

UNIVERSIDADE DE SÃO PAULO

FACULDADE DE ODONTOLOGIA

**ESTUDO *IN VITRO* DA MICROINFILTRAÇÃO EM
RESTAURAÇÕES DE CAVIDADES CLASSE V PREPARADAS
COM ALTA ROTAÇÃO E LASERS Er:YAG E
Er,Cr:YSGG, UTILIZANDO-SE DOIS SISTEMAS ADESIVOS**

VERA LUCIA MOLDES

Tese apresentada à Faculdade de Odontologia da Universidade de São Paulo, para obter o Título de Doutor, pelo Programa de Pós-Graduação em Odontologia.

Área de Concentração: Dentística.

São Paulo

2003

Data da Defesa: ___/___/___

Comissão Julgadora

Prof. Dr. _____

Julgamento: _____ Assinatura: _____

Prof. Dr. _____

Julgamento: _____ Assinatura: _____

Prof. Dr. _____

Julgamento: _____ Assinatura: _____

Prof. Dr. _____

Julgamento: _____ Assinatura: _____

Prof. Dr. _____

Julgamento: _____ Assinatura: _____

UNIVERSIDADE DE SÃO PAULO

FACULDADE DE ODONTOLOGIA

**ESTUDO *IN VITRO* DA MICROINFILTRAÇÃO EM
RESTAURAÇÕES DE CAVIDADES CLASSE V PREPARADAS
COM ALTA ROTAÇÃO E LASERS Er:YAG E
Er,Cr:YSGG, UTILIZANDO-SE DOIS SISTEMAS ADESIVOS**

VERA LUCIA MOLDES

Tese apresentada à Faculdade de Odontologia da Universidade de São Paulo, para obter o Título de Doutor, pelo Programa de Pós-Graduação em Odontologia.

Área de Concentração: Dentística.

Orientador: Prof. Dr. Michel Nicolau Youssef

São Paulo

2003

Para que quem sabe possa ensinar a quem não sabe é preciso que,

primeiro, quem sabe saiba que não sabe tudo;

segundo, que, quem não sabe, saiba que não ignora tudo.

Sem esse saber dialético em torno do saber e da ignorância é impossível a

quem sabe, numa perspectiva progressista, democrática, ensinar a quem

não sabe.

Paulo Freire

...A Deus pela sua infinita bondade

...Aos meus queridos pais Edelmiro e Izaura

...Aos meus sobrinhos Giovanni e a Marcella

...À minha irmã Sônia

Dedico este trabalho

DEDICATÓRIA ESPECIAL

...Minha vida educacional teve início na EEPSPG Prof. José Augusto de Azevedo Antunes, com a Prof^a Zi Laz de quem trago boas recordações.

Desde então foram vários mestres que desempenharam um papel fundamental na minha formação.

Aos meus queridos mestres, Antonio Alberto De Cara, Biral, Celso Yamashita, Claudia Capp, Dan Mihail Fichman, Edy de Souza, Eliana Palma Gimenez, Elisa Tamaki, Fortinguerra, I da T. P. Calvielli, Jayme Cury, Lindalva Gutierrez, Loducca, Nicola, Nilva, Pasquale Cipro Netto, Ranali, Savério Mandetta, Ulisses Lodi Salgado, dedico este trabalho com todo o meu carinho.



EEPSG Prof. José Augusto de Azevedo Antunes

Agradeço ao Prof. Dr. Michel Nicolau Youssef pela sua paciência e orientação, a qual possibilitou o desenvolvimento deste trabalho

Agradeço especialmente

À Prof^a. Dr^a. Adriana Bona Matos pelo seu inestimável apoio

Ao Prof. Dr. Carlos de Paula Eduardo pela oportunidade da realização deste trabalho nas dependências do LELO (Laboratório Especial de Laser em Odontologia da Faculdade de Odontologia da USP)

À Prof^a Dr^a Claudia Inês Capp sempre disposta em ajudar e me incentivar durante esta trajetória

Ricardo Scarparo Navarro por ter compartilhado sempre todo os seus conhecimentos

AGRADECIMENTOS

Aos amigos da Disciplina de Dentística Operatória e do curso de Pós-Graduação da FOU SP: Ada, Alessandra Santana, André, Américo, Cíntia, Fernanda, Flávio, Grázia, Lena, Kikuko, Maitê, Makoto, Maluly, Nelson, Paulo, Rodrigo e Thais pelo companheirismo e convivência harmoniosa durante todos estes anos.

À 3M ESPE do Brasil e a J. Morita Brasil, e respectivamente às suas representantes Edelma Tramontina Leal e Regiane Marton, pelo fornecimento dos materiais utilizados neste trabalho.

Às amigas Alessandra Cassoni e Maria Inez Roda pela grande amizade e apoio em todos os momentos.

Aos funcionários do Departamento de Dentística: Aldo, Ana, Arnaldo, Davi e Neusa pela disponibilidade, auxílio e atenção dispensada.

Ao Victor por todo carinho e compreensão.

Às funcionárias do Serviço de Pós-Graduação da FOU SP: Cátia, Emília e Nair, pela atenção, paciência e competência.

À Liliane, Haroldo e Maria Aparecida pela disponibilidade em todos os momentos.

Às bibliotecárias Vânia e Luzia pela diligência e dedicação com que nos auxiliaram em todas as fases deste trabalho.

Aos funcionários da Biblioteca da FOUSP Cidinha, Paschoal sempre dispostos em ajudar, com seriedade e extrema competência.

À Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior (Capes) que financiou esta pesquisa.

SUMÁRIO

p.

LISTA DE FIGURAS

LISTA DE TABELAS

LISTA DE ABREVIATURAS E SIGLAS

LISTA DE SÍMBOLOS

RESUMO

1 INTRODUÇÃO..... 1

2 REVISÃO DA LITERATURA 5

3 PROPOSIÇÃO.....46

4 MATERIAL E MÉTODOS.....47

5 RESULTADOS61

6 DISCUSSÃO.....68

7 CONCLUSÕES.....73

ANEXO.....74

REFERÊNCIAS.....77

SUMMARY

APÊNDICES

LISTA DE FIGURAS

Figura 4.1 - Equipamento de laser Er:YAG modelo Opus 20	52
Figura 4.2 - Peça de mão do laser Er:YAG com acessórios (ponta de cristal de safira).....	52
Figura 4.3 - Equipamento de laser Er,Cr:YSGG modelo Waterlase.....	53
Figura 4.4 - Peça de mão do laser Er,Cr:YSG com acessório (ponta de cristal de safira)	53
Figura 5.1 - Preparo com alta rotação e adesivo One-Up Bond F	65
Figura 5.2 - Preparo com alta rotação e adesivo Single Bond	65
Figura 5.3 - Preparo com laser Er,Cr:YSGG e adesivo One-Up Bond F	66
Figura 5.4 - Preparo com laser Er,Cr:YSGG e adesivo Single Bond.....	66
Figura 5.5 - Preparo com laser Er:YAG e adesivo One-Up Bond F	67
Figura 5.6 - Preparo com laser Er:YAG e adesivo Single Bond	67

LISTA DE TABELAS

- Tabela 5.1 - Resultado do teste de Kruskal-Wallis para a microinfiltração observada na margem gengival das restaurações dos grupos experimentais62
- Tabela 5.2 - Comparação entre as médias dos grupos testados na margem da parede gengival.....63
- Tabela 5.3 - Média dos postos assumidos dos diferentes grupos63
- Tabela 5.4 - Resultado do teste de Kruskal-Wallis para a microinfiltração observada na margem incisal das restaurações dos grupos experimentais.....64

LISTA DE ABREVIATURAS E SIGLAS

CO ₂	Dióxido de carbono
EDX	Energia dispersiva de raios X
Er,Cr:YSGG	Érbio, Cromo:Ítrio-Escândio-Gálio-Granada
Er:YAG	Érbio:Ítrio-Alumínio-Granada
Hz	Hertz
HEMA	2- Hidroxietil metacrilato
Hora	h
J	Joule
J/cm ²	Joules por centímetro quadrado
LASER	Light Amplification by Stimulated Emission on Radiation
µm	Micrômetro
µs	Microsegundo
MEV	Microscopia eletrônica de varredura
MET	Microscopia eletrônica de transmissão
MJ	Milijoule
ml	Mililitro
mm	Milímetro

MO	Microscopia Óptica
MPa	Mega Pascal
ns	Não significante
N	Newton
pps	Pulso por segundo
s	Significante
seg	Segundo
TEGDMA	Trietilenoglicol dimetacrilato
UDMA	Uretano dimetacrilato
W	Watt

LISTA DE SÍMBOLOS

C	Cálcio
°C	Grau Celsius
%	Porcentagem
P	Fósforo
O	Oxigênio
OH ⁻	Hidroxila
HCl	Ácido Clorídrico

RESUMO

ESTUDO *IN VITRO* DA MICROINFILTRAÇÃO EM RESTAURAÇÕES DE CAVIDADES CLASSE V PREPARADAS COM ALTA ROTAÇÃO E LASERS Er:YAG E Er,Cr:YSGG, UTILIZANDO-SE DOIS SISTEMAS ADESIVOS

O objetivo deste estudo foi comparar o grau de microinfiltração nas margens gengival e incisal de restaurações classe V frente aos seguintes métodos de preparo: 1) alta rotação, 2) laser – Er:YAG modelo Opus 20 (Opus Dent) e 3) laser – Er,Cr:YSGG modelo Waterlase (Millennium, Biolase). Foram avaliados também os sistemas adesivos Single Bond (3M ESPE) e One-Up Bond F (Tokuyama). Sessenta incisivos bovinos hígidos, extraídos foram divididos em 6 grupos de 10 elementos. As cavidades foram preparadas de acordo com o protocolo a seguir: grupo 1 e 2 utilizando alta rotação, grupo 3 e 5 laser de Er:YAG, grupo 4 e 6 laser de Er,Cr:YSGG. Os espécimes foram restaurados com resina composta Z250 (3M ESPE) com a utilização prévia dos adesivos Single Bond (grupos 1, 3 e 4) e One-Up Bond F (grupos 2, 5 e 6). Após armazenagem em água destilada a 37°C por 24h, os espécimes foram polidos, termociclados e imersos em solução de nitrato de prata a 50% por 8h. Os espécimes foram incluídos, seccionados em duas porções e revelados à 10min de exposição sob lâmpada *phothoflood*. Os corpos-de-

prova infiltrados foram avaliados em lupa estereomicroscópica com 25 vezes de aumento a fim de detectar o grau de microinfiltração de cada uma das margens. A mais infiltrada foi escolhida para representar o resultado individual de cada corpo-de-prova. Foram realizadas fotos, e encaminhadas a três examinadores utilizando o método de escores 0, 1, 2 e 3. Os dados obtidos foram submetidos à análise estatística através do teste estatístico não paramétrico de Kruskal-Wallis. Na margem gengival houve maior microinfiltração no preparo realizado com laser Er:YAG do que com alta rotação com o sistema adesivo Single Bond. Na margem gengival com os preparos de lasers Er:YAG e Er,Cr:YSGG, observou-se menor microinfiltração com a utilização do sistema adesivo autocondicionante One-Up Bond F. A margem incisal não apresentou diferenças nos graus de microinfiltração para todos os tratamentos.

1 INTRODUÇÃO

A microinfiltração é um dos desafios enfrentados pela Odontologia, apesar do surgimento da técnica do condicionamento ácido e dos sistemas adesivos. De indiscutível importância clínica, a microinfiltração pode ser responsável pela sensibilidade pós-operatória, manchamento, cáries secundárias e conseqüente alterações patológicas da polpa (Asmussen, 1985; Brännström, 1987).

Nas últimas décadas, a preocupação em conservar a estrutura dental e melhorar a adesividade para eliminar a microinfiltração, tem levado pesquisadores a desenvolverem novos materiais e novas técnicas (Buonocore, 1955; Nakabayashi *et al.*, 1982; Wu *et al.*, 1983).

A evolução dos sistemas adesivos, com a finalidade de conseguir a união à estrutura dental, possibilitou aumentar o desempenho clínico das restaurações através de melhor adaptação às paredes cavitárias, com conseqüente diminuição do risco de cáries secundárias (Pilo & Bem-Amar, 1999).

Os atuais adesivos hidrofílicos têm a capacidade de interpenetrar o emaranhado de fibras colágenas resultante da desmineralização causada

pelo condicionamento ácido da dentina, formando uma camada híbrida de colágeno, hidroxiapatita e resina (Nakabayashi *et al.*, 1991).

Recentemente desenvolveram-se sistemas adesivos chamados de autocondicionantes, que dispensam o tratamento prévio com ácido e não removem, mas apenas modificam a camada de *smear layer*. São considerados efetivos em penetrar na dentina e formar a camada híbrida (Garone Filho, 2002).

Juntamente com a evolução dos materiais e técnicas odontológicas, ocorreu grande avanço tecnológico na área dos equipamentos de lasers de aplicabilidade na área de saúde. LASER é o acrônimo de *Light Amplificated by Symulated Emission of Radiation* e significa a ampliação da luz por emissão estimulada de radiação.

Em 1989, Hibst & Keller avaliaram a eficiência da ablação do esmalte, dentina e tecido cariado pelo laser Er:YAG. Demonstraram que este recurso poderia ser promissor para a remoção do tecido dental.

Hibst & Keller em 1993, estudaram o mecanismo de ablação da estrutura dental pelo laser Er:YAG, comprovando que através da evaporação da água que está confinada no tecido mineralizado, desencadeia-se um processo de microexplosões denominado de ablação termomecânica, que promove a remoção dos tecidos dentais. O laser Er:YAG promove a ablação do tecido cariado, com a mesma eficiência que o método convencional, tornando a superfície dentinária sem *smear layer*, com túbulos dentinários abertos (Aoki *et al.*, 1998).

Eduardo *et al.* (1998) realizaram preparos cavitários com o laser Er:YAG, demonstrando a viabilidade clínica deste laser na execução de preparos conservadores. Esse procedimento eliminou os desconfortos produzidos pelo ruído e vibração da alta rotação. Não foi necessária a utilização de anestesia na maioria dos casos, resultando em maior aceitabilidade pelos pacientes.

Matsumoto *et al.*, em 2002, avaliaram em um estudo *in vivo* a aplicação de laser Er,Cr:YSGG para remover cáries e preparar cavidades. Todos os casos tiveram bom prognóstico e a avaliação clínica geral foi satisfatória. Concluíram que o laser Er,Cr:YSGG é um dispositivo eficiente e seguro para remoção de cáries e preparo cavitário.

Se os preparos realizados com alta rotação, restaurados com os sistemas adesivos modernos resultam em melhora microinfiltração das restaurações, qual seria o comportamento dos preparos realizados com laser?

Gutknecht *et al.* (1998) avaliaram os efeitos do condicionamento com os lasers de Er:YAG e Er,Cr:YSGG na resistência adesiva à tração da resina composta e concluíram que os lasers criaram uma superfície microretentiva, favorável a adesão dos materiais resinosos. A utilização do laser Er:YAG não tem apresentado valores de microinfiltração significantes em comparação com preparos realizados com alta rotação (Miserendino, 1998; Niu *et al.*, 1998).

Diante da necessidade de elucidar as questões abordadas, realizou-se este estudo, cujo objetivo foi avaliar o grau de microinfiltração nas

margens gengivais e incisais de cavidades classe V preparadas com alta rotação e lasers de Er:YAG e Er,Cr:YSGG. Foram também avaliados um sistema adesivo autocondicionante e um sistema adesivo de frasco único.

2 REVISÃO DA LITERATURA

2.1 Microinfiltração

2.1.1 Sistemas adesivos

Com o intuito de aumentar a força de adesão entre a estrutura dental e o material restaurador, muito estudos vêm sendo desenvolvidos desde 1955, quando Buonocore utilizou um novo método de tratamento sobre a superfície do esmalte dental para promover o aumento da adesão a materiais acrílicos. Através da aplicação de ácido fosfórico a 85% por 30 segundos, houve uma melhora da adesão quando comparada à superfície de esmalte não condicionada pelo ácido.

Fusayama *et al.* (1979), apontam que, para eliminar a fenda existente entre o material restaurador e a dentina, deve-se utilizar o condicionamento ácido total no esmalte e na dentina com ácido fosfórico a 37%, tornando possível à abertura dos canalículos dentinários e facilitando a penetração do agente adesivo. A presença de fendas pode ser responsável pela sensibilidade dentinária após as restaurações adesivas, pois através delas,

poderiam penetrar bactérias, toxinas bacterianas e promover o movimento dos fluídos.

A zona de transição entre resina e estrutura dentinária desmineralizada foi descrita por Nakabayashi *et al.* pela primeira vez em 1982 e foi definida como camada híbrida. Estudaram a efetividade do 4-metacriloxietil trimelitato anidrido (4-META) na adesão de uma roda acrílica com dentina condicionada e esmalte. Monômeros com grupos hidrofílicos e hidrofóbicos como o 4-META promoveram a infiltração de monômeros nos tecidos duros. Estudos no MEV sugeriram que os monômeros possuem afinidade com os tecidos duros. Uma boa adesão foi conseguida pelo inter-embricamento nos túbulos. Existe uma fina banda imediatamente abaixo da interface do adesivo que resiste a desmineralização por ácido clorídrico. Essa resistente banda é a zona de dentina infiltrada por monômeros. Uma mistura homogênea entre o substrato dentinário e o polímero ocorreu, seguido da penetração dos monômeros na dentina intra e intertubular. Em outras palavras, os substratos dentais podem ser reforçados por monômeros biocompatíveis que penetram nos substratos e então são polimerizados. A penetração dos monômeros nos tecidos, seguidos pela polimerização, representa um mecanismo pelo qual a concentração de *stress*, como modo de fratura, pode ser evitada.

