



BR0645279



INIS-BR--4000

AUTARQUIA ASSOCIADA À UNIVERSIDADE DE SÃO PAULO

**AVALIAÇÃO DA MICROINFILTRAÇÃO EM CAVIDADES  
CLASSE V PREPARADA COM LASER DE Er:YAG OU  
ALTA ROTAÇÃO, JATEADAS OU NÃO COM BICARBONATO  
DE SÓDIO E RESTAURADAS COM RESINA COMPOSTA**

**ANGELO MAÉRCIO FINOCHIO JUNQUEIRA**

Dissertação apresentada como parte dos requisitos para obtenção do Grau de Mestre Profissional na área de Lasers em Odontologia.

Orientadora:

Profa. Dra. Denise Maria Zezell

Co-orientador:

Prof. Dr. José Luiz Lage Marques

**São Paulo  
2002**



4-74:

**INSTITUTO DE PESQUISAS ENERGÉTICAS E NUCLEARES  
AUTARQUIA ASSOCIADA À UNIVERSIDADE DE SÃO PAULO**

**AVALIAÇÃO DA MICROINFILTRAÇÃO EM CAVIDADES CLASSE  
V PREPARADA COM LASER DE Er: YAG OU ALTA ROTAÇÃO,  
JATEADAS OU NÃO COM BICARBONATO DE SÓDIO  
E RESTAURADAS COM RESINA COMPOSTA**

**ANGELO MAÉRCIO FINOCHIO JUNQUEIRA**

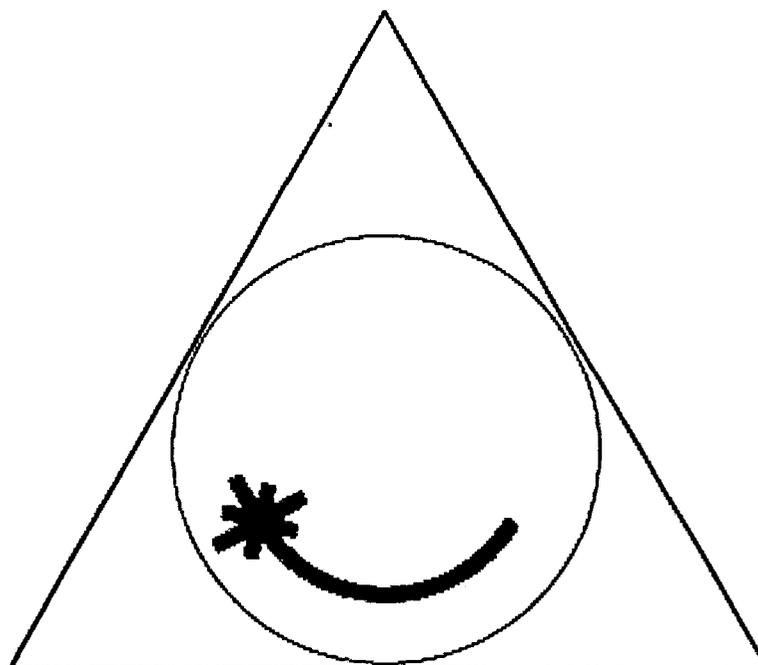


**Dissertação apresentada como parte dos  
requisitos para a obtenção do Grau de Mestre  
Profissional na área de Lasers em Odontologia**

**Orientadora: Profa. Dra. Denise Maria Zezell  
Co-Orientador: Prof. Dr. José Luiz Lage Marques**

**São Paulo**

**2002**



**MESTRADO PROFISSIONALIZANTE  
"LASERS EM ODONTOLOGIA"**

## DEDICATÓRIA

*Querido Bruno, Luz da minha vida.  
Que tudo em sua existência brilhe como seu olhar, seja  
doce como seu coração, puro como seu espírito e lindo  
como você.*

*Filho, esta vitória é nossa!*

## AGRADECIMENTO ESPECIAL

*Aos meus pais Dúlio e Ângela,  
grandes amigos e incentivadores na minha  
formação profissional, sinônimos de amor, exemplos de  
vida ao me propiciarem uma inabalável confiança para  
alcançar meus objetivos, transmitida pela admiração  
dos seus olhares. Nada pode nos separar, pois vocês  
fazem parte de mim.*

*A minha esposa Fabrina,  
pelo apoio, compreendendo a minha  
ausência nos muitos momentos que este trabalho exigiu.*

**AGRADECIMENTOS**

*A minha orientadora, professora Dra. Denize Lezell, pelo incentivo, apoio, atenção e amizade.*

*Ao meu co-orientador, professor Dr. José Luiz Lage Marques, pela orientação e ajuda nesta dissertação.*

*Ao professor Dr. Carlos de Paula Eduardo por ser nosso "Einstein" e indicar os caminhos a seguir.*

*A professora Dra. Martha Simões, por estar sempre presente no momento certo.*

*A professora Dra. Adriana Bonna Mattos, pelos conhecimentos transmitidos.*

*Aos professores do IPEN e da FQUSP que se empenharam ao máximo para transmitir todos os seus conhecimentos.*

*Ao professor Luís Mário Lopes, por representar o verdadeiro sentido da palavra "amizade", apoiando, orientando, incentivando, cada etapa desta conquista.*

*Aos colegas da terceira turma do mestrado pelo companheirismo e amizade.*

*À Maria Aparecida e Liliane, pela dedicação e paciência.*

*As secretária do CQLD pela colaboração e espírito de equipe.*

*Aos amigos Mike Bueno, Murilo A. Sauller, Bruna Gouvêa, Fernando Brasil e Cereza Carriere pelo apoio e incentivo.*

**AVALIAÇÃO DA MICROINFILTRAÇÃO EM CAVIDADES  
CLASSE V PREPARADAS COM LASER DE ER:YAG E COM  
ALTA-ROTAÇÃO E RESTAURADAS COM RESINA  
COMPOSTA.**

**ÂNGELO MAÉRCIO FINOCHIO JUNQUEIRA**

**RESUMO**

A microinfiltração é um dos grandes problemas encontrados na dentística restauradora. Apesar da evolução dos sistemas adesivos, vários materiais e técnicas têm sido estudados para minimizar ou eliminar a microinfiltração na interface dente-material restaurador. O objetivo deste estudo, *in vitro*, foi avaliar e comparar o grau de microinfiltração marginal em cavidades classe V preparadas com laser de Er:YAG ou alta-rotação ambas com aplicação do jato de bicarbonato ou não e restauradas com resina composta. Foram selecionados 20 dentes terceiros molares extraídos, seccionados no sentido méso-distal obtendo-se 40 amostras que foram divididas em quatro grupos: Grupo 1 (G1) - O preparo cavitário foi realizado com laser de Er:YAG (2,94 $\mu$ m), E= 350mJ/p, f= 2Hz, fluência de 112,5J/ cm<sup>2</sup>, o biselamento da margem oclusal foi feito com E= 250mJ/p, f= 2Hz, fluência de 80,3J/cm<sup>2</sup>. A área total preparada foi irradiada com E= 80mJ/p, f= 2Hz e fluência de 25,75J/cm<sup>2</sup>. Toda área preparada foi finalmente jateada com bicarbonato de sódio com aparelho de profilaxia. As amostras do Grupo 2 (G2) - foram irradiadas com os mesmos parâmetros do Grupo G1 excetuando-se a aplicação do jato de bicarbonato. No Grupo 3 (G3) - o preparo das cavidades foi executado com alta-rotação com ponta diamantada cilíndrica, para confecção do bisel utilizou-se a mesma ponta inclinada à 45°. Foi feita aplicação do jato de bicarbonato em toda área preparada. As amostras do Grupo 4 (G4) - foram preparadas semelhantes ao Grupo G3 excetuando-se aplicação do jato de bicarbonato. Nos quatro grupos as cavidades foram lavadas com spray de água e secas com jato de ar, as superfícies de esmalte e dentina de todos os grupos foram condicionadas com ácido fosfórico a 35%. Todas as amostras foram restauradas com sistema adesivo *Single Bond* e resina fotopolimerizável Z250, estocados à 37°C em estufa por 24 horas, termociclados, imersos em solução de nitrato de prata a 50% por 24 horas em total ausência de luz e revelados em solução reveladora sob luz fluorescente por 6 horas. Foram seccionados e avaliados através de lupa estereomicroscópica. Os resultados foram submetidos aos testes estatísticos de *Kruskal-Wallis*. Concluiu-se que na margem gengival o grupo G1 obteve os menores graus de microinfiltração e houve uma diferença estatisticamente significativa entre este grupo laser e os dois grupos alta-rotação G3 e G4.

**EVALUATION OF MICROLEAKAGE OCCURRED IN CLASS V  
RESTORATION PREPARED WITH ER:YAG LASER AND ALSO WITH HIGH  
SPEED, RESTORED USING COMPOSITE.**

**ÂNGELO MAÉRCIO FINOCHIO JUNQUEIRA**

**ABSTRACT**

The microleakage is one of the great problems found in restoring dentistry. In spite of adhesive system evolution, several materials have been studied intending to minimize or to eliminate the microleakage occurred between the tooth and restorative material. The objective of this in vitro study, was to evaluate and compare the marginal microleakage in class V cavities prepared by ER:YAG laser or high speed and restored with composite resin. One of the groups, received the sodium bicarbonate jet while the other group haven't received. Twenty teeth third extracted molars were sectioned in the sense medial-distal been obtained forty samples that were divided in four groups: Group 1 (G1)- prepared with ER:YAG laser (2940nm), E= 350mJ/p, F=2Hz, fluency of 112,5J/ cm<sup>2</sup>. Preparing occlusion margin slice with 250mJ/p, F=2Hz, fluency of 80,3 J/cm<sup>2</sup>. The prepared total area was irradiated with E=80mJ/p, F=2Hz and fluency of 25,75J/cm<sup>2</sup>. Every prepared area was finely submitted by sodium bicarbonate jet. Group 2 (G2)- It was employed the same parameters used on group 1, except the sodium carbonate jet application. Group 3 (G)-The cavities' prepare, were executed with high speed rotation using diamond cylindrical point. The slice confection has been made with the same point with 45 degrees inclined, utilizing also the sodium carbonate jet in all prepared area. Group 4 (G4)- It was executed similarly prepare to group 3, without the sodium bicarbonate jet. In all the groups, the cavities were washed with water spray and drought with air jet, Dentin and enamel surfaces have been conditioned with phosphoric acid at 35%. All the samples of all groups were restored using the single bond system adhesive and composite resin Z250, kept at 37°C in stove during 24 hours, thermally stressed, immersed in silver nitrate solution at 50% for 24 hours while kept in darkness. The specimens were soaked in photo developing solution and exposed to fluorescent light for 6 hours. These teeth have been sectioning and evaluated through stereomicroscopy. The results were analyzed under statistical Kruskal-Wallis test. In conclusion, in the gingival margin, the microleakage obtained on group G1, showed be lesser then that found in the other groups G3 and G4, being statistically signify can't this difference

## SUMÁRIO

1- INTRODUÇÃO .....	1
2- OBJETIVOS .....	3
3- REVISÃO DA LITERATURA .....	4
3.1- Microinfiltração .....	4
3.2- Tecnologia laser .....	13
3.3- Jato de bicarbonato .....	35
4- Projeto Piloto .....	38
5- Materiais e Métodos .....	42
5.1- Equipamentos .....	43
6- Avaliação Estatística .....	52
6.1- Análise descuitiva .....	56
6.1.1- Face gengival .....	56
6.1.2- Face oclusal .....	59
7- DISCUSSÃO .....	62
8- CONCLUSÃO .....	67
REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS .....	68

## LISTA DE TABELAS

<b>Tabela 1</b> – Quatro grupos avaliados .....	45
<b>Tabela 2</b> – Notas atribuídas pelo avaliador 1 .....	53
<b>Tabela 3</b> – Notas atribuídas pelo avaliador 2 .....	54
<b>Tabela 4</b> – Notas atribuídas pelo avaliador 3 .....	55
<b>Tabela 5</b> – Quatro grupos avaliados .....	56
<b>Tabela 6</b> – Distribuição das notas para infiltração na face gengival .....	57
<b>Tabela 7</b> – Distribuição percentual das notas para infiltração na face gengival .....	57
<b>Tabela 8</b> – Comparações múltiplas utilizando o teste de Kruskal-Wallis .....	59
<b>Tabela 9</b> – Distribuição das notas para infiltração na face oclusal.....	59
<b>Tabela 10</b> – Distribuição percentual das notas para infiltração na face oclusal .....	60
<b>Tabela 11</b> – Média dos postos assumidos gengival e oclusal.....	61

## LISTA DE FIGURAS

<b>Figura 1A</b> – Lâminas de dentes bovinos evidenciados .....	39
<b>Figura 1B</b> – Lâminas de dentes bovinos evidenciados .....	39
<b>Figura 1C</b> – Lâminas de dentes bovinos evidenciados .....	39
<b>Figura 2A</b> - Micrografia eletrônica de um esmalte preparado com ponta diamantada .....	39
<b>Figura 2B</b> –Micrografia eletrônica de esmalte irradiado com <i>laser</i> de Er:YAG com 350mJ de energia por pulso com 2Hz de taxa de repetição, fluência= 112,5Jcm <sup>2</sup> .....	39
<b>Figura 3A</b> – Micrografia eletrônica de esmalte irradiado com <i>laser</i> de Er:YAG com 350mJ de energia por pulso com 2Hz de taxa de repetição, fluência= 112,5Jcm <sup>2</sup> e posteriormente preparado com ponta diamantada .....	40
<b>Figura 3B</b> – Maior aumento .....	40
<b>Figura 3C</b> - Micrografia eletrônica de esmalte irradiado com <i>laser</i> de Er:YAG com 350mJ de energia por pulso com 2Hz de taxa de repetição, fluência= 112,5Jcm <sup>2</sup> e posteriormente aplicação de instrumento manual (cureta dentina) .....	40
<b>Figura 3D</b> – Maior aumento .....	40
<b>Figura 4A</b> - Micrografia eletrônica de esmalte irradiado com <i>laser</i> de Er:YAG com 350mJ de energia por pulso com 2Hz de taxa de repetição, fluência= 112,5Jcm <sup>2</sup> .....	41
<b>Figura 4B</b> – Maior aumento .....	41
<b>Figura 4C</b> - Micrografia eletrônica de esmalte irradiado com <i>laser</i> de Er:YAG com 350mJ de energia por pulso com 2Hz de taxa de repetição, fluência= 112,5Jcm <sup>2</sup> e posteriormente tratado com jato de bicarbonato .....	41
<b>Figura 4D</b> – Maior aumento .....	41
<b>Figura 5A</b> – Amostras fixadas em matriz de resina acrílica .....	42
<b>Figura 5B</b> – Amostra com máscara adesiva .....	42
<b>Figura 6A</b> – Equipamento <i>laser</i> KaVo KEY Laser III.....	44

<b>Figura 6B</b> – Dispositivo adaptável à peça de mão <i>laser</i> 2060, para ajuste da angur .....	44
<b>Figura 6C</b> – Microscópio modificado, peça de mão <i>laser</i> , com transferidor .....	44
<b>Figura 6D</b> – Peça de mão <i>laser</i> 2060 .....	44
<b>Figura 6E</b> – Alta-rotação .....	44
<b>Figura 6F</b> – Peça de mão, jato de bicarbonato .....	44
<b>Figura 6G</b> – Equipamento para profilaxia PROF-III .....	44
<b>Figura 7A</b> – Preparo com <i>laser</i> , dois sugadores para aspirar a pluma de ablação e evitar represamento de água .....	46
<b>Figura 7B</b> – Microscópio modificado, peça de mão <i>laser</i> 2060, dispositivo para ajuste angular.....	46
<b>Figura 7C</b> – Confecção do bisel .....	46
<b>Figura 7D</b> – Aplicação do jato de bicarbonato .....	46
<b>Figura 8A</b> – Preparo com alta-rotação e ponta diamantada n° 1091 .....	47
<b>Figura 8B</b> – Ajuste da angular em 45° . para confecção do bisel .....	47
<b>Figura 8C</b> – Confecção do bisel com alta-rotação .....	47
<b>Figura 8D</b> – Aplicação do jato de bicarbonato .....	47
<b>Figura 9</b> – Fatia central de uma amostra do grupo 4 .....	49
<b>Figura 10</b> – Amostra dos quatro grupos .....	50
<b>Figura 11A</b> – Amostra do grupo 1 com infiltração grau (0) oclusal e grau (0) gengival .....	51
<b>Figura 11B</b> – Amostra do grupo 2 com infiltração grau (0) oclusal e grau (1) gengival .....	51
<b>Figura 11C</b> – Amostra do grupo 3 com infiltração grau (0) oclusal e grau (1) gengival .....	51
<b>Figura 11D</b> – Amostra do grupo 4 com infiltração grau (0) oclusal e grau (3) gengival .....	51
<b>Figura 12</b> – Frequência das notas para a face gengival .....	57
<b>Figura 13</b> – Frequência das notas para a face oclusal .....	60

## LISTA DE ABREVIATURAS

$\mu\text{m}$	micrometro
$\mu\text{s}$	microsegundo
APF	Flúor-fosfato-acidulado
Ca	Cálcio
CO <sub>2</sub>	Dióxido de Carbono
Er:YAG	Érbio: Ítrio-Alumínio-Granada
Ga-As-Al	Arseneto de Gálio-Alumínio
He-Ne	Hélio-Neônio
Ho:YAG	Hólmio: Ítrio-Alumínio-Granada
Hz	Hertz
J	Joule
J/cm <sup>2</sup>	Joule por centímetro quadrado
Laser	<i>Light Amplification by Stimulated Emission of Radiation</i>
LELO	Laboratório Especial de Lasers em Odontologia
mJ	milijoule
mJ/cm <sup>2</sup>	milijoule por centímetro quadrado
mJ/p	milijoule por pulso
ml	mililitro
mm	milímetro
MPa	mega Pascal
mW	miliwatt
Nd:YAG	Neodímio: Ítrio-Alumínio-Granada
nm	Nanometro
ns	Nanossegundo
°C	Grau Celsius
pH	Potencial de Hidrogênio
pps	Pulso por segundo
MEV	Microscópio Eletrônico de Varredura (Scanning Elétron Microscopy)
V	Volt
W	Watt – unidade de potência

## 1 . INTRODUÇÃO

Nos últimos anos a odontologia e a medicina atingiram grandes avanços científicos e por meio da alta tecnologia associada ao emprego de técnicas precisas, obtém-se melhores resultados nos tratamentos, proporcionando conforto e saúde para os pacientes.

