a força adesiva.

De acordo com Erickson (1992) o melhor método de adesão é a retenção micromecânica obtida através da desmineralização da superfície dentinária, seguida da difusão do *primer* e por fim, recobrimento pelo adesivo dentinário propriamente dito. Isto resulta na formação da camada híbrida, de colágeno, polímero e hidroxiapatita descrita anteriormente por Nakabayashi *et al.* em 1982.

De acordo com Pashley (1992 b) o condicionamento ácido da dentina irá remover a *smear layer* e permitir a adesão diretamente na matriz orgânica dentinária. Este tratamento químico irá aumentar a permeabilidade e a capacidade de molhamento da dentina. No entanto, o sucesso da adesão dentinária dependerá da manutenção da integridade da matriz de colágeno e da utilização de resinas hidrófilas capazes de aderir tanto à dentina peritubular quanto a intertubular.

De acordo com Stangel *et al.* (1995) apud Nakabayashi e Pashley, 2000 após o condicionamento ácido, a fase mineral da superfície dentinária e algumas proteínas não-colagenosas são solubilizadas, e parte das proteínas são extraídas, expondo as fibras colágenas da matriz da dentina desmineralizada. A implicação clínica desta baixa dureza é que a rede de fibras pode desmoronar facilmente quando secas com ar, interferindo assim com a quantidade incorporada de monômeros adesivos.

A remoção ou não da *smear layer* durante o procedimento adesivo é bastante questionada. A sua manutenção implica na permanência dos tampões ou *smear plugs*, que reduzem a permeabilidade dentinária, além de atuarem como um selamento biológico da dentina, por impedir a passagem de bactérias e toxinas para o interior dos túbulos dentinários (BRÄNNSTROM 1984; TAO; PASHLEY, 1989; YU *et al.*, 1993). No entanto, isto acarreta a permanência de bactérias decorrentes do processo de cárie que deveriam ser removidas e que, no que diz respeito à adesão, a presença da *smear layer* seria um obstáculo para a penetração do monômero adesivo na estrutura dentinária, interferindo no processo de adesão (PASHLEY, 1991; BAIER, 1992; HEYMANN; BAYNE, 1993).

Ruyter (1992) enfatizou a importância do adesivo possuir monômero com dois grupamentos funcionais, um hidrofílico e outro hidrofóbico. O grupamento hidrofílico deverá ter a habilidade de se unir à dentina úmida e resistir ao estresse mastigatório, *in vivo*. Segundo o autor, uma adesão com ligações covalentes pode resultar em uma adesão estável. No entanto, este tipo de adesão não é comumente encontrada em dentina. Também, uma ligação iônica juntamente com pontes de hidrogênio podem ser mecanismos efetivos de adesão química para a maioria dos sistemas adesivos. Porém, devido à presença da água, a dinâmica dos sistemas no ambiente oral é baseada num equilíbrio, onde a nova geração de adesivos consegue uma adesão inicial estável, mostrando uma boa capacidade de molhamento da dentina, o que

resulta numa adesão micromecânica, obtida pela polimerização da resina infiltrada na área de dentina subsuperficial condicionada.

A secagem excessiva da dentina condicionada era procedimento de rotina em Dentística, porém pesquisas *in vivo* e *in vitro* demonstraram que isto implica numa contração do colágeno desmineralizado. Segundo Kanca III (1996) se a contração do colágeno reduz a resistência adesiva ao cisalhamento, então se entende que a camada mais externa da dentina deve ser deixada úmida, a fim de evitar, através da secagem excessiva, o desmoronamento da rede de fibras colágenas, e conseqüentemente na reduzida difusão do sistema adesivo para posterior envolvimento das fibras colágenas. A dentina condicionada úmida apresenta uma camada de água visível, uniforme e consistente, sem empoçamento. Sendo assim, estão indicados agentes adesivos hidrofílicos e manutenção do substrato dentinário úmido.

Mais recentemente surgiram os adesivos que apresentam o condicionador, o *primer* e o adesivo juntos, denominados adesivos auto-condicionantes. Estes foram desenvolvidos devido à possibilidade dos adesivos de quarta geração não penetrarem totalmente por toda a área descalcificada pelo ácido, fazendo com que as fibras colágenas que foram expostas pelo condicionamento ácido fiquem sem suporte e susceptíveis à hidrólise. Estes sistemas auto-condicionantes permitem que a *smear layer* dissolvida seja

incorporada na interface de união e a difusão do agente resinoso por entre as fibras colágenas da dentina subjacente ocorra na sua porção mais superficial, formando uma camada híbrida pouco espessa, embora isto não venha comprometer clinicamente o procedimento restaurador (PASHLEY; CARVALHO, 1997). A maior vantagem destes sistemas é que não existe o risco da área desmineralizada não ser infiltrada, uma vez que o condicionador e o *primer* estão juntos na mesma solução (SILVA e SOUZA Jr., 1995).

2.2. MICROINFILTRAÇÃO

Em 1929, Fraser utilizou a penetração bacteriana na interface dente/restauração para analisar a adaptação de vários materiais restauradores utilizados naquela época e concluiu que as variações de temperatura influenciaram a capacidade seladora dos materiais.

Em 1965, Pickard e Gayford realizaram uma revisão de literatura sobre microinfiltração marginal e descreveram técnicas através das quais se pudesse avaliar, *in vitro*, quantitativamente, a infiltração marginal em restaurações de amálgama, tornando-se uma referência sobre o assunto. Foram descritas técnicas que utilizaram o ar pressurizado, bactérias, penetração de corantes e isótopos radioativos. Relataram que o método de penetração de corante possui a vantagem de favorecer a avaliação em toda a periferia da restauração e a

desvantagem de permitir que uma grande infiltração em um determinado ponto nas proximidades marginais possa mascarar uma pequena infiltração na interface adjacente a ele. Um outro fator considerado negativo seria a impossibilidade de avaliar o comportamento de um mesmo corpo de prova em períodos posteriores, por ser este destruído durante os testes. Os autores também avaliaram diferentes meios de armazenamento dos espécimes durante o experimento e concluíram que o armazenamento em saliva não é indicado. Os autores concluíram que, em testes laboratoriais, os produtos de corrosão do amálgama e depósitos bacterianos da saliva artificial obstruem as vias de penetração do corante, impedindo, assim, uma correta avaliação da capacidade de selamento marginal do material restaurador. Afirmaram que a infiltração marginal de restaurações antigas de amálgama é mínima, devido aos depósitos dos produtos de corrosão ou de materiais orgânicos na interface dente/restauração.

A incapacidade dos materiais restauradores em promover uma adesão efetiva à estrutura dental foi apontada por Retief, em 1970, como a principal causa de insucesso das restaurações. Esta falta de adesão determina, segundo o autor, a formação de microespaços entre o dente e o material restaurador, propiciando a ocorrência de um fenômeno conhecido como infiltração marginal ou microinfiltração.

Going, em 1972, após extensa revisão dos estudos relacionados com a infiltração marginal de restaurações, concluiu que a infiltração em volta da restauração envolve vários fenômenos: trocas iônicas e difusão de fluidos, natureza física e química dos materiais e técnica operatória correta. Estes estudos também demonstraram que até aquela data ainda não havia sido desenvolvido nenhum material restaurador que possuísse completa adesão à estrutura dentária, sendo considerada a microinfiltração na interface dente-material restaurador, o fator que mais influenciaria a longevidade de uma restauração.

Através de uma revisão literária, Kidd, em 1976, abordou a microinfiltração como sendo a passagem de bactérias, fluidos, moléculas ou íons na interface estrutura dentária/material restaurador. Problemas como cáries secundárias, descoloração marginal, hipersensibilidade, alterações pulpares e a biocompatibilidade dos materiais são fatores diretamente relacionados com a microinfiltração. Neste estudo, a autora enfatizou que ainda não existia um material restaurador que fosse apto a aderir quimicamente à superfície dentária, proporcionando um perfeito selamento marginal, capaz de resistir às mudanças de temperatura e à umidade no interior da cavidade bucal. A autora também discorreu sobre as várias técnicas desenvolvidas para o estudo da permeabilidade marginal da interface dente/material restaurador, incluindo o uso de corantes, isótopos radioativos, pressão de ar, bactérias, análise microscópica e cárie artificial. Os resultados desses estudos

demonstraram que as margens das restaurações não são fixas, inertes ou impermeáveis.

Wu *et al.* (1983) realizaram um estudo com o objetivo de comparar dois métodos, nitrato de prata e radioisótopos, utilizados para a marcação da microinfiltração marginal na interface dente/material restaurador e concluíram que o método que emprega o nitrato de prata permitia que os escores dos graus da microinfiltração fossem precisamente definidos, além de serem superiores em termos de segurança e tempo, quando comparado ao método com radioisótopos, pois com o nitrato de prata foi possível a observação dos corpos-de-prova diretamente em microscópio, sem a necessidade de interpretação indireta através de filmes ou fotografias.

Bauer e Henson (1984) ao analisarem a importância da microinfiltração no desempenho dos materiais restauradores, concluíram que este ensaio pode propiciar informações muito úteis a respeito dos materiais e técnicas restauradoras e que a microinfiltração representa a causa mais comum de falha clínica dos procedimentos adesivos.

De acordo com Asmussen (1985) a infiltração marginal é uma das principais causas de fracasso das restaurações de resina composta, a qual implica na entrada de bactérias e corantes que levam a cáries secundárias, agressão pulpar e descoloração das margens da restauração. As fendas marginais originadas ao redor das margens das restaurações são, em parte,

decorrentes da contração de polimerização das resinas compostas, e são parcialmente compensadas pela expansão higroscópica. O polimento imediato das restaurações pode levar a empurrar detritos oriundos deste procedimento, o que irá impedir o fechamento das margens da restauração. Devido a esta expansão ocorrer após o contato da restauração com o meio oral, recomenda-se esperar que ocorra a expansão e realizar o polimento numa próxima sessão. Outros fatores também devem ser considerados para se reduzir a infiltração marginal, entre eles a realização de preparos cavitários conservadores, pois é sabido que o remanescente dental se constitui numa barreira física à infiltração; aliados a um condicionamento ácido e sistema adesivo efetivos que proporcionem uma elevada resistência adesiva.

Em razão da importância da ciclagem térmica nos testes de microinfiltração, Crim *et al.* (1985) compararam a eficiência de técnicas de termociclagem, variando-se o número de imersões (um ciclo com dois ou quatro banhos) e o uso de corante ou radioisótopo (fuccina básica e ^{45}Ca , respectivamente). Para a realização desta pesquisa foram utilizados 50 pré-molares extraídos hígidos, onde foram realizadas restaurações classe V de resina composta *Concise*, nas faces vestibular e lingual de cada dente, e posterior teste de microinfiltração. Os grupos experimentais foram: I) os corpos de prova foram submetidos a 1500 ciclos com banhos de fuccina básica a 0,5% e banhos de 60°C durante 4 segundos, 37°C durante 23 segundos, 12°C durante 4 segundos e 37°C durante 23 segundos; II) os dentes receberam

banhos com as mesmas características, porém em água e, após a ciclagem térmica, os dentes ficaram imersos em fuccina básica a 0,5% por 24 horas; III) banhos com intervalos de temperatura entre 12° C e 60°C e, após os banhos, os dentes ficaram imersos em fuccina básica a 0,5% durante 24 horas; IV) banhos iguais ao do grupo III, porém, ficaram imersos em solução radioativa ⁴⁵Ca a temperatura ambiente por 2 horas e V) grupo controle, os dentes não receberam ciclagem térmica, porém ficaram imersos em fuccina básica a 0,5%, durante 24 horas à temperatura ambiente. Os resultados demonstraram que não houve diferença estatisticamente significativa entre as técnicas de termociclagem avaliadas e que todo procedimento que envolvia variação térmica foi mais efetivo em demonstrar infiltração do que o método sem variação térmica (grupo controle). Quanto ao tipo de solução para evidenciar a microinfiltração, também não houve diferença estatisticamente significativa, entre os dois tipos de traçadores de infiltração estudados, sendo ambos efetivos na infiltração entre dente/restauração.

Segundo Brännstrom (1987) a difusão de bactérias em direção a polpa ocorre através das fendas ao redor das margens da restauração ou devido à presença de bactérias na *smear layer*, podendo ser evitada através da vedação adequada das margens das restaurações ou pela utilização de agentes de limpeza na cavidade preparada.

Crim e Garcia-Godoy (1987) avaliaram a influência do tempo de estocagem do corpo de prova até a termociclagem e a duração do ciclo térmico em testes de microinfiltração marginal de resina composta e concluíram que o tempo de armazenamento curto de 24 horas não interferiu negativamente nos resultados experimentais e, comparativamente, 100 ciclos térmicos demonstraram ser igualmente efetivos nos testes de microinfiltração quando comparados a 1500 ciclos.

De acordo com Retief (1987) para os testes de microinfiltração, a ciclagem térmica deve ser realizada em corante de escolha, durante 500 ciclos completos, nas temperaturas de 50°C e 8°C, com um tempo de imersão de até 15 segundos, pois, no meio intrabucal, as temperaturas não se mantêm por intervalos mais longos.

De acordo com Retief *et al.* (1988) não se pode extrapolar os resultados dos estudos *in vitro* para predizer a atuação clínica dos materiais restauradores *in vivo*, embora seja provável que uma restauração que apresente infiltração nos testes *in vitro*, também apresente infiltração na cavidade oral.

Também Retief *et al.* (1990) compararam a dentina humana com a dentina bovina (molares humanos com incisivos bovinos, respectivamente) para a verificação da possível utilização da última nos ensaios de microinfiltração. Os resultados encontrados demonstraram uma diferença significativa quanto à resistência adesiva do sistema restaurador *Scotchbond 2/Silux (3M)* em dentina

humana ($6,2 \pm 2,9\text{MPa}$) e bovina ($4,4 \pm 1,2\text{MPa}$). A microinfiltração foi significativamente menor para a dentina humana. Concluíram os autores que a dentina bovina não deve ser utilizada como substituto para a dentina humana.

Diaz-Arnold *et al.* (1990) alertaram para a imensa variação metodológica empregada nas pesquisas, o que poderia explicar o amplo coeficiente de variação dos resultados, tornando necessário uma padronização dos testes laboratoriais quanto ao tipo de substrato usado, dente humano ou bovino, tempo pós-extração e soluções de estocagem. Também se faz necessário a esterilização dos substratos, com o cuidado que estas substâncias não comprometam os resultados dos testes adesivos.

Segundo Pashley (1990) a maioria dos materiais restauradores permite a microinfiltração de bactérias da cavidade oral para a dentina, fazendo-se necessário uma análise da permeabilidade dentinária. Quanto maior a área de superfície exposta durante o preparo cavitário, maior o potencial de infiltração bacteriana. Uma maior espessura de dentina remanescente após o preparo cavitário reduz o potencial de infiltração. A permeabilidade é dependente da localização da dentina, assim, a dentina localizada sobre o corno pulpar é mais permeável que a dentina central; a dentina da parede axial é mais permeável que a dentina da parede pulpar das cavidades e a dentina coronária é mais permeável do que a radicular. Outros fatores a serem considerados são: o diâmetro dos túbulos dentinários, o número de túbulos por área e a presença ou

não de *smear layer*. Embora a *smear layer* reduza a permeabilidade, esta camada também diminui a força de adesão do sistema adesivo/material restaurador ao dente, devido a sua frágil ligação com a superfície dentinária. Porém sua remoção aumenta o risco de inflamação pulpar caso não haja um perfeito vedamento marginal. Segundo o autor, há um equilíbrio entre a taxa de difusão dos produtos bacterianos na dentina, devido a microinfiltração e a taxa pelas quais são removidas pela circulação pulpar. A diminuição da circulação sangüínea pode favorecer a concentração e aumento desses produtos, dessa maneira causando inflamação pulpar.

De acordo com Barkemeier e Cooley (1992) a adesão em esmalte elimina quase que totalmente a microinfiltração, embora ainda não se tenha conseguido um padrão ideal de adesão em dentina. Os sistemas adesivos que modificam ou removem a *smear layer* apresentam valores de resistência próximos ao esmalte, demonstrando uma significativa redução da microinfiltração *in vitro*, principalmente abaixo do limite amelo-cementário, embora se torne necessária avaliação clínica para que sua eficácia seja comprovada a longo prazo.

Taylor e Lynch (1992) discorreram sobre as diversas técnicas de avaliação da microinfiltração, que incluem o uso de pressão de ar, bactérias, radioisótopos, eletroquímica, traçadores químicos e penetração de corantes, sendo esta última a mais empregada, embora haja uma variação muito grande

na escolha do corante, o que dificulta a comparação dos resultados entre os trabalhos de pesquisa.

Wieczkowsky Junior *et al.* (1992) afirmaram que a principal característica de um material restaurador adesivo é sua resistência à microinfiltração marginal. Os autores consideraram o nitrato de prata como o corante ideal e afirmaram que a utilização do nitrato de prata permite uma avaliação da infiltração marginal mais precisa, principalmente quando associada à microscopia eletrônica de varredura (MEV) e análise química por energia dispersiva de raios X (EDX), por ser possível a nítida observação da localização e extensão da microinfiltração. Os autores recomendaram a remoção da lama dentinária para promover melhores resultados frente a microinfiltração marginal.

De acordo com Carvalho *et al.* (1996) a contração de polimerização das resinas compostas pode levar ao rompimento da ligação adesiva entre o material restaurador e o dente, comprometendo o selamento marginal e permitindo a microinfiltração bacteriana. O estresse mecânico gerado pela contração pode ser controlado quando é observado o fator de configuração cavitária (fator C), a espessura dos incrementos de resina, o uso de forramentos com baixo módulo de elasticidade e a natureza da reação de polimerização das resinas compostas, se química ou fotopolimerizada.

Pagliarini *et al.* (1996) avaliaram uma diferente técnica para avaliação da microinfiltração, através da capacidade de vedamento marginal de quatro

sistemas adesivos, Syntac (Vivadent), Gluma 2000 (Bayer Dental), Scotchbond MP (3M) e o All Bond 2 (Bisco). Os autores realizaram preparos cavitários classe II nas superfícies mesial e distal de dez terceiros molares extraídos e posteriormente os restauraram com um dos quatro sistemas adesivos e a resina composta Z100 (3M). Os dentes foram incluídos em resina epóxica e seccionados com duas fatias de 1,0mm cada. Foram adicionados a estes cortes, células de permeabilidade para avaliação da microinfiltração, as quais são compostas de duas câmaras: uma com alta pressão (entrada) e outra com baixa pressão (saída); as duas câmaras são interligadas, tendo como anteparo, os discos de dentina. A quantidade de líquidos que flui da câmara de alta para baixa pressão deve ser a microinfiltração mensurada. Os autores relataram que esta metodologia alcança resultados mais confiáveis do que a técnica de infiltração de corantes, pois fazem uma mensuração quantitativa da microinfiltração entre o adesivo e o dente. O sistema All Bond 2 foi o único sistema capaz de prevenir a microinfiltração; o Syntac obteve os piores resultados, isto provavelmente devido a não recomendação de condicionamento ácido para sua utilização.

Alani e Toh (1997) apresentaram diversas técnicas desenvolvidas para testar o selamento cavitário tanto *in vivo* como *in vitro*, que incluem o uso de corantes, traçadores químicos, isótopos radioativos, pressão do ar, bactérias, análise por ativação de neutrons, microscopia eletrônica de varredura, técnicas de desenvolvimento de cáries artificiais e condutividade eletrônica. O método

que emprega o nitrato de prata, um traçador químico é aceitável, entretanto é considerado um teste severo, porque o íon de prata é extremamente pequeno (0,059nm), quando comparado ao tamanho de uma bactéria típica (0,5 a 1,0 μ m), e assim apresenta uma maior penetração. A solução de nitrato de prata a 50% é comumente usada para que o modelo *in vitro* seja imerso, a qual mais tarde é reagida com uma solução reveladora, como a hidroquinona. A termociclagem é definida como método *in vitro* de sujeitar a restauração e o dente à temperaturas extremas, fria e quente, como aquelas encontradas na cavidade oral. A percolação marginal é causada pela diferença do coeficiente de expansão térmica entre os tecidos dentais e o material restaurador, e pela expansão térmica dos fluidos que ocupam a interface material restaurador/dente. Os dentes restaurados *in vitro* são submetidos a estresses oclusais e térmicos, e assim, as condições orais são simuladas de maneira mais adequada. Os autores concluíram que nenhum método de detecção de microinfiltração é ideal e que, provavelmente, o mais prático seja o que utiliza traçadores, embora apresente desvantagens como uma avaliação mais subjetiva e a destruição do espécime. No entanto, quando comparado com outros métodos, permite boa comparação entre diferentes materiais e técnicas restauradoras.

Youngson *et al.* (1998) avaliaram diferentes corantes (eosina a 5%, azul de metileno a 2%, nitrato de prata a 50% e corante da Índia) utilizados em testes de microinfiltração. Realizaram preparos cavitários de classe V, em 42

pré-molares, nas faces vestibular e lingual, na junção amelo/cementária. Após os preparos, os dentes foram envolvidos por cera, deixando os preparos descobertos. Os corpos de prova foram condicionados com ácido fosfórico a 37% por 15 segundos. Após a rinsagem, os dentes ficaram imersos em água, por 72 horas e foram, aleatoriamente, divididos em 14 grupos, nos quais as diferentes variáveis, tipo de corante, pH e corte com ou sem refrigeração foram avaliados. O corante da Índia já se apresenta tamponado. Todos os corpos de prova ficaram imersos nas soluções por uma hora a 20°C. O nitrato de prata necessitou armazenamento em local escuro e após sua lavagem, a imersão em solução foto-reveladora, sob luz fluorescente, por três horas, para a fixação dos íons de prata. Os resultados demonstraram que as diferenças estatísticas entre as áreas de penetração dos corantes na dentina foram mínimas; não houve influência nem do traçador utilizado, nem do pH, nem da técnica de corte utilizada em relação a microinfiltração.

Badine (2001) verificou a possível infiltração marginal, em cavidades de classe V, restauradas com resina composta e dois sistemas adesivos, variando-se o tipo de metodologia, estudo *in vitro* e *in vivo*. No estudo *in vitro* foi realizada a termociclagem, empregando-se 300 ciclos de 30 segundos cada, em banhos entre 5° a 55° C. Foram utilizados 60 pré-molares humanos hígidos, onde foram confeccionados preparos cavitários de classe V com dimensões de aproximadamente 2mm de largura X 2mm de altura X 1,5mm de profundidade. Os dentes para os testes *in vitro* foram aleatoriamente divididos em quatro

grupos de 10 dentes cada: grupo 1, aplicação de carga e termociclagem com o emprego do adesivo Single Bond; grupo 2, aplicação de carga e termociclagem com a utilização do sistema adesivo Prime & Bond NT; grupo 3, aplicação de termociclagem com o emprego do adesivo Single Bond e grupo 4, aplicação de termociclagem com o emprego do adesivo Prime & Bond NT. Os dentes ficaram imersos em solução de nitrato de prata a 50% por 24 horas, lavados e secos e expostos à luz fluorescente por oito horas em solução reveladora Kodak. Após esse período, os dentes receberam duas secções no sentido ocluso-gengival, para verificar a infiltração em estereomicroscópio. Os escores utilizados para os cortes *in vivo* e *in vitro*, foram de 0 a 4. Através dos métodos estatísticos da mediana e Kruskal- Wallis, o autor observou que: a) a aplicação de carga não teve influência significativa na quantidade de infiltração nos testes *in vitro*; b) a infiltração marginal dos estudos *in vivo* foi significativamente maior, que a encontrada *in vitro*; c) nenhum sistema adesivo foi capaz de prevenir, por completo, a microinfiltração e d) não houve diferença estatisticamente significativa entre os dois adesivos quando comparados nas diferentes metodologias.

Eakle e Nakamoto (1989) estudaram a microinfiltração marginal em cavidades MOD restauradas com resinas compostas associadas a um sistema adesivo contendo oxalato de alumínio (TENURE), a um sistema adesivo a base de fosfato (BONDLITE) ou cimento de ionômero de vidro. Em todas as cavidades preparadas, uma caixa proximal localizava-se em esmalte e, a outra,

em cimento. Após a realização das restaurações, os dentes foram termociclados e submetidos ao agente traçador (nitrato de prata), seccionados e avaliados segundo graus de microinfiltração. Os resultados demonstraram uma menor microinfiltração nas caixas proximais com término em esmalte; por outro lado, quando as margens estavam localizadas em cimento, houve uma severa microinfiltração marginal.

Em 1990, Porto Neto estudou a microinfiltração marginal em cavidades classe V restauradas com os seguintes materiais restauradores / sistemas adesivos: Herculite/Bondlite, P30/Scotchbond, Ful Fil/PUB, Estilux Posterior/Dentin Adhesiv, P50/Scotchbond 2, Chelon Fill e Chelon Silver. Após a realização das restaurações, os dentes foram submetidos a termociclagem e ao agente traçador Rodamina B 0,2%. Segundo os resultados, todas as restaurações apresentaram um melhor e similar comportamento na parede oclusal. Nenhum dos sistemas estudados foi capaz de impedir a microinfiltração marginal em cimento, sendo que os melhores resultados foram obtidos com a P50/Scotchbond 2; e, os piores com os sistemas Ful Fil/PUB e Herculite/Bondlite.

Niu *et al.* (1998) citaram alguns fatores que afetam a microinfiltração como a inserção e acomodação da resina composta às paredes cavitárias, contração de polimerização da resina composta, diferença no coeficiente de expansão térmica, tamanho e forma da cavidade e localização da margem,

perda do mecanismo de auto selamento, contato oclusal e os dentes propriamente ditos. Segundo os autores, o método de penetração do corante e MEV são os métodos mais usados e conhecidos para o estudo da microinfiltração. No método de penetração do corante, corantes fluorescentes são considerados bastantes úteis como traçador da infiltração ao redor das restaurações por diversas razões como: são detectados em soluções diluídas; são sensíveis a luz ultra-violeta; são facilmente fotografados; permitem resultados mais reproduzíveis; têm baixo custo; contrastam com a fluorescência natural dos dentes; requerem curtos períodos de imersão; permitem observação direta ao longo de toda a interface durante a avaliação e gradação dos resultados; não são tóxicos; permitem investigação clínica e laboratorial e podem ser usados topica e sistemicamente como traçador em humanos com idade adulta. A avaliação em MEV permite uma observação visual direta da adaptação do material restaurador às margens da cavidade preparada, possui profundidade de foco e aumento requerido para o estudo da microinfiltração.

Em 2002, Kohara definiu a microinfiltração como a passagem de bactéria, fluidos, substâncias químicas, moléculas e íons entre o dente e a restauração. Do ponto de vista clínico, a microinfiltração é uma das mais importantes considerações no prognóstico de uma restauração. Um selamento inadequado da margem da restauração provoca descoloração dental, resposta pulpar adversa, sensibilidade pós-operatória e cárie recorrente.

2.3. LASER

A luz é uma energia radiante produzida por todos os estados físicos da matéria (sólido, líquido e gasoso). Esta energia contida em todas as estruturas atômicas, forma um espectro eletromagnético que por sua vez é metodicamente organizado em comprimento de onda. Dessa forma, a energia radiante possui um espectro de comprimento de onda, visível ao olho humano, entre $\lambda 385$ e $\lambda 760\text{nm}$. Abaixo de $\lambda 385\text{nm}$, a luz é denominada de ultravioleta e acima de $\lambda 760\text{nm}$ de infravermelha, ambas não visíveis pelo homem (ATKINSON, 1997).

Em 1916, Albert Einstein estabeleceu o desenvolvimento teórico do laser com a publicação do seu tratado, *Zur Quantum Theorie der Strahlung*, sobre emissão estimulada. Esta teoria proposta por Einstein foi baseada na teoria quântica proposta por Plank em 1900, a qual discute as relações entre as quantidades de energia liberada por processos atômicos. Este revolucionário trabalho de Einstein discutiu a interação de átomos, íons e moléculas com a radiação eletromagnética em termos de absorção e emissão espontânea de radiação, e concluiu que o terceiro processo de interação, a emissão estimulada, deveria existir, e nela a radiação eletromagnética deveria ser produzida por um processo atômico. Foi a proposição do terceiro principio que levou Schawlow e Townes (1947) a desenvolverem o MASER (Microwave Amplificated by Stimulated Emission of Radiation) que significa amplificação de microondas por emissão estimulada de radiação. Em 1960, Theodore H.

Maiman anunciou a geração de um pulso de luz vermelha coerente por meio de cristal de rubi, produzindo assim o primeiro raio laser, acrônimo das palavras “Light Amplification by Stimulated Emission of Radiation”, que significa amplificação da luz por emissão estimulada de radiação. Desde então, o laser tem sido utilizado intensamente não somente nas áreas de Engenharia, como também no meio ambiente, Medicina e Odontologia, oferecendo ao mundo a abertura de novas fronteiras, contribuindo com a ciência e com desenvolvimento da humanidade (BRUGNERA Jr.; PINHEIRO, 1998).

O laser de rubi foi inicialmente utilizado em Odontologia em 1964, por Stern e Sogganaes, os quais verificaram que a exposição dos tecidos a um pulso simples com duração de um milissegundo e com uma potência que variava de 500 a 2000J/cm² resultou na formação de crateras na superfície e o aparecimento de um tecido com aspecto vitrificado. Posteriormente, demonstraram a possibilidade de aumento da resistência do esmalte dental à ação de ácidos, o que sugeriu o uso desse laser na prevenção da cárie dental. No entanto, observou-se que o uso do laser de rubi na Odontologia mostrou-se inviável por causar um dano térmico acentuado à polpa dental, com o desenvolvimento de necrose, destruição odontoblástica e dano a tecidos e dentes vizinhos, devido à alta potência utilizada e difusão do raio. Segundo os autores, outros estudos com laser de rubi, Nd:YAG e CO₂ continuaram, mas consideráveis danos aos tecidos adjacentes foram encontrados, até que em 1974, os autores concluíram que o laser não poderia substituir a alta rotação a

menos que fossem realizadas mudanças radicais em seus protocolos de aplicação.