Em 1985, Asmussen afirmou que as principais deficiências das restaurações de resinas compostas são abrasão, instabilidade de cor e microinfiltração. A microinfiltração está associada a fendas marginais que ocorrem, principalmente, devido à contração de polimerização das resinas

compostas, mas, graças à expansão higroscópica, elas são minimizadas. Com a presença de fendas, há penetração de bactérias e matéria corante na interface dente/restauração, ocasionando cáries secundárias, dano pulpar e descoloração marginal. Deve-se evitar polir imediatamente as restaurações de resina, os detritos oriundos desse procedimento serão forçados na fenda aberta e impedirão o seu fechamento.

Segundo Brännström, em 1987, há nos dentes vitalizados, um fluxo contínuo da polpa em direção aos túbulos dentinários. Quando existe uma fenda na interface dente/restauração, um fluxo de fluidos oral contendo bactérias que liberam toxinas, pode ir de encontro à polpa, provocando inflamação ou necrose. A formação desta fenda pode ser evitada por vedação adequada das margens.

Gwinnett & Kanca 3rd, em 1992, estudaram o comportamento entre resina composta e dentina, *in vitro* e *in vivo*, através do condicionamento com ácido fosfórico e sistemas adesivos. Preparos classe V foram padronizados em 40 dentes sendo que, a margem gengival permaneceu em dentina. Os autores concluíram que a não realização do condicionamento ácido na dentina e conseqüentemente, a não remoção da *smear layer*, promoveu a formação de espaços entre a restauração e a dentina, tanto *in vitro* quanto *in vivo*.

De acordo com Pashley, em 1992, o condicionamento ácido da dentina promove a remoção da *smear layer*, permitindo adesão direta à estrutura dentinária, diferentemente dos adesivos previamente existentes que mantinham, e se aderiam, a *smear layer*, apresentando baixa resistência

coesiva e falha adesiva. A ação do ácido é afetada pela presença de agentes tamponadores, como o cálcio e fosfato da apatita, mostrando maior dissolução da dentina peritubular, dando conformação de funil à entrada dos túbulos dentinários, e menor dissolução da dentina intertubular. Assim, os ácidos apresentam alto efeito na dentina superficial, e conforme se difundem, há o seu tamponamento, e sua perda de eficácia. Segundo o autor, deve-se pensar no risco da desnaturação do colágeno pelos ácidos, alterando as suas dimensões, reduzindo os espaços entre as fibras colágenas, interferindo na subsequente infiltração resinosa e hibridização. A zona desmineralizada apresenta profundidade de 5 μ m na dentina, enquanto a infiltração resinosa atinge 4 μ m, deixando na base da camada híbrida, uma zona não infiltrada, com colágeno exposto e desprotegida, susceptível a hidrólise ou ação de enzimas bacterianas, futura microinfiltração e falha adesiva.

Fortin *et al.* (1994), avaliaram a relação das forças de adesão de restaurações de resina composta com o grau de microinfiltração na interface de restaurações classe V. Utilizaram oitenta dentes humanos molares extraídos, nos quais foram realizadas, na superfície vestibulares cavidades de classe V com margem oclusal em esmalte e margem gengival na junção cimento/esmalte. Os testes de adesão e microinfiltração foram realizados nos mesmos dentes para reduzir a possibilidade de variação dos resultados encontrados. A análise dos resultados, do teste de microinfiltração, mostrou que Clearfil Liner Bond, Optibond e Prisma Universal Bond 3 obtiveram a menor microinfiltração nas margens de cimento. O Clearfil Liner Bond e

Optbond tiveram maiores valores de adesão, portanto nestes dois sistemas houve uma indicação que materiais com alta força de adesão têm menor microinfiltração, esta não ocorreu nas margens de esmalte em nenhum dos sistemas adesivos testados.

van Meerbeek, em 1994, avaliaram o desempenho clínico de diferentes sistemas adesivos selecionados de acordo com a sua ação na *smear layer*, ou seja, os adesivos que mantêm Scotchbond, removem parcialmente Scotchbond 2 ou totalmente a *smear layer* Scotchbond Multi-Purpose e Clearfil Liner Bond. As restaurações de classe V foram examinadas no intervalo de 6 meses a 3 anos, para avaliar a capacidade de retenção das mesmas. De acordo com os resultados, o Scotchbond apresentou a maior incidência de queda das restaurações, correspondendo a 40%, pois este material não emprega o condicionamento ácido e, de acordo com os autores, a união ficou restrita a *smear layer* que apresenta uma resistência coesiva muito baixa. O melhor desempenho clínico ficou para os sistemas adesivos Scotchbond Multi-Purpose e Clearfil Liner Bond, pois apresentaram 100% de retenção das restaurações após um ano. Os autores concluíram que os sistemas adesivos que removem a *smear layer* e desmineralizam a superfície dentinária, apresentaram melhor desempenho clínico do que aqueles que mantêm ou removem parcialmente a *smear layer*.

Em 1996, van Meerbeek, observou durante três anos a performance clínica de dois sistemas adesivos experimentais e dois sistemas adesivos comerciais, Clear Liner Bond e Scotchbond Multi-Purpose, utilizados em lesões de classe V. Concluíram que o selamento marginal continua

problemático, pois nenhum dos sistemas apresentou margens livres de descoloração marginal e portanto microinfiltração.

Pashley & Carvalho (1997) descreveram a dentina como um substrato formado por uma matriz colágena, altamente preenchida por cristais nanométricos de apatita, que serão solubilizados e removidos pelo condicionamento ácido, e substituídos pela infiltração resinosa entre as fibrilas colágenas e no interior dos túbulos dentinários, promovendo um adequado mecanismo de adesão. A falha da infiltração resinosa na rede colágena desmineralizada (permeabilidade intertubular) resulta em baixa resistência adesiva e maior suscetibilidade da degradação da fibrila colágena não protegida, e se, a resina não penetra e sela adequadamente os túbulos dentinários abertos (permeabilidade intratubular), há grande risco de sensibilidade dentinária e irritação pulpar, decorrente da infiltração de toxinas bacterianas. A adesão ao substrato dentinário úmido resulta em maior resistência adesiva que à dentina seca; quando se utiliza sistemas adesivos autocondicionantes, os problemas relacionados com a técnica de secagem são evitados. Não há relação, entre a profundidade de penetração resinosa, na matriz dentinária desmineralizada, e a resistência adesiva, pois, a resina apresenta menor resistência coesiva que o colágeno, falhando precocemente. Similarmente, a extensão da resina nos túbulos não promove maior retenção, devido à resistência coesiva dos *tags* estar relacionada com a área da sua secção transversal, e não com o seu volume; além disso, maior resistência adesiva é observada nos 2-3µm iniciais do túbulo, devido à

hibridização com as paredes do túbulo, *tags* com extensões maiores não contribuem com o mecanismo de adesão.

Prati *et al.*, em 1997, avaliaram, através da MEV, a morfologia das margens de esmalte e dentina e também os diferentes graus de microinfiltração em restaurações classe V, nas superfícies vestibular e lingual, ao nível da junção esmalte/dentina de terceiros molares humanos extraídos. Os resultados, em MEV, indicaram fraturas de prismas de esmalte ao redor das restaurações, enquanto que na dentina houve a formação de fendas ao longo da interface, com o agente adesivo e fraturas na interface agente adesivo/resina composta.

Nakabayashi & Pashley, em 1998, relataram que a finalidade da hibridização é fornecer uma estrutura que resista ao ataque químico, fornecer adesão estável às restaurações de resina composta, ser estável e impermeável aos fluídos orais e bactérias. Anteriormente ao conhecimento da camada híbrida, a adaptação dos materiais era fraca, deixando uma fenda entre o material restaurador e a estrutura dental, sendo esta rapidamente colonizada por bactérias e produtos de sua deterioração. Com a hibridização dos tecidos duros, as fendas seriam eliminadas e conseqüentemente, a microinfiltração também.

Prati *et al.* (1998) avaliando a resistência adesiva de diferentes sistemas adesivos à dentina, utilizando o condicionamento ácido ou sistemas autocondicionantes Clearfil Liner Bond 2 e Clearfil KB 1300, mostrou maiores valores para os sistemas autocondicionantes, em contra partida, apresentaram uma camada de dentina intertubular infiltrada por

resina com menor espessura, que os sistemas convencionais, sendo de 0,5-1,0 μ m na dentina superficial e 2,0 μ m na dentina profunda, apresentando-se mais homogênea, e sem falhas, na dentina superficial que na profunda. A dentina peritubular infiltrada foi menos espessa que a intertubular, porém, mais espessa para os sistemas autocondicionantes que os convencionais, sendo que, sua contribuição para a adesão é maior na dentina profunda que na superficial. Este estudo mostrou a não correlação, entre a espessura e morfologia da camada híbrida, com a resistência adesiva.

Cardoso *et al.*, em 1999, avaliaram a microinfiltração marginal em restaurações classe V, com margens em esmalte e dentina, utilizando cinco sistemas adesivos: Single Bond, Etch & Prime 3.0, PQ1, Prime & Bond NT, e experimental BEH. Com exceção do material autocondicionante Etch & Prime 3.0 todos os outros adesivos foram aplicados em substratos condicionados. As cavidades foram restauradas com resina composta Z100. Utilizando escores de 0 a 4 para avaliação da microinfiltração, os resultados indicaram que houve um aumento de microinfiltração nas margens em esmalte com Etch & Prime 3.0 quando comparados com os outros sistemas adesivos. Embora a literatura mostre similar força de adesão para diferentes sistemas adesivos em esmalte e dentina, em relação a microinfiltração os resultados indicam que a dentina a adesão ainda é um desafio.

Perdigão & Lopes (1999) analisando o mecanismo de adesão ao esmalte e dentina, observaram que a técnica de condicionamento ácido, total e simultâneo cria na superfície do esmalte microporosidades, que serão preenchidas pela resina adesiva, formando prolongamentos de resina ou

tags, responsáveis pelo mecanismo de adesão ao esmalte; na dentina através da remoção da *smear layer*, desmineralização dentinária e exposição da rede colágena, permitem a infiltração resinosa na dentina intertubular, formando a camada híbrida, e nos túbulos dentinários, formando os *tags*, promovendo o embricamento micromecânico à dentina. Com os sistemas adesivos autocondicionantes, há o simultâneo condicionamento ácido e aplicação do *primer* na superfície dental, simplificando a técnica de adesão, não necessitando de lavagem e secagem posterior, reduzindo a possibilidade de excesso de secagem, que influencia negativamente no mecanismo de adesão. Segundo os autores, a tendência é a simplificação do procedimento adesivo, vislumbrando para o futuro, a incorporação do sistema adesivo ao material restaurador, sem a necessidade da etapa de adesão separada.

Em 1999, Pilo & Ben-Amar avaliaram a microinfiltração através da comparação entre os sistemas adesivos de frasco único Single Bond, One-Step e Solobond e de múltiplos passos Scotchbond Multi-Purpose, All-Bond 2, Optibond FL. Cavidades de classe V nas faces vestibular e lingual, foram preparadas em 48 dentes molares extraídos. A microinfiltração foi avaliada na lupa estereomicroscópio (M8), de acordo com os escores de 0 a 4 para as paredes oclusais e gengivais. Os sistemas Scotchbond Multi-Purpose e Single Bond apresentaram os melhores resultados em esmalte, e os sistemas adesivos One-Step e Optibond FL selaram melhor as margens de dentina/cimento.

Em 2000, Haller fez uma revisão de literatura a respeito dos adesivos dentinários e afirma que a camada híbrida é a base do processo de adesão, devido à hibridização da dentina com a resina através da interdifusão dos monômeros adesivos. Está claro que, o sucesso da adesão entre o adesivo e a dentina, depende da capacidade do agente adesivo se difundir através do colágeno desmineralizado. Atualmente, os esforços têm se voltado para a simplificação do procedimento adesivo, combinando *primer* com o adesivo. A utilização de monômeros ácidos, tanto para esmalte como para dentina, têm como objetivo eliminar a etapa do condicionamento ácido, entretanto, a necessidade de pesquisas nesta área é fundamental para se avaliar o comportamento desses produtos na prática clínica, bem como, o seu desempenho com o passar dos anos. Com relação às resinas compostas, os avanços dos sistemas adesivos e o desenvolvimento de resinas compostas que tenham pouca ou nenhuma contração de polimerização, irão propiciar grande melhora na durabilidade clínica das restaurações.

Santos, em 2000, propôs um trabalho para avaliar a microinfiltração em cavidades de classe V, com paredes em esmalte e dentina, utilizando diferentes sistemas adesivos Scotchbond Multi-Purpose Plus, Single Bond e Clearfil Liner Bond 2 restauradas com resina composta Z100, associada ou não a resina fluida Natural Flow. Concluiu-se que os sistemas adesivos foram eficientes em esmalte, mas em dentina o mesmo não ocorreu, pois estas apresentaram maior microinfiltração.

Vargas *et al.* (2000) avaliaram, pela MET, a ação de diferentes sistemas adesivos autocondicionantes Clearfil Liner Bond 2V, SE Bond,

Prime Bond NT, Prompt L-Pop, Sustel na superfície dentinária. A análise das interfaces adesivas mostrou que todos sistemas formaram uma camada híbrida com pouca espessura (0,5 a 2 μ m), não sendo observada evidência de incompleta infiltração dentinária, as fibras colágenas foram encapsuladas pelo agente adesivo no topo da camada híbrida.

Yu *et al.* em 2000, revisaram os principais aspectos relacionados à adesão na dentina. Foi discutida a permanência, dissolução, modificação e/ou reação da *smear layer* e os agentes responsáveis por estas ações na superfície dentinária. Discutiram também os resultados quanto a microinfiltração e resistência adesiva que, segundo os autores, representam os principais parâmetros na avaliação dos sistemas adesivos. Concluíram que a remoção da *smear layer* apresenta maiores valores de resistência adesiva, além da redução da microinfiltração.

Andia-Merlin, em 2001, estudou através MEV, a micromorfologia de dois sistemas adesivos que utilizam o prévio condicionamento da dentina e de um adesivo autocondicionante. Os resultados mostraram a formação da camada híbrida com os três sistemas adesivos, porém diferenças estruturais foram detectadas entre os adesivos. Com o autocondicionante observou-se camada híbrida em torno de 0,5 a 1 μ m e *tags* de 4 a 10 μ m sem aparentes “micro – *tags*” enquanto que o sistema de frasco único que utiliza prévio condicionamento apresentou camada híbrida de 3 a 7 μ m, *tags* e micro-*tags*.

Lopes *et al.* (2001), fizeram um estudo laboratorial para avaliar o grau de microinfiltração de restaurações de resina composta classe V com margens em esmalte e dentina usando cinco sistemas adesivos

autocondicionantes: Etch & Prime 3.0, Prime e Bond NT, Clearfil Liner Bond 2V, Clearfil SE Bond e Prompt-L-Pop. A microinfiltração foi analisada com escala de 0-4. Os dados foram submetidos ao teste de Kruskal-Wallis. Em ambos os substratos, Clearfil Liner Bond 2V e Clearfil SE Bond mostraram-se mais resistentes a microinfiltração do que os outros adesivos testados, mas não foram diferentes do Prompt-L-Pop nas margens de esmalte. A capacidade de selamento parece ser dependente da composição química dos adesivos autocondicionantes.

Martins *et al.*, em 2001, avaliaram e compararam a efetividade entre adesivos dentinários hidrófilos que necessitam de múltiplas etapas (condicionamento ácido, *primer* e adesivo - grupo controle) com adesivos de apenas uma etapa (autocondicionante) e duas etapas (condicionamento e adesivo) O adesivo de múltiplos passos obteve o melhor resultado (13% de microinfiltração), sendo estatisticamente (teste de Kruskal-Wallis) superior aos adesivos de passo duplo (43% de microinfiltração) e de passo único (75% de microinfiltração).

Cassoni & Youssef em 2002 estudaram, através de testes de tração, a resistência adesiva do sistema adesivo simplificado Prime & Bond 2.1, associado ao prévio condicionamento com ácido fosfórico, e do sistema autocondicionante Clearfil Liner Bond 2 à superfície dentinária. Para inserção da resina composta utilizaram a técnica incremental e de incremento único. Os maiores valores de adesão obtidos foram com o Clearfil Liner Bond 2 e com a técnica incremental.

A importância da adesão micromecânica a dentina tem sido reconhecida na última década. Acredita-se que a adesão dentinária baseie-se primeiramente na penetração dos monômeros no interior das filigranas das fibrilas colágenas deixadas expostas pelo condicionamento ácido. Duas principais estratégias são correntemente usadas para adesão ao esmalte e dentina: técnica autocondicionante e condicionamento ácido total. A eficiência de outras estratégias adesivas depende muito mais do substrato dentinário usado para a adesão. Testes de laboratório utilizam dentina ideal a partir de dentes extraídos, que não refletem a realidade clínica. Estudos clínicos são os últimos testes para qualquer material dental adesivo (Perdigão, 2002).

Adesão ao tecido dental pode ser alcançada através do condicionamento ácido, sistemas autocondicionantes ou com uso de ionômeros de vidro. Neste estudo o mecanismo básico de adesão ao esmalte e dentina destes três caminhos é demonstrado através de análise ultramorfológica e caracterização química das interações interface dente/biomaterial. Além disso, o teste de resistência adesiva e a avaliação da efetividade de selamento marginal são avaliados até seus valores e relevância em prever a performance clínica do material. Especial atenção tem sido dada aos benefícios e desvantagens do condicionamento e lavagem versus os sistemas autocondicionantes e a performance em longo tempo destes adesivos. Correlacionando os dados obtidos no laboratório com os resultados clínicos claramente mostram que as pesquisas podem prever uma efetividade clínica. Portanto há uma tendência para simplificar

os procedimentos adesivos, os dados apresentados confirmam que os adesivos convencionais de três passos com condicionamento e lavagem ainda se apresentam mais favoráveis e são mais confiáveis com o passar do tempo. Contudo, um adesivo autocondicionante deve ter uma boa perspectiva futura. Clinicamente, quando adesivos não necessitam de um passo de “condicionamento ácido e lavagem”, o tempo de aplicação, e provavelmente mais importante, a sensibilidade de técnica são substancialmente reduzidas. Adesivos autocondicionantes de dois passos são aderidos através da combinação micromecânica e interação química com o tecido dental se aproximando com o padrão e a performance adesiva dos sistemas de três passos (van Meerbeek *et al.*, 2003).