Entre o grande público a idéia de *laser* inspira visões de tratamentos indolores, precisos, rápidos, sem anestésias e sem a vibração do alta-rotação, criando desta maneira expectativas e questionamentos por partes dos pacientes quanto ao envolvimento dos profissionais com os *lasers*. Desta forma, no intuito de oferecer atendimento apropriado, a presença dos *lasers* nos consultórios torna-se indispensável.

Os primeiros experimentos<sup>1</sup> feitos com *laser* relataram que o esmalte dental poderia ser vaporizado com *laser* de rubi. Estudos com os *lasers* de CO<sub>2</sub> e Nd:YAG também foram realizados, mas consideráveis danos térmicos foram observados com a aplicação destes *lasers*, levando os pesquisadores a concluir por volta de 1974<sup>2</sup>, que os *lasers* nas condições de irradiação estudadas não estavam indicados para substituir os instrumentos rotatórios convencionais. Estes resultados negativos iniciais causaram descrédito entre os pesquisadores e clínicos quanto à utilização dos *lasers* em tecidos duros.

O primeiro relato da utilização do *laser* de Er:YAG em tecidos duros datam de 1988<sup>3</sup>, onde observou-se que este *laser* era promissor para preparos de cavidade, visto que, o comprimento de onda emitido por ele coincide com a banda máxima de absorção da água, podendo ser aplicado em esmalte e dentina.

Após estes relatos, seqüencialmente muitos estudos de aplicação de *laser* de Er:YAG em tecidos duros foram realizados, com o propósito de avaliar suas vantagens e desvantagens, em relação aos métodos convencionais principalmente para a realização de preparo de cavidades.<sup>4,5,6,7,8,9</sup>

A evolução dos estudos mostrou a eficiência e segurança do *laser* de Er:YAG em tecidos duros, de forma que em 1997, ele foi aprovado para uso clínico em tecidos duros e moles pelo FDA (*Food and Drug Administration*) órgão norte-americano que regula a área de saúde nos E.U.A.

O *laser* de Er: YAG tem-se mostrado eficaz tanto no preparo cavitário quanto na remoção de tecido cariado, proporcionando conforto para o paciente devido a ausência de vibração, ruído e menor sensibilidade comparando-se ao método convencional<sup>10,11,12,13,14</sup>.

A utilização deste *laser* em preparos cavitários gera pelo processo de ablação explosiva a formação de zonas de debris<sup>15</sup>, que clinicamente apresenta-se como áreas esbranquiçadas e desidratadas<sup>16</sup>. Nas restaurações com envolvimento estético (classe III, IV e V) faz-se necessário a remoção deste material e neste trabalho propõe-se à utilização do jato de bicarbonato para tal finalidade.

## **2 . OBJETIVO**

O objetivo deste trabalho, *in vitro*, é avaliar e comparar o grau de microinfiltração marginal em cavidades Classe V preparadas com *laser* de Er: YAG ou alta rotação, jateadas com bicarbonato de sódio ou não e restauradas com resina composta.

### 3 . REVISÃO DE LITERATURA

#### 3 .1- Microinfiltração

Em 1955, Buonocore<sup>17</sup> propôs uma técnica para condicionamento do esmalte com ácido fosfórico, seguido da aplicação de resina fluida nas porosidades criadas formando *tags*, que são prolongamentos de resina que se unem ao elemento dental. A microinfiltração pode então ser bastante minimizada ou eliminada nas regiões com camada suficiente de esmalte, quando se aplica este procedimento. No entanto a microinfiltração, ainda persistem em alguns casos, principalmente nas margens cervicais, sendo reconhecida como uma das maiores causas de falhas das restaurações. A ausência ou perda do vedamento marginal ao redor das restaurações pode promover descoloração marginal, hipersensibilidade, cáries recorrentes e, muitas vezes, o desenvolvimento de patologias pulpares, (Going<sup>18</sup>, 1972; Going<sup>19</sup>, 1979; Baver & Henson<sup>20</sup>, 1984; Brannstrom<sup>21</sup>, 1987; Cox<sup>22</sup>, 1992).

Continuando seus estudos sobre adesão, Buonocore<sup>23</sup> *et al.* avaliaram a superfície do esmalte após o condicionamento com ácido fosfórico a 50% misturado com óxido de zinco a 7%, durante 1 minuto, seguido da aplicação da resina acrílica. Os autores concluíram que o condicionamento ácido associado à resina acrílica, propicia restaurações mais duradouras e resistentes a microinfiltração.

Em 1976 Kidd<sup>24</sup>, define a microinfiltração como sendo a passagem clinicamente indetectável de bactérias, fluidos, moléculas ou íons entre a parede da cavidade e o material restaurador, ocasionando a descoloração marginal, cáries recorrentes, hipersensibilidade dentinária e até mesmo o desenvolvimento de uma patologia pulpar.

Para avaliar o efeito do condicionamento ácido total no esmalte e na dentina, através da utilização de ácido fosfórico a 37%, Fusayama<sup>25</sup> *et al.*, em 1979, propuseram um estudo utilizando o sistema adesivo *Clearfil Bond System F* comparado ao *Adaptic Total System*, ao *Concise Enamel Bond* e *Palaken*. Estes adesivos foram aplicados no esmalte (com e sem condicionamento), na dentina (com e sem condicionamento), e na dentina cariada (com e sem condicionamento). Os autores concluíram que o sistema adesivo *Clearfil Bond*

apresentou melhores resultados nos testes de tração e o condicionamento ácido do esmalte e da dentina, proporcionou um aumento significativo da resistência adesiva entre o material restaurador e a estrutura dental.

Going<sup>19</sup>, em 1979, fazendo uma revisão de materiais e técnicas relacionadas com a microinfiltração, concluiu que, apesar de haver ocorrido significativo progresso com o advento de materiais restauradores compostos e técnicas associadas, o problema da microinfiltração foi diminuído, mas, não resolvido.

Nakabayashi<sup>26</sup> *et al.*, em 1982, introduziram um novo conceito na Odontologia estudando a adesão pela infiltração de monômeros no substrato dentário. Avaliaram a efetividade do 4-Meta na adesão ao esmalte e dentina. Os autores concluíram que a solução 10:3 (ácido cítrico 10% e cloreto férrico 3%) utilizada foi efetiva para a adesão no esmalte e dentina; o sistema adesivo utilizado 4-Meta MMA/TBB, por conter monômeros hidrofóbicos e hidrofílicos, ofereceu a possibilidade de maior penetração nos tecidos duros; houve aumento da resistência adesiva em dentina, devido à penetração dos monômeros na dentina peri e intertubular, além da penetração nos túbulos expostos pelo condicionamento ácido.

Wu<sup>27</sup> *et al.*, em 1983, realizaram um estudo para avaliar o selamento marginal em restaurações com resina composta classe V, utilizando o nitrato de prata como traçador. Este experimento tinha também como objetivo, comprovar se esta técnica poderia fornecer uma definição mais precisa da microinfiltração, quando comparada com a técnica de penetração de radioisótopo. A seqüência da técnica foi a seguinte: impermeabilização dos dentes com o esmalte cosmético (exceto na área da restauração), imersão das amostras em solução de nitrato de prata a 50% por 2 horas com total ausência de luz, imersão em solução reveladora por 6 horas sob luz fluorescente e lavagem com água destilada. Os autores concluíram que a técnica de nitrato de prata é mais segura e oferece resultados mais precisos do que a técnica com o isótopo radioativo (cálcio 45), pois os dentes podem ser observados diretamente em microscópio, sem a necessidade de interpretação indireta de fotografias, além de poderem ser estocados por períodos prolongados, sem o risco de o agente traçador se difundir para a estrutura dental adjacente.

Brannstrom<sup>21</sup>, 1987 escreveu um artigo no qual relatou haver, nos dentes vitalizados, um fluxo contínuo da polpa em direção aos túbulos dentinários. O autor cita, ainda, que quando existe uma fenda na interface dente-material restaurador, um fluxo de fluidos orais contendo bactérias que liberam toxinas pode ir de encontro à polpa, provocando inflamação ou necrose. Entretanto, os adesivos dentinários atuais não são totalmente efetivos para evitar a formação dessa fenda, apenas conseguem minimizá-la desde que uma técnica restauradora correta e bem indicada seja utilizada.

Retief<sup>28</sup>, em 1987, afirmou que o condicionamento ácido do esmalte elimina, de maneira eficaz, a microinfiltração de restaurações em resina composta. Entretanto, na margem gengival, a ausência da microinfiltração só é possível se o esmalte presente for suficiente para uma boa adesão. O autor também sugere que os sistemas adesivos dentinários atuais têm potencial para prevenir a formação das fendas marginais embora necessitem de maiores estudos para comprovar tal efetividade.

Com o intuito de avaliar a microinfiltração marginal em cavidades classe V, Porto Neto<sup>29</sup>, em 1990, estudou sete sistemas adesivos de acordo com os seguintes fatores: parede oclusal em esmalte, parede cervical em dentina e/ou cimento e materiais restauradores. Para o experimento, os preparos foram padronizados em suas dimensões e o autor selecionou os seguintes materiais restauradores adesivos: *Herculite/Bondite*, *Full Fil/PUB*, *Estilux Posterior/Dentin Adhesive*, *P30/Scotchbond*, *P50/ Scotchbond 2*, *Chelon Fill E Chelon Silver*. Após o procedimento restaurador, as amostras foram submetidas ao teste de ciclagem e ao agente traçador (Rodamina B a 2%). Através dos resultados obtidos, o autor concluiu que os materiais utilizados apresentaram o mesmo comportamento na parede oclusal, embora nenhum deles conseguiu evitar a microinfiltração na parede cervical, principalmente em cimento. O material que obteve o melhor comportamento na parede cervical foi o sistema *P50/ Scotchbond 2* enquanto que os sistemas *Ful Fil/PUB* e *Herculite/Bondite* apresentaram o pior comportamento nesta área.

Gwinnett & Kanca<sup>30</sup>, em 1992, estudaram o relacionamento entre resina composta e dentina, *in vitro* e *in vivo*, através do condicionamento com ácido fosfórico e sistema adesivos. Preparos classe V foram padronizados em 40 dentes sendo que, a margem gengival permaneceu em dentina. Em seguida,

dividiram – se os dentes em 4 grupos: grupo 1 – condicionamento com ácido fosfórico a 37% por 15 segundos, aplicação dos *primers* A e B (misturados) do sistema adesivo *Tenure*, seguido da aplicação do adesivo *Scotchbond 2*; grupo 2 – sem o condicionamento ácido, seguindo o mesmo procedimento que o grupo 1; grupo 3 e 4 – iguais aos grupos 1 e 2 respectivamente, utilizando dentes *in vivo* os quais foram extraídos após duas semanas como parte do plano de tratamento. Todos os dentes foram restaurados com resina composta P-50. em seguida, as amostras foram preparadas para observação através da MEV. Os resultados indicaram ausência total de espação, tanto *in vivo* quanto *in vitro*, após o condicionamento ácido realizado nos grupos 1 e 3. Os autores concluíram que a não realização do condicionamento ácido na dentina e, conseqüentemente, a não remoção do *smear layer*, promoveu a formação de espaços entre a restauração e a dentina, tanto *in vitro* quanto *in vivo*.

Wieczkowski<sup>31</sup> et al., em 1992, afirmaram que a resistência à infiltração marginal é o fator mais importante para a seleção de um sistema adesivo e de uma resina composta. Para comprovar esta afirmação, os autores propuseram um estudo para comparar a extensão e a trajetória da infiltração marginal, utilizando 4 sistemas adesivos com diferentes resinas compostas: *Prisma Universal Bond 3/Prisma Micro Fine*; *XR-Bond/Herculite*; *Scotchbond 2/Silux* e *Tenure/Perfection*. Vinte dentes humanos extraídos (pré-molares) receberam preparos classe V, nas superfícies vestibular e lingual, e foram restaurados de acordo com o sistema adesivo e resina composta selecionados. Em seguida, procedeu-se a ciclagem térmica e posteriormente, a imersão das amostras em solução de nitrato de prata. Seccionaram-se os corpos-de-prova longitudinalmente para a observação em microscopia óptica e, algumas amostras foram também avaliadas através da MEV e da análise dispersiva de raios X (EDS). Os autores elegeram a técnica de infiltração de nitrato de prata por proporcionar uma melhor visão da microinfiltração e, quando associada às técnicas de MEV e EDS, mostra a localização exata e a extensão da microinfiltração. Com relação aos sistemas adesivos utilizados, estes apresentaram diferentes padrões de microinfiltração, havendo a necessidade, de acordo com os autores, de condicionar ou remover o *smear layer* antes da aplicação do sistema adesivo de dentina para melhorar a resistência à infiltração marginal.

Barnes<sup>32</sup> *et al.*, em 1993, propuseram um estudo para avaliar se há diferença na microinfiltração em cavidades classe V preparadas *in vivo* e *in vitro* e restauradas com resina composta (*Prisma AP.H*), utilizando dois tipos de adesivos dentinários – *Universal Bond 2* e *Universal Bond 3*. Para tal experimento, cavidades de classe V foram realizadas na vestibular e lingual de cada dente. Os dentes do grupo *in vivo* foram extraídos após um período de seis semanas, enquanto os dentes do grupo *in vitro*, termociclados em 540 ciclos sendo estes variados de 5 a 55°C, em intervalos de 1 minuto. Os dentes foram imersos em nitrato de prata a 50% por duas horas em temperatura ambiente. Em seguida, amostras foram seccionadas e incluídas para a avaliação da microinfiltração. Os autores concluíram que não houve diferença estatisticamente significativa na microinfiltração entre os dois adesivos testados, o mesmo não ocorrendo entre as restaurações *in vivo* e *in vitro*, pois estas últimas apresentaram maior microinfiltração.

Gwinnett<sup>33</sup>, em 1993, estudou a influência dos sistemas adesivos em dentina com relação à microinfiltração. Para tal propósito, preparou quatro grupos diferindo o tratamento da dentina: grupo 1 – com a *smear layer* intacta; grupo 2 – remoção da *smear layer* com Profy Jet; grupo 3 – condicionamento da dentina com ácido fosfórico a 10% por 20 segundos e; grupo 4 – dentina fraturada transversalmente. Em seguida, 6 a 8 camadas de *primer*, resina fluida e resina composta P50 foram aplicadas sobre a dentina. Após o teste de cisalhamento, os autores concluíram que há um aumento significativo na força de união à dentina quando ocorre a penetração da resina nos túbulos dentinários, na dentina intertubular e peritubular, como no grupo 3.

Sano<sup>34</sup> *et al.*, em 1994, investigaram esse tipo de microinfiltração em restaurações livres de fendas marginais, necessitando da microscopia eletrônica, pois, este tipo de infiltração, denominada de nanomicroinfiltração, não é vista nem com 10-20 x de aumento. Esta nanomicroinfiltração é uma infiltração ocasionada pelo agente traçador (pequenos íons ou moléculas), através da interface da camada híbrida com o adesivo, mesmo com a ausência de fendas. É, portanto, diferente da microinfiltração, onde o agente traçador penetra entre a resina composta e o adesivo pela presença de fendas marginais.