Buscando trabalhar com um outro tipo de laser, Stern *et al.* (1972) observaram as modificações estruturais do esmalte irradiado com laser de CO₂ pulsado e concluíram que quanto maior a densidade de energia aplicada, maior era o dano da área irradiada. Foi constatado que uma densidade de energia de 50J/cm² produzia no esmalte fissuras e porosidades que, se comparadas às encontradas quando se utilizou 13J/cm², eram maiores, chegando a medir 1µm de diâmetro. Em ambos os casos, encontravam-se áreas de inibição de desmineralização na subsuperfície, quando as amostras eram expostas ao ácido láctico. Os autores recomendaram para utilização clínica uma densidade de energia entre 10-15J/cm² e que, a inibição da subsuperfície do esmalte à desmineralização ácida poderia ser induzida em situações experimentais.

Em 1974, Stern demonstrou que quando os parâmetros de energia são levados em consideração, o esmalte irradiado com laser de rubi, CO₂ e TEA CO₂ apresenta uma maior resistência a desmineralização ácida do que o esmalte não irradiado. No entanto, futuras aplicações do laser para a prevenção de cárie dental e preparo cavitário devem ser avaliados.

O laser de Er:YAG foi primeiramente utilizado em Odontologia, mais especificamente na Dentística, em 1988, por Hibst e Keller. O laser de Er:YAG emite em um comprimento de onda de 2,94µm que coincide com o pico máximo

de absorção da água e dos radicais OH^- , presentes nos minerais dos tecidos duros, resultando em boa absorção nos tecidos biológicos dentais, esmalte e dentina.

Em 1989, Keller e Hibst investigaram através da microscopia eletrônica de varredura e microscopia óptica as alterações ocorridas no esmalte e dentina e compararam os resultados com a aplicação do laser de CO_2 . Utilizaram 30 dentes humanos extraídos, cortados em fatias de 2mm de espessura, e fixados em formaldeído a 4% após a aplicação do laser. O comprimento de onda do laser de CO_2 foi de $10,6\mu\text{m}$ e o foco manual foi de 125mm, do mesmo tamanho que o do Er:YAG. A energia irradiada de 1J foi aplicada em combinações de potência e tempo de 20W/50ms e 2W/500ms. Os resultados obtidos pela microscopia óptica, depois do tratamento com laser de Er:YAG, não revelaram zonas de carbonização ou fusão como aquelas encontradas nos espécimes tratados com laser de CO_2 , nem fissuras ou fraturas ao redor dos tecidos duros do dente. As margens também não se encontraram salientes ou vitrificadas. Através de microscopia eletrônica de varredura, observou-se que enquanto o laser de CO_2 produziu esmalte com paredes vítreas, prismas derretidos e fissuras bastante evidentes, o laser de Er:YAG mostrou cavidades de aspecto rugoso sem sinais de injúrias térmicas. A deposição dos cristais de hidroxiapatita no esmalte e dentina apresentou-se inalterado. As imagens dão impressão de que a estrutura dura do dente foi removida por um processo de explosão. De acordo com os autores, a maior parte da energia incidente foi

consumida pelo processo de ablação e somente uma pequena fração da energia resultou em aquecimento do tecido remanescente.

O laser também é utilizado com o objetivo de desmineralizar as superfícies dentárias e aumentar a adesão. Assim, Liberman *et al.*, em 1984 compararam a força adesiva do condicionamento dentário com laser de CO₂ e do ácido fosfórico e os resultados mostraram forças adesivas similares quando os dois métodos foram usados em esmalte.

Kuroda e Fowler (1984) através de estudos de energia dispersiva de raios X observaram que o esmalte irradiado com laser de CO₂ apresentava alterações estruturais com fusão da apatita, redução do conteúdo de água, proteínas, carbonatos e cloretos e estas alterações seriam devido às altas temperaturas atingidas por este laser.

De acordo com Pinheiro e Frame, em 1992, a radiação laser pode ser usada repetidas vezes sem riscos para o paciente e profissional, podendo causar uma vitrificação do esmalte e da dentina, induzindo a formação de uma dentina secundária, além de mostrar-se eficaz no tratamento da lesão de cárie e na fusão do esmalte na sua prevenção. Na dentina, este laser promove um tratamento semelhante ao do condicionamento ácido.

Gross *et al.* (1992) compararam em microscopia óptica e em MEV as superfícies do esmalte e dentina em cavidades preparadas com broca carbide

em dentina e ponta diamantada em esmalte e com o laser de Er:YAG. O preparo com laser foi realizado com densidades de potência que variaram entre 50 e 400mJ, sendo que a metade dos dentes foi preparada sem refrigeração. A superfície também foi analisada após a profilaxia com escova e aplicação de ácido cítrico em dentina e ácido fosfórico a 37% em esmalte, ambos por 1 minuto. Os resultados indicaram que quando o laser foi utilizado sem refrigeração houve a formação de uma zona densa de debris. Paredes cavitárias mais lisas foram obtidas quando a densidade de 300 e 400mJ foi utilizada em dentina e esmalte, respectivamente. O laser em esmalte causou uma pequena zona de prismas desintegrados e, após a limpeza da superfície, esta se mostrou rugosa, representando um padrão microrretentivo do condicionamento com laser. Na dentina, o tratamento com laser e o preparo convencional mostraram uma zona de debris, sem alterações morfológicas dos túbulos dentinários. Nos dois grupos, a superfície apresentou-se igualmente rugosa e após a limpeza, muitos túbulos dentinários estavam cobertos por uma camada de debris, sendo removida parcialmente pelo condicionamento ácido que propiciou uma reabertura parcial dos túbulos.

Wright *et al.* (1993) compararam a infiltração marginal de preparos cavitários realizados com alta rotação e laser de Er:YAG e condicionados com ácido ou laser. Quinze molares foram divididos em três grupos e todos os dentes receberam preparos cavitários classe V, com uma profundidade de 1mm em dentina, tendo sido as cavidades restauradas com a resina composta

Prismafil (L.D. Caulk). Os preparos do grupo I foram realizados com turbina em alta-rotação e condicionados com ácido fosfórico a 37%; o grupo II também foi preparado convencionalmente, porém o esmalte cavo-superficial foi condicionado com laser de Er:YAG e no grupo III, o preparo e condicionamento foram realizados com laser. Os preparos foram iniciados com 300mJ de energia a 2 Hz, sendo ajustado o nível de energia quando necessário. Para o condicionamento do esmalte, a energia empregada foi de 200mJ. Em seguida, os espécimes foram imersos em nitrato de prata 50% por 24 horas. Os dentes foram seccionados, em um plano horizontal em relação à superfície oclusal do dente, obtendo-se fatias de 0,1mm de espessura e fotografados para visualização em slides. A margem cavo-superficial produzida pelo laser de Er:YAG mostrou-se ligeiramente rugosa em relação à produzida pela alta-rotação. Conseqüentemente, isto pode causar um aumento dos microespaços e uma maior microinfiltração. No entanto, o inverso também é possível desde que uma superfície mais rugosa poderia oferecer uma melhor adesão mecânica. Os resultados indicaram que não houve diferença estatisticamente significativa entre os três grupos estudados e, em cada grupo três espécimes mostraram ausência de infiltração.

Para garantir adequada adesão da resina composta ao esmalte, um pré-tratamento da superfície do esmalte é indispensável, com o objetivo de criar uma superfície micro-retentiva, a qual melhora a adesão da resina composta ao esmalte. O desenvolvimento da tecnologia laser na Odontologia ofereceu um

método alternativo para o condicionamento do esmalte, desde que a irradiação laser pode também criar rugosidade na superfície adamantina. No entanto, os resultados dependem muito do comprimento de onda utilizado. Para o estudo deste método alternativo de condicionamento do esmalte dentário, Moritz *et al.* (1996) compararam o efeito de diferentes lasers (CO₂, Er:YAG, Nd:YAG) usando-se microscopia eletrônica de varredura e através de medidas de resistência à tração de compósitos. Duzentos e oitenta dentes humanos, molares e pré-molares foram utilizados e submetidos aos diversos tipos de condicionamento. No primeiro grupo, o condicionamento foi realizado com ácido fosfórico (*Email Preparator, Vivadent*) e no segundo grupo com ácido maléico (*Scotchbond Multi-Purpose Etchant, 3M*). Os outros grupos foram tratados com diferentes tipos de lasers operando em diferentes parâmetros. Nos grupos III a V, o laser de CO₂ (*Sharplan 1030*) em modo superpulsado foi usado e ajustado nos seguintes parâmetros: 0,5 W/SP/15 segundos, 1,0 W/SP/15 segundos e 1,5 W/SP/15 segundos. Os grupos VI a VIII foram tratados com laser pulsado de Nd:YAG (*Pulsemaster 300*) nos parâmetros 60mJ/20Hz /15 segundos, 80mJ/15Hz/15 segundos e 80mJ/ 29Hz /15 segundos. Os grupos IX a X com laser pulsado de Er:YAG (*KaVo Key*), com parâmetros de 60mJ/4 Hz/ 15 segundos, 180mJ/ 2Hz /15 segundos e 250mJ/2Hz /15 segundos. Após o condicionamento de todos os espécimes, procederam à análise da superfície estrutural do esmalte através de microscopia eletrônica de varredura e, em seguida, aplicação da resina composta (*Z100 -3M*) e realização dos testes de resistência à tração. A análise em microscopia eletrônica de varredura

evidenciou nos espécimes tratados convencionalmente com ácido fosfórico, um acentuado padrão de condicionamento superficial. Os tratados com laser de Nd:YAG evidenciaram uma superfície derretida ou fundida, com poros exibindo um material solidificado, e fissuras claramente visíveis, com evidente potencial para retenção. Com o laser de Er:YAG a estrutura irradiada apresentou-se rugosa, aparentemente pela eficácia cirúrgica deste. Os espécimes tratados com a técnica do condicionamento ácido apresentaram uma resistência à tração em torno de 55N. Irradiação com laser de Nd:YAG a 80mJ/2Hz resultou em valores ao redor de 48N. Neste estudo, o condicionamento do esmalte através da irradiação com laser de Nd:YAG e Er:YAG resultaram em um nível de adesão comparável ao alcançado com a técnica do condicionamento ácido convencional, embora os resultados microestruturais variem visivelmente das características do condicionamento convencional. Segundo os autores é indispensável após o condicionamento ácido do esmalte, uma fluoretação local, pois este causa um certo prejuízo ao esmalte tratado. No entanto, devido aos resultados favoráveis desta técnica, acredita-se que o uso de métodos alternativos para o condicionamento do esmalte se justifique.

Niu *et al.* (1998) avaliaram *in vitro* a microinfiltração de preparos cavitários realizados com laser de Er:YAG e restaurados com resina composta e compararam os resultados com os obtidos com o preparo convencional realizado com turbina em alta-rotação. Os dentes foram divididos em três grupos de 16 dentes cada e as cavidades preparadas com laser de Er:YAG do

grupo 1 foram condicionadas com ácido fosfórico a 30%; no grupo 2 as cavidades realizadas com o laser de Er:YAG não eram condicionadas com ácido fosfórico e as cavidades do grupo 3 foram realizadas com turbina em alta- rotação e associadas ao condicionamento com ácido fosfórico. Em seguida, todos os espécimes foram restaurados com resina composta e imersos em solução corante Rodamina B 0,6% por 48 horas. Os dentes foram seccionados transversalmente e observados em microscópio óptico; e, em seguida, desidratados e observados em MEV. Diversos tamanhos de fendas foram observados entre o material restaurador e o dente em todos os grupos, porém os resultados revelaram que não houve diferença significativa na microinfiltração entre as cavidades preparadas com laser de Er:YAG e pelo método convencional. Os efeitos nas margens cavitárias do condicionamento com laser foram similares em extensão aos do método convencional com ácido. A parede de fundo da cavidade preparada com laser mostrou-se irregular, porém não houve dificuldade durante a inserção da resina composta.

Em 1998, Ramos comparou através de lupa estereomicroscópica, microscópio eletrônico de varredura e energia dispersiva de raios X, os graus de microinfiltração marginal encontrados em cavidades de classe V preparadas com laser de Er:YAG e alta rotação. Para a realização deste estudo, a autora utilizou trinta e seis molares humanos, os quais foram divididos em três grupos: grupo 1 – preparado com alta rotação e condicionado com ácido fosfórico a 35%; grupo 2 – preparado com laser de Er:YAG e condicionado com ácido

fosfórico a 35% e grupo 3 – preparado e condicionado com laser de Er :YAG. Os espécimes utilizados apresentavam cavidades com a margem oclusal do preparo localizada em esmalte e a cervical na junção dentina-cimento. Para a realização dos preparos dos espécimes dos grupos 2 e 3, o laser de Er:YAG era focalizado a 12mm da superfície dental, com energia por pulso de 400mJ, 6Hz de frequência, resultando numa densidade de energia de $128,61\text{J}/\text{cm}^2$ e para o condicionamento do ângulo cavo superficial do esmalte, a potência foi reduzida para uma energia por pulso de 60mJ e a frequência aumentada para 10Hz, resultando numa densidade de energia de $19,29\text{J}/\text{cm}^2$. Apenas os espécimes dos grupos 1 e 2 foram condicionados com ácido fosfórico. Em seguida todos os dentes eram restaurados com o sistema adesivo Single Bond e a resina composta Z100 (3M), termociclados e imersos em solução de nitrato de prata 50% por 24 horas. A partir dos resultados foi concluído que as cavidades preparadas com laser de Er:YAG, assim como as preparadas com alta rotação, ambas condicionadas com ácido fosfórico a 35% mostraram menores graus de microinfiltração do que as cavidades preparadas e condicionadas com o laser de Er:YAG. Segundo a autora, o alto grau de microinfiltração encontrado no grupo preparado e condicionado com laser, deve-se ao fato de apenas ter ocorrido a exposição dos túbulos dentinários, sem exposição do colágeno e abertura da dentina intertubular e peritubular, e conseqüentemente não ter havido uma quantidade suficiente de resina infiltrada na superfície dental para promover uma forte adesão. Em todos os grupos foram observados maiores graus de microinfiltração na margem gengival em

relação à oclusal, particularmente foi observado um maior grau de microinfiltração nas margens gengivais dos espécimes dos grupos preparados com laser de Er:YAG, com ou sem condicionamento ácido da superfície, em relação aos encontrados nas margens gengivais preparadas com alta rotação, sugerindo que, pelo fato da margem do preparo se apresentar mais rugosa em comparação com a margem de esmalte produzida pelo corte convencional, isto poderia representar um aumento dos microespaços e conseqüentemente maior microinfiltração. Em esmalte, graus de microinfiltração semelhantes foram encontrados nas margens oclusais dos grupos preparados com alta rotação e com laser, ambos com condicionamento ácido e, resultados diferentes foram observados apenas no grupo preparado e condicionado com laser. A análise em microscópio óptico e microscópio eletrônico de varredura com análise por energia dispersiva de raios X demonstraram que a infiltração não foi uniforme ao longo da interface, apresentando áreas onde houve uma maior ou menor penetração do traçador. Diante dos resultados e nas condições de irradiação empregadas, a utilização do condicionamento ácido sobre a superfície tratada pelo laser de Er:YAG é de fundamental importância para redução da microinfiltração.

Para comparar o selamento de cavidades de Classe V obtidas através do preparo cavitário convencional com o preparo laser usando-se uma mesma frequência de 5Hz com um dos três parâmetros de energia em esmalte, 200mJ, 240mJ ou 300mJ e 100mJ em dentina, Roebuck *et al.* (2000) utilizaram

sessenta pré-molares humanos e prepararam cavidades nas faces vestibular e lingual, uma cavidade serviu como controle e foi preparada com ponta diamantada em alta-rotação e a outra cavidade teste laser foi preparada usando-se um dos três parâmetros acima mencionados. As cavidades foram restauradas com resina composta *Z100 (3M)* e, posteriormente submetidas a termociclagem; imersas em solução corante de azul de metileno e avaliadas quanto a microinfiltração. Os resultados evidenciaram que a penetração do corante foi evidente nos dois preparos e com os três parâmetros avaliados. Os altos valores de microinfiltração obtidos em esmalte e dentina, segundo os autores pode ser devido ao material restaurador, resina composta *Z100*, que possui um alto conteúdo de carga e exibe 6% de contração de polimerização após 1 hora. A rigidez deste material, combinado com sua rápida reação de polimerização, resulta em limitado escoamento compensatório durante a reação de presa. Esses fatores aliados a um preparo cavitário que apresenta com alto fator-C, pode ter contribuído para a elevada microinfiltração observada neste estudo. Os resultados mostraram uma tendência das margens de esmalte preparadas convencionalmente exibirem uma menor microinfiltração em relação àquelas preparadas com laser. Desta forma, conclui-se que os três parâmetros laser produziram uma superfície de esmalte que, quando condicionada com ácido, produziram características de adesão que eram comparáveis com aquelas obtidas com preparo convencional e condicionamento ácido. Aumentando-se a energia de pulso, criam-se crateras profundas em esmalte que podem influenciar na adaptação do material restaurador às paredes

cavitárias. A energia de 200mJ resultou em um selamento marginal mais favorável. Crateras mais profundas produzidas por doses mais altas de irradiação, em combinação com o condicionamento ácido, criaram uma superfície de esmalte menos favorável para a adaptação da resina composta. Neste estudo, as margens de dentina preparadas convencionalmente exibiram uma menor microinfiltração em relação às preparadas com laser.

Martínez-Insua *et al.* (2000) compararam a resistência à tração obtida após a adesão de *brackets* em esmalte e dentina através do condicionamento ácido convencional usando ácido fosfórico a 37% ou laser de Er:YAG. Para os testes de adesão em esmalte, as amostras foram condicionadas com ácido fosfórico a 37% ou irradiadas com o laser de Er:YAG (*Kavo KEY Laser 1242*), com quatro pulsos de 200mJ por segundo sobre uma área de 4 x 4mm. Após o condicionamento ácido ou laser, o adesivo *Scotchbond Multipurpose* foi aplicado e os *brackets* colados com resina composta autopolimerizável *Concise* sob carga controlada de 300g, e após 7 dias submetidos ao ensaio de resistência a tração. Para os testes de adesão à dentina, os dentes foram submetidos a um preparo mecânico usando alta rotação para exposição de dentina, a qual foi condicionada com ácido fosfórico a 37% ou condicionada com laser no modo focado, com quatro pulsos por segundo de 160mJ, numa área de 4 x 4mm. Os testes de tração foram realizados com uma máquina *Instrom* e os padrões de fratura examinados em estereomicroscópio. Os resultados revelaram que a resistência à tração obtida em esmalte e dentina condicionados

convencionalmente com ácido fosfórico foi significativamente mais alta do que a resistência obtida em esmalte tratado com laser. No entanto, os resultados em dentina foram significativamente mais baixos em relação ao esmalte. Os grupos nos quais o esmalte e a dentina foram tratados com ácido fosfórico, a maioria das fraturas foi de natureza adesiva na interface resina/esmalte e resina/dentina, observando-se em MEV, uma superfície livre de fissura e prolongamentos de resina fraturados no interior dos túbulos dentinários. Em contraste, as amostras em que o esmalte foi tratado com laser apresentaram na sua maioria um padrão de fratura coesiva em esmalte, enquanto que em dentina foram observadas tanto fraturas de natureza adesiva como coesiva. Em contraste, o esmalte tratado com laser apresentou uma extensa fissura na sub-superfície. As amostras de dentina condicionadas com ácido fosfórico mostraram uma zona de interdifusão na camada mais superficial da dentina intertubular com o aumento da embocadura dos túbulos dentinários preenchidos por resina. Fissura não foi observada. O condicionamento com laser causou efeitos deletérios na superfície tecidual, o que foi demonstrado pela alta prevalência de fratura de natureza coesiva no dente sugerindo que a disrupção como resultado das micro-explosões enfraqueceu o esmalte e criou uma superfície mais heterogênea do que aquela obtida pelo condicionamento ácido. O condicionamento ácido tipicamente produziu uma superfície com rachadura e fissura de profundidade não maior do que 12 μ m preenchidas com resina. O tratamento laser causou uma superfície fissurada e menos regular e

menos homogênea devido a união de diferentes crateras. Uma desvantagem do condicionamento ácido é que este, por causar uma desmineralização superficial do esmalte, pode deixar este substrato mais susceptível à cárie. As mudanças físico-químicas causadas pelo condicionamento laser podem resultar em um decréscimo a longo prazo na susceptibilidade do esmalte ao ataque ácido ou a cárie. Esta redução pode estar relacionada a mudanças na proporção Ca:P, diminuição de carbonatos e formação de pirofosfato, juntamente com uma redução no conteúdo de água e do componente orgânico do esmalte. No entanto, os resultados deste estudo sugerem que esta suposta vantagem do condicionamento laser pode ser superada pela extensa fissura causada pelo tratamento e conseqüentemente pela pobre resistência adesiva conseguida.

Zumaêta (2000) comparou *in vitro* a microinfiltração marginal de cavidades Classe V preparadas com laser de Er:YAG em relação as preparadas com alta rotação, seguido ou não do uso de substâncias re-umedecedoras (*primer* ou água destilada), utilizando-se ou não o condicionamento com ácido fosfórico. Neste estudo ainda foi realizada a análise morfológica do esmalte e dentina através de microscopia eletrônica de varredura e análise química de Ca e P por energia dispersiva de raios X. Para o estudo da microinfiltração foram utilizados 51 terceiros molares divididos em 09 grupos: grupo I (alta rotação + condicionamento ácido); grupo II (alta rotação + condicionamento ácido + *primer*); grupo III (alta rotação + condicionamento ácido + adesivo); grupo IV (Er:YAG + condicionamento ácido); grupo V (Er:YAG

+ condicionamento ácido + *primer*); grupo VI (Er:YAG + condicionamento ácido + adesivo); grupo VII (Er:YAG); grupo VIII (Er:YAG + *primer*) e grupo IX (Er:YAG + adesivo). Para a análise morfológica e química foram utilizados 06 terceiros molares divididos em dois grupos: grupo A (alta rotação) e grupo B (Er:YAG). Os resultados da comparação entre as cavidades preparadas com laser de Er:YAG e com alta rotação mostraram que o re-umedecimento, com *primer* ou com água destilada, melhorou o desempenho frente a microinfiltração marginal, quando o condicionamento ácido foi utilizado. Segundo a autora, o laser, por apresentar comprimento de onda que coincide com o pico máximo de absorção da água e da hidroxiapatita, remove água durante a ablação, e, neste processo, presume-se que o substrato irradiado apresente um menor conteúdo de água em comparação ao substrato resultante do preparo com alta rotação. Este substrato desidratado seria menos adequado para a atuação dos adesivos hidrofílicos atuais existentes no mercado odontológico. O *primer* rico em HEMA teria a função de re-umedecer este substrato dentinário desidratado, facilitando, com isso, a apreensão do monômero entre as fibras colágenas e, em consequência diminuir os níveis de microinfiltração. Em relação ao re-umedecimento com água destilada, esta mostrou-se capaz de re-expandir o colágeno colapsado quando da irradiação com laser de Er:YAG, melhorando a atuação do agente adesivo. Os resultados deste estudo evidenciaram que na ausência de condicionamento ácido, a dentina resultante do preparo com laser de Er:YAG encontrava-se com os túbulos parcialmente ocluídos por *smear layer* e essa condição pode contribuir para o desempenho inferior, frente à

microinfiltração marginal. Quando da utilização do *primer*, este desmineralizou superficialmente a matriz dentinária, exercendo a função de um “ácido fraco”. Com isso, a adesão foi favorecida e diminuíram os níveis de microinfiltração marginal, embora estes resultados não tenham sido estatisticamente significantes. O melhor comportamento frente à microinfiltração marginal foi obtido quando da associação do *primer* com o agente condicionador. Isto pode ser explicado pela configuração micromecânica retentiva. A utilização da água destilada como substância re-umedecedora, na ausência do condicionamento ácido, não foi capaz de diminuir a microinfiltração marginal. Os resultados apontaram para um melhor desempenho dos *primers* em relação a água destilada quando o condicionamento ácido não foi utilizado. A análise morfológica do esmalte preparado com alta rotação apresentou aspecto polido com a presença de detritos, enquanto a dentina apresentou-se com túbulos ocluídos e presença de *smear layer*. O esmalte preparado com laser de Er:YAG mostrou cristais desobstruídos e margens cavitárias em camadas, enquanto a dentina apresentou túbulos dentinários parcialmente abertos e com uma pequena quantidade de *smear layer*. Não foram observadas áreas de fusão ou carbonização sugestivas de aumentos indesejáveis de temperatura. Não foram encontradas diferenças significativas na proporção entre *Ca/P* no esmalte e na dentina, tanto no grupo preparado com alta rotação quanto no grupo preparado com laser de Er:YAG.

Corona *et al.* (2000) compararam o grau de microinfiltração em cavidades Classe V de resina composta preparadas com broca carbide em alta rotação, abrasão a ar ou laser de Er:YAG. Para a realização deste estudo, 40 (quarenta) cavidades com a margem oclusal em esmalte e a margem cervical localizada 1mm abaixo da junção cimento-esmalte foram preparadas nas superfícies vestibular e lingual de cada dente e divididas em 4 grupos iguais. A densidade de energia de 500mJ e 5Hz de frequência foi utilizada para a realização dos preparos com laser de Er:YAG. Nos grupos I e II, alta rotação e abrasão a ar, respectivamente, após os preparos, as superfícies de esmalte e dentina foram condicionadas com ácido fosfórico a 37% por 15 segundos. No grupo III, as cavidades foram tratadas com o laser de Er:YAG (120mJ e 4Hz) por 30 segundos e no grupo IV, irradiação laser (120mJ e 4Hz) por 30 segundos, seguido do condicionamento com ácido fosfórico a 37% por 15 segundos. Em seguida, todas as cavidades foram restauradas com resina composta Z 100. Dando prosseguimento, os espécimes foram termociclados, imersos em solução corante de rodamina a 0,2%, seccionados e analisados para verificação da microinfiltração nas margens oclusal (esmalte) e cervical (junção dentina / cimento) utilizando um microscópio óptico conectado a uma câmera de vídeo. Os resultados evidenciaram um melhor selamento na margem em esmalte quando comparado com o selamento na margem cervical em todos os grupos. O melhor selamento marginal em esmalte foi obtido com o grupo I (alta rotação + ácido), embora os preparos realizados com jatos abrasivos ou laser de Er:YAG, seguidos do condicionamento com ácido fosfórico, terem

mostrado valores de microinfiltração aproximados. Comparando as 4 técnicas, o grupo III (preparo e condicionamento laser) demonstrou o mais elevado grau de microinfiltração. Segundo os autores, em esmalte, a irradiação laser não foi capaz de criar uma microporosidade uniforme, característica do condicionamento com ácido fosfórico. Ao invés, promoveu uma destruição desorganizada dos prismas de esmalte e esta microestrutura irregular resultou em pobre selamento marginal e maior infiltração. Na margem cervical, a ausência de esmalte pode explicar a quantidade de microinfiltração observada em todos os grupos, apesar da falta de condicionamento ácido nas cavidades tratadas com laser ter determinado os maiores valores. Os outros grupos experimentais mostraram similaridade na quantidade de infiltração nas margens oclusais; no entanto, na margem cervical, foi observado uma diferença significativa entre o grupo I e os demais grupos. De acordo com os autores, os preparos com abrasão a ar não se apresentaram precisos, bem definidos e as irregularidades das margens e paredes da cavidade podem ter interferido no selamento marginal das restaurações. O alto grau de microinfiltração observado no preparo e condicionamento com laser pode ser explicado por uma ablação incompleta e irregular da superfície do esmalte, com áreas não irradiadas, devido a dificuldade em se obter uma irradiação com pulso uniforme. No entanto, quando a irradiação laser foi seguida do condicionamento ácido, a integridade da margem da restauração foi aumentada consideravelmente. Os resultados mostraram que nenhum dos procedimentos testados foi capaz de eliminar a infiltração em margens com ausência de esmalte.