2.1.2 Lasers Er:YAG e Er,Cr:YSGG

Em 1989, Hibst & Keller avaliaram a eficiência de ablação do esmalte, dentina e tecido cariado pelo laser Er:YAG, analisando pelo MO, o diâmetro e profundidade das cavidades, e a elevação da temperatura, através de uma termo-câmera. Foi observado que o laser de Er:YAG é efetivamente absorvido pelos tecidos mineralizados dentais, causando um aquecimento rápido, superficial e em pequeno volume, promovendo a remoção tecidual pelo processo de ablação termo-mecânica, através da vaporização da água e aumento da pressão intra-tecidual, ocorrendo a expansão e fragmentação tecidual, sendo o material ejetado através de microexplosões. O limiar de ablação do esmalte é superior ao da dentina, portanto, utilizando uma

mesma energia de irradiação, as cavidades produzidas no esmalte pela ablação eram menores do que na dentina.

Hoke *et al.*, em 1990, avaliaram a alteração de temperatura da câmara pulpar em dentes extraídos mediante o uso do laser de Er:YAG sob refrigeração. Observaram um aumento médio de temperatura de 2,2°C, durante um prepara cavitário. A análise em MEV mostrou pouco ou quase nenhuma fusão no esmalte e dentina e nenhuma mudança na câmara pulpar. A superfície produzida pela ablação do laser foi rugosa e irregular com crateras e sulcos. Esses achados demonstraram que houve vaporização de água constante e microexplosões, aumentando a eficiência de remoção da estrutura dental. Os autores afirmaram que o uso de um jato fino de água aumenta a eficiência de ablação do laser de Er:YAG.

Em 1992, Burkes *et al.* realizaram um estudo *in vitro* para avaliar os efeitos, na estrutura dental e na temperatura pulpar, da irradiação com o laser Er:YAG (ER3000, Schwartz, EUA), em dentes humanos, com ou sem refrigeração de *spray* de água. Quando foi realizada a irradiação sem a refrigeração, houve mínima ablação do esmalte, observando pela MEV alterações térmicas como a fusão do esmalte, bolhas e fraturas, ocorrendo uma elevação da temperatura intrapulpar maior do que 27°C. Quando o laser foi utilizado com refrigeração, o esmalte e a dentina foram eficientemente removidos pela ablação, formando crateras cônicas, sem a fusão ou arredondamento do esmalte marginal remanescente; e a elevação na temperatura intrapulpar foi de 4°C; como o conteúdo de água é maior na dentina, que no esmalte, sua ablação foi mais efetiva.

Para comparar a superfície de esmalte e dentina após a aplicação do laser de Er:YAG e do preparo mecânico, Gross *et al.*, em 1992, propuseram um estudo utilizando 150 dentes extraídos, livres de cárie. As cavidades foram preparadas em esmalte e dentina seguindo uma padronização. A energia do laser utilizada variou entre 50 e 400mJ, sendo que a metade dos dentes foi preparada sem o *spray* de água. Os resultados foram comparados aos preparos convencionais realizados com brocas de *carbide* em dentina e pontas diamantadas em esmalte. Para análise da superfície, utilizou-se MO e MEV. O exame final das superfícies realizou-se após o condicionamento com ácido cítrico em dentina e ácido fosfórico em esmalte, ambos por 1 minuto. Os resultados indicaram que o laser de Er:YAG sem *spray* de água formou uma zona densa de detritos quando comparado com o uso do *spray* de água. Neste último, foram obtidas paredes cavitárias mais lisas quando utilizada energia de 300mJ em dentina e 400mJ em esmalte. Comparando a técnica convencional com o laser Er:YAG, os resultados no esmalte mostraram uma pequena zona de prismas desintegrados e, após a limpeza da superfície, esta se mostrou rugosa e o condicionamento com o laser resultou em um padrão microretentivo. Na dentina, o tratamento com o laser Er:YAG e o convencional mostraram uma superfície coberta por detritos, os túbulos dentinários abaixo da zona de preparação não mostraram alterações morfológicas. Em ambos os grupos, a superfície rugosa foi semelhante e após a escovação e limpeza, muitos túbulos dentinários estavam cobertos por uma camada de fragmentos, sendo removidos parcialmente pelo condicionamento ácido que propiciou uma reabertura parcial dos túbulos.

O primeiro estudo clínico com o laser Er:YAG (KaVo KEY laser, Alemanha) foi realizado por Kelller & Hibst (1992), comparando a remoção do tecido cariado e o preparo de cavidades, com o laser Er:YAG ou com alta ou baixa rotação, sendo as cavidades restauradas com resinas compostas. Os resultados do acompanhamento clínico mostraram que nenhum dente perdeu a vitalidade, nem houve sensibilidade à percussão, com o laser Er:YAG; a anestesia foi utilizada em um caso, sendo que, a maioria dos pacientes preferiram o laser para a remoção de cáries, devido a reduzida sensibilidade dolorosa. Os autores concluíram que a remoção da cárie e o preparo cavitário com o laser Er:YAG é viável na prática diária, sem causar danos à polpa, mostrando grande aceitação pelos pacientes.

Li *et al.* (1992) determinaram a profundidade de ablação laser de Er:YAG (Quantronix, EUA) em esmalte e dentina, utilizando energia de 2Hz e 5Hz em dentes humanos extraídos. As alterações causadas pelo aumento de temperatura também foram avaliadas. Os resultados indicaram que o laser de Er:YAG a 2,94 μ m promoveu uma efetiva ablação do esmalte e dentina. A eficiência do laser a 5Hz foi maior que a 2Hz no esmalte. A escolha da energia depende da velocidade de ablação desejada. Os efeitos térmicos também são maiores a 5Hz. A superfície irregular no esmalte resulta em um padrão morfológico micromecânico favorável à adesão.

Zhao-Zhang *et al.*, em 1992, estudaram a profundidade de ablação do laser Er:YAG, com energia de 2Hz a 5Hz, em dentes humanos extraídos. Na MEV, as imagens obtidas da dentina mostraram uma superfície serrilhada e irregular. Os autores concluíram que o laser de Er:YAG, com taxas de

repetição de 2 e 5Hz, pode conseguir uma efetiva ablação do esmalte e dentina, com mínimo efeito térmico.

Em 1993, Hibst & Keller estudaram o mecanismo de ablação da estrutura dental pelo laser de Er:YAG, mostrando que através da evaporação da água, que está confinada no tecido mineralizado, desencadeia-se um processo de microexplosões, denominado de ablação termomecânica, que promove a remoção dos tecidos dentais.

Wright *et al.*, em 1993, compararam a microinfiltração de preparos cavitários realizados com alta rotação e laser de Er:YAG. Preparos de classe V foram realizados e os grupos divididos da seguinte forma: 1) alta rotação e condicionado com ácido fosfórico a 37%; 2) alta rotação e broca *carbide* 330, o esmalte cavo-superficial foi condicionado com o laser Er:YAG, 3) aplicou-se o laser nos preparos e no condicionamento. A avaliação foi realizada por escores. Os resultados indicaram que não houve diferença estatisticamente significativa entre os grupos.

Gimble *et al.* (1994) realizaram estudo clínico e *in vitro* avaliando a eficácia do laser de Er:YAG (Centauri-Premier, EUA), quando comparado aos tratamentos convencionais. Os resultados mostraram que o laser apresentou efetividade estatisticamente semelhante ao método convencional, na remoção de tecido cariado e preparo cavitário, tendo ação altamente seletiva nos tecidos duros dentais, sendo o limiar de ablação do tecido cariado de 30mJ, da dentina sadia de 50mJ e do esmalte sadio de 80mJ, havendo, a partir daí, uma maior preservação da estrutura dental remanescente. Somente três tratamentos com o laser necessitaram o uso de

anestesia, a ausência do ruído da alta rotação, substituído pelo de *popping*, e de vibração tem efeitos físicos e psicológicos para o paciente. Não foram observadas alterações pulpareas irreversíveis na análise histológica dos dentes extraídos. A MEV mostrou uma superfície dentinária tratada com o laser com padrão irregular, túbulos dentinários abertos, sem evidência de trincas ou carbonização.

O preparo de cavidades com laser de Er:YAG, parece ser o meio mais promissor para a remoção do tecido duro dentário devido a características como: ausência de ruído e vibração, pouca indução de dor, pequena elevação da temperatura durante sua aplicação. Ocorre produção de pressão suficiente que permite o corte do dente de maneira facilitada pelo operador, já que os curtos pulsos do laser parecem converter a pequena quantidade de água contida no tecido dentário em vapor de forma instantânea. O autor concluiu que as conseqüências da aplicação do laser de Er:YAG seriam: mínimo dano ao tecido pulpar e pequeno desconforto físico e mental dos pacientes (Kumazaki,1994).

Sekine *et al.* (1994) avaliaram a histopatologia da polpa, em dentes de cães, submetidos a preparos cavitários Classe V com o laser Er:YAG (100, 150 e 200mJ/pulso de energia e 10Hz de taxa de repetição) ou alta rotação. Os dentes foram avaliados após 1, 2, 4, 7 e 28 dias, sendo observada pouca diferença no grau de alteração pulpar com que as três energias utilizadas, a energia por pulso de 200mJ foi a mais eficiente, o preparo cavitário com o laser foi tão seguro quanto com a alta rotação.

Eduardo *et al.* (1996) estudaram, através da MEV e teste de resistência ao cisalhamento, os efeitos do laser de Er:YAG no esmalte dental. A superfície vestibular de molares humanos foi condicionada com o laser Er:YAG (KaVo KEY 2, Alemanha), focalizado, com 140 e 300mJ de energia por pulso e 1Hz de taxa de repetição, sob refrigeração à água ou com o ácido fosfórico 37%. Os resultados mostraram que o condicionamento com ácido fosfórico promoveu maiores valores de adesão (21,22MPa) que o realizado somente com o laser Er:YAG, não havendo diferenças entre as energias utilizadas (140mJ e 300mJ). A análise morfológica pela MEV diferenciou com nitidez, a área não irradiada da irradiada, nesta verificaram-se alterações no esmalte, com grande irregularidade superficial e a exposição dos prismas de esmalte, semelhantes a favos de mel.

Com o propósito de avaliar a aplicação clínica do laser de Er:YAG em preparos cavitários, Matsumoto *et al.*, em 1996, selecionaram para o experimento 60 dentes de 40 pacientes. O laser de Er:YAG, desenvolvido pela Luxar, com comprimento de onda de 2.94 μm e parâmetros de 8Hz e 250mJ/pulso foi utilizado para a realização dos preparos classe V. Não foram observadas reações adversas em nenhum dos casos e em 80% destes os preparos foram realizados sem relato de dor pelos pacientes Os autores concluíram que o laser utilizado neste estudo consiste em um sistema apropriado para a prática clínica.

Em 1997, Cozean *et al.* avaliaram, através de estudo clínico, a eficiência e segurança do laser de Er:YAG para remoção de cárie e preparo cavitário, em esmalte e dentina, comparado com alta rotação; avaliando a

necessidade de anestesia para a realização dos procedimentos. Foram realizados em dentes humanos *in vivo*, preparos cavitários classes I a V, restaurados com amálgama e resina composta. Os dentes, que tinham indicação prévia, foram submetidos à extração imediata ou em diferentes períodos de tempo, para a avaliação das alterações histológicas no tecido pulpar, ou então, foi realizado o acompanhamento dos pacientes por um período superior a 18 meses. Os resultados mostraram que as características histológicas da polpa foram semelhantes entre os dentes tratados com o laser e com a alta rotação. A avaliação clínica após 18 meses mostrou que o laser foi tão efetivo quanto à alta rotação, na remoção do tecido cariado, preparo cavitário e condicionamento do esmalte; alguns pacientes relataram pequeno desconforto durante a irradiação com o laser, sendo que, apenas 2% requisitaram o uso de anestesia durante os procedimentos. O laser de Er:YAG mostrou efetividade e segurança para o tratamento dos tecidos duros dentais, com boa aceitação pelos pacientes.

Para obter o efeito da ablação do laser de Er:YAG no dente humano, *in vivo*, e conseqüentemente confirmar ou contradizer a sua segurança Dostálová *et al*, em 1997, propuseram um estudo utilizando pré-molares selecionados para extração por motivos ortodônticos. Antes da extração, uma cavidade foi preparada em cada dente com o laser Er:YAG, com energia de 345mJ e taxa de repetição de 2Hz e, após a extração, os dentes foram descalcificados por 6 semanas. As amostras foram fixadas com um corante a base de hematoxilina e eosina e, as cento e setenta e duas secções obtidas, foram analisadas em um MO. Os resultados mostraram

que após a aplicação do laser houve uma redução da dentina e os túbulos dentinários apresentaram uma direção radial à superfície. Não se observou fratura, injúria estrutural ou reação inflamatória pulpar. Os autores concluíram que a ablação do esmalte e dentina com o laser Er:YAG é segura sob as condições descritas.

Comparando a efetividade do laser de Er:YAG, com a alta rotação convencional, na remoção do tecido cariado e preparo cavitário, Pelagalli *et al.* (1997) realizaram avaliação histológica pulpar através de MO e da morfologia dental pela MEV. Dentes hígidos ou com cárie, de 60 pacientes, foram tratados *in vivo* e extraídos imediatamente, após 2 dias, 1 mês ou 1 ano para análise morfológica. O laser de Er:YAG (Premier, EUA) foi utilizado focalizado, refrigerado à água, com energias de 80mJ para remoção da cárie e 120mJ para o preparo cavitário e taxa de repetição de 5 a 10Hz. Os procedimentos realizados com o laser foram iguais ou melhores, que o método convencional, na remoção de cáries, preparo cavitário e condicionamento dental previamente ao ácido fosfórico. A MEV revelou ausência de microfraturas, túbulos dentinários abertos e um efetivo condicionamento com o laser. A avaliação histológica confirmou o não comprometimento da morfologia pulpar. O laser de Er:YAG, diferentemente da alta rotação, mostrou uma seletividade na remoção do tecido cariado, havendo diferenças nas taxas de ablação, e no ruído de *popping* produzido durante a ablação, entre o tecido sadio e cariado. Os autores concluíram que o laser de Er:YAG foi efetivo e seguro para remoção de cáries e preparo cavitário, havendo ausência de vibração e de uso de anestesia durante os

procedimentos, os pacientes relataram maior conforto, e mínima ou ausente, sensibilidade dolorosa, preferindo o laser ao método convencional.

Tanji *et al.* (1997) avaliaram, através da MEV, as alterações morfológicas do substrato dentinário irradiado com o laser Er:YAG, associado ou não ao posterior condicionamento com ácido fosfórico 37%. Em 35 molares humanos extraídos, na superfície dentinária vestibular, desgastada com lixas abrasivas de granulação 600, foi aplicado o laser de Er:YAG (KaVo KEY 2, Alemanha), refrigerado com *spray* de água, desfocado à 20mm da superfície, com energias de 60, 80 e 100mJ/pulso e taxa de repetição de 2Hz; o grupo controle recebeu somente condicionamento com ácido fosfórico. A análise morfológica mostrou o melhor padrão de ablação com 100mJ, sem a presença da *smear layer* e com a exposição dos túbulos dentinários havendo portanto, um padrão microretentivo favorável para materiais adesivos. Foi observado que o ácido fosfórico foi ineficaz, em algumas áreas irradiadas pelo laser de Er:YAG, mostrando aumento da resistência ácida da dentina remanescente irradiada pelo laser de Er:YAG.

Em 1998, Aoki *et al.*, estudaram a remoção de cáries cervicais, com o laser Er:YAG e método convencional, avaliando o tempo de remoção e alterações morfológicas pela MO e MEV. Em 31 dentes humanos extraídos, metade das lesões de cárie cervical foram removidas com o laser Er:YAG (Erwin, Hoya, Japão) 145mJ/pulso de energia e 10Hz de taxa de repetição) e a outra metade removidas com broca de aço em baixa rotação, utilizando o evidenciador de cáries, fucsina básica a 0,5% em propilenoglicol (Cáries

Detector, Kuraray, Japão), como indicador na remoção do tecido cariado. Foi observado que para o laser de Er:YAG foi necessário um tempo aproximadamente 3 vezes maior, que o método convencional, para a remoção do tecido cariado; macroscopicamente, não foram observadas trincas ou carbonização e as cavidades, quando secas com jato de ar, apareceram opacas e esbranquiçadas, com as margens cavitárias e assoalho irregulares. Segundo os autores, quando o laser foi utilizado para remoção da cárie, não há uma sensibilidade tátil para diferenciar tecido sadio de cariado durante a aplicação do laser, a não ser, uma redução na eficiência de ablação, indicando a utilização de evidenciadores de cárie, utilizados 2 ou 3 vezes durante o tratamento com o laser Er:YAG e 1 ou 2 vezes durante a remoção com baixa rotação, porém, quando a cárie foi removida completamente com o laser Er:YAG, a dentina tornou-se pigmentada pelo evidenciador de cárie, não sendo observada tal pigmentação na dentina removida com baixa-rotação, sendo a experiência clínica e a avaliação tátil decisivas durante os procedimentos. As avaliações pela MEV mostraram que o laser promove a ablação do tecido cariado, com a mesma eficiência que o método convencional, tornando a superfície dentinária sem *smear layer*, com os túbulos dentinários abertos, a dentina intertubular seletivamente apresentou maior ablação que a peritubular, com a protrusão ou elevação dos orifícios dos túbulos dentinários, exibindo diferentes padrões microretentivos. A avaliação histopatológica, pela MO, mostrou que a dentina infectada foi efetivamente removida pelo laser e pelo método convencional de modo similar, na

superfície de dentina, ablacionada pelo laser de Er:YAG, foi constatada uma pigmentação profunda (5 a 15µm) pela fucsina básica, sendo provavelmente, decorrente, das mínimas alterações térmicas superficiais causadas pelo laser de Er:YAG, criando uma camada ablacionada, com grande permeabilidade, alterações estruturais na matriz dentinária e leve desnaturação dentinária, que permitem a penetração física e suave pigmentação pela fucsina básica; os próprios autores indicam, a necessidade de outros estudos, para avaliação da remoção de cáries com laser de Er:YAG associado a evidenciadores de cárie.