Fortin<sup>35</sup> *et al.*, em 1994, realizaram um estudo com o objetivo de testar a hipótese de que, o desempenho da microinfiltração de um determinado sistema

adesivo, está relacionado com a sua força de adesão e de cisalhamento. Para tal experimento, os testes de adesão e microinfiltração foram realizados nos mesmos dentes para reduzir a possibilidade de variação dos resultados encontrados. Oitenta dentes molares (extraídos) foram utilizados para a realização dos preparos classe V, com a margem oclusal em esmalte e a gengival em dentina/cimento. Em seguida, dividiram-se os dentes aleatoriamente, em 8 grupos, para o tratamento com os seguintes adesivos: *All Bond 2*, *Clearfil Liner Bond*, *Gluma 2000*, *Imperva Bond*, *Optibond 3*, *Prisma Universal Bond 3*, *Scotchbond Multi-Purpose* e o grupo controle com o *Scotchbond dual cure*. Todos os dentes foram restaurados com a resina composta de micropartícula *Silux Plus* e então, submetidos aos testes de microinfiltração e resistência à tração. Para cada um dos materiais testados, com relação ao teste de resistência à tração, os resultados indicaram que a maioria das falhas de união foi adesiva, mostrando superfícies dentinárias lisas e limpas, indicando que fratura ocorreu na interface entre dentina e resina, Cinco amostras apresentaram falhas coesivas em dentina, sendo duas com o *Clearfil Liner Bond* e três com o *OptiBond 3*, entretanto, estes dois sistemas adesivos apresentaram as maiores médias nos resultados do teste de resistência à tração. Em relação ao *Scotchbond Multi-Purpose*, *Prisma Universal Bond 3*, *All Bond 2* e *Imperva Bond*, não houve diferença estatisticamente significativa entre eles, porém apresentaram médias significativamente maiores do que a medida que obtida pelo *Gluma 2000* ou *Scotchbond dual cure* (grupo controle). Os resultados obtidos com o teste de microinfiltração revelaram que esta não ocorreu nas margens em esmalte em nenhum dos sistemas adesivos estudados. Com relação aos escores de microinfiltração, de acordo com a análise estatística, pôde-se comprovar que houve uma diferença estatisticamente significativa na média da microinfiltração, onde o *OptiBond 3*, o *Clearfil Liner Bond* e o *Prisma Universal Bond 3* apresentaram a menor microinfiltração nas margens em dentina e cimento, quando comparados aos outros sistemas adesivos utilizados. Com relação à metodologia aplicada e aos materiais utilizados, os autores concluíram que não houve correlação significativa entre força adesiva e microinfiltração.

Saunders & Saunders<sup>36</sup>, em 1996, avaliaram a microinfiltração em preparos classe V restaurados com três sistemas adesivos, usando as técnicas de adesão úmida e seca. As cavidades foram preparadas nas faces vestibular e

lingual de pré-molares, extraídos por motivos ortodônticos e restaurados com a resina composta após a aplicação dos adesivos dentinários *Prisma & Bond 2.0*; *Scotchbond MPP* e *Dentastic* com a técnica de adesão úmida ou seca. O *Scotchbond MPP* foi usado com ácido malêico 10% e com ácido fosfórico 35%. Os dentes preparados foram submetidos a termociclagem às temperaturas de 5°C, 37°C, 55°C e 37°C por 10 segundos em cada temperatura, durante 1500 ciclos. O corante utilizado foi o azul de metileno 2 %, por 48 horas, a 37°C. Posteriormente, foram seccionados no centro da restauração para avaliação da microinfiltração. Os autores observaram que todos os grupos mostraram microinfiltração no esmalte e na dentina. Não houve diferenças significantes entre os grupos quando a margem em esmalte foi avaliada, e também entre a técnica úmida e seca.

Com a finalidade de escrever uma revisão sobre permeabilidade e adesão à estrutura dentinária, Pashley & Carvalho<sup>37</sup>, em 1997, relataram que a microinfiltração acontece na fenda existente entre o material restaurador e o dente e não está envolvida diretamente com a permeabilidade dentinária. A microinfiltração, de acordo com os autores, é um fenômeno complexo pois esta não se encontra uniforme ao longo da interface, revelando áreas onde é inexistente e outras em que a infiltração vai da margem cavo-superficial até a polpa. Este efeito demonstra que o processo de adesão não possui uma uniformidade, sofrendo interferência de diversos fatores como por exemplo, diferentes espessuras de *smear layer*, diferentes graus de condicionamento ácido, presença de umidade e força de contração de polimerização.

Echevarria<sup>38</sup> *et al.*, em 1999, avaliaram a interface resina / dentina para verificar a adaptação da resina composta nas paredes dentinárias condicionadas ou não, com agentes condicionadores ácidos. Os autores observaram, que a espessura da resina de 1,0 mm com o condicionamento ácido total apresentou a pior adaptação. No entanto, as resinas apresentaram melhor adaptação quando aplicadas em uma só parede ao invés de em duas ou três paredes (que foi a pior adaptação). Os testes estatísticos indicaram que houve significativa diferença na adaptação entre o material experimental com ou sem condicionamento ácido da dentina. Os autores concluíram que a configuração da cavidade, o tratamento da dentina e a espessura da camada de resina interferem na adaptação entre resina e parede dentinária.

Pilo & Bem-Amar<sup>39</sup>, em 1999, compararam a habilidade de diferentes sistemas adesivos de um passo em reduzir a infiltração em restaurações classe V de resina composta. As cavidades foram realizadas na junção esmalte/cimento nas faces vestibular e lingual de 48 dentes molares que foram divididos em seis grupos. Em três grupos, foram colocados adesivos de quarta geração: *Scotchbond MP*, *All Bond 2*, *OptiBond FL*. Nos outros três grupos, foram colocados sistemas adesivos de um passo: *Single Bond*, *One-step*, *Slobond*. Todas as cavidades foram restauradas com a resina composta Z100 e, logo após, foi realizada ciclagem térmica, por 1400 ciclos entre 5° e 55°C, 10 segundos em cada temperatura. Depois da imersão em fucsina básica 0,5%, os dentes foram selecionados em cinco fatias e a infiltração foi avaliada na lupa estereomicroscópica, através de escores de 0 a 4 para as paredes oclusais e cervicais. Os autores observaram que o *Scotchbond MP* e *Single Bond* promoveram os melhores selamentos para as margens em esmalte e os adesivos *One-step* e *OptiBond FL* foram os melhores para as margens em cimento.

Li<sup>40</sup> em (2000) estudaram a ocorrência da nanoinfiltração em quatro sistemas adesivos (*Single Bond* e *One Coat* – sistemas de um frasco; *Prime & Bond NT/NRC* – sistema adesivo condicionador e *Perma Quick* – sistema adesivo convencional). Vinte e oito dentes molares extraídos (divididos em 4 grupos) tiveram a dentina exposta e receberam a aplicação dos adesivos dentinários e de restauração com resina composta *Silux*. Os espécimes foram imersos em solução de nitrato de prata a 50% por 24 horas e exposto à luz fluorescente. Após a avaliação no MEV, os resultados indicaram que a prata penetrou nos túbulos dentinários e na camada híbrida em todos os sistemas adesivos testados.

Em 2000, Haller<sup>41</sup>, escreveu uma revisão de literatura a respeito dos adesivos dentinários. Neste artigo, o autor cita 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 de adesão entre adesivo e a dentina, depende da capacidade de o agente adesivo se difundir através do colágeno desmineralizado. Atualmente, os esforços têm se voltado para a simplificação do procedimento adesivo, combinado por *primer* com o adesivo. A utilização de monômeros ácidos, tanto para esmalte como para dentina, tem como objetivo eliminar a etapa do condicionamento ácido, entretanto, a necessidade de pesquisas nesta área é fundamental para 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<sup>42</sup>, 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 Multipurpose Plus*, *Single Bond* e *Clearfil Liner Bond 2*) e resina composta Z100, associada ou não à resina fluida *Natural Flow*. Os preparos foram realizados em 3 molares, na superfície vestibular e lingual de cada dente. O autor concluiu que os sistemas adesivos foram eficientes em esmalte, mas em dentina o mesmo não ocorreu, pois estas apresentam maior microinfiltração. Não houve diferença estatisticamente significativa em relação a microinfiltração ocorrida em paredes de esmalte e dentina, onde foram aplicadas ou não uma camada de resina composta fluida antes da inserção de resina composta Z100.

### 3.2 Tecnologia Laser

Baseando-se nas teorias de emissão estimulada de radiação proposta por Einstein<sup>43</sup> em 1917, Maiman<sup>44</sup>, em 1960, produziu o primeiro *laser* utilizando um cristal de rubi para amplificação da luz por emissão estimulada de radiação do inglês (Light Amplification by Estimulation of Emission radiation = laser).

As primeiras experiências de uso do *laser* na odontologia foram realizadas por Stern & Sognaes<sup>1</sup>, em 1964. Os autores observaram, de acordo com os parâmetros utilizados, vaporização e carbonização do esmalte e dentina. Outros estudos com *laser* de rubi, Nd:YAG e CO<sub>2</sub> foram realizados até 1974, quando os autores concluíram que o *laser* não poderia substituir o alta-rotação devido aos danos causados aos tecidos adjacentes.

Em 1988, Hibst & Keller<sup>20</sup>, observaram que o *laser* de Er:YAG era promissor para a realização de preparos cavitários, pois emite um comprimento de onda de 2,94 $\mu$ m sendo este coincidente com o pico de máxima absorção da água e dos radicais OH, presentes nos minerais dos tecidos duros, resultando em boa absorção nos tecidos biológicos, como por exemplo, esmalte e dentina.

Em 1988, Hibst & Keller<sup>45</sup> observaram o *laser* de Er:YAG no esmalte, dentina e cárie, através da medida da taxa de ablação. Para este experimento, utilizaram dentes humanos extraídos cortados em faceta de 2mm de espessura e fixados em formaldeído a 4%. O *laser* foi aplicado perpendicularmente às amostras, através de uma lente biconvexa de quartzo, com energia irradiante de 30 a 360mJ por pulso e taxa de repetição de 1Hz. Em seguida, as amostras foram examinadas em um microscópio. Para comparação com o *laser* de Er:YAG, cavidades do mesmo tamanho foram realizadas com o *laser* CO<sub>2</sub>. A energia irradiada de 1J foi utilizada em combinações de potência e tempo de 20W/50ms e 2W/500ms. Os autores concluíram que a luz *laser* de Er:YAG é eficazmente absorvida nas estruturas duras do dente pela água e componentes inorgânicos, causando um aquecimento rápido e pequeno. O esmalte e dentina são removidos em parte pelo contínuo processo de vaporização e parte por microexplosões.

Com o propósito de investigar as alterações ocorridas no esmalte e dentina através da aplicação do *laser*, Keller e Hibst<sup>46</sup>, em 1989, propuseram um experimento. Para tal, utilizaram 30 dentes humanos extraídos, cortados em fatias de 2mm de espessura, e fixados em formaldeído a 4% após a irradiação do *laser*.

Os parâmetros do laser de Er:YAG foram os mesmos utilizados no trabalho anterior<sup>48</sup> e para comparação, cavidades foram realizadas com o laser de CO<sub>2</sub>, com um comprimento de onda de 10.6µm e focalizados nos dentes através de uma peça de mão (distância focal de 12mm). As cavidades tiveram aproximadamente o mesmo tamanho daquelas realizadas com o laser de Er:YAG. A energia irradiada foi de 1J, aplicado energia em combinações de potência e tempo de 20W/50ms e 2W/500ms. Os espécimes foram observados sob microscopia óptica e microscopia eletrônica de varredura, depois do tratamento com o laser de Er:YAG, não revelaram zonas de carbonização ou fusão como aquelas encontradas nos espécimes tratados com o laser de CO<sub>2</sub>, nem fissuras ou fraturas ao redor dos tecidos duros do dente. As margens também não se encontraram salientes ou vitrificadas. Através da microscopia eletrônica de varredura, observou-se que, enquanto o laser de CO<sub>2</sub> produziu esmalte com paredes vítreas, prismas derretidos e fissuras bastante evidentes, o laser de Er:YAG mostrou cavidades com aspecto rugoso sem sinal de injúrias térmicas. A disposição dos cristais de hidroxiapatita no esmalte e dentina apresentou-se inalterado. As imagens indicam que a estrutura dura do dente foi removida por um processo de explosão. De acordo com os autores, a maior parte da energia incidente foi consumida pelo processo de ablação e somente uma pequena fração da energia resultou em um aquecimento do tecido remanescente, então nenhuma injúria ocorreu, sendo este fato comprovou-se pela observação da área preparada com laser de ER:YAG.

Em 1990, Hoke<sup>47</sup> et al., avaliaram a mudança de temperatura na câmara pulpar de dentes humanos, durante preparo com laser de Er:YAG com spray de água. Utilizaram dentes extraídos nos quais foi introduzido um termopar na câmara pulpar. Os autores observaram que os comprimentos de onda selecionados e a utilização da água, durante os procedimentos resultaram em remoção suficiente do tecido duro, sem danos aos tecidos adjacentes. O laser de Er:YAG pulsado (2,94µm) pode ser um método efetivo para remoção do tecido duro quando aplicado com a presença de água, concluíram os autores.

Hibst & Keller<sup>48</sup>, em 1990, demonstraram que a irradiação do laser de Er:YAG pode resultar numa temperatura nociva à polpa. Entretanto, com uma escolha apropriada dos parâmetros da energia de irradiação, quantidade de

repetição e números dos pulsos, os danos podem ser evitados, mesmo numa cavidade próxima à polpa.

Kayano<sup>49</sup> *et al.*, avaliaram o efeito do *laser* de Er:YAG no esmalte superficial de dentes humanos extraídos. Avaliaram também a possibilidade de o esmalte adjacente aos defeitos da ablação adquirir resistência ácida e, ainda, o efeito da ablação do *laser* sobre esmalte, dentina e cimento. Foram utilizados 35 dentes livres de cárie. Nos primeiros estudos, as superfícies vestibular e lingual de trinta dentes foram irradiadas com energia de 500mJ, densidade de 15,9J/cm<sup>2</sup>, profundidade de pulso de 200ms e taxa de repetição de 1 ou 3Hz. Os dentes foram analisados em microscópio e os autores chegaram às seguintes observações:

A – o *laser* de Er:YAG removeu por ablação o tecido dental nitidamente, sem promover fraturas, usando o método contato ou não contato;

B – o tamanho dos defeitos ficou limitado à área irradiada, e pode estar relacionado às condições de irradiação e espessura do dente;

C – o *laser* promoveu resistência ácida no esmalte marginal adjacente aos efeitos promovidos pela ablação.

Em 1991, Matsumoto<sup>50</sup> *et al.*, observaram mudanças morfológicas no esmalte e na dentina, depois da irradiação com *laser* de Er:YAG. Preparos cavitários foram realizados em dez dentes extraídos. Uma parte dos dentes foi pigmentada com corante preto, outra possuía lesão cáries e outra era hígida. Foram irradiados com *laser* de Er:YAG com 15,9J/cm<sup>2</sup> de densidade de energia. Os resultados em MEV demonstraram que o *laser* de Er:YAG tem capacidade de cortar estruturas dentais e remover cárie em esmalte e dentina. Observaram também, que a profundidade dos preparos cavitários depende da energia, do tempo de exposição e do tipo de tecido. Os espécimes pigmentados foram mais profundos e as margens mais definidas, quando comparados com espécimes não pigmentados.

Morioka<sup>51</sup>, em 1991, investigou a ação do *laser* de Er:YAG sobre o tecido duro dental e comparou os resultados com os outros *lasers* (CO<sub>2</sub>, Argônio, Nd:YAG pulsado e Nd:YAG contínuo). Foram realizados preparos na superfície vestibular de incisivos centrais, com o foco incidindo perpendicularmente. Os parâmetros utilizados correspondiam a 0.5 a 9J de energia total irradiada, com taxa de repetição de 10Hz e tempo de irradiação de 1 segundo. O autor concluiu

que o *laser* de Er:YAG foi eficaz no esmalte dental, apresentando resultados superiores aos outros tipos de lasers, confirmando a hipótese de que este *laser* pode ser utilizado para preparar cavidades.

Para comparar a superfície de esmalte e de dentina após a aplicação do *laser* de Er:YAG e do preparo mecânico, Gross<sup>15</sup> *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 com 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 microscopia óptica e microscopia eletrônica de varredura. O exame final das superfícies realizou-se após o condicionamento ácido com ácido cítrico em dentina e ácido fosfórico em esmalte, ambos por um minuto. Os resultados indicaram que o *laser* de Er:AYG sem *spray* de água formou uma zona densa de detritos quando comparado com o uso de *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* de 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 microrretentivo. Na dentina, o tratamento com o *laser* de 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. Os autores concluíram que, no esmalte, o *laser* de Er:YAG permite a técnica do condicionamento com ácido. Na superfície da dentina, a aplicação com *laser* e preparo convencional mostraram resultados semelhantes.

Em 1992, Pashley<sup>52</sup> *et al.*, em um estudo, *in vitro*, avaliaram o efeito do *laser* CO<sub>2</sub> na estrutura e permeabilidade da camada de esfregaço. Utilizaram três diferentes densidades de energia. A exposição à menor energia aumentou a permeabilidade dentinária, medida através da condutância hidráulica, devido à

perda parcial da camada de *smear layer* superficial e *smear plugs*. A superfície da cratera mostrou-se porosa e com comunicação com os túbulos dentinários adjacentes, também contribuindo para aumentar a permeabilidade. A energia mais elevada produziu vitrificação da superfície das crateras, selando os túbulos dentinários. Entretanto, houve completa remoção de camada de esfregaço aumentando a permeabilidade da dentina peri-cratera. Os autores também salientaram que o uso do MEV, combinado com as mensurações da permeabilidade, fornece importantes informações, que são essenciais à avaliação dos efeitos do *laser* na dentina.