Oda *et al.* (2001) realizaram um estudo *in vitro* em cavidades submetidas ao tratamento com laser de Er:YAG para avaliar a microinfiltração marginal, considerada um dos principais inconvenientes dos materiais estéticos, existente devido à diferença de coeficiente de expansão térmica entre a estrutura dentária e o material restaurador e à falta de um sistema adesivo dentinário que seja considerado ideal. Para este estudo utilizaram 60 pré-molares humanos, hígidos, nos quais prepararam cavidades de classe V nas faces vestibular e lingual de todos os dentes selecionados. As amostras foram divididas em três grupos de 20 dentes cada e esses, em quatro subgrupos. Posteriormente as cavidades foram restauradas como descrito a seguir: o grupo 1 (controle) totalizou 20 dentes, em que os preparos cavitários foram restaurados segundo técnica indicada pelo fabricante de cada material restaurador. Dessa forma, obtiveram-se 4 sub-grupos (5 dentes) do grupo 1; subgrupo 1.1: dentes restaurados com resina composta Z100 + adesivo *Single Bond* (3M); subgrupo 1.2: dentes restaurados com cimento de ionômero de vidro *Vitremer* (3M); subgrupo 1.3: dentes restaurados com a técnica do sanduíche, com cimento de ionômero de vidro convencional *Ketac-Bond* (ESPE) + resina composta *Degufill Mineral* (Degussa); subgrupo 1.4: dentes restaurados com *compômero F2000* (3M). O grupo 2 totalizou 20 dentes, onde os preparos foram restaurados na mesma ordem de material restaurador do grupo 1, com prévia aplicação do laser de Er:YAG, na superfície do esmalte circundante. O aparelho laser utilizado foi o *Kavo Key Laser*, que emite num comprimento de onda de 2,94 μ m,

de forma desfocado, a uma distância de 20mm do esmalte circundante do ângulo cavo-superficial, e com saída de água com velocidade de 24ml/ min. Os dentes foram irradiados a uma energia de 80mJ e frequência de 2Hz. O grupo 3 totalizou 20 dentes, e os preparos cavitários receberam uma película fina de cimento de hidróxido de cálcio na parede axial, para proteção do complexo dentino-pulpar. Dessa forma, obtiveram 4 subgrupos do grupo 3, seguindo a mesma ordem de material restaurador do grupo 1, formando, portanto, os subgrupos 3.1; 3.2; 3.3 e 3.4. Os corpos-de-prova foram submetidos à ciclagem térmica realizada com 700 ciclos completos e imersos em solução de nitrato de prata a 50%, durante 8 horas. Em seguida foram seccionados no sentido vestibulo-lingual. Cada porção foi colocada sobre uma superfície plana com o lado de corte voltado para cima e expostos a uma lâmpada “photoflood” de 250watts, por 5 minutos, com o objetivo de verificar a presença de fenda na interface dente/restauração. A avaliação dos cortes foi realizada através de uma lupa estereoscópica e máquina fotográfica acoplada, que registrou através de fotografias, o nível de infiltração do corante. Com base nos resultados concluiu-se que existem diferenças entre as doze condições experimentais realizadas. As amostras que apresentaram maior microinfiltração foram, em primeiro lugar, as tratadas com laser de Er:YAG + cimento de ionômero de vidro fotoativado, seguidas pelas tratadas com laser de Er:YAG e restauradas com a técnica do sanduíche (cimento de ionômero de vidro convencional + resina composta fotoativada), em terceiro as restauradas com cimento de ionômero de vidro fotoativado, e por último as restauradas com a técnica do sanduíche.

Oda *et al.* (2001) realizaram estudo comparativo por microscopia de varredura com o objetivo de avaliar morfológicamente a união entre adesivo/resina composta e dentina irradiada com laser de Er:YAG e laser de Nd:YAG, utilizados em substituição ao condicionamento ácido ou associados ao mesmo. Foram utilizados dentes bovinos recém-extraídos, que receberam preparo cavitário de classe V. Os dentes foram divididos em 4 grupos, como se segue: no primeiro grupo, os preparos receberam um tratamento na superfície da dentina com laser de Er:YAG, seguidos de restauração com resina composta (Z100 – 3M); no segundo grupo, o tratamento na superfície da dentina foi realizado com laser de Nd:YAG, seguido do procedimento adesivo e restaurador; nos grupos 3 e 4, o tratamento na superfície da dentina também foi realizado com laser de Er:YAG e Nd:YAG, respectivamente, seguido do procedimento adesivo e restauração com resina composta, embora sem realização de condicionamento ácido. O aparelho de laser Nd:YAG utilizado foi o Nd :YAG Pulse Master 1000 (American Dental Technology, Southfield, MI, EUA), que possui comprimento de onda de 1.064 μ m e utilizado com os parâmetros 0,6W, 5Hz, 40mJ, com a fibra óptica de 320 μ m, utilizada em varredura por toda superfície dentinária. O tempo de irradiação foi de 30 segundos. Durante a irradiação, o preparo cavitário foi refrigerado com jatos de ar da seringa tríplice. O aparelho de laser Er:YAG foi o Kavo Key Laser (KaVo Co, Alemanha), com comprimento de onda de 2,94 μ m, sendo utilizados os parâmetros de 2Hz, 80mJ focado, durante 30 segundos, em varredura,

refrigerado através de jato de água. Após esses procedimentos, todos os espécimes foram seccionados no sentido longitudinal, sendo preparados os corpos-de-prova no tamanho adequado para a leitura por microscopia de varredura. Observou-se no grupo Er:YAG+resina os túbulos dentinários cortados e aparentemente houve penetração da resina na dentina. Nos espécimes do grupo Nd+adesivo+resina observou-se a linha de união da dentina com a resina não havendo abertura de túbulos dentinários, sugerindo que os túbulos estavam vedados. Com relação ao grupo Er:YAG+resina (sem ácido), notou-se que a superfície dentinária encontrava-se com os túbulos abertos, mas a resina estava espalhada, sem penetração. Nos espécimes do grupo Nd:YAG+resina (sem ácido) observou-se a não abertura dos túbulos dentinários, sem penetração da resina que se apresentou espalhada sobre a camada dentinária superficial. Os autores comparativamente observaram que a resina somente não se encontrava espalhada na superfície da dentina quando as amostras receberam o tratamento do laser Er:YAG e procedimento adesivo completo, ressaltando-se o aspecto morfológico de maior permeabilidade, com túbulos dentinários abertos, sem apresentar carbonização ou fratura e a dentina também não apresentando “smear layer”. Com o laser de Er:YAG, utilizado sem condicionamento ácido, embora tenha havido uma abertura dos túbulos, a resina não conseguiu penetrar na dentina, sugerindo a necessidade do procedimento adesivo completo. Com o laser Nd:YAG, os aspectos foram praticamente iguais, com túbulos vedados, sem penetração da resina, acreditando-se que por fundir ou recristalizar a dentina, este laser impede que o

adesivo penetre na mesma, não havendo formação de *tags* de resina, e resultando num espalhamento da resina sobre a dentina. O condicionamento ácido não reverteu este quadro.

Setien *et al.* (2001) determinaram *in vitro* a influência do método de preparação cavitária (broca carbide, ponta diamantada, Sonicys, laser de Er:YAG e abrasão a ar) no grau de microinfiltração na margem cavo-superficial de cavidades de Classe V restauradas com resina composta. Setenta e quatro molares humanos hígidos foram usados para o teste de microinfiltração em cavidades de Classe V, confeccionadas na junção cimento / esmalte nas superfícies vestibular e lingual de cada dente. O método de preparo cavitário empregado para cada grupo experimental era: grupo 1 - preparo cavitário realizado com broca carbide esférica número 8 em alta rotação; grupo 2 - ponta diamantada número 801 em alta rotação; grupo 3 - máquina de abrasão a ar KPC 1000 com 120psi de pressão usando partículas de alumínio com 27 μ m; grupo 4 – sistema Sonicys; grupo 5 – laser de Er:YAG, energia total de 150J e 10Hz de frequência; grupo 6 – broca carbide esférica número 8 em alta rotação, usada para preparo cavitário, seguido do acabamento interno da superfície cavitária com jato de ar abrasivo KPC 1000 com 120psi de pressão usando partículas de alumínio com 27 μ m; grupo 7 - broca carbide esférica número 8 em alta rotação, usada para preparo cavitário, seguido do acabamento interno da superfície cavitária com o laser de Er:YAG, energia de 150J e 10Hz de frequência e grupo 8 - laser de Er:YAG, energia de 150J e 10Hz de frequência,

sem a realização do condicionamento ácido durante o procedimento restaurador. As cavidades preparadas foram restauradas com o adesivo dentinário *Single Bond* e a resina composta *Silux Plus*. Todos os espécimes foram condicionados com ácido fosfórico 35% por 20 segundos, com exceção dos espécimes do grupo 8. Após o condicionamento ácido, os espécimes foram restaurados, em seguida termociclados, impermeabilizados, imersos em solução corante de nitrato de prata 50%, seccionados mesio-distalmente e avaliados em lupa estereomicroscópica. Também foram realizados preparos cavitários em esmalte, em dois espécimes com o laser Er:YAG, um com e o outro sem condicionamento ácido. Em seguida, os espécimes foram examinados em microscópio eletrônico de varredura com diferentes aumentos. Os testes de microinfiltração exibiram apenas oito espécimes com microinfiltração ao longo da interface esmalte/ resina composta, todos provenientes do grupo laser sem condicionamento ácido. A maior penetração da solução corante na interface cimento/ material restaurador ocorreu no grupo 8 (laser sem condicionamento ácido). Nenhuma diferença foi encontrada entre os grupos 8 (laser Er:YAG sem ácido) e grupos 1 (broca carbide em alta rotação), 2 (ponta diamantada em alta rotação), 4 (sistema Sonicys) e 6 (broca carbide + ar abrasivo). Os espécimes condicionados com laser, grupos 5 (laser de Er:YAG) e 7 (broca carbide + laser de Er:YAG), mostraram significativamente uma maior microinfiltração em relação aos outros grupos, com exceção do grupo 3 (ar abrasivo). A análise, em microscopia eletrônica de varredura, da interface de todos os grupos que foram condicionados mostrou

características similares que incluíam; resina composta, uma camada adesiva, camada híbrida, dentina e resina infiltrada nos túbulos dentinários. Todos os espécimes exibiram fissuras associadas com a camada híbrida, exceto no grupo 8 (laser Er:YAG sem ácido) em que não foi observada a formação da camada híbrida. A análise da superfície em microscopia eletrônica de varredura mostrou túbulos dentinários bem distribuídos em todos os grupos. No grupo laser condicionado com ácido, fissuras eram vistas no fundo da cavidade preparada, sem fibras colágenas aparentes nos túbulos dentinários. No grupo laser não condicionado com ácido, os espécimes mostraram uma ampla depressão envolvida por pequenas depressões. Em grande aumento, túbulos dentinários abertos e estruturas globulares de aproximadamente 1 μ m eram vistas distribuídas na superfície da dentina. O esmalte preparado com laser e sem o condicionamento ácido não apresentou o modelo padrão de condicionamento normalmente visto em MEV. De acordo com os resultados, a microinfiltração em esmalte não foi afetada pelos diferentes métodos de preparo cavitário, embora tenha sido relacionada ao condicionamento *versus* não condicionamento. Os resultados deste trabalho demonstraram uma maior microinfiltração em cimento em relação ao esmalte. Isto pode ser explicado em parte devido ao estresse resultante da contração de polimerização da resina que pode romper a ligação adesiva entre o dente e o material restaurador. Neste estudo, o local no grupo 8 (laser / sem condicionamento ácido) mais comprometido negativamente pela contração de polimerização foi entre o

esmalte não condicionado e o adesivo dentinário. Uma resistência adesiva mais baixa ao esmalte deve resultar em menor estresse a ser transferido para a interface adesiva dentinária, possivelmente garantindo um melhor selamento da margem gengival. A análise em MEV da superfície condicionada com laser de Er:YAG mostrou fissuras na parede de fundo da cavidade devido à ação da irradiação laser, que provoca microexplosões na superfície dentinária. A energia laser é absorvida pela água que está presente em alta concentração dentro dos túbulos dentinários. Quando esta água absorve a energia laser, isto pode causar expansão dentro dos túbulos, iniciando fissuras que se propagam entre os túbulos dentinários vizinhos, para formarem uma linha de fratura. Também no grupo laser associado ao condicionamento ácido, se observou em MEV as fibras colágenas colapsadas e quase derretidas, o que pode ter causado desnaturação das fibras colágenas. A análise em MEV da interface material restaurador/ dente revelou uma similar formação da camada híbrida para todos os métodos de preparo que utilizaram condicionamento ácido antes do procedimento restaurador. Apenas naqueles espécimes preparados com laser de Er:YAG e não condicionados com ácido antes da aplicação do sistema adesivo, não se evidenciou a presença da camada híbrida. Através da análise em MEV também foi possível observar os túbulos dentinários, mesmo quando não foi realizado o condicionamento ácido. Segundo os autores, a despeito das diferenças na aparência da superfície cavitária, todas as margens cavitárias de preparos de Classe V foram adequadamente seladas quando se realizou o condicionamento ácido previamente aos procedimentos restauradores.

Com o objetivo de avaliar se o laser de Er:YAG e abrasão a ar, associados aos materiais restauradores adesivos atuais, podem substituir a alta-rotação, Esteves (2001) realizou teste de microinfiltração em cavidades de classe V, confeccionadas em 18 dentes humanos extraídos, com preparos realizados nas faces vestibular e lingual de cada dente, e divididos em 3 grupos: grupo 1 – preparados com alta-rotação (ponta diamantada nº 1090); grupo 2 – preparados com abrasão a ar (pressão de 50 a 60psi, partículas de óxido de alumínio com tamanho de 27 μ m); grupo 3 – preparados com laser de Er:YAG (350mJ de energia/pulso e 2Hz de frequência em esmalte; 250mJ e frequência de 2Hz em dentina). Após os preparos, os dentes foram condicionados com ácido fosfórico a 37% por 15 segundos e restaurados com o sistema adesivo Single Bond e resina composta Z250. As amostras foram termocicladas, submetidas ao teste de microinfiltração com solução de nitrato de prata 50%, seccionadas e reveladas sob luz fluorescente. De acordo com os resultados, apesar de ter ocorrido a microinfiltração na maioria das amostras, não houve diferença estatisticamente significativa entre os três grupos testados, o que indica que os sistemas de abrasão a ar e laser de Er:YAG apresentaram comportamento semelhante, com relação à microinfiltração, quando comparados com alta-rotação. Concluiu-se o condicionamento ácido total realizado neste estudo é a principal estratégia para adesão dentinária, uma vez que possibilita a formação da camada híbrida, através da aplicação dos sistemas adesivos. Os resultados demonstraram que os sistemas adesivos atuais são incapazes de eliminar totalmente a microinfiltração, uma vez que a

infiltração ocorreu tanto em esmalte como em dentina, apresentando maiores escores e maior frequência em dentina, com diferença estatisticamente significativa no grupo 3 (preparado com laser). A margem cavo-superficial da cavidade preparada com o laser de Er:YAG poderia propiciar um aumento de microespaços, ocasionando assim, uma maior microinfiltração. No esmalte, a microinfiltração também ocorreu, mas em menor quantidade. Em MEV, os preparo realizados com alta-rotação, apresentam margens cavo-superficiais com ângulos definidos, parede gengival plana, áreas de fraturas e trincas e a presença de “smear-layer”. A abrasão a ar quando comparada a alta-rotação, elimina os inconvenientes que causam desconforto físico e psicológico aos pacientes, sendo eles: pressão, vibração, aquecimento e o ruído. O condicionamento ácido é fundamental para preparar a superfície para adesão através da eliminação de detritos das partículas de óxido de alumínio, que podem obliterar os túbulos dentinários. Dentre as vantagens do laser de Er:YAG para preparos pode-se citar: aparelho menos traumático ao paciente, é capaz de remover tecido cariado preservando tecido sadio e pode ser utilizado sem anestesia local. Entretanto, apresenta algumas limitações pois é um sistema que requer um treinamento especializado e precauções de segurança para sua utilização, um mesmo comprimento de onda não serve para todas as indicações e não há indicação para remoção de amálgama ou de outro metal do dente, além de apresentar um custo elevado. Comparativamente, a abrasão a ar e o laser necessitam aprendizado específico, não há sensibilidade táctil durante a realização do preparo cavitário, na maioria dos casos não há a necessidade de

anestesia, não ocorre o aquecimento do dente e ambos requerem cuidados específicos para seu uso.

Caso haja uma adesão insuficiente ao esmalte, a contração de polimerização do compósito pode criar uma fenda entre o material restaurador e o dente. Esta fenda permite a passagem de bactérias ou de suas toxinas e, também, de várias moléculas e íons. Isto leva a hipersensibilidade ou cáries secundárias e constitui-se numa das causas de fracasso das restaurações de compósito. Com o objetivo de examinar a qualidade do selamento marginal de cavidades preparadas com o laser de Er,Cr:YSGG, Gutknecht *et al.* (2001) realizaram teste de microinfiltração e, ao mesmo tempo, compararam os resultados com o preparo convencional seguido pelo condicionamento ácido da cavidade preparada. Para a realização deste experimento, 45 cavidades classe II (mesio e disto-oclusais) foram preparadas em 24 molares humanos extraídos. Os dentes foram divididos em 3 grupos: o primeiro grupo foi utilizado como controle; as cavidades foram preparadas convencionalmente com ponta diamantada, em seguida, as cavidades foram biseladas e receberam condicionamento total com ácido fosfórico a 37% por 30 segundos; no segundo grupo, as cavidades foram preparadas e biseladas com o laser de Er,Cr:YSGG e não receberam o condicionamento ácido; e no grupo 3, as cavidades também foram preparadas e biseladas com o laser de Er,Cr:YSGG, em seguida foram condicionadas com ácido fosfórico a 37%. As margens cervicais das restaurações localizavam-se em cimento. O laser de Er,Cr:YSGG usado foi o

“Millennium” da BioLase Technologies. Este sistema tem um comprimento de onda de 2,870nm e frequência constante de 20Hz. Foram utilizadas uma densidade de potência de 300mJ e energia total de 60J/cm² para o esmalte e densidade de potência de 250mJ, energia total de 50J/cm² para o preparo em dentina. Em seguida os dentes foram restaurados com o sistema Optibond/ Prodigy (Kerr). Os espécimes foram termociclados e o teste de infiltração de corante foi conduzido com fuccina básica a 1%. Os dentes foram seccionados e o grau de penetração do corante observado em microscópio de luz transmitida. Os resultados demonstraram que a infiltração do corante foi observada principalmente na região cervical da restauração. No grupo 1 (controle) não houve penetração do corante em 40% e penetração apenas até a região de esmalte, perto da margem, em 53% das cavidades. Em apenas 1 cavidade ocorreu penetração da solução corante em direção à parede pulpar. No grupo 2 (preparo laser sem condicionamento) houve infiltração do corante em esmalte em 53% das cavidades, considerando que foi detectado, em 13% das cavidades, corante em dentina, próximo da parede pulpar da cavidade, e na parede pulpar em 33%. No grupo 3 (laser e ácido) a infiltração do corante ocorreu em todas as cavidades em nível de esmalte. A avaliação estatística dos resultados revelou que não houve diferença estatisticamente significativa entre o preparo convencional e com laser de Er,Cr:YSGG seguidos do condicionamento ácido. Neste estudo, as restaurações preparadas convencionalmente e condicionadas com ácido fosfórico mostraram a menor microinfiltração, ocorrendo infiltração apenas na margem cervical das

restaurações. Com base nos resultados, os autores recomendam o condicionamento ácido após o preparo com laser de Er,Cr:YSGG.

O uso do laser para condicionar a superfície do dente tem sido muito estudado devido a diversas vantagens deste sobre o condicionamento ácido como: uma superfície microscopicamente rugosa com ausência de desmineralização, abertura dos túbulos dentinários sem a produção de *smear-layer* e esterilização dentinária. O objetivo deste trabalho de Ceballos *et al.* (2001) foi comparar a microinfiltração de restaurações de resina composta Classe V após condicionamento ácido ou tratamento com laser de Er:YAG ou ambos. Para a realização deste experimento, preparos cavitários de Classe V foram confeccionados nas superfícies vestibular e lingual de 18 molares humanos, com a margem gengival localizada na junção cimento-esmalte. Todas as cavidades foram preparadas em alta-rotação com broca carbide nº 329 e a margem oclusal biselada, antes do uso do laser de Er:YAG e/ou ácido para modificar as superfícies do esmalte e dentina. Os espécimes foram aleatoriamente divididos em três grupos iguais de 12 elementos cada, como se segue: Grupo 1 – esmalte e dentina condicionados com ácido fosfórico a 35% por 15 segundos; Grupo 2 – esmalte e dentina condicionados com laser pulsado de Er:YAG (Kavo Key Laser); e Grupo 3 – as superfícies do esmalte e dentina foram tratadas com laser e, em seguida, condicionadas com ácido fosfórico a 35%. Uma densidade de energia de 300mJ foi usada para irradiar esmalte e de 250mJ para dentina, frequência de 2Hz e duração do pulso de

250 μ s. Todas as amostras foram restauradas com o sistema adesivo Scotchbond 1 Adhesive System e a resina composta Z 100 (3M). Os espécimes eram termociclados e imersos em solução corante de fuccina básica 0,5%. Em seguida foram seccionados e a infiltração do corante observada em estereomicroscópio. Duas secções de cada grupo foram usadas para análise em MEV. Os resultados mostraram que nenhum dos procedimentos testados eliminou completamente a microinfiltração marginal e indicaram diferença estatisticamente significativa na margem oclusal para os três grupos estudados. Em esmalte, o condicionamento ácido (Grupo 1) revelou os menores escores de infiltração do corante, o que confirma a forte adesão obtida. Segundo os autores, a margem de esmalte biselada pelo laser tende a ser irregular e esta situação pode ter afetado a habilidade de selamento da resina composta. Em adição, os defeitos tipo cratera na margem de esmalte observados em MEV são facilmente observados sob as restaurações de compósitos, os quais podem ocasionar um efeito antiestético. Sob as condições deste estudo, a irradiação laser esteve mais associada com infiltração marginal do que o condicionamento com ácido e não foi recomendada para promover adesão entre resina e esmalte. Na margem gengival, nenhum dos procedimentos testados eliminou completamente a microinfiltração e não se observou diferença estatisticamente significativa entre os três grupos. Quando se comparou a margem oclusal com a gengival observou-se uma infiltração significativamente maior para todos os tratamentos na parede gengival. Esta infiltração observada na margem cervical pode estar relacionada à natureza orgânica da dentina e com a ausência de

túbulos dentinários no limite de 100µm da margem e ao número relativamente baixo de túbulos no limite de 200-300µm da parede gengival. O esmalte, quando presente na margem cervical, é geralmente delgado, aprismático e se adere fracamente à resina. Durante a polimerização, a resina composta contrai em direção à adesão mais resistente na margem oclusal e, assim, rompe a frágil união da margem gengival.

A maior preocupação da Odontologia moderna nas últimas décadas tem sido reduzir o risco de cárie dos pacientes, estimular medidas preventivas, preservar estrutura dentária e indicar, sempre que possível, técnicas conservadoras não-invasivas, ao invés de procedimentos invasivos. Os selantes resinosos contribuem para preservar a integridade da superfície oclusal e atua como um obstáculo mecânico efetivo à retenção de placa, conseqüentemente reduzindo a incidência de cáries de fissura. Considerando a importância da integridade do selante, o objetivo do estudo *in vitro* de Borsatto *et al.* (2001) foi avaliar a microinfiltração de um selante de cicatrículas e fissuras com carga comparando quatro técnicas de condicionamento ácido do esmalte. Quarenta molares humanos extraídos foram selecionados para este estudo, sendo divididos igualmente em quatro grupos: Grupo 1- superfície oclusal condicionada com ácido fosfórico a 37% por 30 segundos; Grupo 2- tratamento com laser pulsátil de Er:YAG (Fotona-Fidelis-USA) com uma densidade de potência de 120mJ e frequência de 4Hz por 30 segundos; Grupo 3- preparo com sistema de ar abrasivo (Kreativ Mach 4.-1) seguido de condicionamento

com ácido fosfórico a 37% por 30 segundos e Grupo 4 – tratamento com laser de Er:YAG seguido do condicionamento ácido por 30 segundos. Os espécimes foram submetidos a termociclagem e em seguida imersos em corante Rodamina a 0,2%. Os dentes foram seccionados longitudinalmente no sentido vestibulo-lingual e observados em microscópio óptico conectado a uma câmara de vídeo. As imagens obtidas eram transferidas para um computador e após digitalização foram analisadas quanto à infiltração marginal. Foi observado que o grupo 2 (tratamento com laser de Er:YAG) apresentou uma diferença estatisticamente significativa quando comparado aos outros grupos, evidenciando o pior selamento marginal. Os grupos 1 (condicionamento ácido), 3 (abrasão a ar + ácido) e 4 (Laser de Er:YAG + ácido) mostraram similaridade estatística. No entanto, apenas os grupos 1 (condicionamento ácido) e 3 (abrasão a ar + ácido) selaram completamente as cicatrículas e fissuras oclusais. Os achados deste estudo revelaram que o preparo da superfície oclusal exclusivamente com laser de Er:YAG não estabeleceu uma ótima penetração do selante no esmalte, possivelmente pelo fato do laser não produzir uma microporosidade uniforme no esmalte, característica do condicionamento com ácido fosfórico, mas, ao contrário, promoveu uma destruição desorganizada dos prismas de esmalte. A observação morfológica em MEV revelou uma ablação irregular com a presença de áreas não condicionadas. A associação de ar abrasivo e ácido estabeleceu um selamento marginal similar ao grupo condicionado apenas com ácido fosfórico.

Lizarelli *et al.* (2002) realizaram um estudo comparativo do grau de microinfiltração marginal em preparos cavitários classe V realizados com ponta diamantada ou com laser de Er:YAG, nas faces vestibular, lingual, mesial e distal, de dez molares humanos hígidos, seguidos ou não do tratamento com ácido fosfórico a 35% e variando a energia por pulso em 250 e 500mJ. Cada face foi aleatoriamente selecionada para receber um tipo de tratamento, constituindo os quatro grupos experimentais, como se segue: Grupo I – preparo cavitário confeccionado com ponta diamantada nº 1091 (KG Sorensen), seguido da aplicação do agente adesivo (*Single Bond – 3M*) e resina composta (*Filtek P60*); Grupo II – preparo cavitário confeccionado com ponta diamantada nº 1091, seguido do condicionamento com ácido fosfórico a 35%, aplicação do agente adesivo *Single Bond* e resina composta *Filtek P60*; Grupo III – preparo cavitário com laser de Er:YAG, seguido da aplicação do agente adesivo *Single Bond* e resina composta *Filtek P60* e Grupo IV – preparo cavitário com laser de Er:YAG, associado ao condicionamento com ácido fosfórico a 35%, seguido da aplicação do agente adesivo *Single Bond* e resina composta *Filtek P60*. De acordo com os parâmetros de energia empregados, apenas os dentes preparados com laser foram subdivididos em dois novos grupos, assim sendo, cinco dentes foram tratados com 250mJ de energia por pulso, 20Hz de frequência, resultando em uma fluência de $53,65\text{J}/\text{cm}^2$ e intensidade de $2,68\text{W}/\text{cm}^2$, enquanto os outros cinco receberam 500mJ, 20Hz, fluência de $107,29\text{J}/\text{cm}^2$ e intensidade de $5,36\text{W}/\text{cm}^2$. O sistema laser utilizado neste trabalho foi o laser pulsado de Er:YAG (*Fidelis – Fotona Medical Lasers*,

Slovenia), na forma não-contato, e largura de pulso VSP (*very short pulse*) de 100µs e distância focal de corte mantida manualmente ao redor de 15,0mm. Observou-se carbonização da parede axial quando os preparos cavitários foram realizados com energia de 500mJ, por outro lado, quando foram empregados 250mJ por pulso, os preparos apresentaram um aspecto bastante satisfatório. Para se proceder aos testes de microinfiltração, as amostras foram impermeabilizadas, termocicladas e, imersas em solução aquosa de nitrato de prata 50%. Realizou-se o seccionamento de cada amostra para separar os diferentes grupos de tratamento e depois cada restauração foi seccionada em duas fatias (mesial e distal), no sentido do longo eixo do dente, para observação do grau de penetração da solução corante. Verificou-se que quando a energia por pulso foi de 250mJ, não houve diferença entre as paredes observadas, porém o mesmo não ocorreu quando a energia foi de 500mJ. Aumentando-se a energia por pulso sem alterar sua largura, a irradiação tornou-se mais agressiva ao tecido-alvo, promovendo uma ablação mais desastrosa, deixando prismas de esmalte com extremidades rompidas abruptamente. Além disto, ocorreu uma geração de calor mais superficial, desidratando mais o tecido alvo e aumentando sua fragilidade mecânica. As amostras avaliadas apresentaram a parede cervical, em relação a oclusal, sob energia por pulso de 500mJ, uma maior infiltração. Provavelmente, segundo os autores, devido à menor espessura de esmalte somada à sua fragilidade mecânica exacerbada pela alta energia por pulso. Os prismas remanescentes, devido ao direcionamento, ficaram provavelmente sem suporte dentinário nessa

região, uma vez que não foi realizado nenhum recorte manual das margens gengivais. Os resultados mostraram que tratamentos com laser seguido ou não de ataque com ácido fosfórico são melhores, em termos de microinfiltração, do que quando se emprega apenas uma ponta diamantada sem o ataque subsequente com ácido fosfórico. Em termos de microinfiltração, a energia por pulso de 250 ou 500mJ não apresentou diferença estatisticamente significativa, com ou sem ácido fosfórico.