Eduardo *et al.* (1998) realizaram preparos cavitários com o laser Er:YAG em pacientes, mostrando a viabilidade clínica deste laser na execução de preparos conservadores, com eliminação dos desconfortos produzido pelo ruído e vibração da alta rotação convencional, eliminação da necessidade de anestesia na maioria dos casos, e portanto, maior aceitabilidade pelos pacientes.

Glockner *et al.*, em 1998, estudaram a temperatura intrapulpar em dentes incisivos e caninos humanos, durante o preparo cavitário com laser de Er:YAG (Twinlight Laser, Fotona, Eslovênia), com energia de 500mJ/pulso e taxa de repetição de 10Hz, refrigerado com *spray* de ar/água (25ml/min) ou com pontas diamantadas em alta rotação, refrigerada com *spray* de ar/água (50ml/min). Um termômetro apropriado adaptado a um computador foi inserido, a partir do ápice radicular, até a câmara pulpar, mantendo a temperatura inicial de 37°C. Os resultados indicaram que durante o preparo com o laser houve uma diminuição da temperatura, após

poucos segundos, de 37°C para 25°/30°C devido ao resfriamento com o *spray* de água/ar e ao próprio processo de ablação. Com o preparo convencional houve uma elevação da temperatura para 60°C. Dessa forma, os autores concluíram que a redução da dor, através da utilização do laser de Er:YAG para preparos classe V, poderia ser devido a um menor aumento da temperatura intrapulpar quando comparado ao método convencional.

Gutknecht *et al.* (1998) estudaram *in vitro* os efeitos do condicionamento com os lasers de Er:YAG e Er,Cr:YSGG, na resistência adesiva à tração de uma resina composta, à superfície do esmalte. As faces vestibulares, de 80 molares humanos recém-extraídos, foram condicionadas com laser de Er:YAG (energia de 120mJ/pulso e taxa de repetição de 8, 10, 12 e 15Hz), com o laser Er,Cr:YSGG (potências de 1, 2 e 3W e taxa de repetição de 20Hz) e com ácido fosfórico 37%. Posteriormente, bráquetes ortodônticos foram fixados com sistema adesivo *Dentaurum* e realizado o teste de tração. Os resultados mostraram maiores valores de adesão para as superfícies de esmalte condicionadas com o ácido fosfórico, porém, sem diferença significativa com as superfícies condicionadas com os lasers, concluindo que os lasers criaram uma superfície microretentiva, favorável à adesão de materiais resinosos.

Jean *et al.*, em 1998, compararam a microinfiltração obtida na interface dentina/esmalte-material restaurador, após o tratamento com o laser Er:YAG e condicionamento ácido. Utilizaram 15 dentes humanos extraídos, divididos em 3 grupos, com a realização de cavidades classe V nas faces vestibular e lingual de cada dente. Os grupos foram divididos da

seguinte forma: 1) condicionamento com ácido fosfórico a 37%, durante 30 segundos para o esmalte e 15 segundos para a dentina; 2) foi irradiado com o laser Er:YAG com energia de pulso de 140 mJ/pulso e 4Hz de taxa de repetição sobre a dentina e 200 mJ/pulso e 4Hz para o esmalte; 3) controle. Todos os dentes foram restaurados com resina composta. Após os procedimentos de restauração, estocagem e termociclagem, os dentes foram imersos em solução de 0.5% de fucsina básica por 48 horas para verificar se houve a penetração deste corante na interface dente-material restaurador. Os resultados indicaram que a microinfiltração obtida na interface dentina/resina e esmalte/resina com o tratamento com o laser Er:YAG foi significativamente maior do que nos outros grupos condicionados com o ácido fosfórico.

Khan *et al.*, em 1998, propôs um estudo para avaliar a microinfiltração de cavidades classe I, restauradas com amálgama, resina composta e ionômero de vidro, após a realização dos preparos com o laser Er:YAG e assim, comparar os resultados com alta rotação. O equipamento de laser utilizado foi o Er:YAG (Key Laser 1242, KaVo Dental GmbH, Jena, Germany), com comprimento de onda de 2,94 μ m a 6 pps, 400 mJ/pulso sob refrigeração constante. A microinfiltração das amostras foi avaliada através do método de penetração do corante (solução de rodamina B a 0.6% por 48 horas) e pela MEV. De acordo com os resultados, a maioria das restaurações de resina composta e ionômero de vidro apresentou mínima ou moderada microinfiltração, entretanto moderada ou severa microinfiltração foi evidente na maioria das restaurações de amálgama. Houve diferença

significante entre os três materiais restauradores porém não houve diferença significativa entre as cavidades preparadas com laser de Er:YAG e alta rotação. Portanto, os autores concluíram que o laser de Er:YAG é eficaz para preparos cavitários classe I com relação à microinfiltração.

Como em estudos prévios demonstraram que o laser de Er:YAG pode ser usado para preparar cavidades eficientemente sem prejuízo térmico aos tecidos duros adjacentes e tecidos moles, Keller *et al.*, em 1998 realizaram um estudo clínico, em cinco centros odontológicos, comparando a percepção e resposta dos pacientes aos preparos cavitários realizados com o laser Er:YAG e alta rotação, metade das cavidades foram realizadas com o laser e a outra metade, com a alta rotação. A ordem seqüencial do tratamento foi padronizada e os parâmetros clínicos, tais como a localização e a profundidade das cavidades, foram cuidadosamente ponderados. A avaliação levou em conta três respostas do paciente: confortável, desconfortável e muito desconfortável. Todos os dentes apresentaram resposta de vitalidade antes e após ambos tratamentos; 80% dos pacientes relataram que o tratamento convencional foi mais desconfortável que o laser, e 82% dos pacientes preferem o laser de Er:YAG nos tratamentos futuros; durante o tratamento a necessidade de anestesia foi de 11% para a alta-rotação e 6% para o laser de Er:YAG.

Matsumoto (1998) realizou análise morfológica, pela MEV, MET e análise em EDX, da estrutura dental irradiada pelo laser de Er:YAG, buscando informações, para a realização futura de avaliações clínicas da utilização do laser de Er:YAG em pacientes. Foram utilizados molares

humanos extraídos, irradiados com o laser Er:YAG (Luxar, EUA), refrigerado com *spray* de água, com 250mJ/pulso e 2 a 20Hz. Foi observado pela MEV que o esmalte irradiado com fino *spray* de água apresentou-se irregular, com estrutura semelhante a escamas; a dentina irradiada pelo laser, com *spray* de água, apresentou-se sem a *smear layer*, com abertura dos túbulos dentinários; quando não foi utilizada a refrigeração pode-se verificar a fusão e ressolidificação da superfície dentinária. O *spray* de água apresenta importante papel como iniciador e acelerador do processo de ablação, promovendo uma eficiente ablação do esmalte e da dentina. A análise pela EDX mostrou haver diferenças não significantes, nas concentrações de cálcio e fósforo, no esmalte e dentina irradiados e não irradiados pelo laser. A análise pela MET mostrou a deposição de inúmeras micropartículas, na superfície dentinária irradiada, decorrentes das microexplosões do processo de ablação. As avaliações clínicas do preparo de cavidades classe V, em 60 dentes de 40 pacientes, com o laser Er:YAG (250mJ/8Hz) e restauradas com resina composta, mostrou que em 48 preparos (80% dos casos) não houve sensibilidade dolorosa durante a execução dos preparos, não utilizando anestesia, e em 12 preparos houve leve ou severo relato de dor, o acompanhamento clínico de um mês mostrou ausência de reações adversas.

Em 1998, Miserendino realizou um estudo para determinar as modificações que ocorrem na superfície do esmalte humano após o preparo de cavidades com o laser Er:YAG e também para observar a trajetória da microinfiltração na interface das restaurações adesivas. Utilizou 4 dentes

humanos extraídos, divididos em dois grupos: 1) tratado com o laser Er:YAG; 2) alta rotação e condicionamento com ácido fosfórico a 37%. O autor concluiu que a ação do laser sobre esmalte e dentina não produz danos térmicos e fraturas na estrutura dental. Com relação a microinfiltração, não houve diferença estatisticamente significativa entre os grupos, sugerindo a utilização desse tipo de laser para procedimentos tradicionais.

Niu *et al.*, em 1998, avaliaram a microinfiltração em preparos de classe V após a utilização do laser de Er:YAG e alta rotação. Para o experimento, utilizaram 48 dentes humanos extraídos, divididos em 3 grupos, sendo que dois grupos foram tratados com o laser e apenas 1 foi preparado com alta rotação e condicionado com ácido fosfórico a 37%. Através da análise com a lupa estereomicroscópica e o MEV, os autores concluíram que a microinfiltração encontrada nos três grupos foram semelhantes, não havendo diferença estatisticamente significativa entre eles.

Rizoiu *et al.*, em 1998, compararam os efeitos do laser Er,Cr:YSGG com o preparo convencional de alta rotação sem *spray* e com *spray*, sobre a temperatura pulpar. Medições intrapulpares *in vivo* foram feitos em dentes de cães *beagle* anestesiados. Medições *in vitro* foram feitos em dentes molares extraídos de humanos. Os preparos com laser Er,Cr:YSGG e alta rotação foram realizados no terço cervical da coroa, e estendidos até que a exposição da polpa foi clinicamente confirmada. As temperaturas pulpares associadas ao laser Er,Cr:YSGG não mostraram alterações ou diminuíram em até 2°C. Preparos realizados com alta rotação e *spray* resultaram em aumento de 3° a 4°C. Preparos com alta rotação sem *spray*, foi registrado

um aumento de 14°C. Com este estudo o laser Er,Cr:YSGG, quando utilizado em preparo cavitário, não teve efeitos térmicos aparente.

Com o objetivo de estudar o tratamento de lesões cariosas e dentina e esmalte sadios, através dos métodos convencional e laser de Er:YAG, Armengol *et al.*, em 1999, compararam os resultados encontrados com estes métodos. Para tal estudo, utilizaram trinta dentes extraídos, divididos em dois grupos. No primeiro, as lesões de cárie foram tratadas com brocas em alta-rotação e no segundo grupo, com laser de Er:YAG de acordo com os parâmetros recomendados pelo fabricante (Kavo). Após o tratamento, os dentes foram submetidos ao MEV. No tecido cariado, os resultados encontrados pelo grupo tratado com o laser Er:YAG (250 mJ e 2Hz) mostraram túbulos dentinários abertos, e a superfície dentinária estava limpa, sem fraturas e com pequena quantidade da *smear layer*. O processo de ablação foi maior na dentina intertubular do que na dentina peritubular. Os dentes tratados com a alta rotação mostraram, após a remoção da dentina cariada, uma superfície lisa com a presença da *smear layer*. Na dentina sadia, os resultados encontrados com a alta rotação não variaram daqueles encontrados na dentina cariada, e o mesmo ocorreu com o laser Er:YAG (300mJ e 2Hz). No esmalte, os dentes tratados com alta rotação e ponta diamantada apresentaram uma superfície lisa, mas o ângulo cavo-superficial estava irregular. Com o laser Er:YAG (350mJ e 3 Hz), foi observado sulcos e lascas de esmalte com ângulos nítidos sendo sugestivo de microexplosões. O processo de ablação criou uma clivagem respeitando a orientação dos prismas de esmalte. Os autores concluíram que o laser de

Er:YAG é eficiente na remoção de dentina cariada e em preparos cavitários *in vitro*.

De acordo com Goldstein (1999) as vantagens trazidas com a utilização do laser Er,Cr:YSGG na prática clínica restauradora tornam o tratamento menos traumático aos pacientes jovens e adultos, aumentando a aceitação dos destes ao tratamento dental e o número de retornos ao consultório em futuras consultas.

Análise pela MEV realizada por Hossain *et al.* (1999) mostraram que o laser Er,Cr:YSGG (3 a 6W) aplicado no substrato dental sem *spray* de água (70% de ar) promove carbonização, coloração marrom macroscopicamente, e áreas de fusão e carbonização no esmalte e dentina; quando foi utilizado com *spray* de água (70% de ar e 20% de água) houve aumento da taxa de ablação do tecido dental, com a criação de superfícies irregulares, ausência da *smear layer*, microporosidades no esmalte e dentina. Mostrando que o *spray* de água atua diretamente no processo de ablação, aumentando a profundidade de remoção tecidual e funcionando como um iniciador no processo, sem sinal de dano térmico ao tecido dental remanescente e a polpa.

Schmidt (1999) mostrou grande efetividade e aplicabilidade clínica do laser Er,Cr:YSGG na realização de preparos cavitários em paciente adultos e crianças, com ausência de contato (trabalho à distância de 2mm), ausência de dor e uso de anestesia, nas crianças o *spray* de água e o ruído semelhante ao estouro de pipocas (*popping*) trazem uma grande aceitabilidade dos pacientes Odontopediátricos.

Recentemente, vários lasers infravermelhos têm sido introduzidos na clínica odontológica, como uma tentativa de substituir a alta rotação em procedimentos de preparos cavitários e remoção de cárie de dentina e esmalte. Entre os lasers, o Er:YAG tem mostrado ser o mais promissor para ablação de tecidos duros. Dessa forma, Hossain *et al.*, em 1999, estudaram a profundidade de ablação e alterações morfológicas, no esmalte e dentina humanos com o laser Er:YAG, com ou sem *spray* de água. Utilizou-se laser Er:YAG (Key Laser 1242, Kavo Dental GmbH, Jena, Germany), com comprimento de onda de 2.94 μ m, energia por pulso variando de 100 a 400mJ e freqüência de 2Hz por 5 segundos. Foram selecionados 40 incisivos (grupos 1 e 2) e 40 molares (grupo 3 e 4) humanos para o experimento e divididos da seguinte forma: 1) irradiação da superfície do esmalte com *spray* de água; 2) igual ao grupo 1 mas sem o *spray* de água; 3) irradiação das superfícies dentinárias com *spray* de água; 4) igual ao grupo 3 mas sem *spray* de água. A velocidade de ablação, com ou sem *spray* de água, em diferentes energias por pulso foi medida e as alterações morfológicas do esmalte e dentina também foram avaliadas, através da MEV. Os resultados indicaram que, a utilização do *spray* de água diretamente no local da ablação, não diminuiu significativamente a ablação e não provocou carbonização e fusão das estruturas dentais adjacentes, sendo assim, benéfico e desejável o seu uso. Com a ausência do *spray* de água, nas energias de 300mJ a 400 mJ, suave carbonização ocorreu nas margens das cavidades.

Hadley *et al.* (2000) realizaram estudo clínico, com avaliação duplo-cego, da realização de preparos cavitários Classe I, III e V com laser Er,Cr:YSGG 20Hz, 5.5-6.0W no esmalte e 4.0-5.0W na dentina, ponta de safira cilíndrica com 750µm à distância de 2-3mm do substrato e com brocas em alta rotação. Foi avaliado o desconforto relatado pelo paciente, vitalidade, técnica de preparação, manutenção da restauração. Sendo observada significativa ausência de desconforto relatado pelos pacientes com o laser 98,5% (no trans operatório), 98,5% (pós-operatório) e 100% (após 2 e 30 dias e 6 meses de avaliação) e com alta rotação de 87.9% (no trans operatório), 90.9% (pós-operatório) e 100% (após 2 e 30 dias e 6 meses de avaliação); em ambos tratamento houve manutenção da vitalidade pulpar e das restaurações durante o período do estudo. Portanto o laser Er,Cr:YSGG foi eficiente, efetivo, preciso e seguro para remoção de cáries e preparos cavitários; oferecendo uma alternativa aos desconfortos de vibração e ruído provocado pela alta rotação.

Ramos *et al.* (2000) avaliaram, pela MEV, a morfologia da interface adesiva da superfície dentinária tratada com laser Er:YAG (KaVo KEY, Alemanha) e diferentes sistemas adesivos. Em 30 molares humanos hígidos, a face oclusal foi desgastada com lixas abrasivas, expondo a dentina superficial, dividindo em 2 grupos: sem laser (convencional) e irradiados com laser de Er:YAG (250mJ/2Hz), e subdivididos nos grupos: tratamento com sistema autocondicionante Clearfil Liner Bond 2, ácido fosfórico 35% e Scotchbond Multi-Purpose (3M ESPE), ácido fosfórico 35% e agente adesivo do Scotchbond Multi-Purpose, *primer* e agente adesivo do Scotchbond Multi-

Purpose e somente com o agente adesivo do Scotchbond Multi-Purpose. Os melhores resultados foram observados no grupo convencional, com ácido fosfórico e Scotchbond Multi-Purpose; e no grupo laser, com o sistema autocondicionante.

Yu *et al*, em 2000, avaliaram pela MEV os efeitos do laser Er,Cr:YSGG no esmalte e dentina em dentes humanos extraídos que foram irradiados com 6.0W e 20Hz por 5 segundos no esmalte e 5.0W e 20Hz por 5 segundos na dentina. Observaram que este laser promove a ablação tecidual com ausência de fusão ou carbonização; exposição dos prismas de esmalte paralelos, com ausência de *debris* e *smear layer*, na dentina observou-se superfície irregular, com abertura dos túbulos dentinários e ausência da *smear layer*, lembrando camadas de escamas. A análise pelo EDX mostrou significativo aumento das concentrações de cálcio (em peso) no esmalte e dentina irradiados comparados com o controle.