O *laser* de Er:YAG pulsado foi usado para determinar a profundidade da ablação em cortes transversais no esmalte e dentina de dentes humanos extraídos num estudo realizado por Zhao Zhang<sup>53</sup> *et al.*, em 1992. Os autores utilizaram energia *Poe pulso* variando de 25 a 365mJ e taxa de repetição de 2 e 5Hz. O *laser* foi focalizado sobre umas secções de 0.5 a 0.75mm de dentes molares, incluindo o esmalte e a dentina. Fotografias das cavidades preparadas com o *laser* com 2 e 5Hz indicaram o mínimo efeito térmico no esmalte com densidade de energia baixa de 80J/cm<sup>2</sup>. Mínio efeito térmico em dentina foi notado com densidade de energia abaixo de 74J/cm<sup>2</sup>. As imagens da dentina mostradas através de microscopia serrilhada e irregular. Os autores concluíram que o *laser* de Er:YAG pode efetivamente promover a ablação do esmalte e da dentina com o mínimo efeito térmico, quando se utilizaram taxas de repetição de 2 e 5Hz. Com o propósito de comparar a superfície do esmalte e da dentina após a irradiação com o *laser* de Er:YAG e após preparação mecânica. Quando os autores compararam os dados obtidos no tratamento com o *laser* e os dados do tratamento convencional, observaram que o esmalte mostravam-se com uma zona de detritos em forma de placas e, em alguns casos com uma pequena zona de prismas desintegrados. A superfície permanecia áspera após a remoção dos fragmentos superficiais com o auxílio de escovas. Além disso, o tratamento com o *laser* proporciona um ataque adicional à superfície resultando em um padrão microrretentico. Tanto no tratamento convencional, quanto no tratamento com *laser* de Er:YAG a análise mostrou que a superfície da dentina apresenta-se coberta com uma zona de detritos. Os túbulos dentinários abaixo da zona de preparação não mostram mudanças morfológicas. Em ambos os grupos, a rugosidade superficial é semelhante e, após escovação, muitos dos túbulos

dentínários se encontram cobertos com uma camada de fragmentos, a qual pode ser removida e os túbulos parcialmente reabertos após o condicionamento ácido da superfície.

Keller & Hibst<sup>54</sup>, em 1992, realizaram em estudo clínico com *laser* de Er:YAG, em 67 dentes tratados de 33 pacientes. Neste estudo, lesões de cárie de classe I, II, III e IV foram tratadas, focalizadas com 0,8mm de tamanho do foco, taxa de repetição de 1 a 4Hz, energia variando de 150mJ/pulso a 450mJ/pulso e sob refrigeração com *spray* de água. Após o tratamento, os espécimes foram restaurados com resina composta. Os resultados demonstraram que nenhum dos dentes perdeu a vitalidade, nem ocorreu sensibilidade à percussão. A utilização da anestesia só foi necessária em um caso, concluindo-se que a preparação do dente com o *laser* de Er:YAG promove uma menor sensação dolorosa do que os preparos realizados com alta-rotação ou brocas de baixa-rotação. Uma diferença foi observada entre a percepção da dor, nos preparos realizados, próximos e distantes da polpa. Em 26 casos de preparo longe da polpa, não houve sensibilidade em 16 deles. Em 41 casos de preparação próxima à polpa, uma pequena sensibilidade foi sentida em 29 deles. Os autores concluíram que o *laser* de Er:YAG é capaz de realizar preparos cavitários sem danos térmicos à polpa, sendo indicado para a remoção de cárie na prática diária.

Hibst & Keller<sup>55</sup>, em 1992, realizaram um outro estudo em dentes humanos extraídos com o propósito de quantificar o efeito térmico de pulsos simples do *laser* de Er:YAG, e melhor entender o mecanismo básico de aquecimento, as interferências causadas pelos parâmetros definidos no *laser* e o tipo de tecido utilizado. No primeiro grupo, as superfícies do esmalte e de dentina do dentes seccionados ao meio foram irradiadas com energia radiante variando de 5 a 500mJ/pulso. A temperatura da superfície foi medida por um sistema de imagem termográfica em função do tempo. No segundo grupo, o *laser* foi focalizado em *slices* de 2 ou 4mm de espessura. Uma cavidade foi realizada por um sistema de imagem termográfica em contato com um termopar. O aumento da temperatura foi gravado, durante o procedimento, em várias energias radiantes e taxas de repetição. A irradiação foi parada quando a radiação *laser* alcançou o termopar. A temperatura máxima determinada por este método apresentou um limite superior da temperatura local, o que pode ocorrer na preparação de uma pequena cavidade dentro da polpa. Os autores observaram que para os pulsos

sub-ablativos (37mJ/pulso) a queda de temperatura é mais rápida em esmalte do que em dentina, de acordo com a grande difusão térmica do esmalte. Porém, quando o limiar da ablação é excedido (225mJ/pulso, 435mJ/pulso) o efeito da temperatura é mais pronunciado no esmalte, quando comparado à dentina. Para pulsos repetitivos, o efeito da temperatura irá somar de acordo com o intervalo de tempo entre dois pulsos. Medidas com termopar revelam que, para pulsos seqüenciais, a taxa de repetição é o parâmetro mais importante para determinar a temperatura acumulada.

Wright<sup>56</sup> *et al.*, em 1993, compararam a microinfiltração de preparos cavitários realizados com alta-rotação e *laser* de Er:YAG. Para o experimento, utilizaram-se 15 molares extraídos, armazenados em água, divididos em 3 grupos onde, restaurações classe V de resina foram preparadas com uma profundidade de 1mm em dentina. O grupo 1 foi preparado com alta-rotação e condicionado com ácido fosfórico a 37%. O grupo 2 também utilizou a alta-rotação e broca carbide 330, mas o esmalte cavo-superficial foi condicionado com o *laser* de Er:YAG. No grupo 3, aplicou-se o *laser* nos preparos e no condicionamento. Os preparos foram iniciados com 330µJ de energia a 2pps, sendo ajustado o nível de energia quando necessário. Para o condicionamento do esmalte, a energia diminuiu para 200µJ. As cavidades foram restauradas com *Prismafil* (L.D.Caulk) de acordo com as instruções do fabricante. Em seguida, as amostras permaneceram armazenadas em água destilada por 90 dias e, após este período, imersas em solução de nitrato de prata a 50% por 24 horas. Novamente armazenaram-se os dentes em água destilada para dar seqüência aos cortes. *Slices* de 0.1mm de espessura, em um plano horizontal à superfície oclusal do dente, foram obtidos. A avaliação dos *slices* seguiu os critérios: 0= nenhuma infiltração; 1= infiltração no esmalte mas não ultrapassa a junção ou axial; e , 3= infiltração na parede pulpar e axial. Três examinadores avaliaram as amostras. Os resultados indicaram que não houve diferença estatisticamente significativa entre os grupos e, a microinfiltração obtida foi mínima.

Gimble<sup>57</sup> *et al.*, em 1994, fizeram uma pesquisa com a finalidade de determinar a eficácia do *laser* de Er:YAG quando comparado ao tratamento convencional para tecidos dentais duros. Neste estudo, o tratamento das fôssulas e fissulas, remoção de cáries, o condicionamento ácido e o preparo cavitário foram realizados em pacientes. A energia variou de 15mJ para tratamento das

fóssulas e fissuras, a 250mJ para preparo cavitário e a frequência variou de 5 a 10Hz. Para cada procedimento, foram utilizadas as seguintes energias: para fóssulas e fissuras – 47mJ e 59 segundos; para remoção de cárie e preparo cavitário – 159mJ e 71 segundos; condicionamento com *laser* – 118mJ e 43 segundos. Os dentes foram extraídos e os resultados dos procedimentos indicaram que o *laser* foi tão eficiente quanto as turbinas de alta-rotação para remoção de cárie e preparo cavitário. A visualização no microscópio eletrônico de varredura e testes de adesão com a máquina Instron mostrou que o condicionamento ácido, combinado com condicionamento a *laser*, foi melhor que apenas o condicionamento ácido (31 MPa vs. 20 MPa). Os estudos histológicos e a temperatura da polpa indicaram nenhum dano ao tratamento com *laser*. A opinião dos pacientes foi mais favorável à utilização do *laser* do que, a da turbina dental convencional.

Em 1994, Kumazaki<sup>6</sup> trabalhou com *laser* de Er:YAG para a remoção de tecidos duros. Segundo o autor, quando a luz do *laser* é aplicada ao dente, a energia, convertida em calor, é utilizada para cortar o dente ou induzir as trocas químicas. Não há vibração, barulho, nem dor causada pelas turbinas de alta-rotação. No esmalte, a irradiação a *laser* produz superfície semelhante à produzida pelo condicionamento ácido. O comprimento de onda do *laser* de Er:YAG é de 2,94 $\mu$ m, o qual é absorvido pela água e produz calor pela vaporização da mesma. O *laser* de Er:YAG não tem efeito térmico na polpa, quando usado para preparo cavitário. Este *laser* é mais indicado para preparos cavitários, pois induz à vaporização instantânea da água dos tecidos dentais, produzindo uma pressão suficiente para cortar o dente facilmente.

Em 1995, Keller & Hibst<sup>58</sup> reportaram que, em comparação com os outros sistemas, o *laser* de Er:YAG é preferido por uma série de indicações. As pesquisas, *in vitro*, e em animais têm mostrado que o *laser* de Er:YAG pode ser usado para remoção de tecido duro, como também lesão cariosa com eficiência e sem danos térmicos aos tecidos adjacentes. Os materiais restauradores, como as resinas compostas e os cimentos, podem também ser removidos porque o feixe de *laser* é refletido. Estudos histológicos e de aplicação clínica indicaram que os preparos a *laser* são possíveis, sem ou com o mínimo de dor. O *laser* de Er:YAG é recomendado, também para osteotomia, remoção de citos, ou apicetomia por

causa da excelente cicatrização. Poderá, no futuro, ser utilizado também em periodontia e endodontia.

Em 1996, Jelínková<sup>59</sup> *et al.*, estudaram a profundidade de cavidades preparadas com o *laser* de Er:YAG, variando o tempo de irradiação, o número de pulsos e o tipo de tecido alvo. Quando utilizaram dez pulsos de 70 a 500mJ de energia e taxa de repetição de 1 ou 2HZ, a profundidade da cavidade variou de 0.14 a 0.9mm no esmalte e 0.55 a 1.51mm na dentina. O diâmetro foi menor para taxa de repetição de 2HZ. Os autores concluíram que o *laser* de Er:YAG foi capaz de produzir cavidades (em esmalte e dentina) bem definidas, limpas, sem danos aos tecidos duros adjacentes e sem carbonização da dentina (sob refrigeração adequada).

Com o propósito de avaliar a aplicação clínica do *laser* de Er:YAG em preparo cavitários, Matsumoto<sup>60</sup> *et al.*, em 1996, selecionaram para experimento 60 dentes de 40 pacientes. O *laser* de Er:YAG, desenvolvido pela Luxar, com comprimento de onda de 2.94 $\mu$ m e parâmetros de 8Hz e 250mJ/pulso foi utilizado para realização dos preparos classe V. Os autores concluíram que o *laser* utilizado neste estudo consiste em um sistema apropriado para a prática clínica.

Para garantir uma adesão satisfatória entre a resina composta e o dente, o condicionamento do esmalte é indispensável, pois cria microretenções na superfície. Alternativas do condicionamento do esmalte foi proposto por Moritz<sup>61</sup> *et al.*, em 1996, utilizando o *laser* e a microabrasão a ar. Para o experimento, 280 dentes recém extraídos, com esmalte exposto foram divididos em 14 grupos. Nos grupos 1 e 2, utilizaram-se ácido fosfórico e maleico, respectivamente. Nos grupos 3 a 5, o *laser* CO2 foi aplicado com os parâmetros de 0.5W, 1.0W e 1.5W nos respectivos grupos por 15 segundos. Nos grupos 6 a 8, aplicou-se o *laser* de Nd:YAG na seguinte ordem: com 60mJ/20Hz, 80mJ/15Hz e 80mJ/20Hz por 15 segundos. O *laser* de Er:YAG foi selecionado para os grupos de 9 a 11, com energias de 60mJ/4Hz, 180mJ/2Hz e 250mJ/2Hz por 15 segundos respectivamente. Por último, os grupos de 12 a 14 foram preparados com o sistema de microabrasão a ar, variando o tamanho das partículas abrasivas em 27 $\mu$ m/11 bar, 50 $\mu$ m/11 bar. Todos os dentes foram restaurados com resina composta Z100 e submetidos ao teste de tração e à microscopia eletrônica de varredura. O autor concluiu que os *lasers* de Er:YAG e Ns:YAG e o sistema de

microabrasão produziram um condicionamento semelhante ao ácido, sob as condições experimentais descritas.

Ramos<sup>62</sup> *et al.*, em 1996, examinou a microinfiltração em restaurações classe V de resina composta preparadas através do método convencional e pelo *laser* de Er:YAG. Para experimento, 20 pré-molares humanos foram divididos em 3 grupos: grupo 1 – preparos realizados com alta-rotação e condicionamento com ácido fosfórico a 35%; grupo 2- preparos com *laser* de Er:Yag e condicionados com ácido fosfórico a 35% e; grupo 3 – preparos e condicionamento com o *laser* de Er:YAG. As cavidades, com profundidade de 1mm na junção amelo-dentinária, 4mm de largura e 2mm de altura foram restauradas com sistema adesivo *Scotchbond Multi-purpose* e resina composta fotopolimerizável Z100 e imersas em solução de nitrato de prata a 50%. Observaram-se as amostras pelo microscópio óptico, onde se verificou infiltração nos grupos I, II e III e pôde-se concluir que não houve diferença significativa entre os grupos.

Em 1996, Eduardo<sup>63</sup> *et al.*, fizeram um estudo, *in vitro*, que foi dividido em duas partes: na primeira, avaliaram no MEV a superfície do esmalte após irradiação com o *laser* de Er:YAG, em diferentes energias. Na segunda parte, compararam a resistência ao cisalhamento das resinas compostas, depois do condicionamento da superfície com o *laser* de Er:YAG ou ácido fosfórico a 37%. Trinta dentes humanos terceiros molares foram divididos em três grupos: **G1** foi tratado com ácido fosfórico por trinta segundos; **G2** foi tratado com o *laser* de Er:YAG, focalizado com energia de 140mJ/pulso; **G3** foi tratado com 300mJ/pulso, ambos com taxa de repetição de 1Hz, sobre *spray* de água. A irradiação foi aplicada a uma distância de 13mm no esmalte (não contato). Uma camada do adesivo *Heliobond* foi aplicada e resina TPH foi aplicada numa matriz de *teflon* de 5mm. A resistência adesiva foi avaliada numa máquina *Wolpert-Werke*, com velocidade de 5mm/minuto. A análise das fotomicrografias demonstrou que a irradiação com o *laser* de Er:YAG produziu mudanças significantes na superfície do esmalte e o teste de resistência ao cisalhamento mostrou que os valores do grupo tratado com ácido fosfórico foram, estatisticamente, maiores que os tratados com o *laser* de Er:YAG.

Um estudo para comparar a adesão da resina composta à dentina, após o preparo da superfície dentinária com o *laser* de Er:YAG ou com alta-rotação, com ou sem subseqüente condicionamento ácido da superfície, foi realizado por

Visuri<sup>64</sup> *et al.*, em 1996. As coroas de molares humanos extraídos foram removidas, expondo a dentina. Foi então removida uma camada adicional com alta rotação ou com *laser* de Er:YAG (com 350mJ/pulso e taxa de repetição de 6Hz) para verificar a imagem dos espécimes sob tratamento com alta-rotação ou *laser*. A rugosidade das superfícies foi observada e comparada entre os grupos. Vários espécimes de cada grupo foram condicionados com ácido, e um cilindro de resina composta foi aderido às superfícies preparadas. A adesão da resina composta à dentina foi então submetida ao teste de cisalhamento e os resultados indicaram que houve maior resistência à adesão nos espécimes irradiados com o *laser*, quando comparados com o condicionamento ácido e o preparo com alta-rotação. As imagens de microscopia eletrônica de varredura mostraram a exposição dos túbulos dentinários no grupo após o tratamento com o *laser* e, também no grupo condicionado com ácido. Os autores concluíram que a preparação da dentina com o *laser* de Er:YAG deixa a superfície apropriada para a adesão de resinas compostas.

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<sup>65</sup> *et al.*, em 1997 propuseram um estudo utilizando pré-molares selecionados para extração por motivos ortodônticos. Antes da extração, uma cavidade oval foi preparada, em cada dente, com *laser* de 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 microscópio óptico. Os resultados mostraram que após a aplicação do *laser* houve uma redução inflamatória pulpar. Os autores concluíram que a ablação do esmalte e dentina com o *laser* de Er:YAG é segura sob as condições descritas.

Pelagalli<sup>66</sup> *et al.*, avaliaram a eficiência do *laser* de Er:YAG para remoção de cárie e preparo cavitário em dentina e esmalte comparado à alta-rotação. Foram selecionados 60 pacientes com 106 dentes, divididos num grupo *laser* controle. Prepararam-se os dentes *in vivo*, sendo que os dentes foram extraídos imediatamente, após 2 dias, após 1 mês e após 1 ano para avaliar a cicatrização pulpar, a morfologia superficial e a qualidade do preparo, da restauração e da dor. Os parâmetros do *laser* foram 80mJ de potência e 5 a 10Hz de freqüência para a remoção da cárie de 120mJ e 5 a 10Hz para preparos cavitários. Os dentes foram

analisados através da análise histológica da polpa, microscopia eletrônica de varredura da superfície morfológica do dente, penetração do corante, teste de resistência adesiva e avaliação da habilidade do *laser* na remoção da cárie e preparo cavitário. Os resultados indicaram que o *laser* mostrou ser igual ou melhor que a broca nos procedimentos testados de remoção de cárie, preparo cavitário e condicionamento antes do condicionamento ácido. A microscopia eletrônica de varredura revelou microfaturas, túbulos dentinários abertos e um efeito de condicionamento na superfície externa do preparo. A análise histológica comprovou não existir o comprimento pulpar durante o procedimento. De acordo com os autores, durante os testes clínicos não houve complicações, os pacientes permaneceram tratados sem anestésias com resultados similares ou superiores àqueles obtidos com a broca, sendo confirmado pela microscopia eletrônica de varredura.