Por ser importante conhecer a interação entre sistemas adesivos e a superfície dentária e entender as diferenças na composição, pré-tratamento requerido e mecanismos de adesão que podem interferir com o selamento marginal das restaurações preparadas e tratadas com laser de Er:YAG, Palma Dibb *et al.* (2002) realizaram um estudo com o objetivo de avaliar o desempenho de três sistemas adesivos, um adesivo simplificado a base de acetona, de único frasco e microparticulado, um outro também a base de acetona, porém sem carga e um terceiro, um sistema adesivo auto-condicionante, quanto à capacidade de prevenir infiltração marginal em cavidades de classe V preparadas e tratadas com laser de Er:YAG associado ou não ao tratamento com ácido fosfórico a 37%. Foram realizados em terceiros molares humanos extraídos, trinta preparos cavitários de classe V, com a margem oclusal localizada em esmalte e a margem cervical preparada 1mm abaixo da junção amelo-cementária. O laser de Er:YAG (Fidelis; Fotona Latin Med. Inc.) foi utilizado para realização do preparo cavitário com uma densidade

de energia de 500mJ e 5Hz de frequência. Após o preparo, as superfícies do esmalte e dentina foram irradiadas por 30 segundos, com uma densidade de potência de 120mJ/ 4Hz e os espécimes foram divididos aleatoriamente nos três grupos experimentais. No grupo 1, o adesivo Bond -1 (Jeneric Pentron) e no grupo 2, o adesivo Prime & Bond (Dentsply) foram aplicados após o condicionamento com ácido fosfórico a 37% por 15 segundos. No grupo 3 foi avaliado o adesivo Etch & Prime 3.0 (Degussa), porém não foi realizado o condicionamento ácido da superfície, por tratar-se de um adesivo auto-condicionante. As cavidades foram restauradas com a resina composta Filtek Z-250 (3M) e, após o polimento, os espécimes foram termociclados, imersos em solução corante de Rodamina B a 0,2% e seccionados longitudinalmente. Os cortes obtidos foram analisados para infiltração através de um microcópico óptico conectado a um computador e uma câmara de vídeo. Os resultados indicaram uma diferença estatisticamente significativa entre as margens oclusais e cervicais em todos os grupos, e como regra, o melhor selamento marginal foi obtido na região oclusal, exceto para o grupo 2, o qual demonstrou completo selamento em ambas as margens. Entre os três sistemas adesivos avaliados, o Etch & Prime NT foi o que apresentou a mais elevada microinfiltração. O adesivo Prime & Bond NT selou completamente ambas as margens, sendo estatisticamente diferente dos outros grupos experimentais. Na margem cervical, não foi observada diferença estatisticamente significativa entre o adesivo Bond 1 (grupo 1) e o Etch & Prime NT. Os autores acreditam que a não utilização de condicionamento ácido associado à irradiação laser foi

responsável pelo pior desempenho de sistema adesivo Etch & Prime NT. E o melhor selamento marginal obtido com o Prime & Bond NT, provavelmente foi devido à formação de uma camada híbrida homogênea e *tags* resinosos uniformes. Através de microscopia eletrônica de varredura foi possível observar uma ablação irregular e um condicionamento incompleto com a presença de áreas não condicionadas, possivelmente devido à dificuldade em se obter uma irradiação uniforme. O laser não cria uma microporosidade uniforme, característica do condicionamento ácido, pelo contrário, promove uma destruição desorganizada dos prismas de esmalte, provavelmente devido à sua grande habilidade em remover o substrato dentário, apresentando, como consequência, um pobre mecanismo de adesão.

Para avaliar a eficácia das restaurações de compósitos quanto ao grau de microinfiltração marginal, preparadas por laser ou ponta diamantada convencional, seguido ou não do tratamento com ácido fosfórico a 35% Lizarelli *et al.* (2002) confeccionaram preparos cavitários Classe V em cinco molares humanos sadios extraídos, nas faces vestibular, lingual, mesial e distal, e, em seguida, cada face foi aleatoriamente selecionada para receber um tratamento diferente, ou seja, cada face representou uma repetição dos seguintes grupos: grupo 1- preparo cavitário com laser de Er:YAG, seguido da aplicação do agente adesivo Single Bond (3M) e resina composta Z100; grupo 2 – preparo cavitário com laser de Er:YAG associado ao condicionamento com ácido fosfórico a 35% e seguido da aplicação do agente adesivo Single Bond (3M) e

resina composta Z 100 (3M); grupo 3 - preparo cavitário com ponta diamantada seguido da aplicação do agente adesivo Single Bond (3M) e resina composta Z 100 (3M) e grupo 4 - preparo cavitário com ponta diamantada nº1091 (KG Sorensen) associado ao condicionamento com ácido fosfórico a 35%, e seguido da aplicação do agente adesivo Single Bond (3M) e resina composta Z 100 (3M). O sistema laser utilizado nesse trabalho foi o laser pulsado de Er:YAG (KaVo KEY Laser 2 - Germany), que tem uma largura de pulso, frequência máxima de 15Hz e potência de 10W, tendo sido utilizado na forma de não contato, através da ponta especial número 2051. Os parâmetros de energia foram: 300mJ, 6,0Hz, 134J (de energia total), 447 pulsos (total) e um tempo de exposição por preparo de 75 segundos, para cada repetição. O procedimento restaurador foi executado e se procedeu a análise da microinfiltração, a qual mostrou diferença estatisticamente significativa entre os preparos cavitários com laser sem condicionamento com ácido fosfórico e os preparos com ponta diamantada seguidos de ácido fosfórico a 35%. Segundo os autores, para ablacionar o tecido duro dental, o laser de Er:YAG necessita ser absorvido pela água presente no tecido alvo. Isso significa que o fenômeno da ablação, através do efeito fotomecânico, ocorre às custas da remoção de água do tecido. Ao final, a superfície irradiada apresentar-se-á desidratada superficialmente. Uma vez que o sistema adesivo utilizado possui um agente adesivo hidrofílico, que requer contato com uma superfície úmida para ser capaz de penetrá-la micromecanicamente; existirá, provavelmente, uma incompatibilidade entre substrato e agente de união. Esse fato poderia explicar porque a associação do

condicionamento com ácido fosfórico, logo após o preparo com o laser de Er:YAG, resultou em menor grau de microinfiltração em relação ao grupo em que não houve aplicação do ácido, já que a lavagem propriamente dita promove um reumedecimento do tecido superficial. Quando, então, o adesivo hidrofílico é aplicado sobre a superfície recém-ablacionada com laser de Er:YAG, o adesivo não será capaz de se espalhar uniformemente ao longo da superfície, devido à tensão superficial resultante da ausência de umidade. Dessa forma, a infiltração de líquidos externos estará facilitada, entre a superfície dental e material restaurador, ocorrendo a microinfiltração. Quando o preparo foi realizado com a ponta diamantada, com adequada hidratação e sem condicionamento ácido, ainda assim, a microinfiltração foi menor do que quando o laser foi empregado sem o devido re-umedecimento, provavelmente porque a superfície resultante não estava desidratada. O re-umedecimento, devido à lavagem após a aplicação do ácido fosfórico associado à preparação cavitária com laser de Er:YAG, como no grupo 2, diminuiu a microinfiltração.

Kohara *et al.* (2002) investigaram morfologicamente a superfície cavitária e compararam a microinfiltração em cavidades preparadas com laser de Er:YAG e restauradas com resina composta *versus* o preparo mecânico tradicional. Trinta dentes decíduos cariados extraídos foram divididos em dois grupos de 15 dentes cada. No grupo 1, quinze cavidades foram preparadas com o laser de Er:YAG (Key Laser, Kavo); a lesão de cárie era irradiada com uma densidade de potência de 300mJ, frequência de 4Hz até que fosse

totalmente removida. As cavidades remanescentes foram preparadas com ponta diamantada nº 3411 em alta-rotação. A média de tempo requerida para o preparo com laser foi de $1,85 \pm 0,82$ min. e para o preparo convencional de $0,41 \pm 0,10$ min. O exame macroscópico das superfícies cavitárias preparadas com ponta diamantada mostrou cavidades com paredes, circundantes e de fundo e ângulos bem delimitados, margens claramente definidas e parede de fundo relativamente lisa. Por outro lado, as superfícies preparadas com laser eram irregulares e rugosas, sem carbonização ou trinca do esmalte e dentina. As observações em MEV das superfícies preparadas convencionalmente mostraram uma superfície cavitária relativamente plana e recoberta por *smear-layer*. Os prismas de esmalte não eram visíveis e os túbulos dentinários encontravam-se obliterados. Por outro lado, vários tipos de micro-irregularidades e rugosidades eram observadas nas cavidades preparadas com laser. As superfícies dentinárias irradiadas não apresentavam *smear-layer* e apresentavam os orifícios dos túbulos dentinários expostos. A dentina intertubular sofreu uma maior ablação em relação à dentina peritubular. O exame histopatológico mostrou que as cavidades preparadas com a ponta diamantada tinham a parede de fundo cavitária lisa e as superfícies preparadas com laser eram irregulares, sem uma clara separação entre as paredes circundantes e a de fundo, e sempre acompanhada de microfragmentos depositados sobre a superfície cavitária, os quais podem afetar a adesão do material restaurador ao dente. Para a realização do teste de microinfiltração, dez cavidades foram restauradas com o sistema adesivo Clearfil Photo Bond e

resina composta, sem condicionamento com ácido fosfórico. Os espécimes foram impermeabilizados, imersos em corante Rodamina B 0,6% e seccionados para avaliação da infiltração. Os resultados revelaram que duas (20%) amostras no grupo laser e uma (10%) do grupo controle não apresentaram microinfiltração entre a restauração e o dente. Um espécime (10%) do grupo laser e sete (70%) do grupo controle mostraram completa microinfiltração e os espécimes remanescentes demonstraram microinfiltração parcial. Os resultados do grupo laser mostraram uma microinfiltração significativamente menor em relação ao grupo controle (sem condicionamento ácido), provavelmente devido a não remoção da *smear-layer*. Através do MEV foi possível perceber que, em ambos os grupos, os espécimes com pior grau de microinfiltração apresentavam as maiores fendas entre a resina composta e o dente. A abertura dos túbulos dentinários após o tratamento com o laser de Er:YAG deve ter facilitado a formação da camada híbrida, desde que pode haver uma maior difusão do agente adesivo.

O objetivo do estudo de Armengol *et al.* (2002) foi avaliar o efeito do pré-tratamento com laser de Er:YAG e Nd:YAP na microinfiltração de restaurações de resina composta em relação ao método convencional com ácido fosfórico a 37%. Para a realização deste estudo *in vitro* foram preparadas 40 cavidades de classe V usando-se ponta esférica diamantada em 20 dentes humanos, as quais foram aleatoriamente distribuídas em quatro grupos de dez cavidades cada. No grupo 1, após a realização de um estreito bisel (1mm) em esmalte

usando-se uma ponta diamantada, as amostras eram condicionadas com ácido fosfórico 37% por 30 e 15 segundos em esmalte e dentina, respectivamente. Em seguida era aplicado o “primer” e o adesivo do sistema adesivo ScotchBond Multipurpose. No grupo 2, o bisel de 1mm em esmalte era produzido pelo laser de Er:YAG com 200mJ e 4Hz de frequência, em um tempo de 25 segundos (100 impulsos; energia total de 500J/cm²). A superfície da dentina era irradiada com laser de Er:YAG com uma densidade de potência de 140mJ e 4Hz por 20 segundos (80 impulsos, energia total de 74,66J/cm²). Em seguida foi aplicada uma camada uniforme de adesivo ScotchBond Multipurpose. O bisel do grupo 3 foi realizado com ponta diamantada e as amostras irradiadas com o laser Nd:YAP com uma densidade de potência de 310mJ e 10Hz por 4 segundos (40 impulsos; energia total de 310J/cm²). A superfície da dentina foi irradiada com o laser de Nd:YAP com 240mJ, 10Hz por 20 segundos (200 impulsos, energia de 320J/cm²). Em seguida foi aplicada uma camada uniforme de adesivo ScotchBond Multipurpose. O grupo 4 serviu como controle e as amostras não foram previamente tratadas com ácido ou laser. Uma camada de adesivo ScotchBond Multipurpose foi aplicada sobre a superfície. As cavidades foram restauradas com a resina composta Z 100; os espécimes eram armazenados por uma semana, passavam por 500 ciclos térmicos; eram imersos em solução corante de fuccina básica a 0,5%, cortados e avaliados em estereomicroscópio. A análise estatística dos resultados em esmalte revelou que o grupo 1 (condicionamento ácido) atingiu os melhores resultados (limitada infiltração do corante). Diferenças estatisticamente significantes foram encontradas com o

grupo 4 (controle) e o grupo 2 (laser de Er:YAG), mas não em relação ao grupo 3 (laser de Nd:YAP); no entanto, houve um alto coeficiente de variação. A microinfiltração no grupo 2 (laser de Er:YAG) foi significativamente mais alta do que o grupo 1 (ácido fosfórico), porém não mostrou-se estatisticamente diferente dos grupos 3 (Nd:YAP) ou grupo 4 (controle). Em dentina, a microinfiltração do grupo 1 (ácido fosfórico) foi significativamente mais baixa em relação ao grupo 4 (controle) e 5 (Nd:YAP), embora não tenha apresentado diferença significativa em relação ao grupo 2 (Er:YAG). Não foi observada diferença entre o grupo 3 (Nd:YAP) e o grupo 4 (controle). O grupo 3 (Nd:YAP) demonstrou uma mais alta infiltração em relação aos grupos 1 (ácido fosfórico) e grupo 2 (laser de Er:YAG). Coeficientes de variação foram relativamente alto para todos os grupos, especialmente nos grupos laser. Segundo os autores, esta variação pode ser devido à heterogeneidade dos substratos, esmalte e dentina; a variáveis durante o preparo cavitário e ao processo de adesão. Embora o condicionamento ácido seja regular e uniforme, o mesmo não é válido para a irradiação laser. A orientação do raio e a varredura da superfície dependem do operador e podem, em algum momento, ser difícil de controlar. Somado a isso, é possível que a irradiação cause mudanças morfológicas como porosidades, trincas ou micro fissuras, as quais são responsáveis por uma infiltração mais alta. No grupo controle (sem ácido) a infiltração do corante ocorreu em todas as amostras. Com o tratamento ácido, a infiltração em esmalte foi praticamente inexistente, embora tenha ocorrido em cemento. Os autores concluíram que o condicionamento ácido é a melhor maneira de se

obter um selamento mais efetivo do esmalte e dentina em restaurações de resina composta.

González Bahillo *et al.* (2002) utilizaram o MEV para comparar as diferenças entre superfícies preparadas com laser de Er:YAG, empregando-se ou não o condicionamento com ácido fosfórico, e as preparadas convencionalmente usando-se alta-rotação e avaliaram com estereomicroscópio a infiltração marginal em esmalte e cimento após a restauração das cavidades com o sistema adesivo Scotchbond Multiadhesion Plus e a resina composta Z 250. Para a realização desta pesquisa, 135 dentes humanos foram usados, nos quais, 45 cavidades de Classe V foram preparadas com alta-rotação e condicionamento ácido (grupo A); 45 cavidades com laser de Er:YAG/ sem condicionamento ácido, nos seguintes parâmetros 300mJ/ 2Hz em esmalte, 200mJ/ 2Hz em dentina e 300mJ /2Hz em cimento (no grupo B) e 45 cavidades combinando o preparo com laser e condicionamento ácido (grupo C). Cinco dentes de cada grupo foram analisados em MEV em relação à adesão na região da junção cimento-esmalte. Após restauração das cavidades, os espécimes foram submersos em corante azul de metileno 2%, seccionados e observados em estereomicroscópio com o objetivo de verificar a extensão da microinfiltração. Observou-se, em MEV, que as cavidades confeccionadas com laser eram menos precisas do que as preparadas convencionalmente. No grupo A (alta-rotação / ácido) tanto o esmalte quanto a dentina mostraram todas as características associadas com o condicionamento ácido e essas eram

similares aos espécimes do grupo C (laser / ácido). No grupo B (laser / sem ácido) não foi possível observar em esmalte as características normalmente associadas com o condicionamento ácido, porém foram vistas áreas retentivas. Em dentina, não observou-se a produção de *smear layer*, sendo assim, foi possível visualizar os túbulos dentinários abertos. Em cimento foram encontrados preparos bem definidos, nas quais havia áreas rugosas. No grupo C (laser / ácido) as superfícies eram irregulares e os túbulos dentinários encontravam-se abertos, tanto as áreas de dentina inter quanto a peritubular aparentavam desmineralização. Em muitos casos, as microcavidades em esmalte permitiram a visualização da trajetória dos prismas de esmalte. Devido ao condicionamento ácido, o cimento desapareceu quase completamente e não foram observadas áreas rugosas similares à aquelas vistas no grupo B (laser/ sem ácido). De acordo com os resultados, no grupo B (laser / sem ácido) ocorreu a maior infiltração em esmalte e em cimento não houve diferença estatisticamente significativa entre os grupos estudados, embora tenha ocorrido uma menor infiltração no grupo B (laser / sem ácido) em relação aos grupos A e C. Segundo os autores, o laser apenas produz microcavidades em esmalte e dentina, o que consideram como sendo menos retentivo quando comparado com a ação desmineralizante do ácido nos prismas de esmalte. A adesão em dentina no grupo B (laser / sem ácido) foi similar ao grupo A (convencional). O laser não produziu *smear-layer* e os túbulos dentinários estavam abertos, tornando ideal a retenção criada pelas microexplosões. Em cimento, o laser criou uma área mais apropriada para adesão. A superfície do cimento é muito

delgada e o ácido fosfórico torna a superfície lisa e por conseqüência menos retentiva. Os autores concluíram que as microcavidades criadas pelo laser em esmalte são menos retentivas do que os efeitos da desmineralização produzidos pelo condicionamento ácido. O contrário ocorreu em cimento, no qual os espécimes do grupo tratado com laser / sem ácido apresentaram as superfícies mais retentivas, enquanto que o condicionamento com ácido fosfórico tornou a superfície excessivamente lisa, conseqüentemente menos retentiva.

Ramos (2002) com o objetivo de esclarecer o comportamento dos materiais restauradores adesivos sobre superfícies irradiadas com laser de Er:YAG verificou os efeitos da irradiação com laser de Er:YAG sobre as fibras colágenas da dentina e analisou em MEV a interface resina / dente. A autora concluiu que a não aplicação do condicionamento ácido sobre a superfície deixa uma camada superficial de detritos, que impede a penetração do agente adesivo para o interior da dentina. Ao aplicar-se o condicionamento ácido sobre essa superfície, essa camada de detritos é removida, e há penetração da resina para o interior da malha de colágeno, formando *tags* de resina profundos e com base larga. Ao irradiar-se a dentina com laser de Er:YAG, cria-se uma camada superficial degradada, surgida da desnaturação do colágeno sobre a ação do laser. Essa camada funciona como uma barreira, impedindo a penetração ideal da resina para o interior da dentina, formando uma camada híbrida irregular. A extensão do dano ao colágeno é diretamente proporcional à energia do laser

aplicada. O procedimento do condicionamento ácido da superfície foi eficaz em remover esta camada, permitindo a formação de uma camada híbrida adequada.

Hossain *et al.* (2003) analisaram a morfologia e a rugosidade da superfície de cavidades preparadas com laser de Er:YAG (400mJ / 2Hz em esmalte e 200mJ / 2Hz em dentina) e compararam o grau de microinfiltração com cavidades preparadas convencionalmente usando-se ponta diamantada e condicionamento ácido e, em seguida, restauradas com resina composta. O tempo requerido para o preparo das cavidades com laser foi bem maior em relação à ponta diamantada, embora o laser tenha conseguido produzir cavidades rasas em poucos minutos. As cavidades laser revelaram uma superfície rugosa e irregular com ausência de carbonização ou fissuras no esmalte e dentina. Por outro lado, os preparos realizados convencionalmente mostraram uma cavidade com ângulos internos, paredes de fundo e circundantes bem definidas, margens evidentes e parede de fundo relativamente lisa. O MEV mostrou que as superfícies de esmalte e dentina irradiadas tinham uma superfície rugosa sem *smear-layer*. Na superfície de esmalte foram evidenciados os prismas de esmalte sem qualquer sinal de erosão. Na superfície dentinária, muitos túbulos eram claramente observados e a dentina intertubular apresentava maior taxa de ablação em relação à dentina peritubular. Os orifícios dos túbulos dentinários estavam expostos, e isto está associado às microexplosões que ocorrem durante a ablação tecidual com laser

de Er:YAG. As cavidades preparadas convencionalmente, antes do condicionamento ácido, revelaram uma superfície relativamente lisa e estava quase que totalmente coberta por uma camada de smear-layer, os prismas de esmalte não eram visíveis e os orifícios dos túbulos dentinários estavam obliterados. Quando as superfícies de esmalte e dentina eram condicionadas com ácido fosfórico 37%, estas mostraram ausência total de smear-layer e os prismas de esmalte e túbulos dentinários eram vistos claramente. Nestas superfícies, o corpo dos prismas tinha sofrido erosão. De acordo com os autores, esta condição não é favorável para adesão ou adaptação do material restaurador ao dente. Mudanças químicas podem também produzir um aumento da permeabilidade e molhamento dentinário, aumentar o potencial para irritação pulpar, modificar a fração orgânica e causar descalcificação do componente inorgânico. O valor da rugosidade da superfície cavitária irradiada era de $155 \pm 6\mu\text{m}$, o qual era maior em relação à cavidade preparada convencionalmente e condicionada com ácido fosfórico ($82 \pm 4\mu\text{m}$). Quanto maior a rugosidade superficial, maior a área de superfície e conseqüentemente menor a infiltração marginal. A irradiação mostrou um melhor desempenho neste aspecto por apresentar uma mais alta rugosidade e por abrir os túbulos dentinários sem causar danos aos tecidos e a polpa. Os resultados da microinfiltração não demonstraram diferença estatisticamente significativa entre os dois grupos, 16 laseres (80%) e 17 (85%) cavidades preparadas convencionalmente não apresentaram microinfiltração. Estas cavidades sem infiltração, produzidas tanto com laser como com ponta diamantada,

apresentaram boa adaptação (ausência de fenda) entre a resina e o dente. Naquelas cavidades em que era observada microinfiltração, esta estava associada à presença de fenda entre a resina e o dente. Estas fendas podem ser produzidas devido à perda de adaptação da resina ao dente, menor penetração da resina nos túbulos dentinários ou insuficiente polimerização da resina composta. Os autores sugerem que uma resina de baixa viscosidade seja usada em cavidades irradiadas com o objetivo de reduzir a microinfiltração ou que um tratamento superficial seja empregado antes da restauração para se conseguir um melhor molhamento e difusão da resina na cavidade preparada.

3. PROPOSIÇÃO

O objetivo deste trabalho foi avaliar *in vitro* a microinfiltração marginal em esmalte e cimento de cavidades de Classe V condicionadas com laser de Er:YAG com energias de 100 e 200mJ e restauradas com diferentes resinas compostas e sistemas adesivos e comparar com os graus de microinfiltração encontrados nas cavidades condicionadas convencionalmente com ácido fosfórico.

4. MATERIAL E MÉTODOS

4.1 MATERIAL

4.1.1 CONSUMO

- Pedra-pomes (S S White)
- Soro fisiológico a 0,9% (Áster Produtos Médicos Ltda)
- Pincel descartável (Microbrush- Microbrush Corporation, Grafton, WI)
- Pontas diamantadas nº 1014 (KG Sorensen)
- Lâminas de bisturi nº 15 (BD)
- Discos de óxido de alumínio Sof-Lex (3M)
- Resina epóxica – Cola Araldite
- Esmalte para unha Risque (Niase S/A – SP- Brasil)
- Solução aquosa de nitrato de prata 50%, pH 3,5 (Homeofórmula Farma e Laboratório de Manipulação Homeopática e Comércio de Produtos Naturais Ltda., ME, Santos, SP, Brasil)
- Revelador Kodak (Kodak Brasileira Com. e Ind. Ltda, São José dos Campos, SP, Br)

- Resina acrílica ativada quimicamente (Duralay)
- Lixas d'água de carvão de silícia, números 600, 1200, 4000 (Norton)
- Taça de borracha branca para contra-ângulo

4.1.2 PERMANENTE

- Cureta periodontal – Gracey nº7/8 (Hu Friedy)
- Contra-ângulo (Dabi Atlante S.A)
- Lupa (Lactona Dental Magnifying Loupe, USA)
- Caneta Nankin – ponta 0,3 mm (Trident S/A)
- Suporte com uma base acrílica de forma cilíndrica
- Sonda periodontal milimetrada, tipo Goldman Fox Williams (Hu Friedy, Chicago, IL, USA)
- Turbina de alta rotação RS 350 Push-Button Polifix (Dabi Atlante S.A.)
- Fotopolimerizador Optilight Plus – número de série: 4139246030 (Gnatus)
- Radiômetro (Demetron)
- Espátulas titânio nº 983 e 994 (Deve, Germany)
- Laser de Er:YAG (Kavo Key Laser II - Kavo Co. Biberach- Alemanha)

- Máquina de termociclagem (Ética Equipamentos Científicos S.A., São Paulo), modelo 5214, nº 0924, série 96
- Termômetro de mercúrio (HG Ltda – Brasil)
- Luz fluorescente de 15W (Neonda Energy Saver Eco Eletronic, Brozeart Ind. e Com. Ltda., Embu, SP)
- Máquina de corte modelo Labcut 1010 (Extec Corp. - England)
- Disco de corte de diamante (Buehler Diamond Wafering Blade, Série 15)
- Lupa estereoscópica Stemi 2000-C (Carl Zeiss Jena GmbH) com máquina fotográfica acoplada MC-80

4.1.3 MATERIAIS RESTAURADORES UTILIZADOS

Quadro 1

Materiais restauradores utilizados

Material	Composição	Lote	Fabricante
Prime & Bond NT	PENTA, UDMA Partículas de carga: nanopartículas de sílica Solvente: acetona	67510 Validade: 09/2003	Dentsply
Esthet-X	Matriz orgânica: Bis-GMA Uretano Modificado, Bisfenol-A, BisEMA e TEGDMA. Carga inorgânica: Vidro de Borossilicato de Flúor Alumínio, Bário Silanizados, Sílica Coloidal e Sílica Nanométrica	0105233 Validade: 2004/05	Dentsply
Single Bond	Primer: HEMA e copolímero de ácido polialquenóico Adesivo: bis-GMA e HEMA Solventes: álcool e água	3HW	ESPE / 3M Dental Products
Filtek Z 250	Matriz orgânica: bis-GMA, UDMA e bis-Ema. Matriz Inorgânica: zircônia/sílica		ESPE / 3M Dental Products

4.1.4 SELEÇÃO DA AMOSTRA

Para a realização deste trabalho foram selecionados 100 (cem) terceiros molares humanos hígidos, recém extraídos por indicação cirúrgica ou ortodôntica, e doados pela disciplina de Endodontia da Faculdade de Odontologia da Universidade Federal da Bahia (ANEXO A). Estes dentes foram limpos em água destilada para remoção de tecido aderido e cálculos com auxílio de uma cureta periodontal, taça de borracha e pasta de pedra-pomes e água.

Em seguida foram examinados visualmente com lupa de aumento, com 2 1/2 X de magnitude e por meio de transiluminação, para detecção de possíveis trincas e fraturas, que implicariam na eliminação da amostra, tendo sido posteriormente armazenados em saliva artificial 37°C para se manterem hidratados, à temperatura ambiente até o momento da sua utilização, e depois distribuídos nos diferentes grupos.

Para a realização deste trabalho de pesquisa, o projeto foi submetido à avaliação, tendo sido aprovado pelo Comitê de Ética em Pesquisa da Universidade Estadual de Feira de Santana (UEFS), protocolo número 006/2003, em 16 de abril de 2003 (ANEXO B).

4.2 METODOLOGIA

4.2.1 DIVISÃO DOS GRUPOS

A amostra foi dividida em 10 grupos de 10 elementos cada de acordo com os critérios a seguir especificados.

Os grupos I (ac+PB/E) e VI (ac+SB/Filtek Z250) considerados padrão-ouro, não foram irradiados e receberam um tratamento convencional constituído de condicionamento do esmalte, dentina e cimento com ácido fosfórico 35%, seguido do sistema adesivo e restauração com resina composta; os grupos II (L100+PB/E), VII (L100+SB/Z250) e III (L200+PB/E), VIII (L200+SB/Z250) foram irradiados com laser de Er:YAG, em frequência única de 3Hz e energias distintas, sendo 100mJ, nos dois primeiros e 200mJ, nos dois últimos, e posteriormente restaurados com o sistema adesivo e resina composta. Procedimentos idênticos foram realizados nos grupos IV (L100+ac+PB/E), IX (L100+ac+SB/Z250) e V (L200+ac+PB/E), X (L200+ac+SB/Z250), acrescidos do condicionamento ácido do esmalte e dentina (Quadro 2).

QUADRO 2

Divisão dos grupos de acordo com distintas energias, a utilização ou não do condicionamento ácido e diferentes sistemas restauradores.

Grupo	Laser 100mJ	Laser 200mJ	Ácido fosfórico 35%	Prime & Bond NT/ Esthet-X	Single Bond/Filtek Z250
I (Ac+PB/E)			X	X	
II (L100+PB/E)	X			X	
III (L200+PB/E)		X		X	
IV (L100+Ac+PB/E)	X		X	X	
V (L200+Ac+PB/E)		X	X	X	
VI (Ac+SB/Z250)			X		X
VII (L100+SB/Z250)	X				X
VIII (L200+SB/Z250)		X			X
IX (L100+Ac+SB/250)	X		X		X
X (L200+Ac+SB/Z250)		X	X		X

4.2.2 PROCEDIMENTOS RESTAURADORES

4.2.2.1 PREPARO DAS CAVIDADES

Todos os dentes receberam 1 (um) preparo cavitário, classe V, na face vestibular, previamente desenhado com caneta Nankin, definindo-se a extensão do contorno em cada corpo de prova. Antecedendo à confecção dos preparos, os dentes foram montados em um suporte com uma base acrílica de forma cilíndrica para facilitar os procedimentos. As dimensões das cavidades foram de 3,0mm no sentido cérvico-oclusal, por 4,0mm no sentido méso-distal, por 2,0mm de profundidade (Figuras 1A e B). A padronização da profundidade dos preparos foi alcançada com o auxílio de uma sonda periodontal milimetrada. Os preparos cavitários foram realizados mediante a utilização de pontas diamantadas nº 1014 presa a uma turbina de alta rotação, acionada em alta velocidade, especificada pelo fabricante em 350.000 rpm, sob intensa refrigeração ar/água, sendo as mesmas descartadas a cada cinco preparos, para que se mantivesse a excelência de corte.

No presente estudo, as cavidades foram preparadas com extensão do término cervical a aproximadamente 1-2mm além da junção amelo-cementária, por ser esta área do dente crítica à infiltração marginal, atendendo assim os objetivos propostos para esta pesquisa.

Para impedir futuramente uma indesejada infiltração da solução corante, foi realizada a obliteração do forame apical de todos os dentes com resina composta Filtek Z 250®, após a realização do condicionamento com ácido fosfórico a 35% e da utilização do adesivo dentinário Single Bond®, seguindo as recomendações do fabricante.