Borsatto *et al*. 2001, avaliaram a microinfiltração comparando vários métodos de tratamento de esmalte. Foram utilizados quarenta molares humanos e divididos em quatro grupos: 1) condicionamento ácido; 2) somente laser Er:YAG; 3) abrasão a ar com óxido de alumínio associado com condicionamento ácido e 4) laser Er:YAG associado com condicionamento ácido. Os resultados observados na superfície de esmalte que foram tratados exclusivamente com laser de Er:YAG tiveram o maior grau de microinfiltração.

Ceballos *et al*. (2001), compararam a microinfiltração em restaurações de classe V com os seguintes tratamentos: 1) condicionamento com ácido

fosfórico a 35%; 2) laser Er:YAG 3) laser seguido de condicionamento. O sistema adesivo Scotchbond I e resina Z100 foram utilizados para a restauração. Na margem oclusal as amostras que receberam tratamento com laser apresentaram maior microinfiltração. Na parede gengival, não houve diferença entre os grupos avaliados. As amostras foram analisadas em MEV, observou-se que as microexplosões produzidas pelo laser promoviam uma superfície irregular, micro e macroscopicamente. Houve formação de *tags*, porém não foi observada a formação de camada híbrida. Os autores concluíram que, apesar das características retentivas promovidas pela irradiação com laser Er:YAG na estrutura tanto de esmalte quanto de dentina, a microinfiltração sofrida pelas restaurações pós-laser foram grandes.

Em 2001, Corona *et al.*, compararam a microinfiltração em cavidades classe V preparadas com alta rotação, abrasão a ar e laser Er:YAG. Os grupos foram divididos da seguinte maneira: 1) alta rotação e condicionamento; 2) abrasão e condicionamento; 3) somente laser Er:YAG e 4) laser Er:YAG e condicionamento ácido. Utilizou-se Single Bond e a resina Z100, para restaurar as cavidades. O maior grau de microinfiltração foi observado nas cavidades preparadas e tratadas exclusivamente com Er:YAG. Os demais grupos apresentaram resultados similares no esmalte. Nenhuma das técnicas eliminaram completamente a microinfiltração na margem dentina/cimento.

Farmakis *et al.* (2001) avaliaram os efeitos do laser de Er Cr:YSGG no colágeno dentinário. Foram observadas severas alterações no colágeno

dentinário humano, após irradiação com o laser Er,Cr:YSGG, ao passo que, o condicionamento com ácido fosfórico provocou menores alterações no colágeno.

Gouw-Soares *et al.*, em 2001, realizaram uma pesquisa com o laser Er:YAG, verificando a mudança de temperatura na cavidade pulpar durante um preparo cavitário e verificaram que a temperatura não aumentou mais do que 3°C, o que é aceitável para manter a vitalidade pulpar, mesmo utilizando taxas de 10Hz e 500 a 850mJ. Os autores concluíram que nestes parâmetros o preparo de cavidades de classe V é seguro e efetivo para o uso em dentes humanos.

Kimura *et al.*, em 2001, investigaram as alterações morfológicas e atômicas na superfície da raiz, após a irradiação com laser Er,Cr:YSGG *in vitro*. Dezoito dentes pré-molares e molares, humanos foram irradiados nas superfícies da raiz numa posição vertical, com *spray* de água/ar com laser Er,Cr:YSGG, nos parâmetros 5.0W e 20Hz por 5 segundos de movimento. Crateras com superfícies grosseiras, porém limpas e nenhum derretimento ou carbonização foram observados nas amostras. Um exame atômico-analítico mostrou que a proporção de cálcio para fósforo indicou que não há alterações significantes entre o controle e as áreas irradiadas. Estes resultados demonstraram que o laser Er,Cr:YSGG possui um bom efeito de corte na superfície da raiz, e não causa carbonização após a irradiação a laser.

Navarro, em 2001, através de estudo *in vitro* avaliou a influência da irradiação do esmalte e dentina com o laser Er:YAG, com diferentes

parâmetros de energia, na resistência adesiva de um sistema adesivo autocondicionante, bem como analisou, através da MEV, as superfícies de esmalte e dentina irradiadas com o laser Er:YAG e tratadas com sistema adesivo autocondicionante. A análise superficial, pela MEV, mostrou que o laser Er:YAG promoveu ablação do esmalte e dentina, criando superfícies irregulares, com padrão morfológico microretentivo, sem evidência de danos térmicos, tais como carbonização, trincas e vitrificação das superfícies irradiadas. O esmalte e a dentina condicionados somente com o *primer* autocondicionante mostraram típico padrão de condicionamento para este sistema; o *primer* autocondicionante, aplicado após o laser Er:YAG, promoveu alterações superficiais no padrão morfológico criado pelo laser. O autor concluiu que o laser Er:YAG é capaz de influenciar na resistência adesiva do sistema autocondicionante à superfície do esmalte e dentina, sendo maior a sua efetividade quando foi utilizada a menor densidade de energia do laser. O laser Er:YAG, através da ablação do esmalte e dentina, altera a morfologia das superfícies irradiadas, criando um padrão microretentivo.

Roebuck *et al.* (2001) verificaram a influência de três tipos de energia do laser de Er:YAG na microinfiltração em restaurações de classe V com compômeros. Cavidades foram preparadas com laser Er:YAG com três tipos de energia (200mJ, 240mJ e 300mJ), com 5Hz de taxa de repetição e com uma fibra de 0,5 mm. Para o grupo controle foram preparadas 20 cavidades com alta rotação e pontas diamantadas. Os resultados demonstraram que houve microinfiltração em todos os grupos, tanto nas margens de esmalte e

que estatisticamente, não houve diferença significativa na microinfiltração entre as mesmas em todos os tipos de preparos, exceto para as margens de esmalte irradiadas com 240mJ, sendo que este grupo comportou-se significativamente menor que as margens em esmalte, preparados com energia de 200mJ e 300mJ assim como as margens de esmalte preparadas convencionalmente. Os autores concluíram que o preparo cavitário com o laser Er:YAG com os três tipos de energia usada não influenciou na microinfiltração das restaurações.

Setien *et al.* (2001), avaliaram a microinfiltração em cavidades classe V, restauradas com resina composta e variando os instrumentos de preparo: broca *carbide*, diamante, abrasivo a ar e laser Er:YAG. Utilizou-se sistema adesivo Single Bond em todas as cavidades. Com o condicionamento prévio do esmalte, não ocorreu microinfiltração em nenhum dos grupos.

Gonzalez Bahillo *et al.* 2002, avaliaram através de MEV a superfície de cavidades preparadas com laser e método convencional, e o grau de microinfiltração no esmalte e cemento. Foram preparadas 135 cavidades classe V e divididas em três grupos: 1) laser; 2) laser e condicionamento ácido; 3) instrumento rotatório. Os autores concluíram que o condicionamento ácido melhora a adesão dos materiais usados nas restaurações.

Hossain *et al.*, em 2002, através de estudo *in vitro* avaliou através de MEV as alterações da superfície do esmalte e dentina e a microinfiltração em cavidades preparadas com laser Er,Cr:YSGG e alta rotação. Os resultados demonstraram que a superfície preparada pelo laser melhora a

adesão dos materiais restaurados. As superfícies mostraram-se rugosas e irregulares com ausência da *smear layer*. Em relação a microinfiltração não houve diferença entre o laser e o preparo convencional com condicionamento ácido.

Kohara *et al.* (2002), avaliaram através de estudo *in vitro* a morfologia da superfície cavitária e compararam a microinfiltração em cavidades preparadas com laser Er:YAG e restauradas com resina composta com tratamento convencional em dentes decíduos. Trinta cavidades classe V foram preparadas, metade com laser Er:YAG com 300mJ/4Hz e a outra metade broca de diamante com alta rotação. Cinco cavidades de cada grupo foram avaliadas por MEV, as outras foram restauradas com resina composta sem ataque ácido, colocadas em solução de rodamine B a 0,6% e termocicladas. As superfícies das cavidades preparadas com o laser Er:YAG apresentaram-se irregulares, sem a presença da *smear layer*, a microinfiltração das cavidades preparadas com laser e restauradas com resina composta foi menor do que as preparadas com o método tradicional.

Matsumoto *et al.*, em 2002, avaliaram a aplicação de laser Er,Cr:YSGG para preparo cavitário. Neste estudo, a emissão de laser Er,Cr:YSGG, com ondas de 2,78µm, foi clinicamente aplicada para remover cáries e preparar cavidades, sendo que o resultado clínico foi avaliado. Este estudo incluiu 44 pacientes (26 femininos e 18 masculinos – com idades variando entre 23 e 58 anos), com um total de 50 preparos cavitários pela irradiação a laser Er,Cr:YSGG, com potência de 3 a 6W, com *spray* de água. A maioria dos casos (94%) foi preparada sem anestesia, e nenhuma dor foi

sentida em 34 casos (68%). Não houve reação adversa em nenhum dos casos, e a aceitação por parte do paciente a este sistema foi favorável. Todos os casos tiveram um bom prognóstico. A avaliação clínica geral foi satisfatória em 45 casos, ou seja, 90% do total. Deste presente estudo só podemos concluir que o sistema de laser Er,Cr:YSGG é um dispositivo eficiente, eficaz e seguro para remoção de cáries e preparo cavitário.

Palma Dibb *et al.* (2002), avaliaram o desempenho de três sistemas adesivos na microinfiltração de cavidades de classe V preparadas com laser Er:YAG. Foram preparadas trinta cavidades em terceiros molares humanos com margem incisal em esmalte e cervical em dentina/cimento utilizando laser Er:YAG. As amostras foram divididas em três grupos: 1) Bond-1; 2) Prime & Bond NT; e 3) Etch & Prime 3.0. Os autores concluíram que em todos os materiais testados, foram obtidos altos valores de microinfiltração na margem cervical.

Corona *et al.* (2003), avaliaram a microinfiltração marginal em cavidades de classe V preparadas com alta rotação e laser Er:YAG restauradas com diferentes materiais. Sessenta cavidades em esmalte e dentina foram preparadas e distribuídas em seis grupos: I, II e III alta rotação e IV, V e VI Er:YAG. O uso do laser de Er:YAG promoveu maior grau de microinfiltração quando comparado com alta rotação. Houve maior vedamento na interface do esmalte do que na dentina/cimento tanto para o preparo com laser e alta rotação.

3 PROPOSIÇÃO

Este estudo teve por objetivo, avaliar e comparar o grau de microinfiltração nas margens gengivais e incisais de cavidades classe V frente aos seguintes fatores:

- 3.1 Método de preparo: alta rotação, lasers Er:YAG e Er,Cr:YSGG;
- 3.2 Sistema adesivo: autocondicionante One-Up Bond F e frasco único Single Bond.

4 MATERIAL E MÉTODOS

4.1 Material

- Água destilada (Laboratório Mesquita, São Paulo, SP)
- Aplicadores descartáveis *microbrush* (KG Sorensen, Barueri, SP)
- Discos de lixas abrasivas de granulação 240, 400, 600 MASH (Buehler Ltd., Lake Bluff, IL, EUA)
- Discos de lixa Sof-Lex Pop-On (3M ESPE, Barueri, SP)
- Esmalte cosmético - cor vermelha (Colorama, São Paulo, SP)
- Espátula nº6 (Thompson, CO, EUA)
- Filme fotográfico (Kodak Ultra 400, Manaus, AM)
- Gel de ácido fosfórico 35% (3M ESPE Co., St. Paul, MN, EUA)
- Lapiseira e grafite 0,5 mm (Faber Castell)
- Mandril para contra ângulo (3M ESPE Co., St. Paul, MN, EUA)
- Papel absorvente (Softys, Melhoramentos, Caieiras, SP)
- Pedra-pomes (SS White, Rio de Janeiro, RJ)
- Ponta *carbide* nº 330 (JET, Canada)
- Ponta diamantada nº 1091 (K.G, Sorensen, Barueri, SP)
- Recipientes plásticos em forma de cubo

- Resina composta fotopolimerizável Filtek Z250 (3M ESPE Co., St. Paul, MN, EUA)

Composição:

Matriz Orgânica: Bis-fenol A – diglicidil éter dimetacrilato (Bis-GMA 6);
Bis-fenol A – polietileno glicol diéter dimetacrilato (Bis-EMA);
Uretano dimetacrilato (UDMA);
Tritileno glicol dimetacrilato (TEGDMA).

Matriz Inorgânica: Zircônia/Sílica (60% em volume tamanho médio de partícula de 0,6µm)

Cor A2

- Resina quimicamente ativada Sample-Kwick (Buehler Ltd., Lake Bluff, IL, EUA)

- Sistema adesivo Single Bond (3M ESPE Co., St. Paul, MN, EUA)

Composição:

HEMA, Bis-GMA;

Ácido Polialcenóico, Dimetacrilatos;

Água;

Etanol.

- Sistema Adesivo One-Up Bond F (Tokuyama Corp. Medical Depto., Japão)

Composição:

Agente Adesivo A: Monômero adesivo – MAC – 10

Monômero fosfórico

Agente Adesivo B: Água

Silicato Flúor Alumínio de Vidro

Borato Iniciador

- Solução aquosa de nitrato de prata 50% (Farmex, Santo André, SP)
- Sonda milimetrada (Duflex, Rio de Janeiro, RJ)
- Taça de Borracha (KG Sorensen, Barueri, SP)
- Tergestesim (Laboratório Probem, Catanduva, SP)
- Sessenta incisivos bovinos hígidos, extraídos de animais com idade média de três anos e meio (Frigorífico Mondelli, Bauru, SP)

4.2 Equipamentos

- Alta rotação modelo MS - 350, *spray* triplo, 350.000 rpm (Dabi Atlante, Ribeirão Preto, SP)
- Aparelho fotopolimerizador Optlux 400 com intensidade de luz emitida acima de 400mW/cm² (Demetron Research Corporation, EUA)
- Equipamento de laser Er:YAG modelo Opus 20 (Opus Dent, Tel Aviv, Israel) - Figura 4.1 - pertencente ao Laboratório Especial de Laser em Odontologia (LELO, Faculdade de Odontologia da Universidade de São Paulo) que conjuga o laser de Er:YAG e o CO₂. O laser Er:YAG emite comprimento de onda de 2,94µm, com duração de pulso variando de 200 a 500µm e frequência de 10 a 20 pps e sistema de entrega através de guia de onda oca acoplada a uma peça de mão a qual trabalha por contato através de uma ponta de safira de 1mm de diâmetro acoplada

(Figura 4.2). O aparelho possui um sistema de refrigeração através de um *spray* de água destilada. Esse aparelho segundo a norma ANSI (*American National Standards Institute*), é classificado como um aparelho de classe 4 e requer obediência permanente aos protocolos de segurança (Anexo A). Possui peças retas e anguladas que permitem o trabalho em contato ou de maneira desfocada, um sistema de auto calibração a partir da seleção da peça a ser usada no *display*, o qual compensa as eventuais perdas

- Equipamento de laser Er,Cr:YSGG modelo Waterlase (Millennium, Biolase, San Clemente, CA, EUA), - Figura 4.3 - pertencente ao Laboratório Especial de Laser em Odontologia (LELO, Faculdade de Odontologia da Universidade de São Paulo). O laser de Er,Cr:YSGG emite comprimento de onda de $2,78\mu\text{m}$, duração de pulso de 140 a 200 μs , frequência fixa de 20Hz, potência variável entre 0 e 6W, energia por pulso de 0 a 300mJ, sistema de entrega de fibra ótica, peça de mão com rotação de 360 e autoclavável, diferentes pontas de cristal de safira ($400\text{-}750\mu\text{m}$) - Figura 4.4 - trabalhando a uma distância de 2mm da superfície irradiada, área do feixe de $0,442\text{mm}^2$, através do sistema hidrocínético (*Hydrokinetic System*) onde há a interação do laser de Er,Cr:YSGG com a água e hidroxiapatita da estrutura dental e partículas de água atomizadas e energizadas promovendo a ablação e remoção do tecido dental. O sistema de refrigeração ar/água desempenha papel fundamental no processo de ablação, hidrocínética e refrigeração. É possível regular a saída de ar e água. Esse aparelho, segundo a norma

ANSI (*American National Standards Institute*), é classificado como um aparelho de classe 4 e requer obediência permanente aos protocolos de segurança (Anexo A)

- Lâmpada *photoflood* de 250W (G. E. do Brasil S.A.)
- Lupa estereomicroscópica (Olympus – SZ/PT – 40 x aumento original)
- Micromotor com contra ângulo (Dabi Atlante, Ribeirão Preto, SP)
- Máquina para ciclagem térmica (MCT 2 Amn Instrumental, EUA)
- Máquina politriz Ecomet 3 (Buehler Ltd., Lake Bluff, IL, EUA)
- Máquina de seccionamento Labcut 1010 (Extec, Enfield, EUA)
- Radiômetro de cura analógica de alta precisão Demetron (Kerr, CT, EUA)
- Sugador de alta potência (Dabi Atlante, Ribeirão Preto, SP)



Figura 4.1 - Equipamento de laser Er:YAG modelo Opus 20

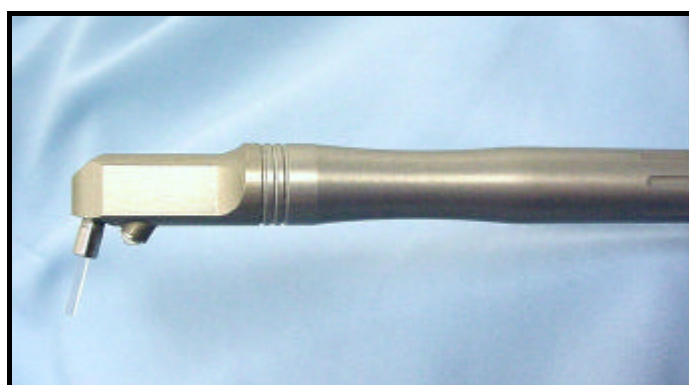


Figura 4.2 - Peça de mão do laser Er:YAG com acessórios (ponta de cristal de safira)



Figura 4.3 - Equipamento de laser Er,Cr:YSGG modelo Waterlase



Figura 4.4 - Peça de mão do laser Er,Cr:YSG com acessório (ponta de cristal de safira)

4.3 Métodos

4.3.1 Seleção das amostras

Para o desenvolvimento deste estudo foram selecionados sessenta incisivos bovinos hígidos, com superfície vestibular íntegra (Bonfim *et al.* 2001; Fredrich *et al.*, 2001) e que haviam sido armazenados em água destilada, sob refrigeração 4°C, por um período máximo de seis meses com objetivo de manter a integridade dentinária (Tonami, 1996).