Cozean<sup>11</sup> *et al.*, em 1997, fizeram um estudo clínico para avaliar a eficácia e a segurança do laser de Er:YAG na remoção de cáries e preparo cavitário em dentina e esmalte, comparados com as turbinas de alta-rotação. Investigaram, também a necessidade da utilização da anestesia com o *laser*. Foram realizados preparos classe I, II, III, IV e V, restaurados com amálgama e resinas compostas. Este estudo foi dividido em duas fases: na fase I, 60 dentes foram restaurados e extraídos para exame histológico do tecido pulpar; na fase II, 107 dentes foram restaurados, porém não extraídos e avaliados em períodos superiores a 18 meses. Nas duas fases, os pacientes foram divididos em dois grupos: tratados com *laser* e tratados com alta-rotação (grupo controle). Baseados nos resultados, os autores concluíram que o uso do *laser* de Er:YAG para tratar tecidos duros dentais foi efetivo e seguro para remoção de cárie, preparo cavitário e condicionamento do esmalte. Não houve diferença significativa entre os procedimentos com o *laser* e o grupo controle.

Coluzzi<sup>13</sup> *et al.*, em 1998, comenta algumas das vantagens e limitações dos diferentes tipos de Laser na Dentística. Entre as vantagens, o laser é menos traumático ao paciente, é capaz de remover tecido cariado, preservando tecido sadio, pode ser utilizado sem anestesia local e propicia um pós-operatório melhor. Entre as limitações, o *laser* é uma tecnologia cara e que requer treinamento especializado e com precauções de segurança para a sua utilização, produz emora na preparação da ferida cirúrgica, pode ser mais lento do que outras

técnicas, um único comprimento de onda do *laser* não serve para todas as modalidades e, na prática, não há indicação para a remoção de amálgama ou de outro metal do dente. Entretanto, os autores afirmam que os *lasers* podem ser utilizados em várias situações clínicas com resultados muito satisfatórios, tornando este equipamento um item essencial no consultório odontológico.

Jean<sup>67</sup> *et al.*, em 1998, comparou a microinfiltração obtida na interface dentina/esmalte-material restaurador, após o tratamento com o *laser* de 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. O grupo 1 foi condicionado com ácido fosfórico a 37%, durante 30 segundos para o esmalte e 15 segundos para a dentina. O grupo 2 foi irradiado com *laser* de Er:YAG com energia de pulso de 140mJ/pulso e 4Hz de taxa de repetição sobre a dentina e 200mJ/pulso e 4Hz para o esmalte. O grupo 3 foi o grupo 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* de Er:YAG foi significativamente maior do que nos outros grupos condicionados com o ácido fosfórico.

Clockner<sup>12</sup> *et al.*, em 1998, propuseram um estudo para avaliar a temperatura intrapulpar durante a realização de um preparo com *laser* de Er:YAG comparado ao motor de alta-rotação. O efeito da temperatura na polpa foi avaliado em incisivos e caninos humanos extraídos e, para este estudo *in vitro*, foram realizadas cavidades classe I na lingual dos dentes acima mencionados. Utilizou-se para este experimento o aparelho do *laser* de Er:YAG (*twinlight laser, Fotona, Ljubljana, Slovenia*), com comprimento de onda de 2,94µm, potência de 500mJ e taxa de repetição de 10Hz (valores máximos preconizados pelo fabricante). A temperatura durante o preparo cavitário com o *laser* de Er:YAG foi comparada com o motor de alta-rotação através de uma sonda introduzida na cavidade pulpar e mantida a temperatura constante 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°C – 30°C devido ao resfriamento com água e ar. Com o preparo convencional, houve uma elevação

da temperatura para 60°C. Dessa foram, 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.

Khan<sup>68</sup> *et al.*, propôs um estudo para avaliar a microinfiltração de cavidades classe I, restauradas com amálgama (*Shofu, Kyoto, Japan*), resina composta (*Silux, 3M, St.Paul, MN*) ou ionômero de vidro (*Fuji Ionomer Type II LC, GC, Tokyo, Japan*) após a realização dos preparos com o *laser* de Er:YAG, sendo o grupo 1 composto por 48 cavidades classe I preparadas com *laser* de Er:YAG, e o grupo 2 igual ao primeiro, mas preparado com alta-rotação. O aparelho de *laser* utilizado foi o Er:YAG (*Key Laser 1242, KaVo Dental GmbH, Jena Germany*), com comprimento de onda de 2,94µm a 6pps, 400mJ/pulso sob refrigeração constante. Depois de realizado o preparo, cada grupo subdividiu-se em 3 subgrupos e cada um desses subgrupos foi restaurado com um dos três tipos de material restaurador. A microinfiltração das amostras foi avaliada através do método de penetração do corante (solução de Rodamina B a 0.6% por 48hs) e pela microscopia eletrônica de varredura. 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 infiltração foi evidente na maioria das restaurações de amálgama. Houve diferença significativa entre 3 materiais restauradores mas não houve diferença significativa entre as cavidades preparadas com o *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 infiltração.

Keller<sup>14</sup> *et al.*, em 1998, investigaram a aceitação, por parte dos pacientes, de preparos cavitários realizados com *laser* de Er:YAG em cinco serviços odontológicos, em hospitais. Os autores realizaram 206 preparos em 194 dentes de 103 pacientes, sendo que metade dos preparos foi realizada com *laser* e a outra metade com alta-rotação convencional. Foi utilizado o *laser* de Er:YAG, com 2,94µm de comprimento de onda, duração de pulso de 250µs e *spray* de água. Para o esmalte, a energia de pulso utilizada foi entre 250mJ a 400mJ, repetição 2-4Hz. Para a dentina, energia entre 250mJ e 300mJ, repetição 1-3Hz. Os preparos com brocas foram realizados em alta-rotação. Os dentes foram restaurados com amálgama ou resina composta. Imediatamente, após, foi feito o

teste de vitalidade pulpar com gelo e à percussão. O esquema de avaliação compreendeu três escores: confortável, desconfortável e muito desconfortável. Os resultados mostraram que o tratamento com *laser* foi mais confortável que o tratamento convencional. Durante o tratamento, a necessidade de anestesia local foi de 11% para o preparo convencional e 6% para o preparo com *laser*, 80% dos pacientes disseram ser o preparo convencional menos confortável e 82% dos pacientes preferiram o preparo com *laser* para futuros tratamentos. Concluíram, ainda, que a aplicação do *laser* de Er:YAG para preparo de cavidades foi mais confortável que o método convencional com alta-rotação.

Em 1998, Dostálová<sup>69</sup> et al., fizeram um estudo clínico onde avaliaram a ablação com o *laser* de Er:YAG, depois de dois anos. Foram avaliadas 150 cavidades. Foram usados três materiais restauradores: *Charisma*, *Ketac-Fill* e *Photac-Fil*. A energia do *laser* foi utilizada entre 100 a 450mJ, taxa de repetição de 1 a 4Hz com *spray* de água. O comprimento de pulso foi de 200µs. A avaliação clínica foi aos 6, 12, 18 e 24 meses baseada na recomendação da ADA. Foram aplicados oito critérios: crista marginal, adaptação marginal, forma anatômica, cáries, mudança de cor, descoloração do cavo-superficial, textura superficial, sensibilidade pós-operatória. Foram feitas restaurações classe I-19, classe II-3, classe III-36, classe IV-5, e classe V-97 em pré-molares, dentes anteriores e 16 em molares. Em comparação com o tratamento clássico, os autores notaram que a retenção e a qualidade do material restaurador foram semelhantes. A energia mais utilizada foi 400mJ, com repetição 2-4Hz para o esmalte. Para a dentina, a energia óptica foi 200mJ e repetição de 1 a 2Hz, dependendo da profundidade da cavidade. O número de pulsos variou de 16 a 489 e a média foi de 111,22. Os autores concluíram que a utilização do *laser* de Er:YAG é um método promissor para remoção de cáries e preparo cavitário.

Em 1998, Miserendino<sup>70</sup> realizou um estudo para determinar as modificações que ocorrem na superfície do esmalte humano, após o preparo de cavidades com o *laser* de Er:YAG e também para observar a trajetória da infiltração na interface das restaurações adesivas. Utilizou 4 dentes humanos extraídos, divididos em 2 grupos, onde o grupo 1 foi tratado com o *laser* de Er:YAG e o grupo 2, com 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 à 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%. As amostras foram imersas em Rodamina B por 48 horas e seccionadas para a avaliação do grau de microinfiltração obtido. Através da análise com a lupa esteremicroscópica e o MEV, os autores concluíram que a microinfiltração encontrada nos três grupos foram semelhantes, não havendo diferença, estatisticamente significativa, entre eles.

Ramos<sup>71</sup>, em 1998, avaliou a microinfiltração marginal em cavidades de classe V preparadas com alta-rotação e *laser* de Er:YAG. Os 36 dentes foram divididos em 3 grupos: grupo 1- preparados com alta-rotação e condicionados com ácido fosfórico a 37%; grupo 2- preparados com *laser* de Er:YAG e condicionados com ácido fosfórico a 37% e; grupo 3- preparados e condicionados com *laser* de Er:YAG. Todos os dentes foram restaurados com sistema adesivo *Single Bond* e resina composta Z100 e submetidos ao teste de microinfiltração, utilizando o traçador de nitrato de prata a 50%. Concluiu-se que as cavidades preparadas com alta-rotação e com *laser* de Er:YAG, ambas condicionadas com ácido fosfórico, mostraram menores graus de microinfiltração do que cavidades preparadas e condicionadas com *laser* de Er:YAG.

Cozean & Powell<sup>72</sup>, em 1998, fizeram um estudo para verificar se a polpa do tecido dental não sofreria danos quando fosse exposto à irradiação do *laser* de Er:YAG (2,94µm) nos procedimentos de remoção de cárie, preparo cavitário e condicionamento, antes do condicionamento ácido. Eles observaram os resultados histológicos, comparando o *laser* de Er:YAG com a utilização da alta-rotação convencional. A avaliação de possíveis mudanças histológicas da polpa e dentina, depois da aplicação do *laser* e da alta-rotação foi feita em dentes extraídos, imediatamente aos procedimentos operatórios e depois de vários intervalos de até um ano no pós-tratamento. Para os pacientes tratados com *laser*, não houve necessidade de anestesia, porém, houve relato de dor quando o *laser* se aproximava da polpa. No entanto, a energia, pode ser ajustada. Os

pacientes não se queixavam de dor pós-operatória. Os autores concluíram, que não houve diferença significativa entre o *laser* e o grupo controle utilizado.

Aoki, Watanabe e Ishikawa<sup>73</sup>, Japão em 1998, fizeram uma revisão da literatura a respeito da utilização do *laser* de Er:YAG, no Japão. Comentaram que esse tipo de *laser* foi aprovado pelo Ministério da Saúde do Japão em 1995. As investigações da sua utilização mostraram sua efetividade nos tecidos duros e moles sem causar dano pelo calor sendo mínima a influência na polpa. Tem efeito bactericida e sua utilidade no tratamento da lesão de cárie, preparo cavitário, pequenas cirurgias no tecido mole foi demonstrada em vários estudos clínicos. Os autores concluíram dizendo que muitos estudos foram feitos com o *laser* de Er:YAG, porém, ainda há necessidade de clarificar as suas vantagens e limitações, assim como, estabelecer procedimentos corretos de sua utilização.

Em 1998, Matsumoto<sup>74</sup>, examinou as mudanças morfológicas dos dentes tratados com o *laser* de Er:YAG através do MEV, microscópio óptico, análise por energia dispersiva de raios X e microscópio eletrônico de transmissão. Foram utilizados: o parâmetro de 250mJ; pulso de 8Hz e a irradiação foi realizada sem contato. O autor observou pequena diferença na estrutura entre esmalte irradiado e não irradiado. A superfície dentinária cortada com o *laser* e refrigerada com água mostrou túbulos dentinários abertos. Uma grande quantidade de micropartículas produzidas durante o processo de ablação foi observada pelo microscópio de transmissão e a formação dessas micropartículas pode ser devido à microexplosão. A medida da temperatura por termografia e exame patohistológico da polpa dental demonstrou que não houve nenhum problema quando os procedimentos de irradiação são realizados com *spray* de água. Por esses resultados, o autor concluiu que este *laser* pode ser usado clinicamente, na remoção de cáries de classe V, que não são tão profundas.

Eduardo, Ramos e Eduardo<sup>75</sup>, em 1998, apresentaram um estudo clínico sobre o uso do *laser* de Er:YAG para o preparo cavitário, relatando que esta técnica demonstra ser efetiva para o preparo de cavidades conservadoras, com a eliminação do desconforto produzido pelo ruído do instrumento de alta-rotação e por, na maioria dos casos, não haver necessidade do uso de anestesia durante o procedimento.

Com o objetivo de estudar o tratamento de lesões cariosas e dentina e esmalte sadios, através dos métodos convencionais e *laser* de Er:YAG,

Armengol<sup>76</sup> *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 cáries 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* de Er:YAG (250mJ e 2Hz) mostraram túbulos dentinários abertos, e a superfície dentinária estava limpa, sem fraturas e com pequena quantidade de *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* de Er:YAG (300mJ e 2Hz). No esmalte, os dentes tratados com alta-rotação e ponta diamantada apresentaram uma superfície lisa mas, o ângulo cavosuperficial estava irregular. Com o *laser* de Er:YAG (350mJ e 3Hz), foram observados sulcos e placas de esmalte com ângulos nítidos sendo sugestivo de microexplosões. O processo de ablação criou uma ciclagem 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 cavitário *in vitro*.

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 de Er:YAG tem mostrado ser o mais promissor para ablação de tecidos duros. Dessa forma Hossain<sup>77</sup> *et al.*, em 1999, estudaram a profundidade de ablação e mudanças morfológicas no esmalte e na dentina humanos após irradiação com *laser* de Er:YAG, com ou sem *spray* de água. Para tal estudo, utilizou-se o aparelho de *laser* de Er:YAG (*Key Laser 1242, Kavo Dental GmbH, Jena, Germany*), com comprimento de onda de 2,94 $\mu$ m, energia por pulso variando de 100 a 400mJ e frequência de 2Hz por 5 segundos. Foram selecionados 40 incisivos (grupo 1 e 2) e 40 molares (grupo 3 e 4) humanos para experimento e divididos na seguinte forma: grupo 1- irradiação da superfície do esmalte com *spray* de água, grupo 2- igual ao grupo 1 mas sem *spray* de água, grupo 3- irradiação das superfícies dentinárias com *spray* de água, grupo 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 microscopia eletrônica de varredura. 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 400mJ, suave carbonização ocorreu nas margens das cavidades.

Ceballos<sup>78</sup> *et al.*, em 2000, desenvolveram um estudo de microinfiltrações em restaurações com compostos, após condicionamento de cavidades com ácido ou *laser* de Er:YAG. A intenção do estudo era comparar as microinfiltrações de restaurações Classe V após o condicionamento das paredes das cavidades com ácido, *laser* ou *laser* e ácido. Preparos Classe V, padrão lingual e bucal, foram feitos com 18 terceiros molares humanos extraídos. Os preparos foram distribuídos ao acaso em três grupos iguais (n= 12). Grupo 1: as cavidades foram condicionadas com ácido fosfórico a 35%. Grupo 2: as cavidades foram irradiadas com um *laser* Er:YAG a 2Hz e 250mJ em dentina e 300mJ em esmalte, com refrigeração à água. Grupo 3: as cavidades foram irradiadas com *laser* antes do condicionamento com ácido. Para as restaurações foram usados o Sistema Adesivo *Scotchbond I* e composto de resina Z100. As amostras foram armazenadas em água durante 24 horas em fucsina básica 0,5%, a penetração do corante foi anotada de acordo com uma escala ordinal. Os dados foram analisados usando testes estatísticos não-paramétricos (*Kruskal-Wallis e Mann-Whitney*). Os resultados obtidos mostraram que nas paredes oclusais, a microinfiltração nas cavidades condicionadas com ácido era, significativamente mais baixo que aquela obtida após o tratamento a *laser* ( $P < 0.001$ ) ou após ambos os tratamentos ( $P < 0.05$ ). Nas paredes cervicais não foram encontradas diferenças estatísticas. Irradiação do esmalte com *laser* não é uma alternativa válida para pré-tratamento cáustico com ácido para melhor adesão de materiais compostos de resina. Condicionamento somente com ácido resultou em uma menor microinfiltração na margem oclusal. Na parede gengival não foram encontradas diferenças em microinfiltração, apesar de superfícies de dentina apresentarem várias características aparentemente favoráveis à colagem.

Evans<sup>79</sup> *et al.*, em 2000, avaliaram o *laser* de Er:YAG para preparos cavitários com o objetivo de verificar a sua aceitação por parte dos dentistas e dos

pacientes. Para o experimento, 50 dentistas trataram 77 pacientes selecionados previamente, apresentando duas cavidades similares em dentes homólogos. Uma cavidade foi preparada através do método convencional e outra com o *laser*, e a preferência foi avaliada através de um questionário. O aparelho de *laser* utilizado no estudo foi o Er:YAG da Kavo, com comprimento de onda de 2,94µm. De acordo com os resultados, pôde-se concluir que os dentistas preferem o uso da alta-rotação pois, a ausência da sensação tátil produzida pelo *laser* de Er:YAG dificulta avaliar o momento em que o esmalte foi perfurado. Entretanto, os pacientes preferem a utilização do *laser* de Er:YAG , à alta rotação, para realização dos preparos cavitários por causa da menor sensação dolorosa e ausência de vibração, ocasionando pela alta-rotação.