Após a confecção dos preparos cavitários, os dentes foram armazenados em soro fisiológico a 0,9%. Os espécimes dos grupos II, III, IV, V, VII, VIII, IX e X foram imediatamente irradiados após o término dos preparos de acordo com os parâmetros previstos para cada grupo experimental, 100 ou 200mJ (Figura 1C), acrescidos ou não do condicionamento com ácido fosfórico a 35% (Figura 1D). Em seguida foi dada seqüência à técnica restauradora adesiva, mediante a aplicação do sistema adesivo (Figura 1E) e restauração com resina composta (Figura 1F).

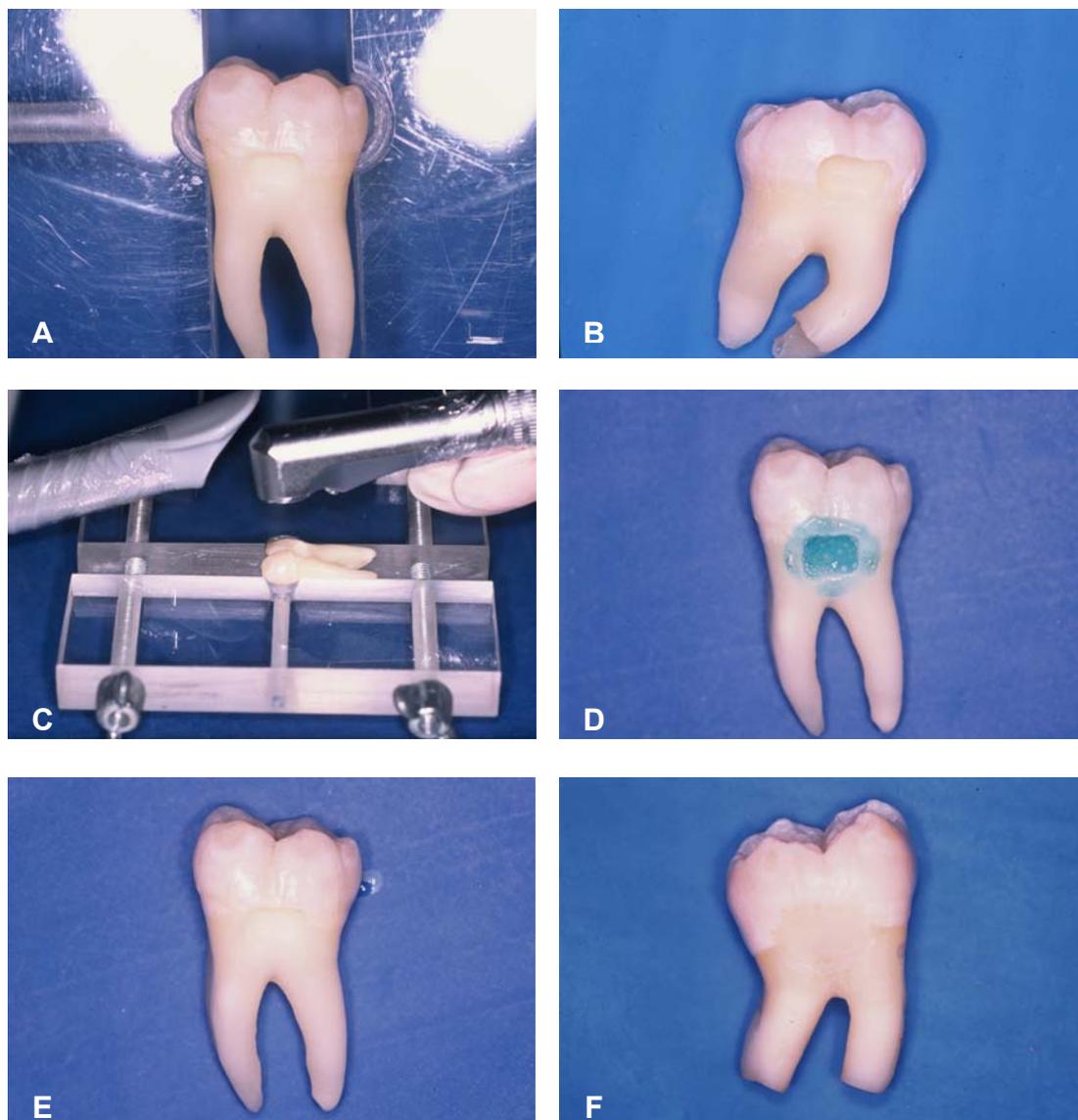


Figura 1 – Seqüência de preparo e restauração das cavidades: A) Preparo cavitário classe V na face vestibular realizado com ponta diamantada esférica nº 1014; B) As dimensões das cavidades foram de 3,0mm no sentido cérvico-oclusal, por 4,0mm no sentido mesio-distal, por 2,0mm de profundidade, com extensão do término cervical a aproximadamente 1-2mm além da junção amelo-cementária; C) Irradiação com Laser Er:YAG; D) Espécime condicionado com ácido fosfórico a 35%; E) Aplicação do sistema adesivo; F) Restauração do espécime com resina composta.

4.2.2.2 ETAPAS OPERATÓRIAS PARA RESTAURAÇÃO DOS ESPÉCIMES

No grupo I (Ac+PB/E) foi realizada profilaxia com uma mistura de pedra pomes e água e o condicionamento das paredes cavitárias com ácido fosfórico a 35%, aplicado por 15 segundos sobre as superfícies dentinária e cementária e 30 segundos sobre o esmalte, ultrapassando ligeiramente o ângulo cavo-superficial. As superfícies condicionadas foram lavadas com *spray ar/água* por 15 segundos e, em seguida, secadas com jatos de ar, sem desidratar a superfície dentinária. Posteriormente, o sistema adesivo Prime & Bond NT® foi aplicado com pincel descartável e deixado por 20 segundos. A fotopolimerização do adesivo foi de 20 segundos com o aparelho fotopolimerizador de luz halógena de quartzo-tungstênio, o mesmo empregado em todos os grupos. As superfícies deveriam apresentar-se com um brilho uniforme. Caso isto não ocorresse era repetida aplicação do adesivo. A resina composta Esthet-X® cor A2 foi inserida na cavidade.

Nos grupos II (L100+PB/E) e III (L200+PB/E), os dentes foram irradiados com o laser de Er:YAG nos parâmetros experimentais determinados para condicionamento, 100 e 200mJ, respectivamente, frequência de 3Hz, em seguida secos com suave jato de ar e restaurados com o sistema adesivo Prime & Bond NT® e a resina composta Esthet-X.

Nos grupos IV (L100+Ac+PB/E) e V (L200+Ac+PB/E), após as irradiações dos dentes com o laser de Er:YAG com impulsos de energia de 100 e 200mJ, 3Hz de frequência, respectivamente, as cavidades foram condicionadas com ácido fosfórico a 35%, aplicado por 30 segundos em esmalte e 15 segundos em dentina. Dando prosseguimento, as superfícies condicionadas foram lavadas com jato de ar/água por 15 segundos, sendo secas em seguida com suave jato de ar. Posteriormente, os procedimentos restauradores foram realizados com o sistema adesivo Prime & Bond NT® e a resina composta Esthet-X®.

No grupo VI (Ac+SB/Z250) foi inicialmente realizado o condicionamento das paredes cavitárias com ácido fosfórico a 35%, aplicado por 15 segundos sobre as superfícies dentinária e cementária e 30 segundos sobre o esmalte, ultrapassando ligeiramente o ângulo cavo-superficial. Posteriormente, as superfícies condicionadas foram lavadas com *spray* ar/ água por 15 segundos, e secas com suave jato de ar, sem desidratar a superfície dentinária. Em seguida, o sistema adesivo Single Bond® foi aplicado em duas camadas consecutivas com pincel descartável, secou-se suavemente a superfície por 5 segundos, aguardou-se 20 segundos e o adesivo foi fotopolimerizado por 10 segundos. As superfícies deveriam apresentar-se com um aspecto brilhante uniforme. Caso isto não ocorresse era repetida a aplicação do sistema adesivo. Para realização da fotopolimerização foi utilizado o mesmo aparelho em todos os grupos, tomando-se o cuidado de checar-se com um radiômetro a densidade

de potência emitida, sendo que foi requerido no mínimo 500 mW/cm^2 . Esta foi medida antes do início de cada restauração e, também, foi utilizado um estabilizador de voltagem. Posteriormente, os procedimentos restauradores foram realizados com o sistema adesivo Single Bond® e a resina composta Filtek Z250®.

Nos grupos VII (L100+SB/Z250) e VIII (L200+SB/Z250) após irradiação dos dentes com o laser de Er:YAG nos parâmetros de energia determinados para estes grupos experimentais, 100 e 200mJ, respectivamente, estes foram secos com jatos de ar e restaurados com o sistema adesivo Single Bond® e a resina composta Filtek Z 250®.

Nos grupos IX (L100+Ac+SB/Z250) e X (L200+Ac+SB/Z250) após as irradiações dos dentes com o laser de Er:YAG com impulsos de energia de 100 e 200mJ, respectivamente, as cavidades foram secas e condicionadas com ácido fosfórico a 35%, aplicado por 30 segundos em esmalte e 15 segundos em dentina. Dando prosseguimento, as superfícies condicionadas foram lavadas com jato de ar/água por 15 segundos, sendo secas em seguida com suave jato de ar. Posteriormente, os procedimentos restauradores foram conduzidos com o sistema adesivo Single Bond® e a resina composta Filtek Z 250®.

Neste trabalho o laser utilizado foi o Kavo Key Laser II®, de formas focado e desfocado, a uma distância de aproximadamente 20mm do ângulo cavo-superficial e uma saída de água com velocidade de 14ml/min. Foram

empregados 44J de energia total, 3Hz de frequência e níveis de energia de 100 e 200mJ.

4.2.2.3 INSERÇÃO E POLIMERIZAÇÃO DOS SISTEMAS RESTAURADORES

Para a inserção incremental oblíqua da resina composta, espátulas de titânio nº 983 e 994 foram utilizadas. Cada incremento de no máximo 2mm foi polimerizado utilizando a técnica do pulso tardio por um total de 23 segundos, como se segue, 03 segundos a uma densidade de potência de $200\text{mW}/\text{cm}^2$, o que foi conseguido afastando-se a ponteira de luz aproximadamente 1cm da restauração utilizando um aparelho fotopolimerizador com intensidade de $500\text{W}/\text{cm}^2$. Aguardou-se 3 minutos e durante os 20 segundos restantes aproximou-se a ponteira do aparelho fotopolimerizador o mais próximo possível tomando-se o cuidado de não encostá-lo na restauração. Este modo descontínuo de polimerização, denominado pulso interrompido ou tardio refere-se à aplicação da luz em pulsos separados, ou seja, com presença de intervalo para prolongar o período pré-gel das resinas fotopolimerizáveis, objetivando um melhor escoamento das tensões provindas da contração de polimerização. Este período permite que exista um rearranjo molecular de forma que o módulo elástico do material seja progressivamente aumentado, reduzindo assim a

velocidade de reação e a geração de tensões. Isto pode promover uma melhor adaptação do material nas paredes da cavidade e, conseqüentemente, favorecer o selamento marginal. O adequado grau de conversão da resina composta restauradora é conseguido com a alta densidade de luz empregada na etapa final da polimerização (FRANCO; LOPES, 2003).

A mesma técnica de inserção e fotopolimerização do material restaurador foi empregada em todos os grupos.

4.2.2.4 POLIMENTO DAS RESTAURAÇÕES

Concluídas as restaurações, os dentes foram armazenados em água destilada por 24 horas. Decorrido este intervalo de tempo, as restaurações foram submetidas ao acabamento com lâminas de bisturi nº 15 e discos de óxido de alumínio Sof-Lex® (3M), em ordem decrescente de abrasividade, em baixa velocidade, sendo trocados por novos a cada três restaurações.

Após esta etapa, os dentes foram armazenados em água destilada por três dias para, em seguida, ser realizada a ciclagem térmica.

4.2.3 TESTE DE CICLAGEM TÉRMICA

Os espécimes foram submetidos à ciclagem térmica na máquina de termociclagem ÉTICA em água a $5^{\circ}\text{C} \pm 2^{\circ}\text{C}$ e $55^{\circ}\text{C} \pm 2^{\circ}\text{C}$, com 5 segundos de intervalo e 30 segundos de imersão, num total de 500 ciclos (FORTIN *et al.*, 1994; MAY JUNIOR *et al.*, 1996; SANTINI; MITCHELL, 1998).

4.2.3.1 PREPARO DOS DENTES PARA O TESTE DE MICROINFILTRAÇÃO

Os dentes foram impermeabilizados com uma camada de cola araldite de presa rápida e duas camadas de esmalte para unha colorido, com intervalo entre as aplicações para permitir a secagem, nas cores rosa claro, marrom, azul, vermelho, rubi, prata, vinho, azul metálico, preto e branco correspondentes aos dez diferentes grupos I, II, III, IV, V, VI, VII, VIII, IX e X respectivamente, tomando o cuidado para que somente a restauração e 1,0mm em toda a sua volta ficasse descoberta, evitando assim a penetração do agente traçador em outras áreas que não as interfaces das restaurações (Figuras 2A e B).



Figura 2 – Preparo dos dentes para o teste de microinfiltração: A) Espécimes de diferentes grupos experimentais impermeabilizados com esmalte para unhas; B) Espécimes do grupo 4 após a impermeabilização; C) Espécime incluído em resina acrílica e após imersão no agente traçador; D) Espécime fixado na máquina de corte; E) Espécime seccionado no sentido vestibulo-lingual; F) Espécime seccionado e pronto para leitura em lupa estereoscópica.

Foi aguardada a completa secagem do esmalte para que os espécimes fossem submetidos à ciclagem térmica na máquina de termociclagem (Ética Equipamentos Científicos S.A.) pertencente ao Departamento de Odontologia Restauradora, da Faculdade de Odontologia de São José dos Campos – UNESP. As temperaturas eram freqüentemente checadas através de um termômetro de mercúrio, com o intuito de evitar diferenças nas temperaturas estabelecidas. O processo de ciclagem térmica é rotineiramente utilizado em estudos *in vitro*, com o propósito de criar uma tensão na interface dente/restauração, devido às diferenças nos valores dos coeficientes de expansão térmica linear, entre a estrutura dental e o material restaurador.

Após a termociclagem, as amostras foram imersas em solução aquosa de nitrato de prata 50% (agente traçador), por 2 horas, em um ambiente com escuridão absoluta. Após este período, os dentes foram lavados em água corrente, por 15 minutos e ficaram imersos em solução reveladora pura, sob luz fluorescente de 15W por 16 horas para facilitar a redução dos íons de prata em prata metálica (Figura 2C).

Em seguida, os dentes foram incluídos em resina acrílica ativada quimicamente, o máximo possível abaixo da margem cervical da restauração, para que pudessem ser fixados na máquina de corte (Labcut 1010) pertencente ao Departamento de Odontologia Restauradora, da Faculdade de Odontologia de São José dos Campos – UNESP (Figura 2D), de maneira mais perpendicular possível ao disco de diamante. Os dentes foram seccionados no sentido

vestíbulo-lingual, dividindo assim a restauração em duas porções uma mesial e a outra distal (Figuras 2 E e F), possibilitando quatro leituras para cada corpo de prova, sendo 2 em esmalte e 2 em cimento.

4.2.4 ANÁLISE DA MICROINFILTRAÇÃO

Para avaliar a penetração do corante foi utilizada uma lupa estereoscópica, com máquina fotográfica acoplada, com 50X de aumento. As leituras foram feitas por dois avaliadores devidamente treinados, com o objetivo de calibração. A leitura era feita individualmente, porém quando havia divergência, uma análise de consenso era realizada entre ambos os leitores para chegar a um resultado comum. Para cada corpo de prova analisado foi anotado o maior grau de infiltração (VARGAS; SWIFT JÚNIOR, 1994; REIS, 1995).

O grau de penetração do corante na margem em esmalte foi avaliado de acordo com escores estabelecidos por Retief *et al.* (1991) (Figuras 3):

- 0 - nenhuma infiltração;
- 1 - microinfiltração do corante até a junção amelo-dentinária;
- 2 - microinfiltração atingindo as paredes laterais do preparo;
- 3 - microinfiltração atingindo a parede axial do preparo.

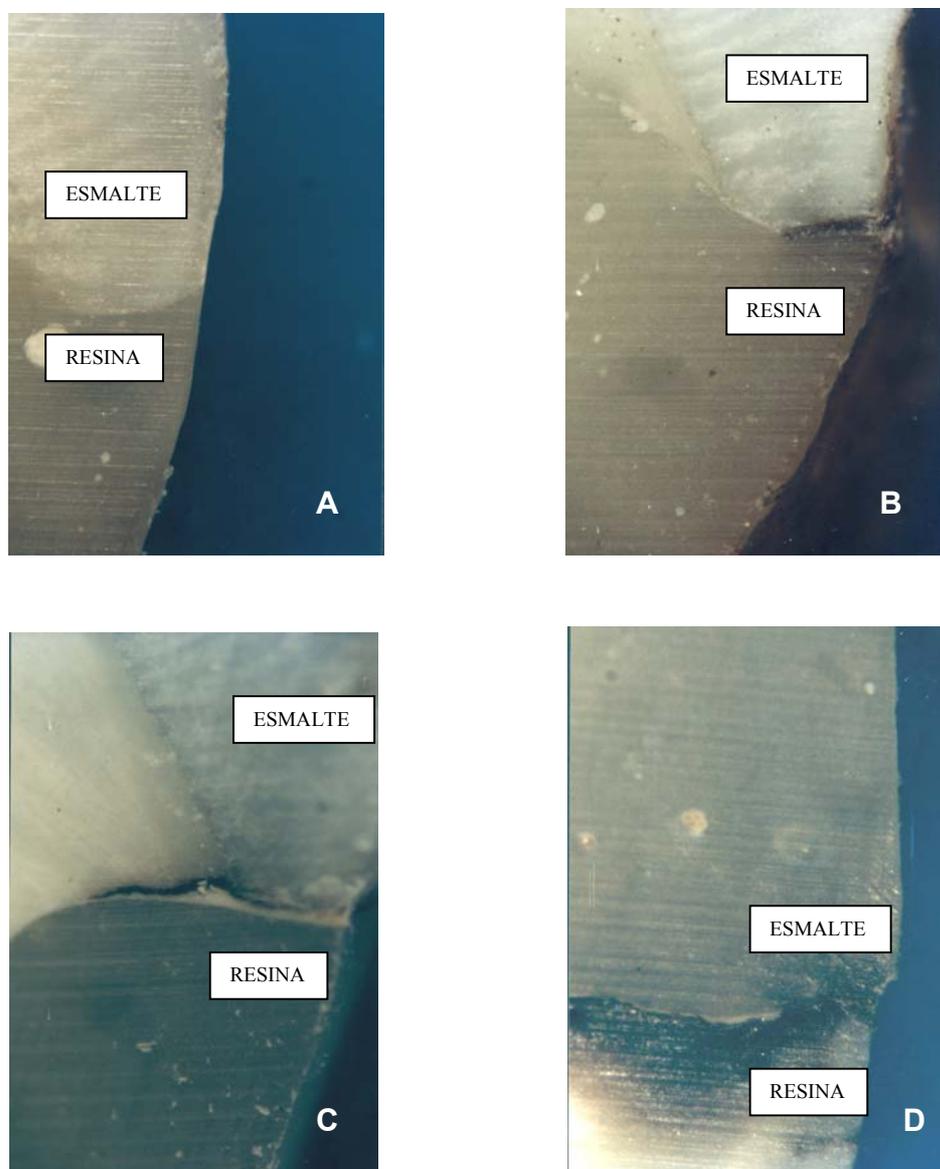


Figura 3 – Graus de microinfiltração para o esmalte: A) Microinfiltração Grau 0 em esmalte, onde podemos observar a ausência do corante na interface esmalte/material restaurador; B) Microinfiltração Grau 1 em esmalte, onde podemos observar microinfiltração do corante não ultrapassando a junção amelo-dentinária; C) Microinfiltração Grau 2 em esmalte, onde podemos observar microinfiltração ultrapassando a junção amelo-dentinária e atingindo as paredes laterais do preparo; D) Microinfiltração Grau 3 em esmalte atingindo as paredes axiais do preparo.

Já o grau de penetração do corante na margem em cimento foi avaliado com base nos escores que se seguem e por nós atribuídos (Figura 4):

0 - nenhuma infiltração;

1 - microinfiltração atingindo as paredes laterais do preparo;

2 - microinfiltração atingindo a parede axial do preparo.

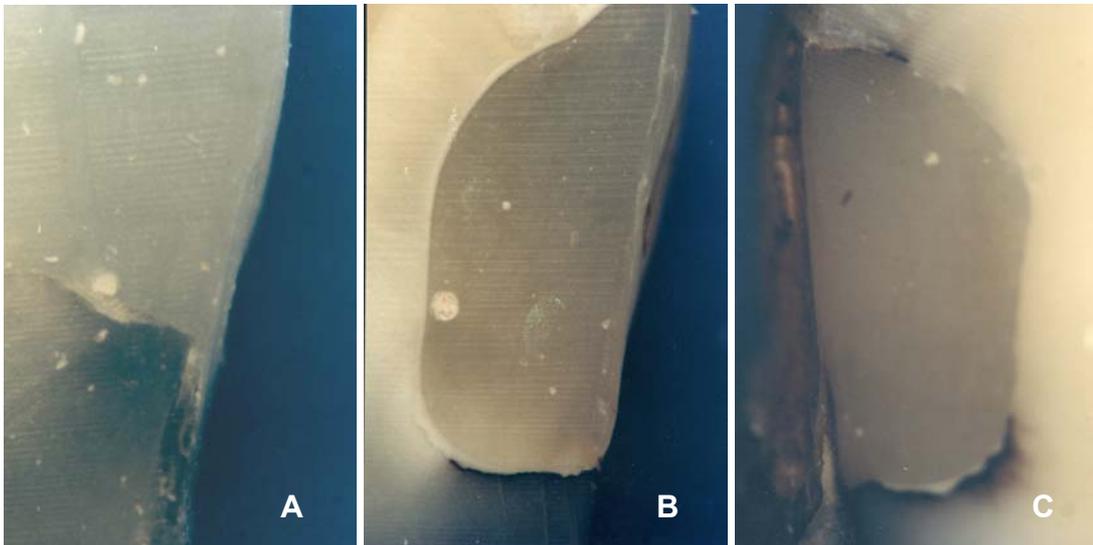


Figura 4 - Graus de microinfiltração para o cimento: A) Microinfiltração Grau 0 em cimento, onde podemos observar a ausência do corante na interface cimento/material restaurador B) Microinfiltração Grau 1 em cimento, onde podemos observar microinfiltração atingindo as paredes laterais do preparo C) Microinfiltração Grau 1 em esmalte, onde podemos observar microinfiltração do corante não ultrapassando a junção amelo-dentinária e Grau 2 em cimento, com a microinfiltração atingindo a parede axial do preparo.

Para fins de análise estatística foram formados sub-grupos de acordo com as seguintes características:

a- infiltração localizada em esmalte e cimento (2 grupos);

b- infiltração em grupos com diferentes parâmetros de irradiação, grupos II e III (adesivo Prime & Bond) e grupos VII e VIII (adesivo Single Bond);

c- infiltração em grupos em que a irradiação era associada à técnica de condicionamento ácido IV e V (adesivo Prime & Bond) e grupos IX e X (adesivo Single Bond);

d- infiltração em grupos que utilizaram o sistema adesivo Prime & Bond a base de acetona (grupos I, II, III, IV, e V) e grupos que utilizaram o sistema adesivo Single Bond (VI, VII, VIII, IX e X) a base de água.

4.2.5 METODOLOGIA ESTATÍSTICA

Foram calculadas as estatísticas descritivas para o grau de infiltração em função do grupo estudado (quartis). Uma vez que o grau de infiltração foi mensurado através de uma escala qualitativa ordinal e objetivou-se a comparação de mais de dois grupos simultaneamente independentes com diferentes técnicas restauradoras, optou-se pela utilização da análise de variância não paramétrica (Teste de Kruskal-Wallis) seguida da comparação dois a dois, baseada nos postos, justada para comparação múltipla quando pertinente.

Empregou-se a prova de Mann-Whitney para comparação da distribuição do grau de infiltração de acordo com o tipo de solvente do sistema adesivo e de

acordo com a localização da margem da cavidade preparada, em esmalte e cimento.

5. RESULTADOS

5.1 Avaliação através de lupa estereomicroscópica

Com a finalidade de facilitar a compreensão dos resultados, os mesmos serão descritos considerando-se o tipo de tecido envolvido, esmalte e/ou cimento.

5.1.1 Resultados em esmalte quando todos os grupos foram comparados entre si

De acordo com a Tabela 1 e Figura 5 verificou-se que os grupos VI (Ac+SB/Z250), IX (L100+Ac+SB/Z250) e X (L200+Ac+SB/Z250) foram os únicos que não apresentaram infiltração marginal em todos os espécimes avaliados. O maior grau de infiltração ocorreu nos grupos II (L100+PB/E) e III (L200+PB/E).

Tabela 1

Estatísticas descritivas da infiltração em esmalte quando todos os grupos foram comparados entre si (n=10) (UFPB-UFBA, 2004)

Grupo	Min	Q ₁	Md	Q ₃	Máx
I(Ac+PB/E)	0,00	0,00	0,00	1,00	1,00
II(L100+PB/E)	0,00	1,00	2,00	2,00	3,00
III(L200+PB/E)	0,00	0,00	2,00	2,00	3,00
IV(L100+Ac+PB/E)	0,00	0,00	0,00	1,00	1,00
V(L200+Ac+PB/E)	0,00	0,00	0,00	0,00	1,00
VI(Ac+SB/Z250)	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
VII(L100+SB/Z250)	0,00	0,00	0,00	1,00	1,00
VIII(L200+SB/Z250)	0,00	0,00	0,00	1,00	1,00
IX(L100+Ac+SB/Z250)	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
X(L200+Ac.+SB/Z250)	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00

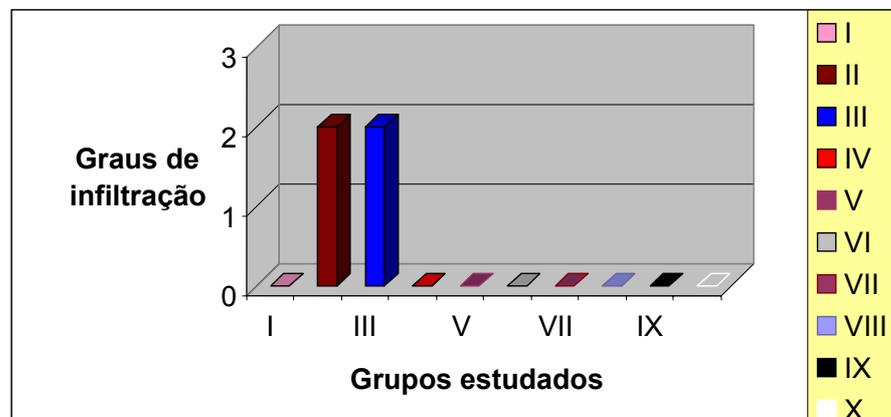


Figura 5 - Representação gráfica da comparação da infiltração em esmalte entre todos os grupos estudados e os valores da mediana

Quando os grupos foram comparados entre si em relação às distribuições da infiltração em esmalte verificou-se que houve diferença

estatisticamente significativa em pelo menos um deles dos demais ($p < 0,05$). A tabela 2 demonstra os grupos que foram significativamente diferentes entre si, como se segue: grupo I do II e III (menor infiltração no grupo I); o grupo II do IV, V, VI, VII, VIII, IX e X (o grupo II apresentou a maior infiltração); o grupo III do IV, V, VI, VII, VIII, IX e X (o grupo III apresentou a maior infiltração). Portanto, os grupos II (L100+PB/E) e III (L200+PB/E) apresentaram os maiores graus de infiltração em esmalte neste estudo.

Tabela 2

Comparação das distribuições da infiltração marginal em esmalte dos grupos estudados que apresentaram valores estatisticamente significantes (UFPB-UFBA, 2004)

Comparação entre grupos	Valor de p
I x II	$p = 0,003^*$
I x III	$p = 0,04^*$
II x IV	$p = 0,003^*$
II x V	$p = 0,0003^*$
II x VI	$p = 0,0001^*$
II x VII	$p = 0,0036^*$
II x VIII	$p = 0,0036^*$
II x IX	$p = 0,0001^*$
II x X	$p = 0,0001^*$
III x IV	$p = 0,04^*$
III x V	$p = 0,009^*$
III x VI	$p = 0,003^*$
III x VII	$p = 0,04^*$
III x VIII	$p = 0,04^*$
III x IX	$p = 0,003^*$
III x X	$p = 0,003^*$

* valores estatisticamente significantes ($p < 0,05$)

5.1.2 Resultados em esmalte quando os sub-grupos I; II/III; IV / V; VI; VII / VIII e IX / X foram comparados entre si

Estes sub-grupos foram formados com o objetivo de comparar o grau de microinfiltração entre espécimes que apenas foram condicionados com ácido fosfórico, espécimes que foram irradiados e aqueles que foram irradiados e condicionados com ácido fosfórico.

A Tabela 3 e Figura 6 demonstram as estatísticas descritivas da infiltração em esmalte de acordo com os grupos e sub-grupos de estudo. Quando foram comparadas as distribuições da infiltração em esmalte entre os sub-grupos acima mencionados e conforme se observa na Tabela 4, verificou-se que houve diferença estatisticamente significativa em pelo menos um deles dos demais ($p < 0,05$). Os sub-grupos que foram significativamente diferentes entre si foram o I do II / III (grupo I apresentou uma menor infiltração em relação ao sub-grupo II / III); o VI do II / III (o grupo VI apresentou uma menor infiltração em relação ao II / III); o grupo VI do VII / VIII (o grupo VI apresentou uma menor infiltração em relação ao sub-grupo VII / VIII); o sub-grupo II / III do sub-grupo VII / VIII (o sub-grupo II / III apresentou uma maior infiltração em relação ao sub-grupo VII / VIII); o sub-grupo II / III do IX / X (o sub-grupo II / III apresentou uma infiltração maior em relação ao sub-grupo IX / X) e o sub-grupo VII / VIII do IX /

X (o sub-grupo VII / VIII apresentou uma infiltração maior em relação ao sub-grupo IX / X).