Os dentes foram divididos em 6 grupos de 10.

4.3.2 Preparo das cavidades

Os dentes foram limpos com taça de borracha com uma mistura de pedra-pomes e água. Foi realizada cavidade classe V na face vestibular de cada dente no terço cervical, onde ocorre com maior frequência lesões de cárie e desmineralização em dentes humanos (Barnes *et al.*, 1994). A dimensão da cavidade foi padronizada em 3mm de altura no sentido cervico-oclusal, 2mm de profundidade e 4mm de largura. O contorno da cavidade foi previamente desenhado com grafite e a profundidade foi medida com uma sonda milimetrada.

As cavidades para cada grupo foram preparadas de acordo com o protocolo a seguir:

Grupo 1 e 2 – O preparo das cavidades foi executado com o auxílio de uma ponta diamantada nº1091, em alta rotação, refrigerada com *spray* ar/água no esmalte. Na dentina foi utilizada uma ponta *carbide* nº330. Após o término dos preparos, procedeu-se à limpeza das cavidades com tergestesim, seguida de lavagem *spray* ar/água e secagem com jatos de ar intermitentes.

Grupo 3 e 5 - O preparo das cavidades foi executado com laser de Er:YAG, utilizando-se os seguintes parâmetros: 700mJ, 10Hz em esmalte, 600mJ e 10Hz em dentina (Gouw-Soares *et al.*, 2001). Após o término dos preparos, procedeu-se à limpeza das cavidades com tergestesim, seguida de lavagem *spray* ar/água e secagem com jatos de ar intermitentes.

Grupo 4 e 6 - O preparo das cavidades foi executado com laser de Er,Cr:YSGG com os seguintes parâmetros: em esmalte com a fibra de safira cilíndrica (750µm), à distância de 2mm da superfície dental, com luz guia de diodo (635nm), frequência de 20Hz, potência de 4,0W, fluxo de água de 75% e de ar 40%, em dentina com a fibra de safira cilíndrica (750µm), à distância de 2mm da superfície dental, com luz guia de diodo (635nm), frequência de 20Hz, potência de 2,5W (Hossain *et al.*, 1999). Após o término dos preparos, procedeu-se à limpeza das cavidades com tergestesim seguida de lavagem *spray* ar/água e secagem com jatos de ar intermitentes.

4.3.3 Procedimento restaurador

As superfícies de esmalte e dentina dos grupos 1, 3 e 4 foram condicionadas com gel de ácido fosfórico a 35%, durante 15 segundos,

seguido da lavagem das cavidades por 15 segundos com jatos de água. O excesso de água foi removido com papel absorvente, mantendo-se a superfície ligeiramente úmida.

Em seguida, nas amostras dos grupos 1, 3 e 4, o adesivo Single Bond foi aplicado em duas camadas consecutivas, com o auxílio de aplicadores *microbrush*, após o que, foi aplicado um leve jato de ar por 5 segundos. As cavidades foram fotopolimerizadas por 10 segundos, conforme orientação do fabricante.

Nas amostras dos grupos 2, 5 e 6 foi aplicada uma camada do adesivo One-Up Bond F, e após 20 segundos fotopolimerizou-se a superfície por 10 segundos, conforme orientação do fabricante.

Todas as cavidades foram restauradas com resina composta fotopolimerizável Filtek Z250 pela técnica incremental (Hansen, 1986). Com auxílio de uma espátula, a primeira camada foi inserida de forma oblíqua nas paredes axial e mesial da cavidade; a segunda camada também foi inserida de forma oblíqua em contato com as paredes axial e distal. A última camada foi colocada preenchendo-se totalmente a cavidade. Cada incremento foi fotopolimerizado por 20 segundos, seguindo instruções do fabricante.

4.3.4 Acabamento e polimento das restaurações

Após os procedimentos restauradores, todas as amostras foram armazenadas em água destilada e em estufa a 37°C por 24 horas (Hansen &

Asmussen, 1985; Retief, 1991). O polimento foi realizado com discos de lixa Sof-lex de granulação decrescente, conforme orientação do fabricante.

4.3.5 Ciclagem térmica

Os grupos devidamente identificados foram submetidos ao processo de ciclagem térmica de 700 ciclos com banhos alternados entre 5° e 55° C num total de 24 horas (Asmussen, 1985; Bullard *et al.*, 1988).

Após a ciclagem térmica, as amostras foram secas com papel toalha e iniciou-se a impermeabilização. Foram aplicadas três camadas de esmalte cosmético, em toda superfície dental, excetuando-se a região da restauração aproximadamente 1,0mm ao redor.

4.3.6 Imersão e fixação

Após a ciclagem térmica e a impermeabilização, as amostras foram imersas em solução de nitrato de prata a 50% por um período de 8 horas em temperatura ambiente e total ausência de luz (Wu *et al.*, 1983; Matos & Matson, 1997). Concluída a imersão, as amostras foram lavadas em água corrente durante um minuto para remover o excesso da solução de nitrato de prata e secas com papel absorvente.

4.3.7 Inclusão e seccionamento

Parte da região radicular de aproximadamente 4mm foi cortada, o mesmo foi feito com a região coronária incisal sendo este corte de aproximadamente 3mm. As amostras foram então incluídas em recipientes plásticos em forma de cubo, contendo resina quimicamente ativada. Após a inclusão, cada corpo-de-prova foi seccionado longitudinalmente (sentido vestibulo-lingual) com discos de diamante sob refrigeração com água, na máquina de seccionamento, dividindo a restauração em duas porções: uma mesial e outra distal. Em seguida, as amostras foram desgastadas com lixas de carboneto de silício de granulação decrescente (240, 400 e 600), refrigeradas com água, adaptadas na máquina politriz, com objetivo de planificar a superfície (Barakat & Powers, 1986).

4.3.8 Revelação

Os corpos-de-prova seccionados foram colocados com a superfície de corte voltada para cima e expostos à lâmpada *photoflood*, por 5 minutos (Shaffer *et al.*, 1987; Matos & Matson, 1997).

O nitrato de prata quando em ausência de luz é incolor. Uma vez exposto à luz da lâmpada, adquire uma coloração negra, identificando a região onde o traçador penetrou na interface dente/restauração. Desta forma é possível avaliar a ocorrência ou não de microinfiltração, como também a sua extensão (Wu *et al.*, 1983; Shaffer *et al.*, 1987, Retif, 1991).

4.4 Leitura dos corpos-de-prova

Os corpos-de-prova foram avaliados em lupa estereomicroscópica com 25 vezes de aumento a fim de detectar qual a metade que mais infiltrou, sendo esta a escolhida para representar o resultado individual de cada corpo-de-prova.

Realizaram-se tomadas fotográficas, os negativos foram revelados e copiados em papel fotográfico tamanho 10x15cm. As cópias foram encaminhadas para os examinadores para leitura dos resultados.

4.5 Método de Avaliação

As fotos foram avaliadas por três examinadores que receberam treinamento adequado antes da leitura final para a obtenção de resultados seguros.

A escala seguida pelos examinadores para classificar o nível de microinfiltração foi proposta por Retief *et al.* (1982) e atribui um número para grau de microinfiltração, como se segue:

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

Cada examinador realizou duas leituras, uma na porção gengival e outra na incisal, em seis grupos de dez corpos-de-prova, perfazendo um total de cento e vinte leituras.

Com os resultados referentes a cada corpo-de-prova partiu-se para a determinação do resultado final. O resultado de cada examinador foi comparado com os demais e o resultado que mais predominou foi considerado o grau de microinfiltração final dos corpos-de-prova. Quando os três resultados eram diferentes, decidiu-se pelo número correspondente ao maior grau de microinfiltração.

Os dados obtidos foram submetidos à análise estatística através do teste estatístico não paramétrico de Kruskal-Wallis.

5 RESULTADOS

Os dados originais, bem como a moda obtida entre os três examinadores, estão presentes no Apêndice A para os resultados da margem gengival e Apêndice B para a margem incisal.

O tratamento estatístico foi realizado a fim de determinar se amostras independentes eram provenientes de populações diferentes. Os valores obtidos foram diferentes entre si, porém a estatística irá determinar se as diferenças encontradas entre as amostras significam diferenças efetivas entre as populações ou são causadas devido a amostras aleatórias de uma mesma população. O teste não paramétrico de Kruskal-Wallis comprova a hipótese de nulidade, de que várias amostras provenham da mesma população, ou de populações idênticas em relação às médias (Siegel, 1975).

Neste estudo, a hipótese de nulidade declarou não haver diferença entre os graus de microinfiltração, encontrados nas margens incisais com diferentes sistemas adesivos e preparados com técnicas diversas. Em contrapartida, a hipótese alternativa sugeriu que existiam diferenças entre elas. Desta forma, aplicou-se o teste de Kruskal Wallis, adotando o nível de significância de 5%, cento e vinte leituras em seis grupos de dez corpos-de-prova, perfazendo um total de cento e vinte leituras.

Com base da Tabela 5.1, observamos que existe diferença estatisticamente significativa entre os grupos experimentais testados ($p=0,00$) em relação ao grau de microinfiltração na margem gengival das restaurações de resina composta.

Tabela 5.1 - Resultado do teste de Kruskal-Wallis para a microinfiltração observada na margem gengival das restaurações dos grupos experimentais

	Resultados
H	28,98
Graus de liberdade	5
(p) Kruskal-Wallis	0,00

A Tabela 5.2 mostra as comparações pertinentes a este estudo em relação ao grau de microinfiltração na margem gengival das restaurações. A Tabela 5.3 ilustra as médias dos postos assumidos de cada grupo, permitindo a comparação precisa entre os grupos testados. Ou seja, existe diferença estatisticamente significativa quando comparamos os grupos G1xG3; G3xG5 e G4xG6.

Tabela 5.2 - Comparação entre as médias dos grupos testados na margem da parede gengival

Comparações entre os grupos	Resultado	Significância
p(1 e 2)	0.1012	n.s
p(1 e 3)	0.0590	*
p(1 e 4)	0.3273	n.s
p(2 e 5)	0.7056	n.s
p(2 e 6)	0.8829	n.s
p(3 e 4)	0.3633	n.s
p(3 e 5)	0.0001	*
p(4 e 6)	0.0057	*
p(5 e 6)	0.8177	n.s

*:significante

n.s: não significante

Tabela 5.3 - Média dos postos assumidos dos diferentes grupos

Grupos	Médias
G1 (Alta Rotação + Single Bond)	33,85
G2 (Alta Rotação + One-Up Bond F)	21,05
G3 (Er:YAG + Single Bond)	48,60
G4 (Er,Cr:YSGG + Single Bond)	41,50
G5 (Er:YAG + One-Up Bond F)	18,10
G6 (Er,Cr:YSGG + One-Up Bond F)	19,90

Avaliando individualmente cada comparação observou-se que o G1, onde o preparo foi realizado com alta rotação (33,85), infiltrou menos que o G3, onde o preparo foi realizado com Er:YAG (48,60), sendo o Single Bond o sistema adesivo utilizado em ambos os grupos.

Ao compararmos os grupos G3xG5, onde ambos os preparos cavitários foram realizados com laser de Er:YAG, observamos que o G3 (48,60) infiltrou mais do que o G5 (18,10).

A comparação entre os grupos G4 e G6, cujos preparos cavitários foram realizados com Er,Cr:YSGG, demonstra que o G4 (41,50) infiltrou mais que o G6 (19,90). No G4 foi utilizado o sistema adesivo Single Bond enquanto que no G6 o sistema adesivo foi o One-Up Bond F.

Ao analisar a Tabela 5.4 observa-se que não houve diferença estatisticamente significativa entre os grupos testados. Ou seja, na margem incisal, os três instrumentos utilizados para a realização do preparo cavitário ofereceram os mesmos graus de microinfiltração quando comparados entre si, com a utilização dos dois tipos de sistemas adesivos testados.

Tabela 5.4 - Resultado do teste de Kruskal-Wallis para a microinfiltração observada na margem incisal das restaurações dos grupos experimentais

	Resultados
H	2,61
Graus de liberdade	5
(p) Kruskal-Wallis	0,75

As figuras subseqüentes ilustram corpos-de-prova e microinfiltração nas combinações: alta rotação/adesivo One-Up Bond F (Figura 5.1), alta rotação/adesivo Single Bond (Figura 5.2), laser Er,Cr:YSGG/adesivo One-Up Bond F (Figura 5.3), laser Er,Cr:YSGG/adesivo Single Bond (Figura 5.4),

laser Er:YAG/adesivo One-Up Bond F (Figura 5.5) e laser Er:YAG/adesivo Single Bond (Figura 5.6).

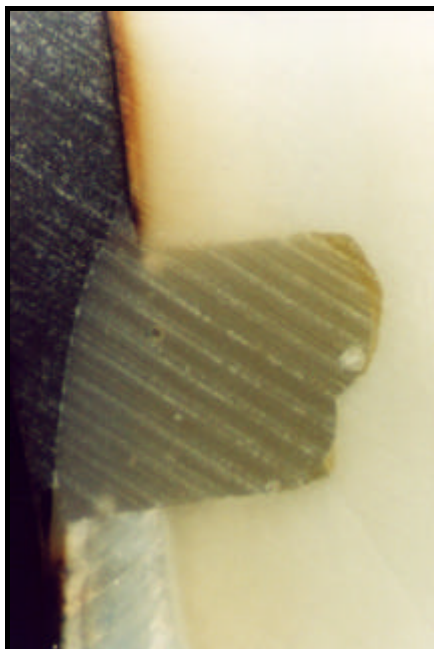


Figura 5.1 - Preparo com alta rotação e adesivo One-Up Bond F



Figura 5.2 - Preparo com alta rotação e adesivo Single Bond



Figura 5.3 - Preparo com laser Er,Cr:YSGG e adesivo One-Up Bond F

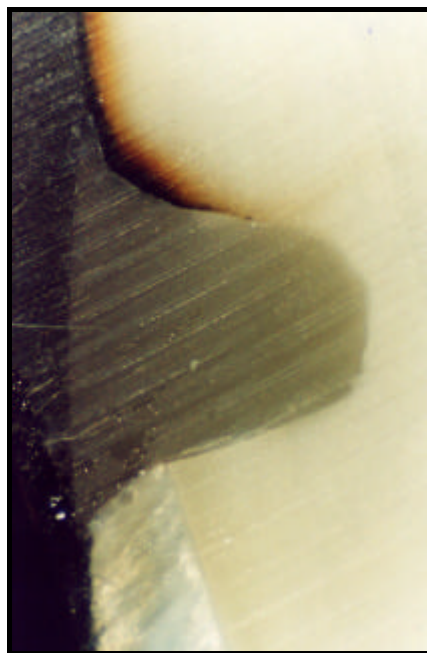


Figura 5.4 - Preparo com laser Er,Cr:YSGG e adesivo Single Bond

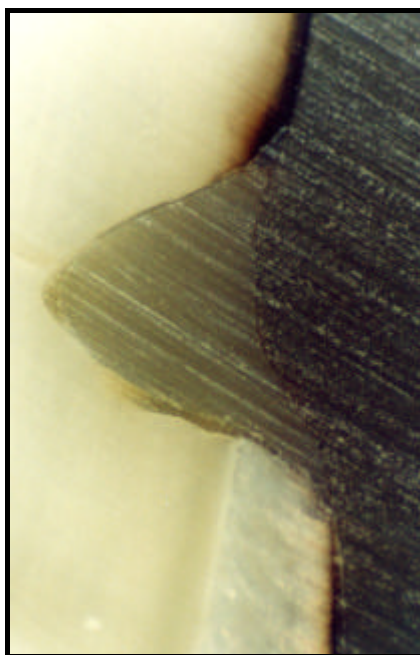


Figura 5.5 - Preparo com laser Er:YAG e adesivo One-Up Bond F



Figura 5.6 - Preparo com laser Er:YAG e adesivo Single Bond

6 DISCUSSÃO

Neste estudo foi avaliado o grau de microinfiltração nas margens gengivais e incisais de restaurações de classe V, que ainda representa um desafio para a Odontologia restauradora.

Para evidenciar a microinfiltração através de escores, utilizou-se nitrato de prata que tem sido aceito por grande parte dos pesquisadores (Wu *et al.*, 1983; Matos & Matson, 1997).

Optamos pela termociclagem em todos os corpos-de-prova, que, em pesquisas *in vitro*, propicia o envelhecimento dos materiais utilizados e permite avaliar os efeitos das diferenças entre os coeficientes de expansão térmica (Bullard *et al.*, 1988).

Ao analisarmos a Tabela 5.4, observamos que não ocorreram diferenças estatisticamente significantes entre os grupos testados. Ou seja, na margem incisal, os três instrumentos utilizados para a realização do preparo cavitário e os dois sistemas adesivos apresentaram os mesmos graus de microinfiltração quando comparados entre si. Fato que corrobora o que clinicamente tem sido observado: as margens cavitárias localizadas em esmalte são menos críticas tanto para a escolha do material quanto para a

técnica utilizada. Corona *et al.* (2001), ao restaurar cavidades de classe V, também observou melhor selamento em margens de esmalte.