Curti, et al<sup>80</sup>, em 2001, desenvolveram um estudo sobre a morfologia de cavidades classe V condicionadas com o *laser* de Er:YAG com o objetivo de avaliar a capacidade de um *laser* de Er:YAG (2940nm) de condicionar as cavidades classe V, comparando instrumentos de rotação. Vinte e seis molares humanos, recém-extraídos foram selecionados e distribuídos aleatoriamente em dois grupos. Foram preparadas cavidades classe V padrão (profundidade 2mm, largura de 1,5mm, comprimento 3mm) usando Grupo 1, uma broca diamantada para esmalte, mais uma broca de tungstênio com irrigação à água e, Grupo 2, um *laser* de Er:YAG (1000mJ, 12Hz) com fluxo contínuo de água. Amostras para observação em SEM foram preparadas. Os resultados: para o Grupo 1- as paredes das cavidades eram ligeiramente curvadas e uma camada de esfregaço cobria as paredes periféricas, bem como o fundo das cavidades. Poucos túbulos dentinários foram abertos. Impressões "tipo lagarta" foram observadas na dentina. Para o Grupo 2- as paredes das cavidades ficaram irregulares e pontudas. Uma dentina lustrosa cobria o fundo das cavidades. O esmalte da parte superior das cavidades mostrou uma estrutura tipo caustificada. Em suas conclusões ficou evidente que o contorno pontudo das cavidades submetidas a *laser* faz mais contato com o hipotético material de restauração e com a superfície das paredes dentinárias, aumentando, assim, a adesão dos materiais de colagem. Porém, seria necessário investigar melhor outras observações como a propriedade mecânica da dentina lustrosa e a resistência à tração das resinas coladas.

Sharon-Buller, et al<sup>81</sup>, em 2001, desenvolveram um estudo sobre a eliminação de bactérias no preparo cavitário com o *laser* de Er:YAG. Este *laser* é

conhecido por seu potencial de corte e ablação de tecidos. Em odontologia, o *laser* de Er:YAG é um instrumento conveniente para a remoção do esmalte, dentina e cárie. Enquanto removendo lesões cariadas profundas, o risco principal é a exposição da polpa. Para prevenir a exposição da polpa podemos deixar um pouco de cárie e fazer um tampão indireto da polpa. No entanto, esse procedimento não terá êxito, se bactérias ou toxinas conseguiram infiltrar na polpa. O objetivo deste estudo foi examinar o efeito do *laser* de Er:YAG na eliminação das bactérias após o preparo cavitário. Dois grupos de preparos cavitários foram aprontados, um com *laser* de Er:YAG e o outro com instrumentos convencionais. Uma amostra das bactérias foi colhida com um chumaço de algodão estéril, no interior das cavidades de cada grupo, e colocada em uma lâmina de sangue preparada com Agar. Os resultados foram que nos preparos cavitários feitos com o *laser* de Er:YAG houve ausência total de bactérias em 90% dos casos e nos 10% restantes, a quantidade de bactérias foi muito pequena, quando comparadas com o grupo que utilizou instrumentos convencionais que apresentou uma grande quantidade de bactérias. Este estudo piloto mostra que o *laser* de Er:YAG reduziu as bactérias das cavidades. Talvez até sugira que a remoção de cárie profunda por *laser* de Er:YAG seja vantajosa e possa melhorar o prognóstico para o tampão da polpa.

Roebuck *et al.*<sup>82</sup>, em 2001, compararam a influência de três parâmetros de energia (200mJ, 240mJ, e 300mJ e com 100mJ finais em dentina) na microinfiltração em preparos de classe V restaurados com compômero (compogless). Para o estudo foram utilizados 60 Pré-molares extraídos divididos em três grupos (de acordo com a energia de pulsação). Foram realizados preparos nos três parâmetros de energia com uma frequência de 5Hz e duração de pulso de 250 $\mu$ s e um grupo controle foi preparado com alta-rotação. Depois de preparados, os dentes foram restaurados de acordo com as instruções do fabricante. Cada dente foi armazenado então em solução de *Tymol* a 0,12% à 36°C por três meses, antes de serem termociclados em banhos de água entre 5°C e 55°C por 240 ciclos. Após a ciclagem térmica os dentes foram colocados numa solução de azul de metileno e a microinfiltração na amostras foi quantificada através de scores de 0 (nenhuma) a 4 (toda parede axial). Os dados foram analisados através do teste de *Kuskal-Wallis* e *Mann-Whitney*. Os resultados demonstraram que não houve diferença estatisticamente significativa

entre os grupos ( $P < 0.05$ ), à exceção do o grupo que foi preparado a 240mJ que obteve resultado significativamente melhor que os 2 grupos *laser* (200mJ e 300mJ) e o grupo controle. Os autores concluíram que o preparo de cavidade com *laser* de Er:YAG não influenciou na microinfiltração de restaurações ou *compoglass*, quando comparado ao método convencional e que é necessário energia de pulsação diferente para permitir um selamento ótimo para os diferentes materiais restauradores.

### 3.3 Jato De Bicarbonato

Os primeiros autores a empregar o jato misto de bicarbonato de sódio e água, impulsionado por um fluxo de ar, como instrumento profilático foram, provavelmente, Willmann<sup>83</sup> *et al.*, 1980. Eles utilizaram, experimentalmente, o *Prophy-Jet* na remoção de manchas extrínsecas do esmalte dental de dez dentes humanos extraídos. Paralelamente, utilizaram outros doze dentes humanos extraídos, com manchas extrínsecas, nos quais empregaram, como métodos profiláticos, o *Prophy-Jet*, a taça de borracha com pasta abrasiva e instrumento ultra-sônico. Procuraram, então, determinar a eficácia do *Prophy-Jet* na remoção dessas manchas, bem como comparar os efeitos dos três métodos nas alterações produzidas sobre o esmalte dental. Concluíram que o jato abrasivo do *Prophy-Jet* removeu manchas extrínsecas do esmalte dental, exceto nos sulcos e fissuras dos dentes. Os demais métodos, embora eficazes na remoção de manchas, alteram a superfície polida do esmalte dental, na qual causaram arranhaduras, enquanto que o jato abrasivo apenas a tornou mais áspera.

Um aparelho similar, o *Prophy-Jet* (modelo C-100), foi testado por Atkinson<sup>84</sup> *et al.*, 1984, que o utilizaram, experimentalmente, na superfície radicular de dentes humano extraídos. Demonstraram que o *Prophy-Jet* removeu uma média de 634,6µm da estrutura radicular dos dentes, após 30 segundos de exposição ao jato do aparelho, houve remoção completa da placa bacteriana, fibras de tecido conjuntivo e cimento radiculares. Concluíram que o *Prophy-Jet* possui considerável potencial para o tratamento de doenças periodontais da superfície radicular dos dentes.

No Brasil, Lima & Verri<sup>85</sup>, 1984, utilizando o *Profident Experimental* da Dabi-Atlante, demonstraram que o mesmo foi eficiente na remoção da placa bacteriana tanto das superfícies vestibulares e linguais ou palatinas, quanto das fossas e fissuras da face oclusal e das superfícies próximas dos dentes. Recomendaram, outrossim, a evidenciação da placa bacteriana antes de sua remoção.

Nuti<sup>86</sup> Sobrinho *et al.*, 1984, utilizaram o *Profident* em grupos experimentais de dentes humanos extraídos, deixando dois grupos controles sem tratamento. Concluíram, através de exame em microscopia eletrônica de varredura que, nos grupos experimentais, houve eliminação total da placa

bacteriana, com 30 segundos de aplicação *Profident*; demonstraram, além disso, que o *Profident* provou ser eficiente na eliminação das placas bacterianas existentes nas fossas e fissuras oclusais, bem como nas fendas entre os materiais restauradores e o dente; comprovaram, finalmente, que o *Profident* foi eficiente na eliminação da placa bacteriana da superfície irregular de coroas provisórias de resina acrílica e das restaurações de amálgama.

Lima<sup>87</sup> *et al.*, 1984, afirmaram que a aplicação do fluxo misto de bicarbonato de sódio, água e ar do *Profident* não provocou nenhuma ação lesiva tanto sobre a camada de células epiteliais ceratinizadas da gengiva marginal ou aderida, quanto mais nas células para-ceratinizadas da região do sulco gengival.

Já, Nuti Sobrinho<sup>88</sup> *et al.*, 1986, utilizando microscopia eletrônica de varredura, demonstraram que o sistema *Profident* foi eficiente na remoção da placa bacteriana e limpeza da superfície metálica das bandas ortodônticas.

Rosell<sup>89</sup> *et al.*, em 2000 fez um estudo que teve como objetivo avaliar através da microscopia eletrônica de varredura o efeito do polimento com pastas de diferentes abrasividades, sobre superfícies radiculares após instrumentação manual associada à aplicação do jato de bicarbonato de sódio. Utilizou-se 39 superfícies radiculares que foram divididas em 5 grupos: I – controle (somente raspagem), II – raspagem e aplicação de jato de bicarbonato de sódio, III – raspagem, aplicação de jato de bicarbonato de sódio e polimento com pasta de granulação fina, IV – raspagem, aplicação de jato de bicarbonato de sódio e polimento com pasta de granulação grossa e V - raspagem, aplicação de jato de bicarbonato de sódio e polimento com pasta de granulação grossa seguida com pasta de granulação fina. A raspagem foi realizada com curetas de Gracey nº 5-6, com 40 movimentos de tração no sentido ápico-cervical e, tanto o jato de bicarbonato de sódio como as pastas foram aplicadas por 10 segundos. Os grupos I, IV e V apresentaram graus intermediários de irregularidades de superfície, enquanto que o grupo II- maiores graus e o grupo III- menores graus. Concluiu-se que 1- todos os grupos de tratamento apresentaram irregularidades na superfície radicular; 2- a utilização do jato de bicarbonato de sódio após instrumentação manual com curetas proporcionou uma superfície radicular com maiores graus de irregularidade, com aspecto rugoso e pontilhado; 3- o polimento da superfície radicular com pasta de granulação fina após aplicação do jato de bicarbonato de sódio proporcionou uma superfície radicular com menores graus

de irregularidade, com aspecto mais uniforme e liso; 4- existe a necessidade de polimento na superfície radicular após instrumentação manual, devido aos sulcos e ranhuras deixados por este procedimento ou mesmo para remover o aspecto pontilhado deixado após a aplicação do jato de bicarbonato de sódio.

#### 4. PROJETO PILOTO

Foi feito, um trabalho piloto para verificar se dentes bovinos eram adequados a este estudo de microinfiltração em preparos classe V, assim como para determinar as condições experimentais que propiciassem repetibilidade dos resultados. Preparou-se 20 incisivos bovinos com, aproximadamente, três anos de idade, hígidos, sem trincas, que foram extraídos imediatamente após o abate. Seccionou-se as raízes e fixaram-se as amostras em uma matriz de resina acrílica auto-polimerizável. Realizou-se 2 preparos cavitários classe V na face vestibular de cada amostra, sendo um com *laser* de Er:YAG e outro com alta-rotação. As figuras 1A, B e C mostram 3 lâminas de dentes bovinos preparados e restaurados com resina composta, termociclados e submetidos ao traçador (nitrato de prata). Observa-se nestas figuras a grande penetração dos íons da prata entre os prismas de esmalte, vislumbra-se também uma grande irregularidade nos preparos, dificultando a padronização dos mesmos.

Realizou-se também, avaliação morfológica, através de microscopia eletrônica de varredura, das superfícies em amostras dos mesmos dentes bovinos que, após serem fixados na matriz de resina acrílica tiveram as superfícies vestibular desgastadas e polidas com lixas de granulação de 400 a 600. Fez-se dois grupos controle: um com ponta diamantada n°.1014 (KG sorensen) figura 1A e outro com *laser* de Er:YAG irradiado com  $E = 350 \text{ mJ/p}$  com  $F = 2 \text{ Hz}$  e fluência de  $112,5 \text{ J/cm}^2$  figura 2B ambos em esmalte. Em seguida realizou-se irradiações com *laser* de Er:YAG com os mesmos parâmetros do grupo controle utilizando três diferentes técnicas para remover as áreas esbranquiçadas e o debris : ponta diamantada n°1014 (KG sorensen) figura 3A e B; instrumento manual (cureta de dentina *Hu-Friedy* n°17, Brasil) figura 3C e D; grupo controle somente aplicação de *laser* de Er:YAG figura 4A e B; jato de bicarbonato (bicarbonato de sódio) figura 4C e D.

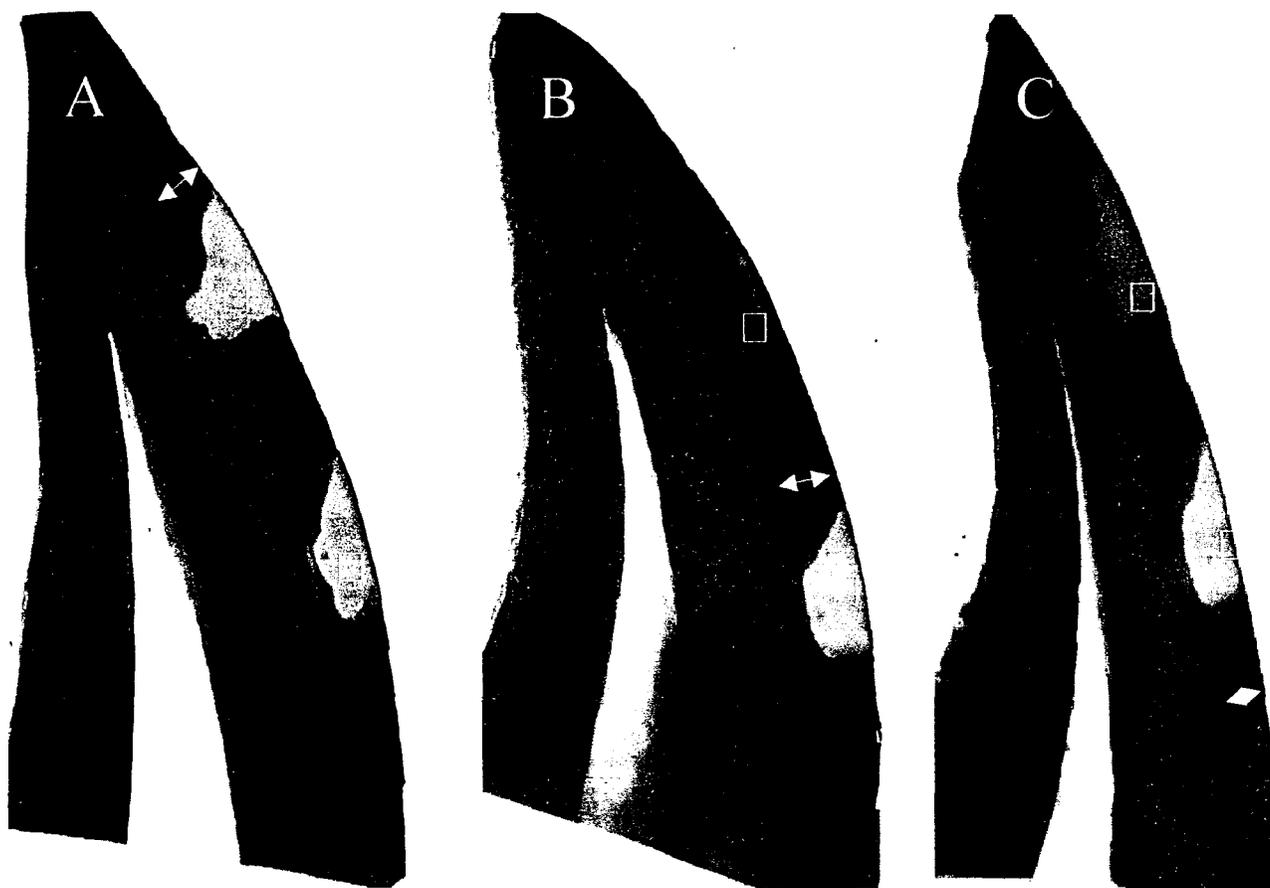


Figura 1 A,B e C – Lâminas de dentes bovinos evidenciando :

□ - Grande irregularidade nos preparos

↔ - Grande penetração dos íons de prata no esmalte

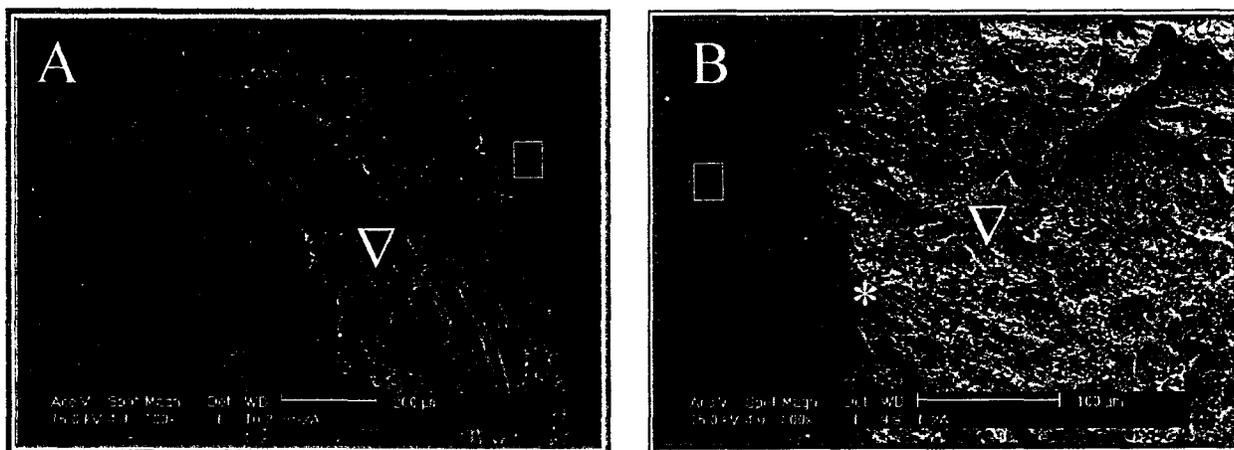


Figura 2-A. Micrografia eletrônica de um esmalte preparado com ponta diamantada

□ - esmalte não preparado

▽ - região típica de preparo com ponta diamantada

B- Micrografia eletrônica de esmalte irradiado com *laser* de Er:YAG, com 350mJ de energia por pulso com 2Hz de taxa de repetição, fluência = 112,5 J/cm<sup>2</sup>.