Destacam-se o grupo VI (Ac+SB/Z250) e sub-grupo IX / X (irradiados+Ac+SB/Z250) por não evidenciarem microinfiltração em todos os espécimes estudados.

Tabela 3

Estatísticas descritivas da infiltração em esmalte de acordo com os grupos e sub-grupos de estudo (apenas condicionados com ácido fosfórico ou irradiados e aqueles irradiados e condicionados)

Grupo	Min	Q ₁	Md	Q ₃	Máx
I	0,00	0,00	0,00	1,00	1,00
II / III	0,00	2,00	2,00	2,00	3,00
IV / V	0,00	0,00	0,00	1,00	1,00
VI	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
VII / VIII	0,00	0,00	0,50	1,00	1,00
IX / X	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00

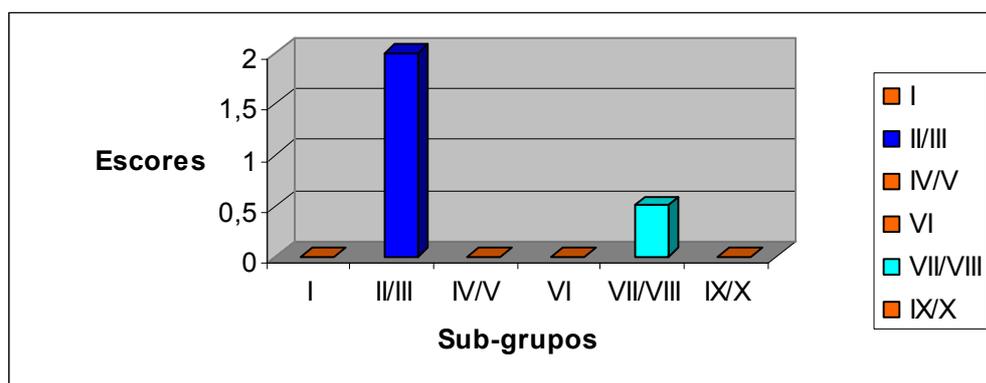


Figura 6 - Representação gráfica da comparação entre os grupos I e VI e sub-grupos II/III; IV/V; VII/VIII; IX/X (apenas condicionados com ácido fosfórico ou irradiados e aqueles irradiados e condicionados) e os valores da mediana

Tabela 4

Comparação das distribuições da infiltração marginal em esmalte dos sub-grupos estudados que apresentaram valores estatisticamente significantes (UFPB-UFBA, 2004)

Comparação entre grupos	Valor de p
I x II/III	p = 0,001*
VI X II/III	p = 0,00002*
VI X VII/VIII	p = 0,04*
II/III X IV/V	p=0,001*
II/III X VII/VIII	p=0,009*
II/III X IX/X	p=0,00002*
VII/VIII X IX/X	p=0,04*

*Valores estatisticamente significantes $p < 0,05$

5.1.3 Resultados em esmalte quando os sub-grupos I / II / III / IV / V e VI / VII / VIII / IX / X foram comparados entre si

Estes dois sub-grupos mencionados acima foram formados com o objetivo de comparar o grau de microinfiltração entre espécimes que foram restaurados com o sistema adesivo a base de acetona Prime & Bond NT e espécimes que foram restaurados com o sistema adesivo a base de água, Single Bond.

Observando-se a Tabela 5 e a Figura 7 quando foram comparadas as distribuições da infiltração em esmalte entre os dois sub-grupos verificou-se que houve diferença estatisticamente significativa entre eles ($p < 0,05$). O sub-grupo VI / VII / VIII / IX / X (Single Bond) apresentou uma infiltração inferior ao sub-grupo I / II / III / IV / V (Prime & Bond NT).

Tabela 5

Estatísticas descritivas da infiltração em esmalte de acordo com os sub-grupos de estudo (Prime & Bond NT e Single Bond)

Sub-grupo	Min	Q ₁	Md	Q ₃	Máx
I/ II/III /IV /V (Prime&Bond NT)	0,00	2,00	2,00	2,00	3,00
VI/VI/VIII/IX/X (Single Bond)	0,00	0,00	0,50	1,00	1,00

*p = 0,0016

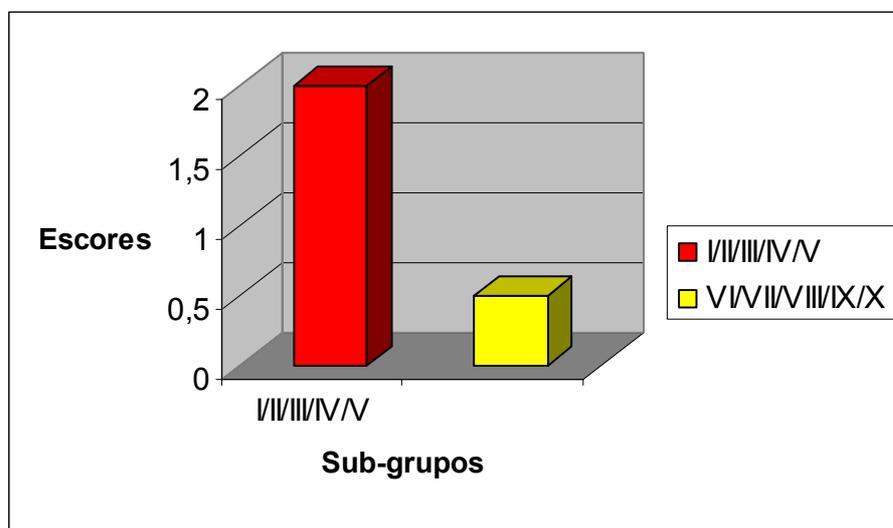


Figura 7 - Representação gráfica da comparação entre os sub-grupos estudados e os valores da mediana (Prime & Bond NT e Single Bond).

5.1.4 Resultados em cimento quando todos os grupos foram comparados entre si

A Tabela 6 e a Figura 8 demonstram as estatísticas descritivas da infiltração em cimento de acordo com os grupos de estudo.

Quando todos os grupos foram comparados entre si em relação às distribuições da infiltração em cimento verificou-se que houve diferença estatisticamente significativa em pelo menos um deles dos demais ($p < 0,05$). De acordo com a Tabela 7, os grupos que foram significativamente diferentes entre si foram o grupo I do VII, VIII e IX (o grupo I apresentou menor infiltração quando comparado aos grupos VII e VIII e maior infiltração em relação ao grupo IX); grupo II do IV, VII, VIII (o grupo II apresentou menor em relação aos grupos IV, VII e VIII); grupo III do VIII e IX (o grupo III apresentou uma infiltração maior em relação ao grupo IX); grupo IV do VI, IX, X (o grupo IV apresentou uma maior infiltração em relação aos grupos VI, IX e X); grupo V do VII, VIII, IX (o grupo V apresentou uma infiltração menor do que os grupos VII e VIII e maior do que o grupo IX); grupo VI do VII e VIII (o grupo VI apresentou uma infiltração menor do que os grupos VII e VIII); grupo VII do IX e X (o grupo VII apresentou uma maior infiltração em relação aos grupos IX e X); grupo VIII do IX e X (o grupo VIII apresentou uma infiltração maior em relação aos grupos IX e X).

Destaca-se o grupo VIII (L200+SB/Z250) por apresentar grau de infiltração máximo em todos os espécimes e o grupo IX (L200+Ac+SB/Z250) por apresentar menor grau de infiltração.

Tabela 6

Estadísticas descritivas da infiltração em cimento quando todos os grupos foram comparados entre si.

Grupo	Min	Q ₁	Md	Q ₃	Máx
I(Ac+PB/E)	0,00	1,00	1,00	2,00	2,00
II(L100+PB/E)	0,00	0,00	1,00	2,00	2,00
III(L200+PB/E)	1,00	1,00	1,50	2,00	2,00
IV(L100+Ac+PB/E)	1,00	2,00	2,00	2,00	2,00
V(L200+Ac+PB/E)	0,00	1,00	1,00	2,00	2,00
VI(Ac+SB/Z250)	0,00	1,00	1,00	2,00	2,00
VII(L100+SB/Z250)	1,00	2,00	2,00	2,00	2,00
VIII(L200+SB/Z250)	2,00	2,00	2,00	2,00	2,00
IX(L100+Ac+SB/250)	0,00	0,00	0,00	1,00	2,00
X(L200+Ac+SB/Z50)	0,00	0,00	1,00	1,00	2,00

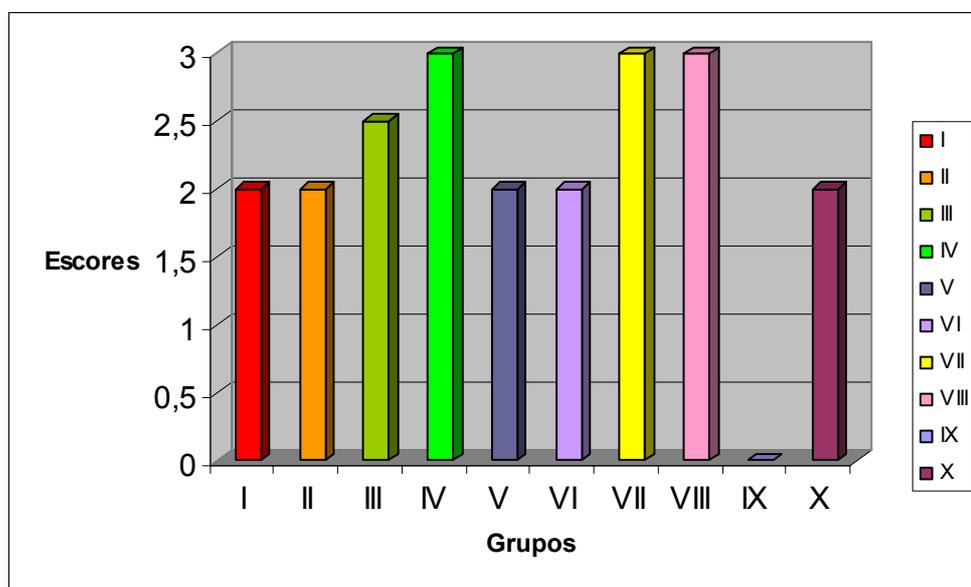


Figura 8 - Representação gráfica da comparação entre todos os grupos estudados e os valores da mediana

Tabela 7

Comparação das distribuições da infiltração marginal em cimento dos grupos estudados que apresentaram valores estatisticamente significantes (UFPB-UFBA, 2004)

Comparação entre grupos	Valor de p
I X VII	p = 0,03*
I X VIII	p = 0,01*
I X IX	p = 0,02*
II X IV	p = 0,03*
II X VII	p = 0,01*
II X VIII	p = 0,005*
III X IX	p = 0,007*
IV X VI	p = 0,02*
IV X IX	p = 0,0003*
IV X X	p = 0,005*
V X VII	p = 0,03*
V X VIII	p = 0,01*
V X IX	p = 0,02*
VI X VII	p = 0,009*
VI X VIII	p = 0,004*
VII X IX	p = 0,00009*
VII X X	p = 0,002*
VIII X IX	p = 0,00002*

* valores estatisticamente significantes (p < 0,05)

5.1.5 Resultados em cimento quando os sub-grupos I; II/ III; IV / V; VI; VII / VIII e IX / X foram comparados entre si

Estes sub-grupos foram formados com o objetivo de comparar o grau de microinfiltração entre espécimes que apenas foram condicionados com ácido fosfórico, espécimes que foram irradiados e aqueles que foram irradiados e condicionados com ácido fosfórico.

A Tabela 8 e a Figura 9 demonstram as estatísticas descritivas da infiltração em cimento de acordo com os sub-grupos estudados. De acordo com a Tabela 9, quando foram comparadas as distribuições da infiltração em cimento entre os grupos e sub-grupos verificou-se que houve diferença estatisticamente significativa em pelo menos um deles dos demais ($p < 0,05$). Os grupos que foram significativamente diferentes entre si foram o grupo I do IV/V (o grupo I apresentou uma menor infiltração em relação ao sub-grupo IV/V); o grupo I do VII/ VIII (o grupo I apresentou uma menor infiltração em relação ao sub-grupo VII/ VIII); o grupo VI do II / III (o grupo VI apresentou uma menor infiltração em relação ao sub-grupo II / III); o grupo VI do IV / V (o grupo VI apresentou uma menor infiltração em relação ao sub-grupo IV / V); o grupo VI do VII / VIII (o grupo VI apresentou uma menor infiltração em relação ao sub-grupo VII / VIII); o sub-grupo IV / V do IX / X (o sub-grupo IV / V apresentou uma maior infiltração em relação ao sub-grupo IX / X); o sub-grupo VII / VIII do IX / X (o sub-grupo VII / VIII apresentou uma maior infiltração em relação ao sub-grupo IX / X).

Tabela 8

Estadísticas descritivas da infiltração em cimento de acordo com os grupos e sub-grupos de estudo (apenas condicionados com ácido fosfórico ou irradiados e aqueles irradiados e condicionados)

Grupo	Min	Q ₁	Md	Q ₃	Máx
I	0,00	1,00	1,00	2,00	2,00
II / III	1,00	1,00	2,00	2,00	2,00
IV / V	1,00	2,00	2,00	2,00	2,00
VI	0,00	1,00	1,00	2,00	2,00
VII / VIII	2,00	2,00	2,00	2,00	2,00
IX / X	0,00	1,00	1,00	2,00	2,00

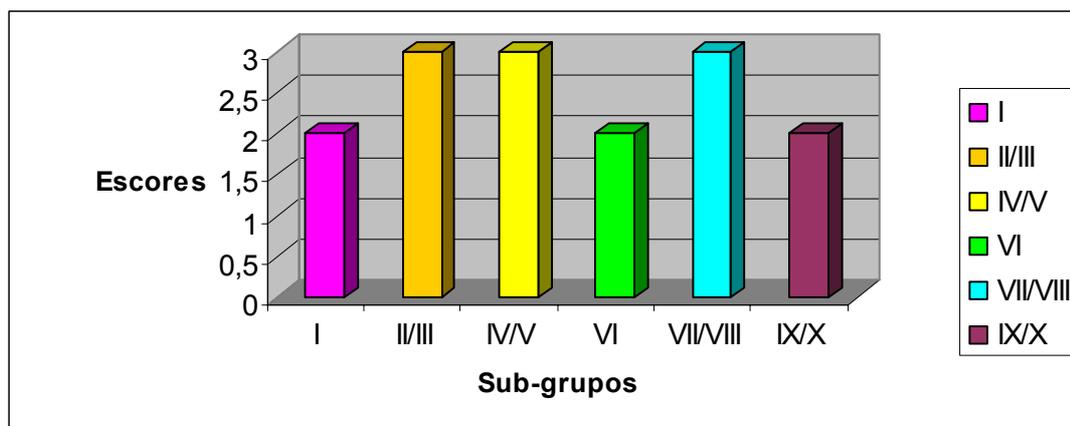


Figura 9 - Representação gráfica da comparação entre os sub-grupos estudados e os valores da mediana (apenas condicionados com ácido fosfórico ou irradiados e aqueles irradiados e condicionados).

Tabela 9

Comparação das distribuições da infiltração marginal em cimento dos sub-grupos estudados que apresentaram valores estatisticamente significantes (UFPB-UFBA, 2004)

Comparação entre grupos	Valor de p
I X IV/V	p = 0,02*
I X VII/VIII	p = 0,01*
VI X II/III	p = 0,04*
VI X IV/V	P = 0,006*
VI X VII/VIII	P = 0,002*
IV/V X IX/X	p = 0,01*
VII/VIII X IX/X	p = 0,003*

*Valores estatisticamente significantes p < 0,05

5.1.6 Resultados em cimento quando os sub-grupos I / II / III / IV / V e VI / VII / VIII / IX / X foram comparados entre si

Estes dois sub-grupos mencionados acima foram formados com o objetivo de comparar o grau de microinfiltração entre espécimes que foram restaurados com o sistema adesivo a base de acetona Prime & Bond NT / Esthet - X e espécimes que foram restaurados com o sistema adesivo a base de água Single Bond / Z 250.

De acordo com a Tabela 10 e a Figura 10 quando foram comparadas as distribuições da infiltração em cimento entre os dois sub-grupos verificou-se que não houve diferença estatisticamente significativa entre eles ($p < 0,05$).

Tabela 10

Estatísticas descritivas da infiltração em cimento de acordo com os sub-grupos de estudo (Prime & BondNT e Single Bond)

Sub-grupo	Min	Q ₁	Md	Q ₃	Máx
I/II/III/IV/V(Prime&Bond)	1,00	2,00	2,00	2,00	2,00
VI/VII/VIII/IX/X(SingleBond)	2,00	2,00	2,00	2,00	2,00

*p = 0,31

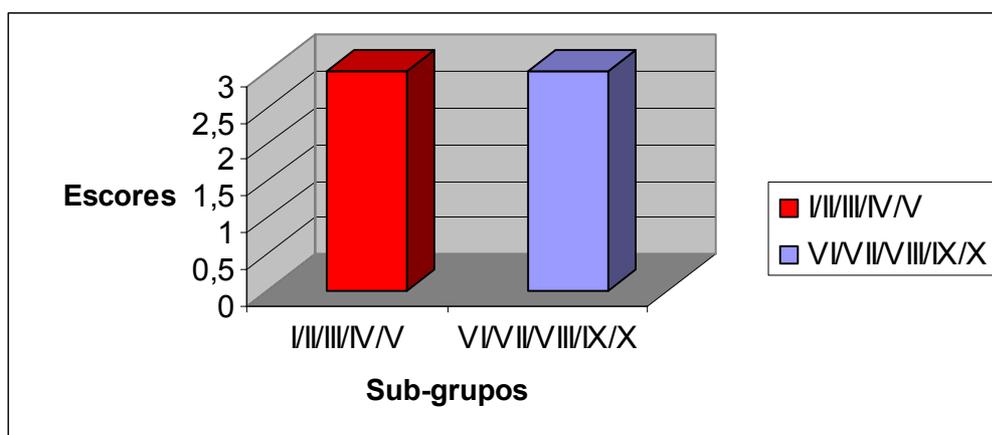


Figura 10 -Representação gráfica da comparação entre os sub-grupos estudados (Prime & Bond e Single Bond) e os valores da mediana

5.1.7 Resultados obtidos da infiltração localizada em esmalte e cimento

De acordo com a Tabela 11 e a Figura 11, quando foram comparadas as distribuições da infiltração entre esmalte e cimento, verificou-se que houve diferença estatisticamente significativa entre eles ($p < 0,05$). A margem de esmalte apresentou uma menor infiltração em relação ao cimento.

Tabela 11

Estatísticas descritivas da infiltração em esmalte e cimento de acordo com os grupos de estudo

Localização	Min	Q ₁	Md	Q ₃	Máx
ESMALTE	0,00	0,00	0,00	1,00	3,00
CEMENTO	0,00	2,00	2,50	3,00	3,00

$p = 0,000$

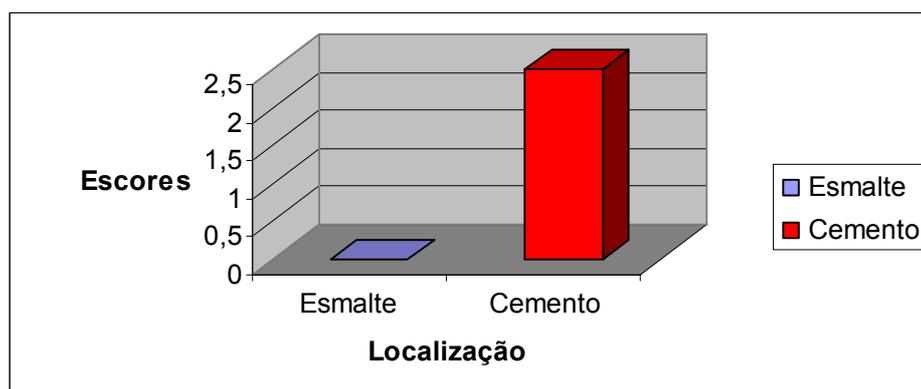


Figura 11 - Representação gráfica da comparação entre as diferentes localizações da margem cavitária e os valores da mediana

5.2 ESTUDO COMPLEMENTAR POR MEIO DE MICROSCOPIA ELETRÔNICA DE VARREDURA

Como ilustração, dois espécimes de cada grupo foram preparados e observados em MEV para análise da interface adesiva esmalte/resina e cimento/resina, verificando a formação da camada híbrida e a presença de fendas.

5.2.1 PREPARO DOS DENTES PARA MICROSCOPIA ELETRÔNICA DE VARREDURA

Após armazenamento em água destilada, os dentes foram acondicionados em solução de glutaraldeído 2,5% + paraformaldeído 2% em solução tampão 0,1M de fosfato de potássio com pH 7,4 por 12 horas a 4°C para fixação das estruturas orgânicas. Em seguida, foram lavadas por uma hora em solução de 0,2 M de Cacodylate Buffer num pH de 7,4, seguida de lavagem com água destilada por um minuto.

Os corpos de prova obtidos como descrito anteriormente foram regularizados manualmente com lixas d'água de carbetto de silícia, umedecidas em água corrente, de abrasividade decrescente números 600, 800 1200, 4000

(NORTON), a fim de remover as irregularidades decorrentes da ação do disco diamantado. As superfícies polidas foram tratadas com ácido clorídrico a 6% por 15 segundos, lavadas com jatos de água por 10 segundos e, em seguida receberam aplicação de NaOCl a 1% por 1 minuto, sendo novamente lavadas com água.

A fim de realizar a desidratação das amostras, removendo a água de sua estrutura, processo que facilita a secagem e a visualização durante a microscopia eletrônica, os espécimes foram submetidos à desidratação em concentrações crescentes de etanol, a saber: etanol a 50% por 20 minutos; etanol a 60% por 20 minutos; etanol a 70% por 20 minutos; etanol a 80% por 20 minutos; etanol a 90% por 20 minutos e etanol a 99,98% por 120 minutos e deixados secar a temperatura ambiente.

Os materiais biológicos geralmente são maus condutores de eletricidade e calor. Usualmente não podem ser observados ao MEV, a menos que sejam transformados em materiais eletricamente condutivos. A cobertura desses materiais (estrutura dental e resina) com uma fina camada de cerca de 30 μ m de ouro ou ouro-paládio é o meio utilizado para solucionar esse problema. Essa cobertura, além de tornar os espécimes biologicamente condutivos, melhora a admissão de elétrons secundários, que é o sinal mais usado no processo de formação de imagem da superfície desses materiais. E assim procedeu-se a montagem de todos os espécimes em *stubs* de alumínio, sendo, em seguida,

submetidos à evaporação de ouro pelo processo de *Sputter*, por meio do aparelho Desk II (Denton Vacuum), por 2 minutos.

Após metalização os espécimes foram observados em MEV (JMS 5310 – JEOL), pertencente ao Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais (INPE) utilizando 15 kV e aumentos de 500X, 2000X e 5000X.

5. 2.1.1 ESTUDO EM ESMALTE

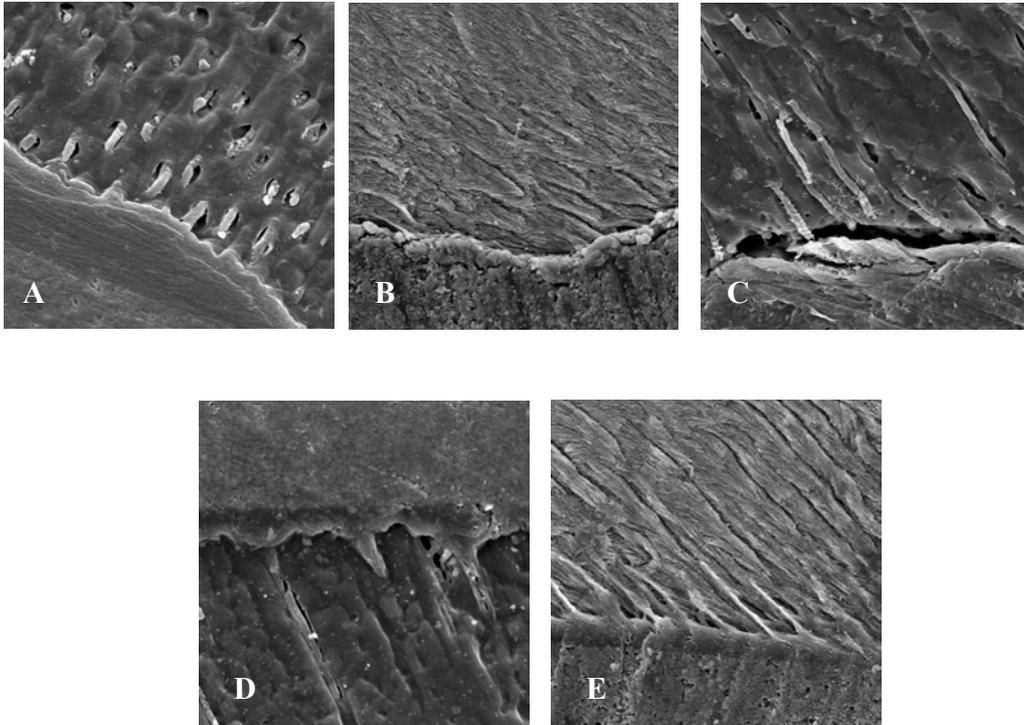


Figura 12 – Microscopia eletrônica de varredura para o esmalte com aumento de 2000X A) Espécime do grupo VI (Z-250) onde visualiza-se a interface adesiva esmalte/resina com formação de *tags* resinosos após condicionamento com ácido fosfórico; B) Espécime do grupo II (Esthet) onde visualiza-se a interface adesiva esmalte/resina mostrando a rugosidade da superfície irradiada com laser de Er:YAG 100mJ; C) Espécime do grupo VIII (Z-250) onde visualiza-se a interface adesiva esmalte/resina mostrando o embricamento micromecânico e a formação de fenda, com irradiação de laser de Er:YAG 200mJ; D) Espécime do grupo IV (Esthet) onde visualiza-se a interface adesiva esmalte/resina com formação de *tags* resinosos após irradiação com laser de Er:YAG 100mJ + ácido fosfórico; E) Espécime do grupo V (Z-250) onde visualiza-se a interface adesiva esmalte/resina mostrando o embricamento micromecânico e a formação de camada híbrida, com irradiação de laser de Er:YAG 200mJ + ácido fosfórico.

5. 2. 1. 2 ESTUDO EM CEMENTO

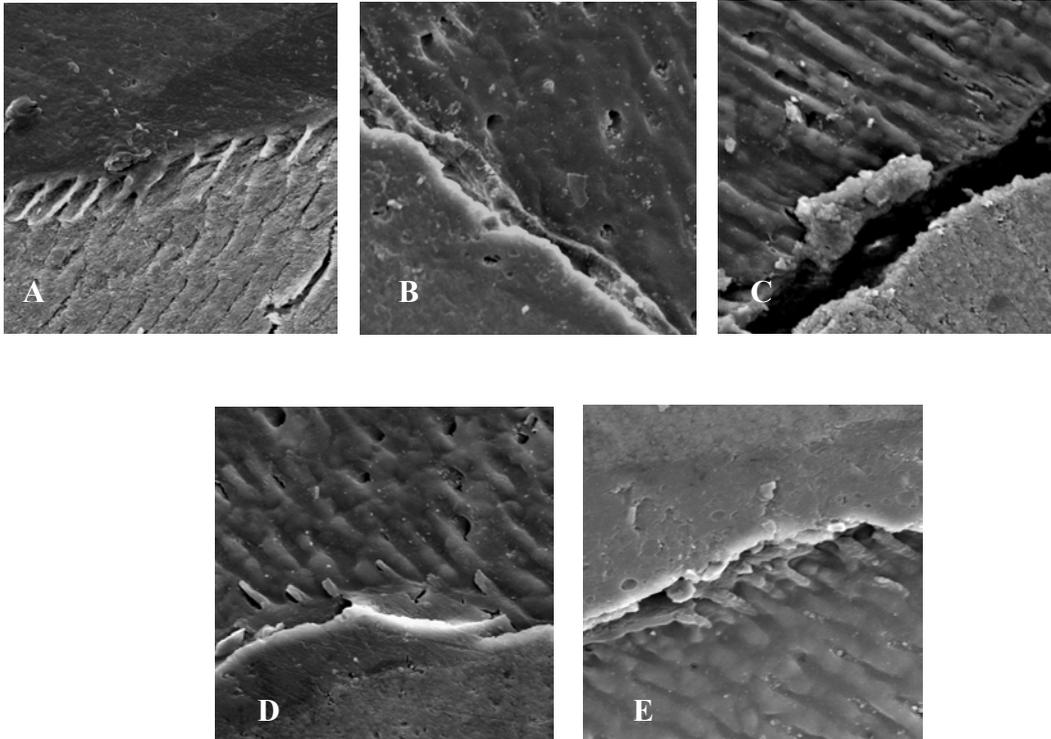


Figura 13 – Microscopia eletrônica de varredura para o cimento com aumento de 2000X A) Espécime do grupo VI (Z-250) onde visualiza-se a interface adesiva cimento/resina mostrando a existência de embricamento micromecânico embora evidenciando *tags* resinosos com prolongamentos mais curtos, após condicionamento com ácido fosfórico; B) Espécime do grupo II (Esthet) onde visualiza-se a interface adesiva cimento/resina mostrando a existência de fenda provavelmente relacionada ao alto grau de microinfiltração encontrado nesta região, após irradiação com laser de Er:YAG 100mJ; C) Espécime do grupo III (Esthet) onde visualiza-se a interface adesiva cimento/resina mostrando a existência de fenda provavelmente relacionada ao alto grau de microinfiltração encontrado nesta região, após irradiação com laser de Er:YAG 200mJ. Observa-se que neste caso a fenda foi maior em relação aos espécimes irradiados com 200mJ; D) Espécime do grupo IX (Z-250) onde visualiza-se a interface adesiva cimento/resina mostrando pequeno embricamento micromecânico, quando irradiado com laser de Er:YAG 100mJ + ácido; E) Espécime do grupo X (Z-250) onde visualiza-se a interface adesiva cimento/resina mostrando pequeno embricamento micromecânico, quando irradiado com laser de Er:YAG 200mJ + ácido. Observa-se também um aspecto de *melting* no cimento resultante da irradiação a laser.