Desde os primeiros estudos de Hibst & Keller (1989) foi observada a efetividade do laser Er:YAG na ablação dos tecidos duros dentais durante a remoção do tecido cariado, preparo cavitário e condicionamento dental, visto que, este laser emitia um comprimento de onda específico de 2,94 μ m, o qual coincidia com o pico de absorção da água dos tecidos mineralizados.

A ablação pelo laser Er:YAG promove um substrato dental com microporosidades, ausência da *smear layer*, exposição dos prismas de esmalte e abertura dos túbulos dentinários; criando um padrão morfológico microretentivo que favorece a realização de procedimentos restauradores adesivos (Li *et al.*, 1992; Tanji *et al.*, 1997; Eduardo *et al.*, 1998; Navarro *et al.*, 2001; Shigetani *et al.*, 2002).

A refrigeração *spray*/água, durante a irradiação com o laser Er:YAG, reduz a temperatura, o risco de danos térmicos pulpare e torna a ablação mais efetiva e segura (Hibst & Keller, 1989; Hoke *et al.*, 1990; Burkes Jr *et al.*, 1992; Keller & Hibst, 1992; Li *et al.*, 1992; Zhao-Zhang *et al.*, 1992; Sekine *et al.*, 1994; Glockner, 1998; Keller *et al.*, 1998; Miserendino, 1998; Gouw-Soares *et al.*, 2001).

O nosso estudo demonstrou que houve maior microinfiltração na margem gengival dos preparos realizados com laser Er:YAG comparados com alta rotação e o sistema adesivo Single Bond. A Tabela 5.1 ilustra as diferenças estatisticamente significantes com relação ao grau de microinfiltração da margem gengival entre os grupos experimentais.

Utilizamos condicionamento total com ácido fosfórico a 35% em esmalte e dentina, seguido de aplicação do sistema adesivo Single Bond. Através do condicionamento ácido na dentina remove-se a *smear layer*, para promover melhor adesão à matriz dentinária com desmineralização da dentina intertubular e peritubular; limpeza da superfície dentinária e facilitar a penetração da resina nos túbulos (Nakabayashi *et al.*, 1982; Pashley, 1992).

Na margem gengival observou-se menor microinfiltração quando da utilização do sistema adesivo autocondicionante One-Up Bond F para os preparos com lasers Er:YAG e Er,Cr:YSGG, como demonstra a Tabela 5.3.

Como ocorre no laser Er:YAG, o preparo com laser Er,Cr:YSGG resulta em superfícies rugosas, irregulares e com ausência de *smear layer* e que, por si só, podem melhorar a adesão dos materiais restauradores (Hossain *et al.*; 2002). O laser Er,Cr:YSGG apresenta comprimento de onda de 2.78 μ m, com picos de absorção pela água e hidroxiapatita. A associação do laser Er,Cr:YSGG com o sistema hidrocínético (Hydrokinetic System) propicia a refrigeração, minimizando risco de danos térmicos, aumentando o potencial de remoção tecidual devido às partículas de água energizadas que interagem com o substrato (Schmidt, 1999; Hossain *et al.*, 1999).

Acredita-se que existe a correlação entre as forças de adesão de restaurações de resina composta com o grau de microinfiltração na interface de restaurações (Fortin *et al.*, 1994). Para conseguirmos melhor adesão das resinas compostas ao substrato dental, podemos modificar ou remover totalmente a *smear layer* (Pashley, 1992; Pashley & Carvalho, 1997). Os sistemas adesivos autocondicionantes, não removem, e sim tratam da *smear*

layer com um *primer* acidulado (Nishida *et al.*, 1993). Com os sistemas adesivos autocondicionantes ocorre o simultâneo condicionamento ácido e ação do *primer* na superfície dental. Não é necessária a lavagem da cavidade, o que simplifica a técnica de aplicação, reduzindo a possibilidade de excesso da secagem que influencia negativamente no mecanismo de adesão (Pashley & Carvalho, 1997; Perdigão & Lopes, 1999; Haller 2000). Os adesivos autocondicionantes são capazes de produzir adesão micromecânica à dentina através de hibridização (Vargas *et al.*, 2000).

Ao indicarmos a utilização dos adesivos autocondicionantes devemos procurar entender suas diferenças em relação aos demais sistemas. O condicionamento ácido promove desmineralização profunda com a formação de camada híbrida mais espessa e *tags* mais longos. No sistema adesivo autocondicionante, a camada híbrida apresenta-se menos espessa e com *tags* mais curtos. O *primer* contém um monômero resinoso ácido, com menor acidez que o ácido fosfórico 37% e limitada profundidade de ação, além de ser tamponado pela hidroxiapatita (Youssef *et al.*, 1988). Com os sistemas autocondicionantes observa-se uma restrita área de desmineralização, imediatamente preenchida pelo agente adesivo, havendo a incorporação na camada híbrida da *smear layer* e da dentina subjacente hibridizadas.

Observamos que os adesivos autocondicionantes na presente pesquisa, proporcionaram menores graus de microinfiltração quando comparados aos sistemas adesivos de frasco único. Este comportamento

pode ser creditado ao fato da ablação da dentina e do esmalte proporcionada pelo laser criar padrões microretentivos (Navarro, 2001).

Os valores menores de microinfiltração apresentados pela combinação alta rotação/adesivo de frasco único, comparados aos valores maiores resultantes dos grupos laser/adesivo de frasco único, permitem-nos inferir que talvez a técnica de condicionamento ácido total não deva ser indicada para cavidades preparadas com laser. Seja pela não presença de uma camada típica da *smear layer*, após a ablação, seja pelas características da superfície preparada.

Uma vez que utilização do alta rotação para os procedimentos restauradores é totalmente aceita e segura, novas pesquisas sobre as vantagens da utilização do laser em preparos cavitários devem ser realizadas. Como sugeriu Saraceni (2002) talvez o caminho seja descobrir qual modificação química a irradiação do laser promove na dentina.

Portanto, acreditamos que a técnica de preparo é um fator a ser considerado na escolha do sistema adesivo, posto que, os resultados deste trabalho demonstram que o substrato dental resultante do preparo cavitário pode influenciar na microinfiltração da restauração realizada.

7 CONCLUSÕES

Diante da metodologia aplicada neste estudo, pôde-se concluir que:

- 7.1 Na margem gengival, quando utilizou-se o sistema adesivo Single Bond, houve maior microinfiltração nos preparos realizados com laser Er:YAG do que com alta rotação;
- 7.2 Na margem gengival, quando foram realizados preparos com lasers Er:YAG e Er,Cr:YSGG, observou-se menor microinfiltração quando da utilização do sistema adesivo One-Up Bond F;
- 7.3 Na margem incisal os três métodos de preparo - alta rotação, lasers Er:YAG e Er,Cr:YSGG - e os dois sistemas adesivos ofereceram os mesmos graus de microinfiltração quando comparados entre si.

ANEXO

ANEXO A

Protocolos dos Procedimentos Básicos de Segurança

Segundo a norma ANSI (*American National Standards Institute*), os lasers utilizados neste estudo podem ser classificados como oriundos de um equipamento da classe 4, já que geram radiações capazes de produzir reflexões difusas perigosas; ou seja estando acima da classe 3b cuja visualização intrafeixe é sempre perigosa mas cujas reflexões difusas são normalmente seguras.

Para tanto, devemos obedecer sempre que possível às seguintes normas de segurança:

- Uso de protetores oculares – item obrigatório e de utilização irrestrita por todas as pessoas presentes no ambiente clínico e/ou laboratorial. Os protetores oculares devem estar sempre adequados ao comprimento de onda do laser utilizado.
- Materiais Refletores – mesmo com o uso de protetores oculares, deve ser evitada a utilização de materiais e instrumentais reflexivos durante a prática clínica ou laboratorial, no sentido de se evitar ao máximo a produção de reflexão difusa.
- Aspiradores – sempre que planejar a execução de procedimentos clínicos com laser da classe 4 deve-se prever o uso de maneira constante, durante toda a intervenção, de aspiradores de alta potência acoplados à bomba a vácuo. Isso deve ser feito com o objetivo de se evitar a inalação de produtos provenientes da vaporização tecidual. Da

mesma maneira deve-se utilizar mascarar com alto poder de filtração com a mesma finalidade.

- Ambiente clínico e/ou laboratorial – deve ser fechado e de uso restrito a pessoas habilitadas. Dispositivos de travamento e desligamento automático do equipamento do tipo *interlock* pode e deve ser utilizado. O ambiente deve ainda conter, obrigatoriamente, placas de advertência externa.
- Habilitação – clínicos ou pesquisadores devem ter tido treinamento e demonstrado conhecimento científico suficiente para manusear esse tipo de equipamento.

REFERÊNCIAS ¹

Andia-Merlin R, Garone-Netto, N. Estudo micromorfológico *in vitro* de dois sistemas adesivos prévio e um sistema adesivo autocondicionante sobre dentina superficial humana [resumo A20]. RPG 2001;8(3):253.

Aoki A, Ishikawa I, Yamada T, Otsuki M, Watanabe H, Tagami J, et al. Comparison between Er:YAG laser and conventional technique for root caries treatment *in vitro*. J Dent Res 1998;77(6):1404-14.

Armengol V, Jean A, Rohanzadeh R, Hamel H. Scanning electron microscopic analysis of diseased and healthy dental hard tissues after Er:YAG laser irradiation: *in vitro* study. J Endod 1999;25(8):543-6.

Asmussen E. Clinical relevance of physical, chemical, and bonding properties of composite resins. Oper Dent 1985;10(2):61-73.

Barakat MM, Powers JM. *In vitro* bond strength of cements to treated teeth. Aust Dent J 1986;31(6):415-9.

Barnes DM, McDonald NJ, Thompson VP, Blank LW, Shires, PJ. Microleakage in facial and lingual class 5 composite restorations: a comparison. Oper Dent, 1994;19(4):133-7.

Bonfim MDC, Anauate Netto C, Youssef MN, Kuchinski FB, Carmo ARP. Estudo micromorfológico comparativo entre dentina humana e bovina, ao MEV [resumo I321]. Pesqui Odontol Bras 2001;15 Supl:62.

Borsatto MC, Corona SA, Dibb RG, Ramos RP, Pecora JD. Microleakage of a resin sealant after acid-etching, Er:YAG laser irradiation and air-abrasion of pits and fissures. J Clin Laser Med Surg 2001;19(2):83-7.

¹ De acordo com o Estilo Vancouver. Abreviatura de periódicos segundo Bases de Dados MEDLINE.

Brännström M. Infection beneath composite resin restorations: can it be avoided? *Oper Dent* 1987;12(4):158-63.

Bullard RH, Leinfelder KF, Russel CM. Effect of coefficient of thermal expansion on microleakage. *J Am Dent Assoc* 1988;116(7):871-4.

Buonocore MG. A simple method of increasing the adhesion of acrylic filling materials to enamel surfaces. *J Dent Res* 1955;34(6):849-53.

Burkes EJ Jr, Hoke J, Gomes E, Wolbarsht M. Wet versus dry enamel ablation by Er:YAG laser. *J Prosthet Dent* 1992;67(6):847-51.

Cardoso PEC, Placido E, Francci CE, Perdigão J. Microleakage of class V resin-based composite restorations using five simplified adhesive systems. *Am J Dent* 1999;12(6):291-4.

Cassoni A, Youssef MN. Resistência à tração de dois sistemas adesivos dentinários utilizando duas técnicas de inserção da resina composta. *RPG* 2002;9(4):324-30.

Ceballos L, Osorio R, Toledano M, Marshall GW. Microleakage of composite restorations after acid or Er-YAG laser cavity treatments. *Dent Mater* 2001;17(4):340-6.

Corona SA, Borsatto M, Dibb RG, Ramos RP, Brugnera A, Pecora JD. Microleakage of class V resin composite restorations after bur, air-abrasion or Er:YAG laser preparation. *Oper Dent* 2001;26(5):491-7.

Corona SA, Borsatto MC, Pecora JD, De Sa Rocha RA, Ramos TS, Palma-Dibb RG. Assessing microleakage of different class V restorations after Er:YAG laser and bur preparation. *J Oral Rehabil* 2003;30(10):1008-14.

Cozean C, Arcoria CJ, Pelagalli J, Powell GL. Dentistry for the 21st century ? Erbium:YAG laser for teeth. *J Am Dent Assoc* 1997;128(8):1080-7.

Dostálová T, Jelínková H, Krejsa O, Hamal K, Kubelka J, Procházka S, et al. Dentin and pulp response to Erbium:YAG laser ablation: a preliminary of human teeth. *J Clin Laser Med Surg* 1997;15(3):117-21.

Eduardo CP, Myaki SI, Oliveira Jr WT, Arana-Chavez VE, Tanji EY. Micromorphological evaluation of enamel surface and shear bond strength of a composite resin after Er:YAG laser irradiation. An in vitro study. In: Proceedings of the the 5th International Congress on Lasers in Dentistry, 1996, Israel. Bologna: Monduzzi, 1996. p. 41-4.

Eduardo PLP, Ramos ACB, Eduardo CP. The use of the Er:YAG laser in cavity preparation clinical cases. In: Proceedings of the 6th International Congress on Lasers in Dentistry; 1998, Maui. Maui: ISLD;1998. p. 202-5.

Farmakis E, Kontakiotis E, Kouvelas N. Effect of Erbium Cr:YSGG laser on human dentin collagen. A preliminary study [resumo DGL-ESOLA]. J Oral Laser Appl 2001(1):13.

Fortin D, Swift EJJr, Denehy GE, Reinhardt JW. Bond strength and microleakage of current dentin adhesives. Dental Mater 1994;10(4):253-8.

Fredrich AL, Baldissera RA, Bueno M, Oliveira EF, Camacho GB. Comparação *in vitro* de dentes humanos e bovinos quanto à microinfiltração [resumo I319]. Pesqui Odontol Bras 2001;15 Supl:61.

Fusayama T, Nakamura M, Kurosaki N, Iwaku M. Non-pressure adhesion of a new adhesive restorative resin. J Dent Res 1979;58(4):1364-70.

Garone Filho W. Adesão em esmalte e dentina. In: Cardoso RJA, Gonçalves EAN. Dentística, Laser. São Paulo: Artes Médicas; 2002. cap.2, p.27-55.

Gimble C, Hansen R, Swett A, Winn D, Pelagalli J, Cozean C. Er:YAG clinical studies for hard tissue applications. In: Proceedings of the International Congress on Lasers in Dentistry, 1994, Singapore. p.267-71.

Glockner C, Rumper J, Ebeleseder K, Städtler P. Intrapulpal temperature during preparation with the Er:YAG laser compared to the conventional burr: an in vitro study. J Clin Laser Med Surg 1998;16(3):153-7.

Goldstein RG. Multipurpose laser offers unique approach to restorative dentistry. Dent Today 1999;18(10):1-4.

Gonzalez Bahillo J, Ruiz Pinon M, Rodriguez Nogueira J, Martin Biedma B, Varela Patino P, Magan Munoz F, et al. A comparative study of microleakage through enamel and cementum after laser Er:YAG instrumentation in class V cavity obturations, using scanning electron microscopy. *J Clin Laser Med Surg* 2002;20(4):197-201.

Gouw-Soares S, Pelino JEP, Haypek P, Bachmann L, Eduardo CP. Temperature rise in cavities prepared in vitro by Er:YAG laser. *J Oral Laser Appl* 2001;1(2):119-23.

Gross D, Raab WHM, Keller U, Hibst R. Surface morphology of dental hard tissues after Er:YAG laser treatment. In: *Proceedings of the International Society of Lasers in Dentistry; 1992, Salt Lake City. Salt Lake City 1992. p. 133-4.*

Gutknecht N, Apel CH, Carlsburg S, Lampert F. Bond strength of composite on Er:YAG laser - Er, Cr:YSGG laser and acid-etched enamel. In: *Proceedings of the 6th International Congress on Lasers in Dentistry, 1998, Maui. Maui: International Society for Lasers in Dentistry;1998. p. 57.*

Hadley J, Young DA, Eversole LR, Gornbein JA. A laser-powered hydrokinetic system for caries removal and cavity preparation. *J Am Dent Assoc* 2000;131(6):777-85.

Haller B. Recent developments in dentin bonding. *Am J Dent* 2000;13(1):44-50.

Hansen EK. Effect of cavity depth and application technique on marginal adaptation of resins in dentin cavities. *J Dent Res* 1986;65(11):1319-21.

Hansen EK, Asmussen E. Comparative study of dentin adhesives. *Scand J Dent Res* 1985;93(3):280-7.

Hibst R, Keller U. Experimental studies of the application of the Er:YAG laser on dental hard substances: I. Measurement of the ablation rate. *Lasers Surg Med* 1989;9(4):338-44.

Hibst R, Keller U. The mechanism of Er:YAG laser induced ablation of dental hard substances. In: Proceedings of the International Society for Optical Engineering, 1993, Los Angeles. Los Angeles: SPIE 1880, 1993. p. 153-62.

Hoke L, Burkes E, Gomes E, Wolbarsht ML. Erbium-YAG (2.94 μm) laser effects on dental tissues. *J Laser Appl* 1990;6:1-5

Hossain M, Nakamura Y, Yamada Y, Kimura Y, Matsumoto N, Matsumoto K. Effects of Er,Cr:YSGG laser irradiation in human enamel and dentin: ablation and morphological studies. *J Clin Laser Med Surg* 1999;17(4):155-9.

Hossain M, Nakamura Y, Yamada Y, Murakami Y, Matsumoto K. Microleakage of composite resin restoration in cavities prepared by Er,Cr:YSGG laser irradiation and etched bur cavities in primary teeth. *J Clin Pediatr Dent* 2002;26(3):263-8.