□ - esmalte não irradiado

▽ - região típica de ablação explosiva

\* - irregularidades da margem cavitária

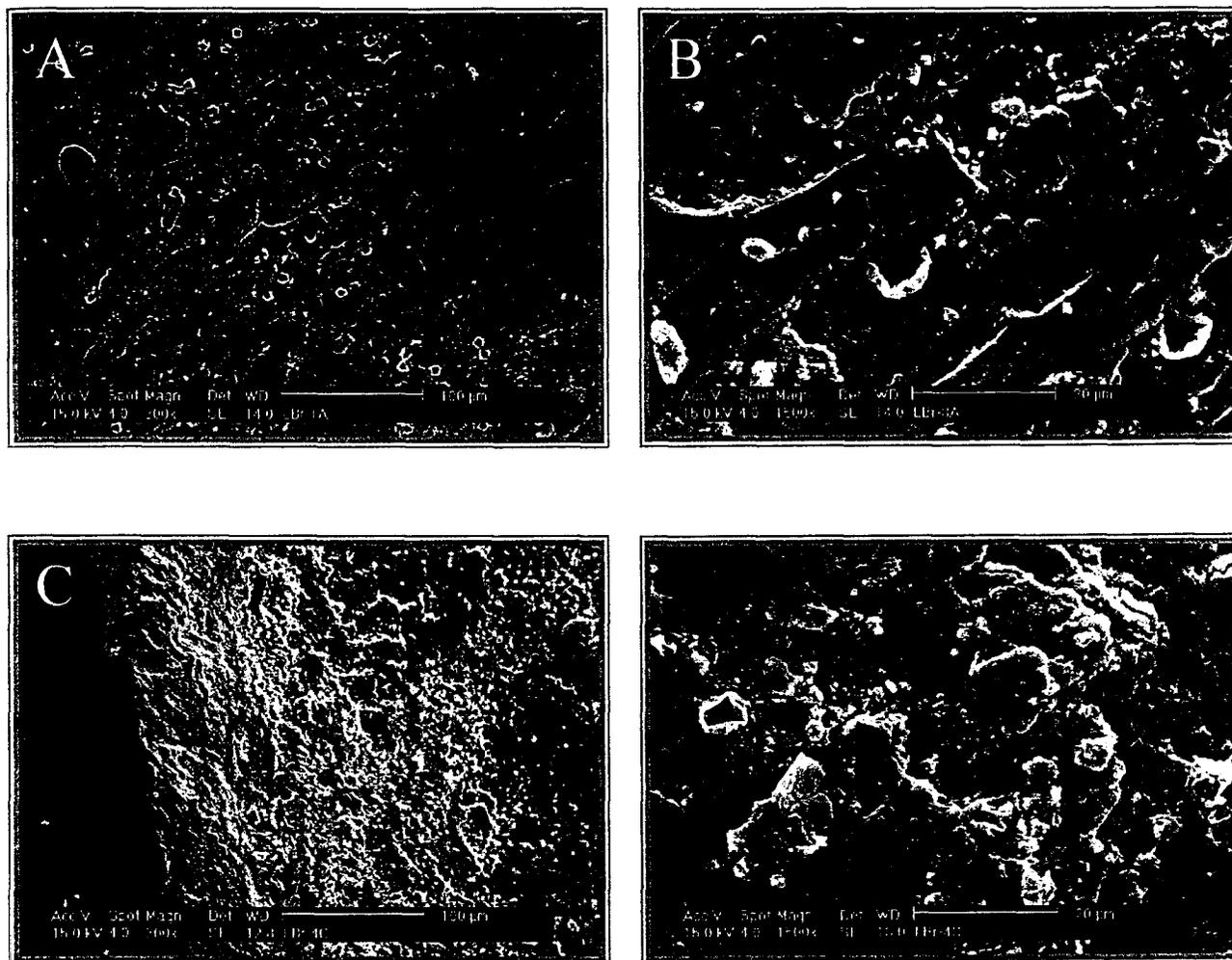


Figura 3- A- Micrografia eletrônica de esmalte irradiado com *laser* de Er:YAG, com 350mJ de energia por pulso com 2Hz de taxa de repetição, fluência = 112,5J/cm<sup>2</sup> e, posteriormente, aplicação de ponta diamantada (1014 KG Sorensen)

B-Maior aumento

C- Micrografia eletrônica de uma amostra irradiada com *laser* de Er:YAG, com 350mJ de energia por pulso com 2Hz de taxa de repetição, fluência = 112,5J/cm<sup>2</sup> e, posteriormente, aplicação de instrumento manual (cureta de dentina)

D- Maior aumento.

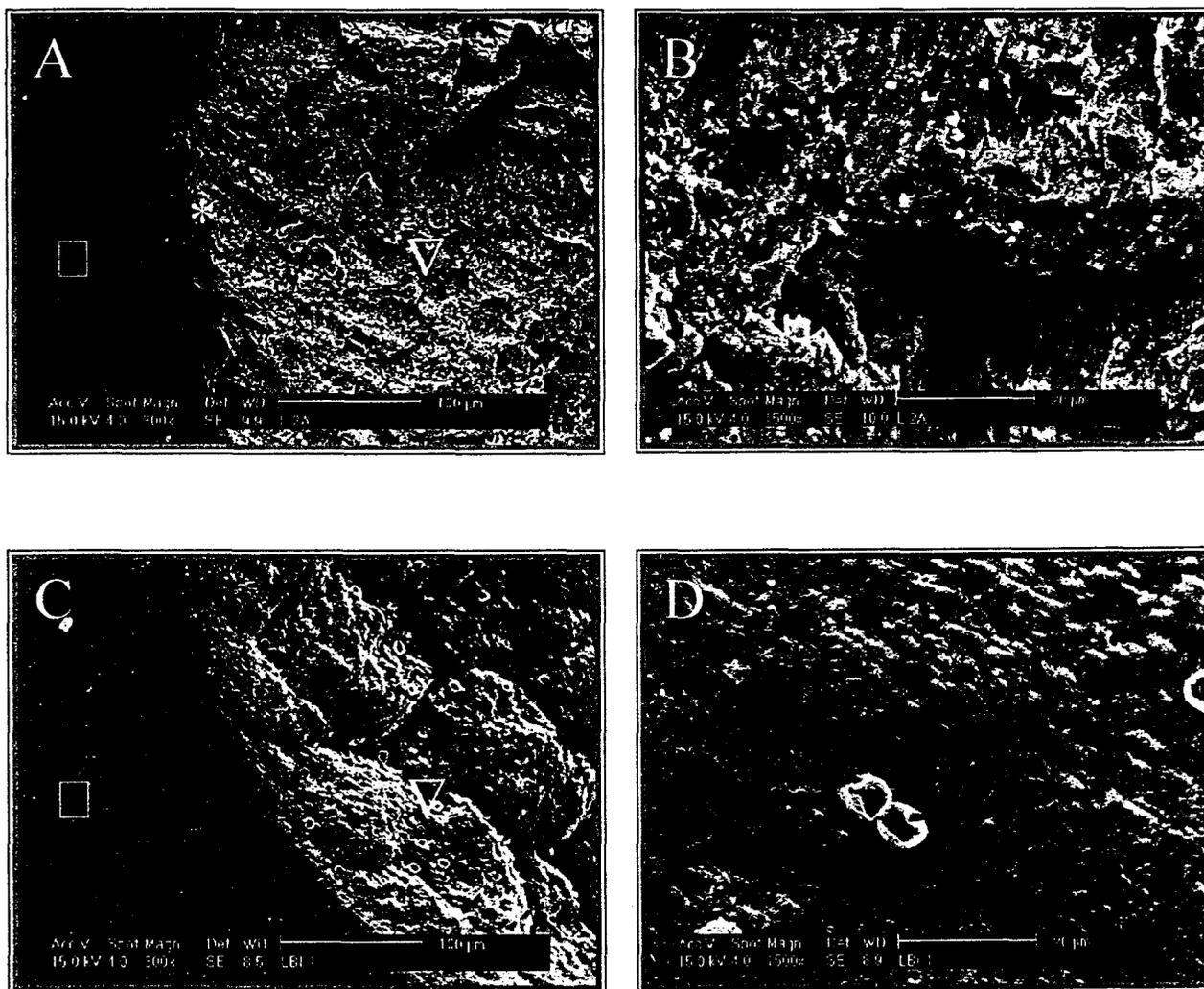


Figura 4 A. Micrografia eletrônica de esmalte irradiado com *laser* de Er:YAG, com 350mJ de energia por pulso com 2Hz de taxa de repetição, fluência = 112,5J/cm<sup>2</sup>.

- - esmalte não irradiado
- ▽- região típica de ablação explosiva
- \*-irregularidades da margem cavitária

B- maior aumento

C- Micrografia eletrônica de esmalte irradiado com *laser* de Er:YAG, com 350mJ de energia por pulso com 2Hz de taxa de repetição, fluência = 112,5J/cm<sup>2</sup> e, posteriormente, tratado com jato de bicarbonato.

□ - esmalte não irradiado com *laser* e tratado com jato de bicarbonato

▽- região irradiada com *laser* e tratada com jato de bicarbonato

D- Maior aumento

## 5. MATERIAIS e MÉTODOS

Para este estudo selecionou-se vinte terceiros molares humanos extraídos por indicação ortodôntica, livres de cárie e esmalte defeituoso ou trincado, com superfície vestibular e lingual íntegras. Os espécimes foram seccionados no sentido mesial distal obtendo-se 40 amostras que também tiveram as raízes seccionadas no terço cervical. As amostras foram fixadas em uma matriz de resina acrílica (Resina quimicamente ativada DENCOR) com as faces vestibulares voltadas para cima. As cavidades de Classe V foram dimensionadas em 3 mm de largura, 2 mm de altura com auxílio de uma janela confeccionada em uma fita adesiva. Determinou-se a medida de profundidade com o auxílio de uma sonda milimetrada (duflex). Preparou-se 4 grupos num total de 10 cavidades para cada grupo, sendo que as margens cavitárias em todos os grupos foram mantidas em esmalte e a margem oclusal foi biselada com diâmetro de 0,5mm.

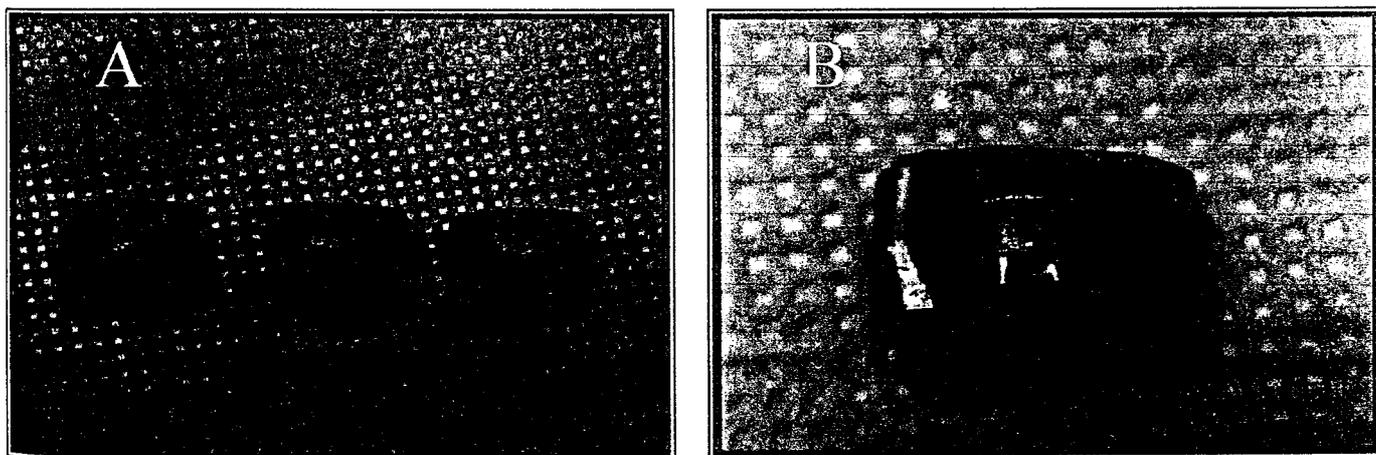


Figura 5 A - Amostras fixadas em matriz de resina acrílica  
B- Amostra com máscara adesiva .

## 5.1 Equipamentos

O equipamento utilizado neste estudo foi o *laser* de Er: YAG, modelo KaVo Key Laser III ( Biberach – Alemanha). Esse é um *laser* de estado sólido que operava no modo pulsado, com comprimento de onda de 2940 nm, energia ajustável de 40 a 600 mJ, taxa de repetição de 1 a 25 Hz, e duração de pulso 200 a 700 $\mu$ s (figura 6A).

A peça de mão *laser* 2060 utilizada opera no modo não contato, tendo o foco na distância de 12mm, entre a lente de saída do feixe *laser* e o tecido alvo (figura 6B e D). O diâmetro do feixe (foco) é de 0,63 mm. Para padronização das irradiações e dos preparos utilizou-se um dispositivo para movimentação x-y-z, possibilitando manter uma distância focal adequada durante o preparo cavitário, assim como a inclinação correta para confecção do bisel (figura 6C). Utilizou-se um transferidor fixado a um suporte metálico para permitir o ajuste preciso da inclinação 45° para execução do bisel, (figura 6C). Empregou-se um dispositivo adaptável à peça de mão laser 2060, para ajuste angular e a distância focal, (figura 6B vista lateral), a parte inferior da peça determina a distância focal e a superior fornece a referência para o ajuste da angulação.

Dispositivo com amostra fixada na parte inferior e a peça de mão 2060 na parte superior numa angulação de 90 graus em relação à superfície de esmalte, (figura 6C).

O equipamento utilizado para remoção dos debrís foi o PROF I – III Bios (Dabi Atlante do Brasil) figura 6G e F.