6. DISCUSSÃO

A microinfiltração na interface dente/material restaurador possui um importante significado clínico, sendo considerada como um dos fatores que mais influencia a longevidade da restauração (RETIEF, 1970; GOING, 1972; KOHARA *et al.*, 2002). Desta forma torna-se imperioso o material restaurador possuir a capacidade de minimizar a microinfiltração marginal. Esta é definida como sendo a passagem de bactérias, substâncias químicas, fluidos, moléculas ou íons na interface dente/material restaurador e está diretamente relacionada à recidiva de cárie, descoloração marginal, hipersensibilidade, alterações pulpares e fracasso das restaurações (KIDD, 1976; ASMUSSEN, 1985; KOHARA *et al.*, 2002).

A microinfiltração pode ocorrer devido à associação de diversos fatores tais como: contração de polimerização das resinas compostas; preparo cavitário extenso; inadequada inserção e acomodação da resina composta às paredes cavitárias; polimento imediato da restauração, diferenças do coeficiente de expansão térmica linear entre o dente e o material restaurador; localização da margem, tamanho e forma da cavidade; perda do mecanismo de auto selamento, contato oclusal prematuro e falta de um adesivo dentinário que seja considerado ideal (BOWEN, 1967; ASMUSSEN, 1985; NIU *et al.*, 1998; ROEBUCK *et al.*, 2000; ODA *et al.*, 2001b; GUTKNECHT *et al.*, 2001).

Neste estudo optou-se pela técnica incremental oblíqua, em três incrementos de no máximo 2mm, visando a diminuição da contração de polimerização da resina composta (AMARAL *et al.*, 2002) e o modo descontínuo de polimerização objetivando um melhor escoamento das tensões providas da contração de polimerização. O adequado grau de conversão da resina composta restauradora é conseguido com a alta densidade de luz empregada na etapa final da polimerização (FRANCO; LOPES, 2003).

Diversos métodos foram propostos para evidenciação *in vitro* da microinfiltração como, por exemplo, técnicas que utilizam o ar pressurizado, bactérias, método de penetração de corantes, isótopos radioativos, condutividade eletrônica, análise microscópica, cárie artificial, traçadores químicos, análise por ativação de nêutrons e microscopia eletrônica de varredura (PICKARD; GAYFORD, 1965; KIDD, 1976; TAYLOR; LYNCH, 1992; ALANI; TOH, 1997; NIU *et al.*, 1998).

O método de penetração do corante e MEV têm sido bastante utilizados para o estudo da microinfiltração por diversos autores como Wright *et al.*, 1993; Niu *et al.*, 1998; Ramos, 1998; Roebuck *et al.*, 2000; Corona *et al.*, 2001; Oda *et al.*, 2001b; Setien *et al.*, 2001; Esteves, 2001; Gutknecht *et al.*, 2001; Ceballos *et al.*, 2001; Borsatto *et al.*, 2001; Lizarelli *et al.*, 2002a; Palma Dibb *et al.*, 2002; Kohara *et al.*, 2002; Armengol *et al.*, 2002; González Bahillo *et al.*, 2002 e Hossain *et al.*, 2003. A avaliação em MEV permite uma observação visual direta da adaptação do material restaurador às margens da cavidade preparada,

possui profundidade de foco e aumento requerido para o estudo da microinfiltração. No método de penetração do corante, corantes fluorescentes são eficientes como traçador da infiltração ao redor das restaurações, pois são detectados em soluções diluídas; são sensíveis a luz ultravioleta; são facilmente fotografados; permitem resultados mais reproduzíveis; têm baixo custo; contrastam com a fluorescência natural dos dentes; requerem curtos períodos de imersão; permitem observação direta ao longo de toda a interface durante a avaliação e gradação dos resultados; não são tóxicos; permitem investigação clínica e laboratorial e podem ser usados tópicamente e sistemicamente como traçador em humanos com idade adulta (WU *et al.*, 1983; WIECZKOWSKY JUNIOR *et al.*, 1992; NIU *et al.*, 1998). Porém apresentam alguns fatores negativos como a impossibilidade de avaliar o comportamento de um mesmo corpo de prova em períodos posteriores, por ser este destruído durante os testes e permitir que uma grande infiltração em um determinado ponto nas proximidades marginais possa mascarar uma pequena infiltração na interface adjacente a ele (PICKARD; GAYFORD, 1965; ALANI; TOH, 1997).

Neste trabalho foi utilizado o nitrato de prata para evidenciar a microinfiltração através de escores pré-determinados e o MEV para avaliação da interface adesiva dente/material restaurador.

Neste estudo, previamente a imersão em corante, os espécimes foram submetidos ao processo de ciclagem térmica, ou seja, foram sujeitos a temperaturas extremas, simulando a ingestão de alimentos e líquidos, frio e

quente, com o propósito de criar uma tensão na interface dente/restauração, devido às diferenças nos valores dos coeficientes de expansão térmica linear, entre a estrutura dental e o material restaurador. Este procedimento é recomendado por autores como Crim *et al.*, 1985; Retief, 1987; Fortin *et al.*, 1994; May Junior *et al.*, 1996; Alani e Toh, 1997; Santini e Mitchell, 1998 para melhor reproduzir as condições orais.

Embora na literatura exista uma grande variabilidade no número de ciclos, temperatura e tempo de imersão em cada banho, neste estudo, os espécimes foram submetidos a termociclagem em água a $5^{\circ}\text{C} \pm 2^{\circ}\text{C}$ e $55^{\circ}\text{C} \pm 2^{\circ}\text{C}$, com 5 segundos de intervalo e 30 segundos de imersão, num total de 500 ciclos (FORTIN *et al.*, 1994; MAY JUNIOR *et al.*, 1996; SANTINI; MITCHELL, 1998). Crim e Garcia-Godoy (1987) avaliaram a influência do tempo de estocagem do corpo de prova até a termociclagem e a duração do ciclo térmico em testes de microinfiltração marginal de resina composta e concluíram que o tempo de armazenamento curto de 24 horas não interferiu negativamente nos resultados experimentais e, comparativamente, 100 ciclos térmicos demonstraram ser igualmente efetivos nos testes de microinfiltração quando comparados a 1500 ciclos.

Embora os dentes bovinos sejam cada vez mais empregados e citados na literatura como substituto do dente humano, nesta pesquisa, dentes humanos foram utilizados por considerarmos a possibilidade de haver muitas trincas em dentes bovinos e estas permitirem uma maior infiltração. Também

Retief (1990) compararam a dentina humana com a dentina bovina para a verificação da possível utilização da última nos ensaios de microinfiltração e concluíram que a dentina bovina não deve ser utilizada como substituto da dentina humana. Neste trabalho foram selecionados terceiros molares humanos hígidos, recém extraídos por indicação cirúrgica ou ortodôntica, sem trincas ou fraturas que pudessem comprometer os resultados.

No presente estudo cavidades de Classe V foram preparadas na face vestibular de molares humanos hígidos. Procurou-se padronizar as dimensões das cavidades em 3,0mm no sentido cérvico-oclusal, por 4,0mm no sentido mesio-distal, por 2,0mm de profundidade com extensão do término cervical a aproximadamente 1-2mm além da junção amelo-cementária, por ser esta área do dente mais susceptível à infiltração marginal, atendendo assim os objetivos propostos para esta pesquisa.

O marco histórico da Odontologia restauradora adesiva ocorreu em 1955, quando Buonocore, submeteu o esmalte dental de pacientes à ação de ácidos e comparou a adesão a dentes não condicionados. Apesar do não entendimento completo do mecanismo envolvido neste processo, o autor concluiu que houve um aumento sensível da adesão quando o tratamento superficial do esmalte era realizado com ácido, sendo considerado um bom recurso mecânico de retenção de resinas à superfície dental, por promover um aumento na área de superfície, permitindo um contato mais íntimo entre o material resinoso e o dente.

A partir desta data deu-se início a uma Dentística em busca da transformação do conceito de preparo cavitário estabelecido por Black, no início do século passado, revolucionando os padrões operatórios através de técnicas mais conservadoras e adesivas.

A camada híbrida é formada pela infiltração de resina no esmalte, na dentina ou no cimento. Isto é conseguido através do preparo mecânico, seguido do tratamento químico da superfície do esmalte. O pré-tratamento do esmalte com ácido irá aumentar a rugosidade da superfície, originando microporos, os quais agem como um sistema de canais nos quais um material resinoso pouco viscoso irá penetrar, embricando-se e promovendo uma união mecânica bastante efetiva e permanente. Essas projeções resinosas são denominadas *tags* e apresenta em esmalte extensão em torno de 25µm. Diversos trabalhos verificaram que quando as superfícies dentárias não eram condicionadas previamente à aplicação dos materiais restauradores, obtinha-se uma fraca adesão, ausência de formação dos *tags* resinosos e conseqüentemente maior microinfiltração (GWINNETT; MATSUI, 1967; BUONOCORE *et al.*, 1968; GARONE FILHO *et al.*, 1975; RETIEF, 1987; CARVALHO, 1998).

Neste trabalho foi possível observar a interface adesiva esmalte/resina com formação de *tags* resinosos mais evidentes nos espécimes condicionados convencionalmente com ácido fosfórico ou naqueles irradiados com laser de

Er:YAG e posteriormente condicionados com ácido. No entanto, em cimento, os prolongamentos resinosos mostraram-se mais curtos.

O ácido fosfórico entre 35 e 50% é mais eficiente no condicionamento seletivo do esmalte, por aumentar sua área e energia de superfície (GARONE FILHO *et al.*, 1975; CARVALHO, 1998).

O condicionamento da dentina é definido como qualquer alteração feita na superfície após a formação da *smear layer*, com o objetivo de criar uma superfície capaz de promover uma adesão micro-mecânica e, possivelmente, química a um agente adesivo dentinário (BERTOLOTTI, 1992). O sucesso obtido com a adesão da resina ao esmalte por Buonocore em 1955 fez com que o mesmo autor, em 1956, realizasse o condicionamento ácido em dentina, porém não obteve sucesso desta vez, por causa das pobres características de molhamento das resinas disponíveis naquela época e por falta de conhecimento da dentina como substrato para adesão. Após inúmeras tentativas para se conseguir uma adesão em dentina similar ao esmalte, apenas em 1982 foi que Nakabayashi *et al.*, conseguiram a formação da camada híbrida após condicionamento ácido da dentina, sendo descrita pelos autores como a interpenetração de um monômero resinoso na superfície dentinária desmineralizada, formando uma camada ácido resistente de dentina reforçada por resina. A formação da dentina hibridizada é o principal mecanismo de união dos sistemas adesivos de última geração, tendo sido considerada por Erickson, em 1992, como o melhor método de adesão em dentina.

No entanto, a remoção ou não da *smear layer* durante o procedimento adesivo é bastante questionada. A sua manutenção implica na permanência dos tampões ou *smear plugs*, que reduzem a permeabilidade dentinária, além de atuarem como um selamento biológico da dentina, por impedir a passagem de bactérias e toxinas para o interior dos túbulos dentinários (BRÄNNSTRÖM 1984; TAO; PASHLEY, 1989; YU *et al.*, 1993). Porém, isto acarreta a permanência de bactérias decorrentes do processo de cárie que deveriam ser removidas e que, no que diz respeito à adesão, a presença da camada de esfregaço ou *smear layer* seria um obstáculo para a penetração do monômero adesivo na estrutura dentinária, interferindo no processo de adesão (PASHLEY, 1984; PASHLEY, 1991; BAIER, 1992; HEYMANN; BAYNE, 1993).

No entanto, até a presente data, nenhum material e técnica restauradora foi capaz de promover um completo selamento marginal. Desta forma, muitas tentativas de melhorar a adesão e conseqüentemente diminuir a microinfiltração vêm sendo realizadas com os mais diversos métodos nestes últimos anos. Entre estes tratamentos de superfície, dispõe-se da irradiação do esmalte, dentina e cemento com laser de Er:YAG visando aumentar o selamento marginal e, conseqüentemente, diminuir a microinfiltração.

O tratamento da superfície dentária com laser de Er:YAG apresenta algumas vantagens sobre o condicionamento ácido tais como: uma superfície microscopicamente rugosa com ausência de desmineralização, abertura dos

túbulos dentinários sem a produção de *smear-layer* e esterilização dentinária (CEBALLOS *et al.*, 2001).

Em esmalte, o laser de Er:YAG produz microexplosões durante a ablação do tecido duro dental que resulta em irregularidades macro e microscópicas. O laser de Er:YAG inicialmente causa vaporização da água e de outros componentes orgânicos do tecido. Durante a vaporização, há um aumento da pressão interna dentro do tecido até que ocorre uma destruição explosiva da substância inorgânica antes que o ponto de fusão aconteça. Estas irregularidades tornam a superfície do esmalte micro-retentiva e pode se constituir no mecanismo de adesão quando não se aplica um condicionador ácido (CEBALLOS *et al.*, 2001).

Em dentina tem-se observado que a melhor estratégia para adesão dentinária continua sendo o condicionamento ácido total, uma vez que está relacionado à formação da camada híbrida (NAKABAYASHI *et al.*, 1982a; NAKABAYASHI *et al.*, 1992; ERICKSON, 1992; PASHLEY, 1992; RUYTER, 1992). Sendo assim, espera-se que a irradiação laser cause alterações morfológicas dentinárias que favoreça a formação da camada híbrida, através da difusão dos *primers* entre as fibrilas colágenas e posterior ligação com o agente adesivo hidrofóbico.

Em razão da ausência de uma técnica restauradora que realmente promova o completo e hermético selamento marginal, neste estudo foi avaliado se a irradiação com laser de Er:YAG, energias de 100 e 200mJ, seguida ou não

do condicionamento ácido, é capaz de promover um melhor selamento da interface dente/resina composta em cavidades de Classe V preparadas convencionalmente com turbina em alta-rotação, quando comparado com o condicionamento convencionalmente realizado com ácido fosfórico.

Na margem localizada em esmalte, os resultados deste trabalho (Figura 5) mostraram que os grupos II e III (100 e 200mJ + Prime & Bond / Esthet- X, respectivamente) apresentaram os maiores graus de infiltração, enquanto que os grupos VI (ácido + Single Bond / Z-250), IX (100mJ + Single-Bond / Z-250) e X (200mJ + Single-Bond / Z-250) foram os únicos que não apresentaram infiltração marginal em todos os espécimes avaliados. Quando realizou-se o estudo comparativo do grau de microinfiltração entre espécimes que apenas foram condicionados com ácido fosfórico, espécimes que foram irradiados e aqueles que foram irradiados e condicionados com ácido fosfórico (Figura 6), os grupos que apresentaram menor microinfiltração foram aqueles condicionados com ácido fosfórico, ou seja grupo I (ácido + Prime & Bond NT/ Esthet – X); grupo IV / V (irradiados + ácido + Prime & Bond NT/ Esthet – X); grupo VI (ácido + Single Bond / Z – 250) e grupo IX / X (irradiados + ácido + Single Bond / Z – 250). A partir destes resultados observou-se que os grupos que realizaram condicionamento ácido obtiveram melhores resultados em relação aos grupos apenas irradiados com laser de Er:YAG, concordando com Gwinnett e Matsui (1967) que afirmaram que a camada híbrida apenas é formada quando é realizado o condicionamento ácido do esmalte e com Armengol *et al.* (2002) ao

concluírem que o condicionamento ácido quando comparado com o pré-tratamento realizado com laser de Er:YAG é a melhor maneira de se obter um selamento mais efetivo do esmalte em restaurações de resina composta.

O alto grau de microinfiltração encontrado nos grupos II e III (irradiados com laser de Er:YAG + Prime & Bond / Esthet - X) pode ser em parte explicado pelo fato de apenas ter ocorrido a exposição dos túbulos dentinários, sem exposição do colágeno e abertura da dentina intertubular e peritubular, e conseqüentemente não ter havido uma quantidade suficiente de resina infiltrada na superfície dentinária para promover uma forte adesão, como sugerido primeiramente por Nakabayashi *et al.*, em 1982a e corroborado por Oda *et al.*, 2001b, sugerindo a necessidade do procedimento adesivo completo. Os resultados encontrados neste presente trabalho podem ser explicados por Ramos (2002) ao concluir que a não aplicação do condicionamento ácido sobre a superfície deixa uma camada superficial de detritos, que impede a penetração do agente adesivo para o interior da dentina. Ao aplicar-se o condicionamento ácido sobre essa superfície, essa camada de detritos é removida, e há penetração da resina para o interior da malha de colágeno, formando *tags* de resina profundos e com base larga. Ao irradiar-se a dentina com laser de Er:YAG, cria-se uma camada superficial degradada, surgida da desnaturação do colágeno sobre a ação do laser. Essa camada funciona como uma barreira, impedindo a penetração ideal da resina para o interior da dentina, formando

uma camada híbrida irregular. A extensão do dano ao colágeno é diretamente proporcional à energia do laser aplicada.

Setien *et al.* (2001) ao analisarem em MEV a superfície dentinária condicionada com laser de Er:YAG visualizaram fissuras na parede de fundo da cavidade. Quando a água presente nos túbulos dentinários absorve a energia laser; pode haver expansão dentro dos túbulos, iniciando fissuras que se propagam entre os túbulos vizinhos, para formarem uma linha de fratura. Também notaram as fibras colágenas colapsadas e quase derretidas. Segundo os autores, é possível que a exposição a altas temperaturas do laser, embora tenha sido por um ligeiro período, tenha causado desnaturação das fibrilas colágenas e impossibilitado a formação da camada híbrida.

Ao compararem diferentes métodos de preparo para restaurações de resina composta (laser de Er:YAG, abrasão a ar, sistema Sonicys, laser de Er:Cr:YSGG), associados ou não ao condicionamento ácido, em relação ao método convencional de preparo com pontas diamantadas e broca carbide concluíram que o método convencional mostrou invariavelmente menor grau de microinfiltração em esmalte. Porém quando as cavidades preparadas com laser de Er:YAG eram condicionadas, estas melhoravam seu desempenho e apresentavam menores graus de microinfiltração em relação às cavidades preparadas e condicionadas com laser de Er:YAG. De acordo com os resultados, a microinfiltração em esmalte não foi afetada pelos diferentes métodos de preparo cavitário, embora tenha sido relacionada ao

condicionamento *versus* não condicionamento (RAMOS, 1998; CORONA *et al.*, 2001; ROEBUCK *et al.* (2000) SETIEN *et al.*, 2001; ESTEVES, 2001; GUTKNECHT *et al.*, 2001).

Estudo similar a este, realizaram Ceballos *et al.* (2001) ao compararem a microinfiltração de restaurações de resina composta Classe V após condicionamento ácido ou tratamento com Laser de Er:YAG ou ambos. Os resultados encontrados em esmalte foram similares aos encontrados no presente trabalho, em que, o condicionamento ácido revelou os menores escores de infiltração do corante, o que confirma a forte adesão obtida. Segundo os autores, a margem de esmalte biselada pelo laser tende a ser irregular e esta situação pode ter afetado a habilidade de selamento da resina composta. Em adição, os defeitos tipo cratera na margem de esmalte observados em MEV são facilmente observados sob as restaurações de compósitos, os quais podem ocasionar um efeito antiestético.

A partir dos resultados encontrados em neste trabalho, concordamos com Borsatto *et al.* (2001) ao afirmarem que o laser promove uma destruição irregular dos prismas de esmalte, com a presença de áreas não condicionadas. Um padrão bastante diferente daquele padrão uniforme e organizado obtido com o condicionamento ácido. Aliado a isso, a orientação do raio e a varredura da superfície dependem do operador e podem, em algum momento, ser difícil de controlar. Também achamos que é possível que a irradiação cause mudanças morfológicas como porosidades, trincas ou micro fissuras, as quais

são responsáveis por uma infiltração mais alta, sendo assim, outras pesquisas empregando diferentes parâmetros de irradiação fazem-se necessárias para verificação da eficácia do laser na redução da microinfiltração. No entanto, quando a irradiação laser foi seguida do condicionamento ácido (grupos IX e X), a integridade da margem da restauração foi aumentada consideravelmente, mostrando inclusive ausência de microinfiltração em todos os espécimes avaliados. Diante dos resultados e nas condições de irradiação empregadas neste estudo, a utilização do condicionamento ácido sobre a superfície tratada pelo laser de Er:YAG é de fundamental importância para redução da microinfiltração, sendo este resultado corroborado por Ramos (1998); Roebuck *et al.* (2000); Setien (2001); Corona *et al.* (2001); Esteves (2001) e Gutnecht *et al.* (2001).

De acordo com a Tabela 5 quando foram comparadas as distribuições da infiltração em esmalte entre os espécimes que foram restaurados com o sistema adesivo a base de acetona (Prime & Bond NT / Esthet - X) e os que foram restaurados com o sistema adesivo a base de água (Single Bond / Z 250) verificou-se que houve diferença estatisticamente significativa entre eles. O grupo VI / VII / VIII / IX / X (Single Bond / Z 250) apresentou uma infiltração inferior ao grupo I / II / III / IV / V (Prime & Bond NT / Esthet - X) (Figura 7). Estes resultados apontam para um melhor comportamento na margem localizada em esmalte para o sistema restaurador com adesivo a base de água. Isto pode ser explicado pelo efeito do laser de Er:YAG em esmalte, efeito

fotomecânico, que ocorre às custas da remoção da água do tecido. Ao final, a superfície irradiada apresentar-se-á desidratada superficialmente. Uma vez que o sistema adesivo Single Bond possui água como solvente, esta irá reidratar a superfície irradiada aumentando a compatibilidade entre adesivo e substrato (ZUMAËTA, 2000). O mesmo não acontece com o sistema Prime & Bond NT, que possui solvente a base de acetona e que encontra um substrato desidratado e incompatível com sua natureza hidrofílica, ou seja, que requer contato com uma superfície úmida para ser capaz de penetrá-la e aderir-se micromecanicamente. O resultado obtido em neste presente trabalho encontra respaldo na literatura quando Lizarrelli *et al.* (2002a, b); Gross *et al.* (1992) e Ramos (2002) afirmaram ser necessária a associação do condicionamento ácido, logo após o preparo com o laser de Er:YAG. Esta associação resultou em menor grau de microinfiltração com relação ao grupo que não foi condicionado, pois a lavagem propriamente dita promove um reumedecimento do tecido superficial irradiado. Segundo os autores, quando o adesivo hidrofílico é aplicado sobre a superfície recém-ablacionada com laser de Er:YAG, o adesivo não será capaz de se espalhar uniformemente ao longo da superfície, devido à baixa tensão superficial resultante da ausência de umidade. Dessa forma, a infiltração de líquidos externos estará facilitada, entre a superfície dental e material restaurador, ocorrendo a microinfiltração.

Os resultados encontrados neste estudo discordam com os achados de Niu *et al.* (1998) que obtiveram resultados similares ao compararem a infiltração

marginal de preparos cavitários realizados convencionalmente com alta rotação e laser de Er:YAG, condicionados com ácido ou laser.

Os resultados desta pesquisa em cimento (Tabela 6) revelaram que os grupos tratados convencionalmente (grupos I e VI) apresentaram um menor grau de microinfiltração em relação aos grupos apenas irradiados (grupos II, III, VII e VIII) e aos grupos irradiados seguidos do condicionamento ácido e sistema adesivo a base de acetona (grupos IV, V). Destacou-se o grupo IX (irradiado + ácido + sistema adesivo a base de água) por apresentar menor grau de infiltração entre todos os grupos estudados (Figura 8). Ficou evidente que a utilização do condicionamento ácido sobre superfície tratada pelo laser é de fundamental importância para a redução da microinfiltração. Em cimento, os diferentes tipos de solvente, acetona e água, apresentaram comportamento semelhante entre eles (Figura 10). No entanto, em esmalte o adesivo a base de água comportou-se melhor. Isto pode ser explicado pelo maior conteúdo de água em cimento, o que reduz o grau de desidratação provocado pela irradiação (Figura 7).

Os nossos resultados foram contrários aos obtidos por González Bahillo *et al.* (2002) em que os espécimes do grupo tratado com laser / sem ácido apresentaram menor infiltração em cimento em relação aos espécimes condicionados com ácido ou aqueles irradiados e condicionados posteriormente. Segundo os autores, em cimento, o laser criou uma área mais

retentiva, apropriada para adesão. A superfície do cimento é muito delgada e o ácido fosfórico torna a superfície lisa e por conseqüência menos retentiva.

Neste trabalho, quando comparamos as distribuições da infiltração entre esmalte e cimento verificou-se que vários graus de microinfiltração foram observados nas margens de esmalte e cimento. A margem de esmalte apresentou uma menor infiltração em relação ao cimento (Tabela 35). Após estudo complementar em MEV da interface dente / material restaurador ficou evidente a presença de microespaços nas margens das cavidades, principalmente na margem gengival de quase todos os espécimes dos grupos estudados. Este resultado é coincidente com os trabalhos de Ramos, 1988; Roebuck *et al.*, 2000; Corona *et al.*, 2001; Setien *et al.*, 2001; Esteves, 2001; Gutknecht *et al.*, 2001; Ceballos *et al.*, 2001; Palma Dibb *et al.*, 2002 e Armengol *et al.*, 2002.

De acordo com Ceballos *et al.* (2001) a infiltração observada na margem cervical pode estar relacionada à natureza orgânica da dentina e com a ausência de túbulos dentinários no limite de 100 μ m da margem e ao número relativamente baixo de túbulos no limite de 200-300 μ m da parede gengival. O esmalte, quando presente na margem cervical, é geralmente delgado, aprismático e se adere fracamente à resina. Durante a polimerização, a resina composta contrai em direção à adesão mais resistente na margem oclusal e, assim, rompe a frágil união da margem gengival.

7. CONCLUSÕES

Após análise e discussão dos resultados obtidos, pode-se concluir que:

1. Em esmalte, os grupos VI (ácido + Single Bond / Z-250); IX (100mJ + ácido + Single Bond / Z 250) e X (200mJ + ácido + Single Bond / Z 250) apresentaram ausência de microinfiltração, estatisticamente significantes;
2. Os grupos II e III (100 e 200mJ + Prime & Bond / Esthet-X, respectivamente) apresentaram os maiores valores de microinfiltração em esmalte;
3. Em cimento, o grupo IX (100mJ + ácido + Single Bond / Z-250) apresentou os menores graus de microinfiltração;
4. Em esmalte e cimento, o emprego do ácido fosfórico, associado ou não a irradiação laser, mostrou-se efetiva na diminuição da microinfiltração marginal;
5. Em esmalte, os espécimes que foram restaurados com o sistema adesivo a base de água (Single Bond) apresentaram um melhor desempenho quando comparado aos adesivos a base de acetona (Prime & Bond NT). No entanto, em cimento, os diferentes tipos de solvente, acetona e água, apresentaram comportamento semelhante entre eles;

6. Quanto à localização da margem cavitária, a microinfiltração em esmalte foi estatisticamente inferior em relação ao cimento.

REFERÊNCIAS

ALANI, A. H.; TOH, C.G. Detection of microleakage around dental restorations: a review. **Oper Dent**, v.22, p.173-185, 1997.

AMARAL, C.M.; CASTRO, A.K.B.B.; PIMENTA, L.A.F., AMBROSANO, G.M.B. Influence of resin composite polymerization techniques on microleakage and microhardness. **Quintessence Int**, v.33, p.685-9, 2002.

ANDIA-MERLIN, R.Y. **Estudo micromorfológico “in vitro” de dois sistemas adesivos com condicionamento ácido prévio e um sistema adesivo autocondicionante sobre dentina superficial humana.** 2001. 137f. Dissertação (Mestrado em Dentística) -Faculdade de Odontologia, Universidade de São Paulo, São Paulo, 2001.

ARMENGOL, V.; JEAN, A.; ENKEL, B.; ASSOUMOU, M.; HAMEL, H. Microleakage of Class V composite restorations following Er:YAG and Nd:YAP laser irradiation compared to acid-etch: an in vitro study. **Lasers Med Sci**, v.17, n.2, p.93-100, 2002.

ASMUSSEN, E. Clinical relevance of physical, chemical, and bonding properties of composite resins. **Oper Dent**, v.10, p.61-73, 1985.

ASMUSSEN, E.; UNO, S. Adhesion of restorative resins to dentin: chemical and physiochemical aspects. **Oper Dent**, p.68-74, 1992. Suplemento

ATKINSON, T. J. Fundamentals of the carbon dioxide laser. In: **___ Laser application in oral and maxillofacial surgery.** Philadelphia: Saunders Company, 1997. p. 73-96.

BADINI, S.R.G. **Estudo *in vivo* e *in vitro* do vedamento marginal em restaurações de resina composta em cavidades de Classe V.** 2001. 227f. Tese (Doutorado em Odontologia, Área de concentração em Odontologia Restauradora) - Faculdade de Odontologia de São José dos Campos, Universidade Estadual Paulista “Julio de Mesquita Filho”, São José dos Campos, 2001.

BAIER, R.E. Principles of adhesion. **Oper Dent**, p.1-9, 1992. Suplemento 5.

BARKEMEIER, W.W.; COOLEY, R.L. Laboratory evaluation of adhesive systems. **Oper Dent**, p.50-61, 1992. Suplemento 5.