Jean A, Armengol V, Assomou M, Hamel H. Microleakage along composite restoration following Er:YAG laser irradiation versus acid-etched [resumo 2447]. *J Dent Res* 1998;77:937.

Jelinková H, Dostálová T, Krejsa O, Hamal K, Kubelka J, Procháska S. The influence of Er:YAG laser ablation on cavity surface and cavity shape. In: Wigdor HÁ, Featherstone JD, White JM, Neev J, editores. *Lasers in dentistry II* 1996. p193-9. (SPIE, 2672).

Keller U, Hibst R. Erbium:YAG laser in caries therapy: indications and first clinical results. In: Proceedings of the 3th International Congress on Laser in Dentistry, 1992, Salt Lake City. Salt Lake City: ISLD, 1992. p. 151-2.

Keller U, Hibst R, Geurtsen W, Schilke R, Heidemann D, Klaiber B, et al. Erbium:YAG laser application in caries therapy. Evaluation of patient perception and acceptance. *J Dent* 1998;26(6):649-56.

Khan MFR, Yonaga K, Yuichi K, Funato A, Matsumoto K. Study of microleakage at class I cavities prepared by Er:YAG laser using three types of restorative materials. *J Clin Laser Med Surg* 1998;16(6):305-8.

Kimura Y, Yu Da-Guang, Kinoshita Jun-Ichiro, Hossain M, Yokoyama K, Murakami Y, et al. Effects of Erbium,Chromium:YSGG laser irradiation on root surface: morphological and atomic analytical studies. J Periodontol 2001;19(2):69-72.

Kohara EK, 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. J Clin Laser Med Surg 2002;20(3):141-7.

Kumazaki M. Removal of hard tissue (cavity preparation) with the Er:YAG laser. In: Proceedings of the International Congress on Lasers in Dentistry, 1994. p.151-7.

Li Z, Code JE, Van de Merwe WP. Er:YAG laser ablation of enamel and dentin of human teeth: determination of ablation rates at various fluences and pulse repetition rates. Laser Surg Med 1992;12(6):25-30.

Lopes GC, Baratieri CM, Vieira LCC, Baratieri LN. Microinfiltração de restaurações de resina composta usando adesivos autocondicionantes [resumo I127]. Pesqui Odontol Bras 2001;15 Supl:37.

Martins F, Martins EOB, Consani RLX, Sinhoreti MC. Teste de microinfiltração dos cinco mais novos adesivos dentinários [resumo H008]. Pesqui Odontol Bras 2001;15 Supl:13.

Matos AB, Matson E. Contribuição ao estudo da microinfiltração *in vitro* de lesões cervicais não cariosas restauradas com diferentes materiais adesivos e técnicas. Rev Odontol Univ São Paulo 1997;11 Supl:35-41.

Matsumoto, K. Basic and clinical research on Er:YAG laser in dentistry. In: International Congress on Lasers in Dentistry, 6., 1998, Maui. Proceedings... Maui: ISLD, 1998. p. 235-6.

Matsumoto K, Nakamura Y, Mazeki K, Kimura Y. Clinical dental application of Er:YAG laser for class V cavity preparation. J Clin Laser Med Surg 1996;14(3):123-7.

Matsumoto K, Hossain M, Hossain Iqbal MM, Kawano H, Kimura Y. Clinical Assessment of Er,Cr:YSGG laser application for cavity preparation. *J Clin Laser Surg* 2002;20(1):17-21.

Miserendino JL. SEM and dye penetration comparison of Er:YAG laser vs traditional treatments. In: *Proceedings of the International Congress on Lasers in Dentistry, 1998, Maui*. Maui: International Society for Lasers in Dentistry, 1998. p. 34.

Nakabayashi N, Pashley DH. *Hybridization of dental hard tissue*. Tokyo: Quintessence, 1998.

Nakabayashi N, Kojima K, Masuhara E. The promotion of adhesion by the infiltration of monomers into tooth substrates. *J Biomed Mater Res* 1982;16(3):265-73.

Nakabayashi N, Nakamura M, Yasuda N. Hybrid layer as a dentin-bonding mechanism. *J Esthet Dent* 1991;3(4):133-8.

Navarro RS. Resistência à tração de resina composta sobre esmalte e dentina condicionados com laser de Er:YAG e um sistema adesivo auto-condicionante. Análise das superfícies pela microscopia eletrônica de varredura [Dissertação de Mestrado]. São Paulo: Faculdade de Odontologia da USP; 2001.

Nishida K, Yamauchi J, Wada T, Hosoda H. Development of a new bonding system [resumo IADR 267]. *J Dent Res* 1993;72:137.

Niu W, Eto JN, Kimura Y, Takeda FH, Matsumoto K. A Study on microleakage after resin filling of class V cavities prepared by Er:YAG laser. *J Clin Laser Med Surg* 1998;16(4):227-31.

Palma Dibb RG, Milori Corona SA, Borsatto MC, Ferreira KC, Pereira Ramos R, Djalma Pecora J. Assessing microleakage on class V composite resin restorations after Er:YAG laser preparation varying the adhesive systems. *Clin Laser Med Surg* 2002;20(3):129-33.

Pashley DH. The effects of acid etching on the pulpodentin complex. *Oper Dent* 1992;17(6):229-42.

Pashley DH, Carvalho RM. Dentine permeability and dentine adhesion. *J Dent* 1997;25(5):355-72.

Pelagalli J, Gimbell CB, Hansen RT, Swett A, Winn II DW. Investigational study of the use of Er:YAG laser versus dental drill for caries removal and cavity preparation - Phase I. *J Clin Laser Med Surg* 1997;15(3):109-15.

Perdigão J. Dentin bonding as a function of dentin structure. *Dent Clin North Am* 2002;46(2):277-301.

Perdigão J, Lopes M. Dentin bonding-state of the art 1999. *Comped Contin Educ Dent* 1999;20(12):1151-62.

Pilo R, Ben-Amar A. Comparasion of microleakage for three one-bottle and three multiple-step dentin bonding agents. *J Prosthet Dent* 1999;82(2):209-13.

Prati C, Chersoni S, Cretti L, Mongiorgi R. Marginal morphology of class V composite restorations. *Am J Dent* 1997;10(5):231-6.

Prati C, Chersoni S, Mongiorgi R, Pashley DH. Resin- infiltrated dentin layer formation of new bonding systems. *Oper Dent* 1998;23(4):185-94.

Ramos A, Robles F, Zezell DM, Eduardo CP. The interaction of two different adhesive systems with the irradiated human dentin by Er:YAG laser. In: *Proceedings of the 7th International Congress on Lasers in Dentistry, 2000, Brussels*. Brussels: ISLD, 2000. p. 41.

Retief DH. Standarzing laboratory adhesion tests. *Am J Dent* 1991;4(5):231-6.

Retief DH, Woods E, Jamison HC. Effect of cavosurface treatment on marginal leakage in class V composite resin restorations. *J Prosthet Dent* 1982;47(5):496-501.

Rizoiu I, Kohanghadosh F, Kimmel AI, Eversole LR. Pulpal thermal responses to an erbium,chromium:YSGG pulsed laser hydrokinetic system. *Oral Surg Oral Med Oral Pathol Oral Radiol Endod* 1998;86(2):220-3.

Roebuck EM, Whitters CJ, Saunders WP. The influence of three Erbium:YAG laser energies on the *in vitro* microleakage of class V compomer resin restorations. *Int J Paediatr Dent* 2001;11(1):49-56.

Santos MG. Avaliação, *in vitro*, da microinfiltração em cavidades de classe V de dentes humanos, com paredes em esmalte e dentina, utilizando-se diferentes tipos de sistemas adesivos e resinas compostas (microhíbridas e de baixa viscosidade) [Dissertação de Mestrado]. São Paulo: Faculdade de Odontologia da USP; 2000.

Saraceni CHC. Avaliação da resistência à tração de dois sistemas adesivos em superfícies dentinárias que receberam diferentes tipos de tratamento: estudo morfológico ultraestrutural [Dissertação de Doutorado]. São Paulo: Faculdade de Odontologia da USP; 2002.

Schmidt DA. The millenium has arrived. *Dent Today* 1999;18(9):1-2.

Sekine Y, Ebihara A, Takeda A, Suda H. Erbium:YAG laser application to cavity preparation: light microscopy investigation of the tooth pulp. In: *Proceedings of the 4th International Congress on Lasers in Dentistry, 1994, Singapore*. Bologna: Monduzzi, 1994. p. 167-71.

Setien VJ, Cobb DS, Denehy GE, Vargas MA. Cavity preparation devices: effect on microleakage of Class V resin-based composite restorations. *Am J Dent* 2001;14(3):157-62.

Shaffer SE, Barkmeier WW, Kelsey WP. Effects of reduced acid conditioning time on enamel microleakage. *Gen Dent* 1987;35(4):278-80.

Shigetani Y, Tate Y, Okamoto A, Iwaku Masaaki, Abu-Bakr N. A study of cavity preparation by Er:YAG laser. Effects on the marginal leakage of composite resin restoration. *Dent Mat J* 2002;21(3):238-49.

Siegel, S. Estatística não paramétrica para ciências do comportamento. São Paulo: McGraw Hill do Brasil, 1975.

Tanji EY, Matsumoto K, Eduardo CP. Scanning electron microscopic observations of dentin surface conditioned with the Er:YAG laser [resumo DGL 6]. *Deuts Gesellschaft Laser Newsletter* [resumo DGL 6] 1997;8:6.

Tonami K. Effect of storage on tensile strenght of bovine dentin [abstract 2161]. Dent Mater 1996;75:288.

van Meerbeek B. Clinical status of ten dentin adhesives systems. J Dent Res 1994;73(11):1690-702.

van Meerbeek B. Correlative transmission electron microscopy examination of nondemineralized and demineralized resin-dentin interfaces formed by two dentin adhesive systems. J Dent Res 1996;75(3):879-88.

van Meerbeek B, De Munck J, Yoshida Y, Inoue S, Vargas M, Vijay P, et al. Buonocore memorial lecture. Adhesion to enamel and dentin: current status and future challenges. Oper Dent 2003;28(3):215-35.

Vargas MA, Van Meerbeek BV, Yoshida Y, Bergeron C, Lambrechts P, Vanherle G. TEM evaluation of self-etching adhesives resin-dentin interfaces [resumo IADR 999]. J Dent Res 2000;79:268.

Wright GZ, McConnell RJ, Keller U. Microleakage of class V composite restorations prepared conventionally with those prepared wih an Er:YAG laser: a pilot study. Pediatr Dent 1993;15(6):425-6.

Wu W, Cobb E, Dermann K, Rupp NW. Detecting margin leakage of dental composite restorations. J Biomed Mater Res 1983;17(1):37-43.

Youssef MN, Guaraldi E, Sato CT, Hayashi RF. Estudo comparativo de quatro filosofias adesivas quanto à penetração na dentina. Rev Assoc Paul Cir Dent 1988;52(3):236-9.

Yu Da-Guang, Kimura Y, Kinoshita Ju-Ichiro, Matsumoto K. Morphological and atomic analytical studies on enamel and dentin irradiated by an erbion, chromium:YSGG laser. J Clin Laser Med Surg 2000;18(3):139-43.

Zhao-Zhang L, Code JE, van de Merwe WP. Er:YAG laser ablation of enamel and dentine of human teeth: Determination of ablation rates at various fluences and pulse repetition rates. Lasers Med 1992;(12):635-30.

SUMMARY

***IN VITRO* STUDY OF THE MICROLEAKAGE IN CLASS V CAVITIES RESTORATIONS PREPARED WITH AIR TURBINE AND LASERS Er:YAG AND Er,Cr:YSGG, AND BEING USED TWO ADHESIVE SYSTEMS**

The aim of this research was compare the microleakage degree in the class V gingival and incisal margins using following preparation methods: 1) air turbine, 2) laser – Er:YAG Opus 20 (Opus Dent) and 3) laser – Er,Cr: YSGG Waterlase model (Millennium, Biolase). Also, the adhesive systems Single Bond (3M ESPE) and One-Up Bond F (Tokuyama) were evaluated. Sixty intact bovine incisivies were divided in 6 groups of 10 elements each. The cavities were prepared as follow: groups 1 and 2 using air turbine, groups 3 and 5 laser Er:YAG, groups 4 and 6 laser Er,Cr:YSGG prepare. The specimens were restored with composite resin Z250 (3M ESPE) with previous utilization of the Single Bond (groups 1, 3 and 4) and One-Up Bond F (groups 2, 5 and 6). After storage in distilled water at 37°C, for 24 hours, the specimens were polished, thermocycled and immersed in 50% silver nitrate for 8h. The specimens were included, sectioned in two parts and revealed by means of a 10 min exposure photoflood lamp. The infiltrated specimens were evaluated using a stereomicroscope glass with 25X magnification to detect the microleakage degree of each part. The more

infiltrate was chosen to represent the individual result of each specimen. Photos were accomplished, and sent to three examiners using the method of scores 0, 1, 2 and 3. The obtained data were submitted to a statistical analysis using the non-parametrical statistic test of Kruskal-Wallis. In the gingival margin there was more microleakage with the prepare accomplished with laser Er:YAG, than that of air turbine with the Single Bond adhesive system. In the gingival margin with the lasers preparations Er:YAG and Er,Cr:YSGG smaller microleakage was observed with the use of self-etching One-Up Bond F adhesive system. The incisal margin did not present differences in the degrees of microleakage for all treatments.

APÊNDICES

APÊNDICE A

Tabela A - Valores originais do grau de microinfiltração (em escore), encontrado na margem gengival dos preparos realizados com alta rotação, lasers Er:YAG e Er,Cr:YSGG

Grupo	Margem	Examinador	Espécimes (E)									
			Escore									
			E1	E2	E3	E4	E5	E6	E7	E8	E9	E10
Alta Rotação Single Bond	Gengival	1	2	1	2	1	1	2	2	2	3	2
		2	2	1	1	1	1	2	1	1	3	2
		3	2	1	1	1	1	2	1	1	2	1
	MODA		2	1	1	1	1	2	1	1	3	2
Alta Rotação One-Up Bond F	Gengival	1	0	1	1	1	0	1	2	1	1	0
		2	0	0	1	1	0	1	3	2	1	0
		3	0	0	1	1	0	1	3	1	1	1
	MODA		0	0	1	1	0	1	3	1	1	0
Er: YAG Single Bond	Gengival	1	3	1	2	3	2	3	3	2	3	3
		2	2	1	2	3	1	3	3	2	3	2
		3	3	1	1	3	2	3	3	1	3	3
	MODA		3	1	2	3	2	3	3	2	3	3
Er,Cr:YSGG Single Bond	Gengival	1	2	3	3	3	3	2	0	2	2	3
		2	1	3	3	2	2	2	0	1	1	2
		3	2	3	3	2	2	2	1	1	2	3
	MODA		2	3	3	2	2	2	0	1	2	3
Er: YAG One-Up Bond F	Gengival	1	0	0	2	1	0	0	0	1	1	1
		2	0	0	1	1	0	1	0	1	1	1
		3	0	0	1	1	0	1	1	1	1	1
	MODA		0	0	1	1	0	1	0	1	1	1
Er,Cr:YSGG One-Up Bond F	Gengival	1	3	0	1	1	0	1	1	0	0	1
		2	2	0	1	1	0	1	1	0	0	0
		3	2	0	1	1	1	1	1	0	0	1
	MODA		2	0	1	1	0	1	1	0	0	1

APÊNDICE B

Tabela B - Valores originais do grau de microinfiltração (em escore), encontrado na margem incisal dos preparos realizados com alta rotação, lasers Er:YAG e Er,Cr:YSGG

Grupo	Margem	Examinador	Espécimes (E)									
			Escore									
			E1	E2	E3	E4	E5	E6	E7	E8	E9	E10
Alta Rotação Single Bond	Incisal	1	0	0	0	1	0	0	1	0	1	0
		2	0	0	0	1	0	0	0	0	1	0
		3	0	0	0	1	0	0	0	0	1	0
	MODA			0	0	0	1	0	0	0	0	1
Alta Rotação One-Up Bond F	Incisal	1	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0
		2	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0
		3	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0
	MODA			0	0	0	0	1	0	0	0	0
Er: YAG Single Bond	Incisal	1	0	1	0	0	0	0	0	1	1	1
		2	0	1	0	0	0	1	0	0	0	1
		3	0	1	0	0	0	0	0	0	1	1
	MODA			1	1	0	0	0	0	0	0	1
Er,Cr:YSGG Single Bond	Incisal	1	0	1	0	0	1	0	1	0	1	0
		2	1	1	0	0	1	0	0	0	0	0
		3	1	1	0	0	1	0	0	0	0	0
	MODA			1	1	1	0	0	1	0	0	0
Er: YAG One-Up Bond F	Incisal	1	1	1	2	1	1	1	1	0	1	1
		2	1	1	1	0	0	0	0	0	1	1
		3	1	1	1	0	0	0	0	0	1	0
	MODA			1	1	1	0	0	0	0	0	1
Er,Cr:YSGG One-Up Bond F	Incisal	1	1	1	1	0	1	2	0	0	0	0
		2	0	1	1	0	0	1	0	0	0	0
		3	2	0	1	1	1	1	1	0	0	0
	MODA			0	1	1	0	0	2	0	0	0

AUTORIZAÇÃO

Autorizo a reprodução e/ou divulgação total ou parcial da presente obra, por qualquer meio convencional ou eletrônico, desde que citada a fonte e comunicada, ao autor, a referência em que consta a citação.

Vera Lucia Moldes

Instituição / Departamento: Universidade de São
Paulo / Dentística

São Paulo, 03 de dezembro de 2003.

Endereço: Av. Professor Lineu Prestes, 2227 –

Cidade Universitária – São Paulo - SP

E-mail: vmoldes@uol.com.br