BAUER, J.G.; HENSON, J.L. Microleakage a measure of the performance of direct filling materials. **Oper Dent**, v.9, n.1, p.2-9, 1984.

BERTOLOTTI, R.L. Conditioning of the dentin substrate. **Oper Dent**, Washington, p.131-136, 1992. Suplemento 5.

BLACK, G.V. **Operative Dentistry**. Chicago: Medico-Dental, p.17-68, v.II, 1809.

BORSATTO, M.C.; CORONA, S.A.M.; PALMA DIBB, R.G.; RAMOS, R.P.; PÉCORA, J.D. Microleakage of a resin sealant after acid-etching, Er:YAG laser irradiation and air-abrasion of pits and fissures. **Journal of Clinical Laser Medicine & Surgery**, v.19, n.2, p.83-7, 2001.

BOWEN, R.L. Properties of silic reinforced polymer for dental restorations. **J Am Dent Ass**, v.66, n.1, p.57-64, Jan. 1963.

BOWEN, R.L. Adesive bonding of various materials to hard tooth tissues. Forces developing in direct filling materials during hardening. **J Am Dent Ass**, v.74, n.3, p.439-45, Feb.1967.

BUONOCORE, M.G. A simple method of increasing the adhesion of acrylic filling materials to enamel surfaces. **J Dent Res**, v.34, n.6, p.849-853, Dec.1955.

BUONOCORE, M.G.; MASTUI, A.; GWINNETT, A.J. Penetration of resin dental material into enamel surfaces with reference to bonding. **Arch Oral Biol**, v.13, n.1, p. 61-70, Jan.1968.

BUTLER, W.T. The nature and functional significance of dentin extracellular matrix proteins. **Int J Dev Biol**, v.39, p.169-179, 1995.

BRACKETT, W.W.; GUNNIN, T.D.; GILPATRICK, R. O.; BROWNING, W.D. Microleakage of class V compomer and light-cured glass ionomer restorations. **J Prosthet Dent**, v.79, n.3, p.261-263, 1998.

BRANNSTRÖM, M. Communication between the oral cavity and the dental pulp associated with restorative treatment. **Oper Dent**, Washington, v.9, n.2, p.57-68, Spring, 1984.

BRANNSTRÖM, M. Infection beneath composite resin restorations: can it be avoided? **Oper Dent**, v.12, n.4, p.159-63, 1987.

BRANNSTRÖM, M; COLI, P.; GARBEROGLIO, R. Contraction gaps in class II restoration with self-cured and light-cured resin composites. **American Journal of Dentistry**, v.8, n.6, p.303-307, Dec.1995.

BRUGNERA JUNIOR, A.; PINHEIRO, A.L.B. **Lasers na Odontologia Moderna**. São Paulo: Pancast Editora, 1998. 356 p.

CALDWELL, R.C.; MUTZ, M.L.; GILMORE, R.W.; PIGMAN, W. Microhardness studies of intact surface enamel. **J Dent Res**, v.36, p.732-8, 1957.

CARLSTROM, D.; GLAS, J.E.; ANGMAR, B. Studies on the ultrastructure of dental enamel V. The state of water in human enamel. **Ultrastruct Res**, v.8, p.24-9, 1963.

CARVALHO, R.M. et al. A review of polymerization contraction: the influence of stress development versus stress relief. **Oper Dent**, v.21, p.17-24, 1996.

CARVALHO, R.M. Adesivos dentinários. Fundamentos para aplicação clínica. **Revista Dentística Restauradora**, v.1, n.2, p.62-96, 1998.

CEBALLOS, L.; OSORIO, R.; TOLEDANO, M.; MARSHALL, G.W. Microleakage of composite restorations alter acid or Er-YAG laser cavity treatments. **Dental Materials**, v.17, n.4, p.340-6, 2001.

CORONA, S.A.M.; BORSATTO, M.C.; PALMA DIBB, R.G.; RAMOS, R.P.; BRUGNERA JUNIOR, A.; PÉCORA, J.D. Microleakage of Class V resin restorations after bur, air-abrasion or Er:YAG laser preparation. **Operative Dentistry**, v.26, p.491-7, 2001.

CRIM, G.A.; GARCIA-GODOY, F. Microleakage: the effect of storage and cycling duration. **J Prosthet Dent**, v.57, n.5, p.574-6, May 1987.

CRIM, G.A.; SWARTZ, M.L.; PHILLIPS, R.W. Comparison of four thermocycling techniques. **J Prosthet Dent**, v.53, n.1, p.50-3, Jan. 1985.

DIAZ-ARNOLD, A.M.; WILLIAMS, V.D.; AQUILINO, S.A. A review of dentinal bonding in vitro: the substrate. **Oper Dent**, v.15, p.71-5, 1990.

EAKLE, W.S.; NAKAMOTO, D.K. Microleakage in MOD resin composite with three dentin bonding agents. **Dent Mater.**, v.5, p.361-4, 1989.

EASTOE, J.E. The aminoacid composition of proteins from the oral tissue. II The matrix proteins in dentine and dentine and enamel from developing deciduous teeth. **Arch Oral Biol**, v.8, p.633-52, 1963.

EICK, J.D. et al. The dentinal surface: its influences on dentinal adhesion. Part 1. **Quintessence Int**, v.22, n.12, p.967-77, 1992.

ERICKSON, R.L. Surface interaction of dentin adhesive materials. **Oper Dent**, p.81-94, 1992. Suplemento 5.

ESTEVES, G.V. **Avaliação da microinfiltração marginal em cavidades de classe V preparadas com lata-rotação, abrasão a ar e laser de Érbio:YAG – Estudo In Vitro**. 2001. 123f. Dissertação (Mestrado em Dentística) - Faculdade de Odontologia, Universidade de São Paulo, São Paulo, 2001.

FERNANDES, C.A. **Avaliação da influência da profundidade do substrato dentinário na resistência adesiva de dois novos sistemas adesivos**. 1997.

102 f. Dissertação (Mestrado em Dentística) - Faculdade de Odontologia de Bauru, Universidade de São Paulo, Bauru, 1997.

FORTIN, D. et al. Bond strength and microleakage of current dentin adhesives. **Dent Mater**, v.10, n.4, p.253-8, July 1994.

FRANCO, E.B.; LOPES, L.G. Conceitos atuais na polimerização de sistemas restauradores resinosos. **Biodonto Revista Odontológica**, v.1, n.2, p.35-7, Março/Abril 2003.

FRANK, R.M.; SOGNAES, R.F. Eletron microscopy of matrix formation and calcification in rat enamel. **Arch Oral Biol**, v.1, p.339-348, 1960.

FRASER, C.J. A study of the efficacy of dental fillings. **J Dent Res**, v.9, p.507-17, 1929.

GARBEROGLIO, R.; BRANNSTROM, M. Scanning electron microscopic investigation of human dental tubules. **Arch Oral Biol**, v.21, p. 355-362, 1976.

GARONE FILHO,W.; MURILLO Y. MURILLO, J.G.; GARONE NETO, N. Estado atual do condicionamento ácido do esmalte e sua recuperação. **Rev. Ass. Paul. Cirurg. Dent**, v.29, n.1, p.1-7, 1975.

GOING, R.E. Microleakage around dental restorations: a summarizing review. **J Am Dent Assoc**, v.84, p.1349-57, 1972.

GONZÁLEZ BAHILLO, J.; RUIZ PIÑÓN, M.; RODRIGUEZ NOGUEIRA, J.; MARTÍN BIEDMA, B.; VARELA PATIÑO, P.; MAGÁN MUÑOZ, F.; BAHILLO VARELA, M.; BARCIELA CASTRO, N. A comparative study of microleakage through enamel and cementum after laser Er:YAG instrumentation in class V cavity obturations, using scanning electron microscopy. **Journal of Clinical Laser and Medicine & Surgery**, v. 20, n. 4, p.197-201, 2002.

GROSS, D.; RAAB, W.H.M.; KELLER, U.; HIBST, R. Surface morphology of dental hard tissues after Er:YAG laser treatment. In: INTERNATIONAL CONGRESS ON LASERS IN DENTISTRY, 1992. Salt Lake City. **Proceedings...**Salt Lake City: international Society of Lasers in Dentistry, 1992. P.133-134.

GUTKNECHT, N.; APEL, C.; SCHÄFER, C.; LAMPERT, F. Microleakage of composite fillings in Er,Cr:YSGG laser-prepared class II cavities. **Lasers in Surgery and Medicine**, v.28, n.4, p.371-374, 2001.

GWINNETT, A.J.; BUONOCORE, M.G. Adhesives and caries prevention. A preliminary report. **Brit Dent J**, v.119, p.77-81, 1965.

GWINNETT, A.J.; MATSUI, A.A. A study of enamel adhesives. The physical relationship between enamel and adhesive. **Arch Oral Biol**, v.12, p.1615-20, 1967.

GWINNETT, A.J. Smear layer: morphological considerations. **Oper Dent**, p.3-12, 1984. Suplemento 3.

HANSEN, E.K. Effect of three dentin adhesives on marginal adaptation of two light cures composites. **Scand J Dent Res**, v.94, n.1, p.82-86, Feb 1986.

HEYMANN, H.O.; BAYNE, S.C. Current concepts in dentin bonding: Focusing on dentinal adhesion factors. **J Am Dent Assoc**, Chicago v.124, n.5, p.27-36, May 1993.

HOSSAIN, M.; YAMADA, Y.; NAKAMURA, Y.; MURAKAMI, Y.; TAMAKI, Y.; MATSUMOTO, K. A study on surface roughness and microleakage test in cavities prepared by Er:YAG laser irradiation and etched bur cavities. **Lasers Med Sci**, v. 1, n.18, p.25-31, 2003.

KANCA III, J. Wet bonding: effect of drying time and distance. **Am J Dent**, San Antonio, v.9, n.6, p.273-276, Dec. 1996.

KELLER, U.S.; HIBST, R. Experimental studies of the application of the Er:YAG laser on dental hard substances: II. Light microscopic and SEM investigations. **Laser Surg Med**, v.9, n.4, p.345-51, 1989.

KEMP-SCHOLTE, C.M.; DAVIDSON, C.L. Marginal sealing curing contraction gaps in class V composite restorations. **J Prosthet Dent**, v.67, n.5, p.841-45, May1988.

KIDD, E.A.M. Microleakage: a review. **J Dent**, v.4, n.5, p.199-205, Sept.1976.

KOHARA, E.K.; HOSSAIN, M.; KIMURA, Y.; MATSUMOTO, K.; INOUE, M.; SASA, R. Morphological and microleakage studies of the cavities prepared by Er:YAG laser irradiation in primary teeth. **Journal of Clinical Laser Medicine & Surgery**, v.20, n.3, p.141-7, 2002.

KURODA, S.; FOWLER, B.O. Compositional, structural and phase changes *in vitro* laser-irradiated tooth enamel. **Calcif Tissue Int**, v.36, p.361-369,1984.

LIBERMAN, R.; SEGAL, T.H.; NORDENBERG, D.; SEREBRO, L.I. Adhesion of composite materials to enamel: Comparison between the use of acids and lasing as pretreatment. **Lasers Surg Med**, v.4, p.232-7, 1984.

LIZARELLI, R. de F.Z.; SILVA, P.C.G.; PORTO NETO, S. de T.; BAGNATO, V.S. Estudo da microinfiltração em preparos classe V confeccionados com laser de Er:YAG variando a energia por pulso. **JBD**, Curitiba, v.1, n.4, p.285-290, 2002.

LIZARELLI, R. de F.Z.; SILVA, P.C.G.; PORTO NETO, S. de T.; BAGNATO, V.S. Estudo piloto comparativo da microinfiltração *in vitro* entre preparos cavitários classe V, através de ponta diamantada em alta rotação ou laser de Er:YAG seguido ou não do ataque ácido. **JBD**, Curitiba, v.1, n.1, p.33-41, jan./mar. 2002.

MAIMAN, T.H. Stimulated optical radiation in ruby. **Nature**, v.187, n.4736, p. 493-494, Aug., 1960.

MARSHALL, G.W.; MARSHALL, S.J.; KINNEY, J.H.; MARSHALL, S.J. The dentin substrate structure and properties related to bonding. **J Dent**, v. 25, p.441-458, 1997.

MARTINEZ-INSUA, A.; DA SILVA DOMINGUEZ, L.; RIVERA, F.G.; SANTANA-PENIN, U.A. Differences in bonding to acid-etched or Er:YAG-laser-treated enamel and dentin surfaces. **The Journal of Prosthetic Dentistry**, v.84, n.3, p.280-287, Sept. 2000.

MAY JUNIOR, K. N. et al. Effect of a surface sealant on microleakage of class V restorations. **Am J Dent**, v.9, p. 133-6, 1996.

MORITZ, A.; GUTKNECHT, N.; SCHOOP, U.; GOHARKHAY, K.; WERNISCH, J.; SPERR, M.D. Alternatives in enamel Conditioning: A comparison of Conventional and Innovative Methods. **Journal of Clinical Laser Medicine & Surgery**, v.14, n.3, p.133-6, 1996.

NAKABAYASHI, N.; KOJIMA, K.; MASUHARA, E. The promotion of adhesion by the infiltration into tooth substrates. **J Biomed Mater Res**, v.16, p.265-273, 1982.

NAKABAYASHI, N.; TAKEYAMA, M.; KOJIMA, K.; MASUJARA, E. Studies on dental self curing resins (20). Adhesion mechanism of 4-META/MMA-TBB resin to dentin. **Jpn Soc Dent Appar Mater**, v.23, n.61 p.34-39, 1982.

NAKABAYASHI, N.; WATANABE, A.; GENDUZA, N.J. Dentin adhesion of "modified" 4-META/MMA-TBB resin: function of HEMA. **Dent Mater**, v.8, n.4, p.11, p.125-130, Mar., 1992.

NAKABAYASHI, N.; PASHLEY, D.H. **Hibridização dos Tecidos Dentais Duros**. São Paulo: Quintessence Editora Ltd, 2000. 129p.

NIU, W.; ETO, J.N.; KIMURA, Y.; TAKEDA, F.H.; MATSUMOTO, K. A study on microleakage after resin filling of class V cavities prepared by Er:YAG laser. **Journal of Clinical Laser Medicine & Surgery**, v.16, n.4, p.227-31, 1998.

ODA, M.; OLIVEIRA, D.C.; LIBERTI, E.A. Avaliação morfológica da união adesivo/resina composta e dentina irradiada com laser Er:YAG e laser Nd:YAG: estudo comparativo por microscopia de varredura. **Pesq Odontol Bras**, v.15, n.4, p.283-89, out./dez. 2001.

ODA, M.; OLIVEIRA, D.C.; LIBERTI, E.A. Estudo *in vitro* da microinfiltração marginal em cavidades submetidas ao tratamento com laser de Er:YAG e restauradas com materiais estéticos. **Pesq -Odontol Bras**, v.15, n.4, p.290-295, Out./Dez. 2001.

PAGLIARINI, A. et al. Effectiveness of the current enamel dentinal adhesives: a new methodology for its evaluation. **Quintessence Int**, v.27, n.4, p.265-70, 1996.

PALMA DIBB, R.G.; CORONA, S.A.M.; BORSATTO, M.C.; FERREIRA, K.C.; RAMOS, R.P.; PÉCORÁ, J.D. Assessing microleakage on class V composite resin restorations after Er:YAG laser preparation varying the adhesive systems. **Journal of Clinical Laser Medicine & Surgery**, v.20, n.3, p.129-33, 2002.

PASHLEY, D.H. Smear layer: physiological considerations. **Oper Dent**, Washington, v.3, p.13-29, 1984. Suplemento 3.

PASHLEY, D.H. Clinical considerations of microleakage. **J Endod**, v.16, n.2, p.70-7, Feb. 1990.

PASHLEY, D.H. Dentin bonding overview of the substrate with respect to adhesive material. **J Esthet Dent**, v.3, n.2, p.46-50, Mar/Apr. 1991.

PASHLEY, D.H. The effects of acid etching on the pulpodentin complex. **Oper Dent**, v.17, n.6, p.229-292, Nov./Dec., 1992.

PASHLEY, D.H. Smear layer: overview of structure and function. **Proc Finn Dent Soc.**, Helsinki, v.88, p.215-224. Suplemento 1.

PASHLEY, D.H.; SANO, H.; YOSHIMA, M.; CIUCCHI, B.; CARVALHO, R.M. Dentin variables on resin adhesion. **Quintessence Int**, v.12, n.4, p.24-43, 1996.

PASHLEY, D.H.; CARVALHO, R.M. Dentine permeability and dentine adhesion. **J Dent**, Georgia, v.25, n.5, p.355-372, Sept, 1997.

PERDIGÃO, J.; SWIFT, E.J.; CLOE, B.C. Effect of etchants, surface moisture and resin composite on dentin bond strengths. **Am J Dent**, San Antonio, v.6, n.2, p.61-64, Apr. 1993.

PICKARD, H.M.; GAYFORD, J.J. Leakage at margins of amalgam restorations. **Brit Dent J**, v.119, n.2, p.69-80, July 1965.

PINHEIRO, A.L.B.; FRAME, J.W. Laser em Odontologia. Seu uso atual e perspectivas internas. **Rev Gaucha Odont**, n.40, v.5, p.327-332, set./out. 1992.

POOLE, D.F.G.; TAILBY, P.W.; BERRY, D.C. The movement of water and other molecules through human enamel. **Arch Oral Biol**, v.8, p.771-2, 1963.

PORTO NETO, S.T. **Avaliação da microinfiltração marginal nas paredes de esmalte e cimento em cavidades classe V restauradas com resina composta e ionômero de vidro.** 1990. Tese (Doutorado em Dentística Restauradora) - Faculdade de Odontologia Universidade Estadual Paulista.

RAMOS, A.C.B. **Microinfiltração marginal em cavidades de classe V preparadas com lata rotação e com laser de Érbio:YAG – Estudo *In vitro*.** 1998. Dissertação (Mestrado em Dentística) – Faculdade de Odontologia, Universidade de São Paulo.

RAMOS, A.C.B. **Estudo *in vitro* das alterações morfológicas da dentina humana irradiada com laser de Er:YAG e sua relação com dois diferentes sistemas adesivos dentinários.** 2002. Tese (Doutorado em Dentística) – Faculdade de Odontologia, Universidade de São Paulo.

REIS, R. S. A. **A bi axial flexure fatigue test for microleakage of dentin adhesives.** Ann Arbor, Michigan, 1995, 81f. Tese (Master of Science in Restorative Dentistry and Biomaterials) – The University of Michigan.

RETIEF, D.H. The principles of adhesion. **J Dent Assoc S Afr**, v.25, p.285-95, 1970.

RETIEF, D.H. Are adhesive techniques sufficient to prevent microleakage? **Oper Dent**, v.12, n.4, p.140-5, Autumn 1987.

RETIEF, D.H. In vitro investigation and evaluation of dentin bonding agents. **Am J Dent**, v.1, sp. iss., p.176-83, Sept. 1988.

RETIEF, D.H. Extracted human versus bovine teeth in laboratory studies. **Am J Dent**, v.3, p.253-8, 1990.

RETIEF, D.H. Standardizing laboratory adhesion tests. *Amer. J. Dent.*, v.4, p.231-6, Oct 1991.

ROEBUCK, E.M.; SAUDERS, W. P.; WHITTERS, C. J. Influence of Erbium:YAG laser energies on the microleakage of ClassV resin-based composite restorations. **American Journal of Dentistry**, v.13, n. 5, p. 280-4, October 2000.

RUSE, N.D.; SMITH, D.C. Adhesion to bovine dentin-surface characterization. **J Dent Res**, Chicago, v.70, n.6, p.1002-108, Jun 1991.

RUYTER, I.E. The chemistry of adhesive agents. **Oper Dent**, p. 32-43, 1992. Suplemento 5.

SALIM, D.A. **Estudo micromorfológico da interface entre um sistema adesivo de frasco único e a superfície desproteinizada da dentina de dentes decíduos**. 2001. 113 f. Dissertação (Mestrado em Odontopediatria). Faculdade de Odontologia, Universidade de São Paulo, São Paulo. 2001.

SANTINE, A.; MITCHELL, S. Microleakage of composite restorations bonded with three new dentin bonding agents. **J Esthet Den**, v.10, n.6, p.298-304, 1998.

SETIEN, V.J.; COBB, D.S.; DENEHY, G.E.; VARGAS, M.A. Cavity preparation devices: effect on microleakage of class V resin-based composite restorations. **American Journal of Dentistry**, v.14, n.3, p.157-162, June 2001.

SILVA e SOUZA JUNIOR., M.H. Adesivos dentinários, evolução. Estágio atual e considerações clínicas para sua utilização. **MaxiOdonto: Dent**, v.1, n.1, 1995.

SILVERSTONE, L.M.; SAXTON, C.A.; DOGON, I.L.; FEJERSKOV, O. Variation in the pattern of acid etching of human dental enamel examined by electron microscopy. **Caries Res**, v.9, n.5, p.373-87, Sept/Oct, 1975.

STERN, R.H.; SOGGANAES, R.F. Laser beam effect on dental hard tissues. **J Dent Res**, v.43, n.5, p.873, 1964. [Resumo n.307]

STERN, R.H.; VAHL, J.; SOGGANAES, R.F. Laser enamel: ultrastructural observations of pulsed carbon dioxide laser effects. **J Dent Res**, v.51, p.455-460, 1972.

STERN, R.H. The laser in dentistry: a review of the literature. **J Dent Assoc S Afr**, v.29, n.3, p.173-179, Mar., 1974.

TAO, L.; PASHLEY, D.H. Effects of different types of smear layers on dentin and enamel shear bond strengths. **Dent Mater**, Copenhagen, v.4, n.4, p.208-216, 1988.

TAO, L.; PASHLEY, D.H. The relationship between dentin bond strengths and dentin permeability. **Dent Mater**, v.5, n.3, p.133-139, Mar.1989.

TAYLOR, M.J.; LYNCH, E. Microleakage. **J Dent Res**, v.20, n.1, p.3-10, 1992.

VAN MEERBEEK, B. et al. Comparative SEM and TEM examination of the ultrastructure of the resin dentin interdiffusion zone. **J Dent Res**, v.72, n.2, p.49-501, Feb. 1993.

VARGAS, M.A., SWIFT JÚNIOR, E.J. Microleakage of resin composites with wet versus dry bonding. **American Journal of Dentistry**, v.7, p.187-9, 1994.

WATANABE, I.; NAKABAYASHI, N.; PASHLEY, D.H. Bonding to ground dentin by Phenyl- P self-etching primer. **J Dent Res**, v.73, p.12112-1220, 1994.

WIECZKOWSKY, G. et al. Microleakage in various dentin bonding agent/composite resin systems. **Oper Dent**, suppl.5, p.62-67, 1992.

WILSON, A.D.; KENT, B.E. The glass ionomer cement. A new translucent dental filling material. **J Appl Chem Biotechnol**, v.21, p.313, 1971.

WILSON, A.D.; KENT, B.E. A new translucent cement for dentistry. The glass ionomer cement. **Brit Dent J**, v.132, n.4, p.133-5, Feb.1972.

WRIGHT, G.Z.; McCONNELL, R.J.; KELLER, U. Microleakage of class V composite restorations prepared conventionally with those prepared with an Er:YAG laser: a pilot study. **Pediatr Dent**, v. 15, n.6, p.425-6, Nov./Dec. 1993.

WU, W. et al. Detecting margin leakage of dental composite restorations. **J Biomed Mater Res**, v.17, n.1, p.37-48, 1983.

YOUNGSON, C.C. et al. A fluid filtration and clearing technique to assess microleakage associated with three dentine bonding systems. **J Dent**, v.27, n.3, p.223-33, 1999.

YU, X.Y.; JOYNT, R.B.; DAVIS, E.L.; WIECKOWSKI, JR., G. Adhesion to dentin. **J Calif Dent Assoc**, v.21, p. 23-29, June, 1993.

ZUMAÊTA, G.M.O. **Estudo comparativo da microinfiltração marginal em restaurações Classe V preparadas com laser de Er:YAG e com lata rotação com ou sem re-umedecimento – análise morfológica através de microscopia eletrônica de varredura e análise química por energia dispersiva de raios X**. 2000. 183f. Dissertação (Mestrado) - Faculdade de Odontologia da Universidade Federal da Bahia, Salvador, 2000.

ANEXOS

**ANEXO A – TERMO DE DOAÇÃO DOS DENTES
UTILIZADOS NESTA PESQUISA**

**ANEXO B – TERMO DE APROVAÇÃO PELO COMITÊ DE
ÉTICA EM PESQUISA DA UNIVERSIDADE ESTADUAL DE FEIRA
DE SANTANA**

ANEXO C- LEITURA DOS CORPOS DE PROVA

ANEXO A – TERMO DE DOAÇÃO DOS DENTES UTILIZADOS NESTA PESQUISA



UNIVERSIDADE FEDERAL DA BAHIA

FACULDADE DE ODONTOLOGIA

DEPARTAMENTO DE CLÍNICA ODONTOLÓGICA

DISCIPLINAS: ENDODONTIA LABORATORIAL

ENDODONTIA CLÍNICA

TERMO DE DOAÇÃO

A disciplina de Endodontia da Faculdade de Odontologia da Universidade Federal da Bahia estará disponibilizando **100 (cem) terceiros molares humanos hígidos**, pertencentes ao nosso acervo, para o desenvolvimento da Tese de Doutorado, intitulada: **“Estudo *in vitro* da microinfiltração marginal em cavidades submetidas ao tratamento com LASER de Er:YAG e restauradas com resina composta”** de autoria da **Profa. Márcia Sepúlveda Noya** e que terá como objetivo, avaliar *in vitro*, a infiltração marginal em cimento de cavidades tratadas com LASER de Er:YAG e restauradas com resina composta.

Vale ressaltar que as **unidades dentárias disponibilizadas para esta pesquisa deverão ser devolvidas a esta disciplina**, para que possamos desenvolver pesquisas no Curso de Graduação e Pós-Graduação em Endodontia, sobre Anatomia Dentária dos Terceiros Molares e suas relações com estruturas anatômicas.

Salvador, 09 de abril de 2003

Profa. Aparecida Maria Cordeiro Marques

Prof. Adjunta da Disciplina de Endodontia da FOUFBA

Chefe do Departamento de Clínica Odontológica da FOUFBA

**ANEXO B – TERMO DE APROVAÇÃO PELO COMITÊ DE
ÉTICA EM PESQUISA DA UNIVERSIDADE ESTADUAL DE FEIRA
DE SANTANA**



**COMITÊ DE ÉTICA EM PESQUISA
CEP-UEFS**

Feira de Santana, 16 de abril de 2003.
Of. CEP-UEFS nº 066/2003

Ref. Protocolo do Projeto nº 006/2003

Senhor(a) Pesquisador(a): MÁRCIA SEPÚLVEDA NOYA.

Tenho muita satisfação em informar-lhe que o atendimento às pendências referentes ao seu Projeto de Pesquisa intitulado "*Estudo in vitro da Microinfiltração Marginal em Cavidades submetidas ao Tratamento com Laser de Er:YAG e Restauradas com Resina Composta*" e registrado neste CEP sob Protocolo N.º **006/2003**, satisfaz plenamente às exigências da Res. 196/96. Assim, o CEP-UEFS aprova o seu projeto podendo ser iniciada a coleta de dados com os sujeitos da pesquisa, conforme orienta o Cap. IX.2, alínea a – Res. 196/96.

Relembro que conforme instrui a Res. 196/96, Vossa Senhoria deverá enviar a este CEP relatórios anuais de atividades pertinentes ao referido projeto e um relatório final tão logo a pesquisa seja concluída.

Em nome dos membros do CEP-UEFS, desejo-lhe pleno êxito no desenvolvimento dos trabalhos e, em tempo oportuno (um ano) este CEP aguardará o recebimento dos referidos relatórios.

Nesta oportunidade renovo protestos de elevada consideração.

Atenciosamente,

Profa. Dra. Eliane Elisa de Souza e Azevêdo.
Coordenadora do CEP-UEFS.

Eliane Elisa de Souza e Azevêdo
Coordenadora
CEP - UEFS

QUADRO 4

Resultados de microinfiltração (em escore) em cimento

AMOS TRAS	GI	GII	GIII	GIV	GV	GVI	GVII	GVIII	GIX	GX
1	3 / 3	2 / 2	3 / 3	3 / 3	3 / 3	2 / 2	3 / 3	3 / 3	0 / 2	0 / 0
2	2 / 2	0 / 0	2 / 2	2 / 2	2 / 2	3 / 3	3 / 3	3 / 3	0 / 0	0 / 0
3	3 / 3	0 / 0	3 / 3	3 / 3	2 / 2	2 / 2	3 / 3	3 / 3	0 / 0	2 / 0
4	3 / 3	2 / 2	3 / 3	3 / 3	0 / 0	2 / 2	3 / 3	3 / 3	2 / 2	2 / 3
5	2 / 2	2 / 2	0 / 2	2 / 2	3 / 3	0 / 2	3 / 3	2 / 3	0 / 0	2 / 3
6	2 / 2	3 / 3	2 / 2	3 / 3	2 / 2	0 / 0	2 / 2	3 / 3	2 / 3	0 / 0
7	0 / 0	3 / 3	3 / 3	3 / 3	2 / 2	0 / 0	3 / 3	3 / 3	0 / 0	2 / 2
8	2 / 2	3 / 3	3 / 3	3 / 3	3 / 3	3 / 3	3 / 3	3 / 3	0 / 0	2 / 0
9	3 / 3	0 / 0	2 / 2	3 / 3	3 / 3	3 / 3	3 / 3	3 / 3	0 / 2	2 / 2
10	2 / 2	3 / 3	2 / 2	3 / 3	2 / 2	2 / 2	3 / 3	3 / 3	0 / 0	0 / 2