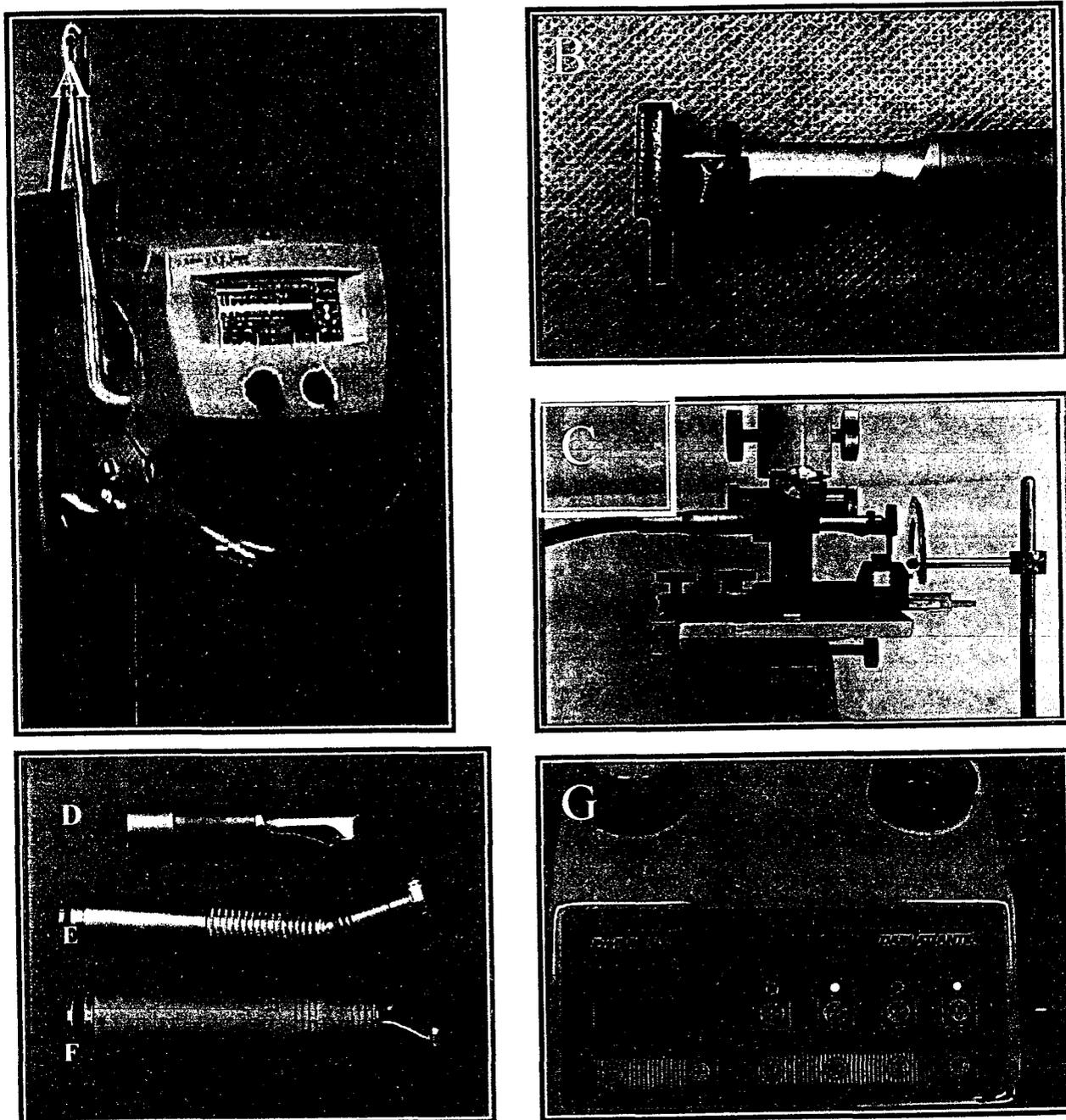


Figura 6 – A- Equipamento *laser* de Er:YAG KAVO KEY LASER- III

B- Dispositivo adaptável à peça de mão *laser* 2060, para ajuste angular e distância focal, (vista lateral)

C- Microscópio modificado, peça de mão *laser* 2060, com transferidor

D- Peça de mão *laser* 2060

E- Alta rotação

F- Peça de mão jato de bicarbonato

G- Equipamento para profilaxia

TABELA 1 –Quatro grupos avaliados

GRUPO 1	G1	Laser com Aplicação de Jato de Bicarbonato
GRUPO 2	G2	Laser sem Aplicação de Jato de Bicarbonato
GRUPO 3	G3	Alta-rotação com aplicação de Jato de Bicarbonato
GRUPO 4	G4	Alta-rotação sem aplicação de Jato de Bicarbonato

- Grupo 1: preparo da cavidade executado com laser Er: YAG, focalizado a 12 mm da superfície dental com 350 mJ de energia por pulso com 2Hz taxa de repetição, fluência de 112,5J/cm<sup>2</sup> figura 7A. O esmalte da margem oclusal foi biselado com energia por pulso de 250mJ com taxa de repetição de 2Hz, fluência de 80,3J/cm<sup>2</sup> figura 7C. A área total preparada foi finalmente irradiada com finalidade de condicionamento<sup>90</sup>, com energia por pulso de 80 mJ a 2Hz taxa de repetição, fluência de 25,7J/cm<sup>2</sup>. A aplicação de jato de bicarbonato em toda a área preparada com aparelho para profilaxia. Após aplicação do bicarbonato as cavidades foram lavadas com spray de água e secas com jato de ar.

- Grupo 2: preparo da cavidade executado com laser de Er: YAG, focalizado a 12 mm da superfície dental com 350mJ de energia de pulso com 2Hz taxa de repetição, fluência de 112,5J/cm<sup>2</sup>. O esmalte da margem oclusal foi biselado com energia por pulso de 250mJ com taxa de repetição de 2Hz, fluência de 80,3J/cm<sup>2</sup>. A área total preparada foi finalmente irradiada com finalidade de condicionamento<sup>99</sup>, com energia por pulso de 80mJ a 2Hz, densidade de energia de 25,7J/cm<sup>2</sup>. Após o preparo das cavidades, estas foram lavadas com spray de água e secas com jato de ar.



Figura 7 A – Preparo com *laser*, utilizando-se dois sugadores para aspirar a pluma de ablação e evitar represamento da água.

B- Microscópio modificado, peça de mão *laser* 2060, dispositivo para ajuste angular

C- Confecção do bisel

D-Aplicação do jato de bicarbonato

- Grupo 3: o preparo de cavidade foi executado com caneta de alta rotação modelo super torque 625, refrigeração através de spray triplo, 350.000 rpm (KaVo do Brasil) com ponta diamantada nº 1091 (K.G. Sorensen) em alta rotação, refrigerado com spray de água figura 8A. Para realização do bisel da margem oclusal foi utilizada a mesma ponta diamantada inclinada a 45° num diâmetro total de 0,5 mm figura 8B e C. Aplicação de jato de bicarbonato (carbonato ácido sódio) em toda área preparada com aparelho para profilaxia (modelo Profi III-Dabi Atlante do Brasil) figura 8D. Após aplicação do bicarbonato as cavidades foram lavadas com spray de água e secas com jato de ar

• Grupo 4: o preparo de cavidade foi executado com caneta de alta rotação modelo super torque 625, refrigeração através de spray triplo, 350.000 rpm (KaVo do Brasil) com ponta diamantada nº 1091 (K.G. Sorensen) em alta rotação, refrigerado com spray de água. Para realização do bisel da margem oclusal foi utilizando a mesma ponta diamantada inclinada a 45° num diâmetro total de 0,5 mm. Após o bisel as cavidades foram lavadas com spray de água e secas com jato de ar.

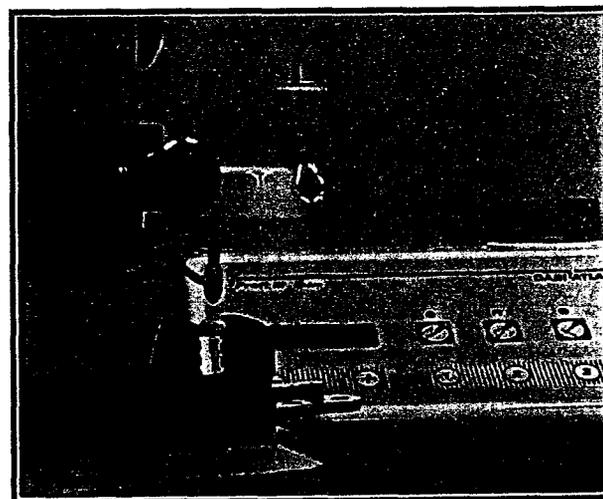
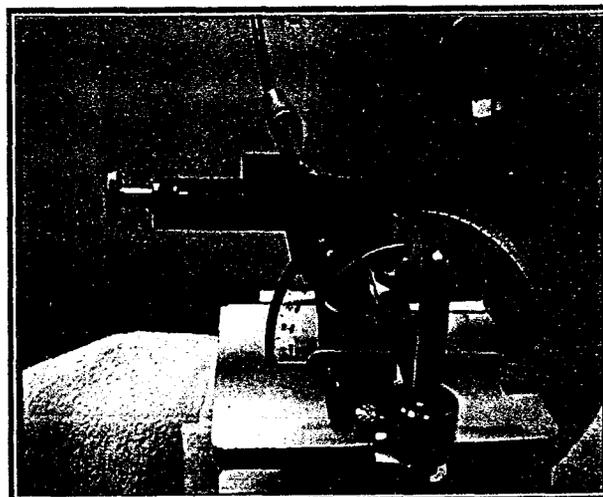
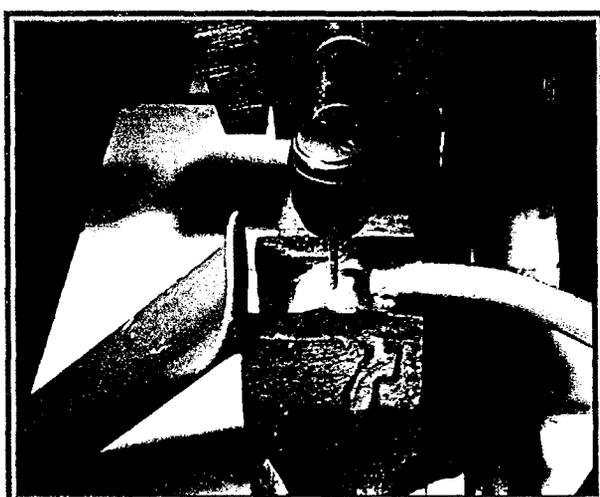


Figura 8 A – Preparo com alta- rotação e ponta diamantada nº 1091  
B- Ajuste da Angulação em 45° para confecção do bisel  
C- Confecção do bisel com alta-rotação  
D- Aplicação do jato de bicarbonato

Para execução das restaurações condicionou-se as superfícies de esmalte e dentina dos Grupos 1, 2,3 e 4 com ácido fosfórico a 35%, em forma de gel, durante 15 segundos ( SSWITE ). Após o procedimento do condicionamento ácido, lavou-se as cavidades por 10 segundos com jatos de água. O excesso de água foi retirado com ponta de papel absorvente, deixando a superfície úmida. A partir desta etapa, aplicou-se em todas as amostras duas camadas consecutivas de adesivo *Single Bond* (3M) sobre as superfícies, com o auxílio de um pincel. Secou-se as superfícies levemente por 2 segundos com jato de ar e polimerizou-se com luz halógena por 20 segundos. Restaurou-se as cavidades com resina composta fotopolimerizável Z 250 , cor cy inserida com o auxílio de uma espátula duflex nº2 utilizando a técnica incremental. Inseriu-se a primeira camada de forma oblíqua nas paredes cervical e distal cavidade e acomodou-se a resina com uma espátula condensadora antiaderente de teflon; a segunda camada foi também inserida de forma oblíqua em contato com as paredes oclusal e mesial da cavidade e acomodada com a mesma espátula condensadora. Colocou-se a última camada preenchendo totalmente a cavidade e alisou-se com o auxílio de um pincel de ponta chata (Cosmedent 3 – EUA), com a finalidade de promover uma superfície lisa que necessitasse o mínimo de acabamento. Polimerizou-se cada incremento por 40 segundos com luz halógena proveniente de um aparelho fotopolimerizador XL 3000 (3M do Brasil Ltda), com intensidade de luz emitida acima de 400mW/cm<sup>2</sup>.

Após a restauração, armazenou-se as amostras em água destilada em estufa a 37°C por 24 horas antes do processo de acabamento. Realizou-se o processo de acabamento e polimento com pontas diamantadas de granulação fina em alta rotação e discos de lixa Sof-Lex ( 3M ) de maior granulação ( azul escuro) para o de menor granulação (cor azul claro) em baixa rotação (KaVo Instrumento rotatório micromotor intramatic modelo 181 DBM 20.000 rpm (KaVo do Brasil) com Contra-ângulo modelo 2068 (KaVo do Brasil). Após esta etapa, armazenou-se as amostras em água destilada por 7 dias até a ciclagem térmica.

Para o processo de termociclagem colocou-se todas as amostras em um recipiente e identificou-se as amostras para inserção no aparelho de ciclagem térmica (Máquina para ciclagem térmica MCT 2 – Amm instrumental ).O processo

de ciclagem térmica utilizado foi de 700 ciclos alternados entre 5°C e 55° C, com 3 segundos de intervalo e 1 minuto de imersão, por, aproximadamente, 24 horas.

Após a ciclagem térmica, secou-se as amostras e impermeabilizou-as com 3 camadas de esmalte cosmético (Colorama) em toda a superfície dental, excetuando-se a região da restauração e 1,0 mm ao seu redor.

Com o propósito de observar a interface dente-restauração, após a impermeabilização, inseriu-se as amostras em uma solução de nitrato de prata a 50%, por 24 horas, em temperatura ambiente e total ausência de luz. Após a imersão lavou-se as amostras por 1 minuto em água corrente para remover o excesso da solução de nitrato de prata secando-as com papel absorvente. Após a secagem inseriu-se as amostras em solução fotorreveladora sob luz fluorescente por 8 horas para promover a redução dos íons de prata para prata metálica.

Após a revelação, seccionou-se cada amostra (Cortador de tecido duro Labcut 1010 – Extec,USA ) , com 2 cortes no centro da restauração com distância 1,0mm no sentido vestibulo-lingual com o auxílio de um disco de diamante sobre refrigeração de água, obtendo-se as três fatias. Utilizou-se o fatia central para análise da microinfiltração.

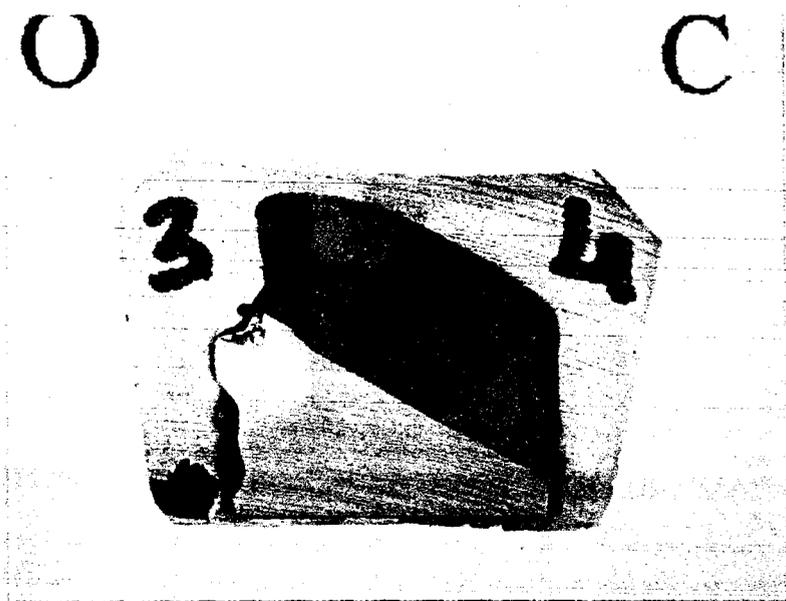


Figura 9- Fatia central de uma amostra do grupo 4

As fatias das 10 amostras de cada grupo foram avaliadas por 3 examinadores através de uma lupa estereoscópica ( Lupa Estereomicroscópica Olympus, modelo SZ40, com 40X de aumento ), para determinar o grau de microinfiltração nas margens oclusal e gengival de cada amostra, utilizou-se uma escala de 4 pontos detalhada da seguinte forma:

0 = sem infiltração;

1 = mínima infiltração (menor ou igual a 1/3 do comprimento da parede);

2 = infiltração moderada ( maior que 1/3 e menor que 2/3 do comprimento da parede);

3 = extensa (maior que 2/3 do comprimento da parede).

Após a análise, compararam-se os resultados para verificar a concordância entre os examinadores. Havendo concordância o número que mais se repetiu foi considerado o resultado final de um determinado espécime.

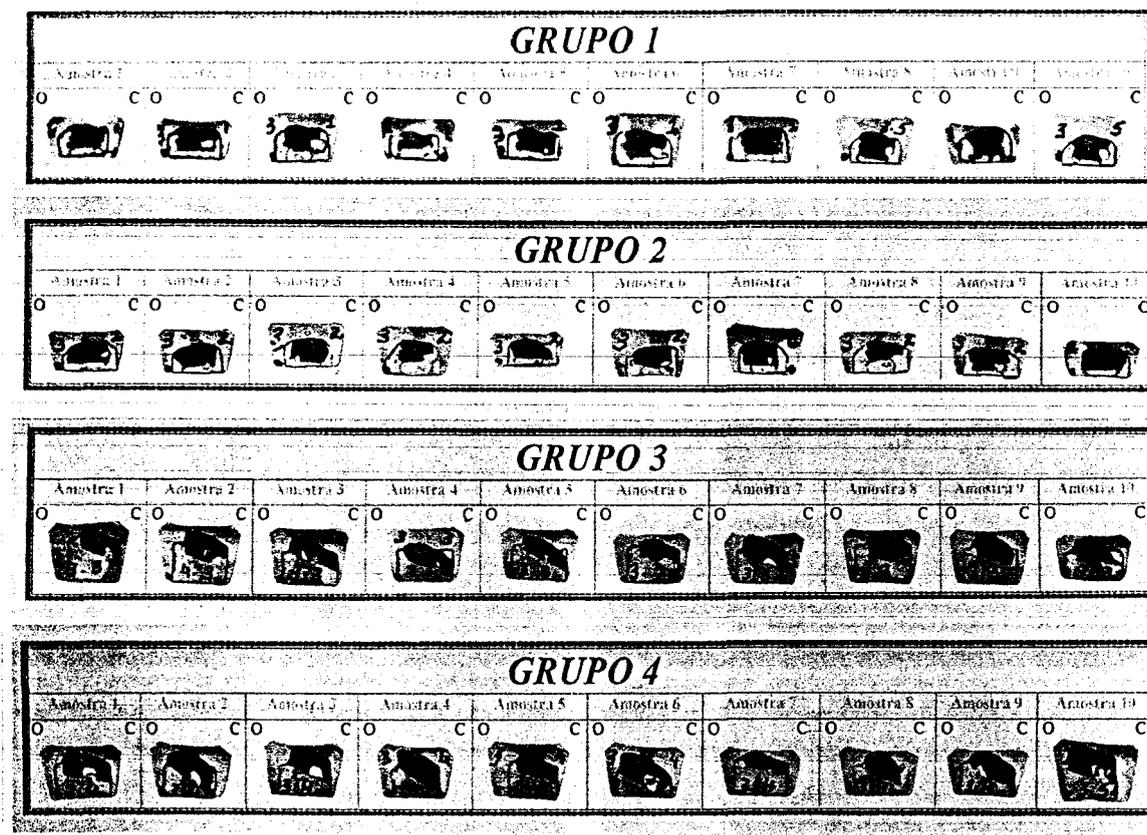


Figura 10- Amostras dos quatro grupos

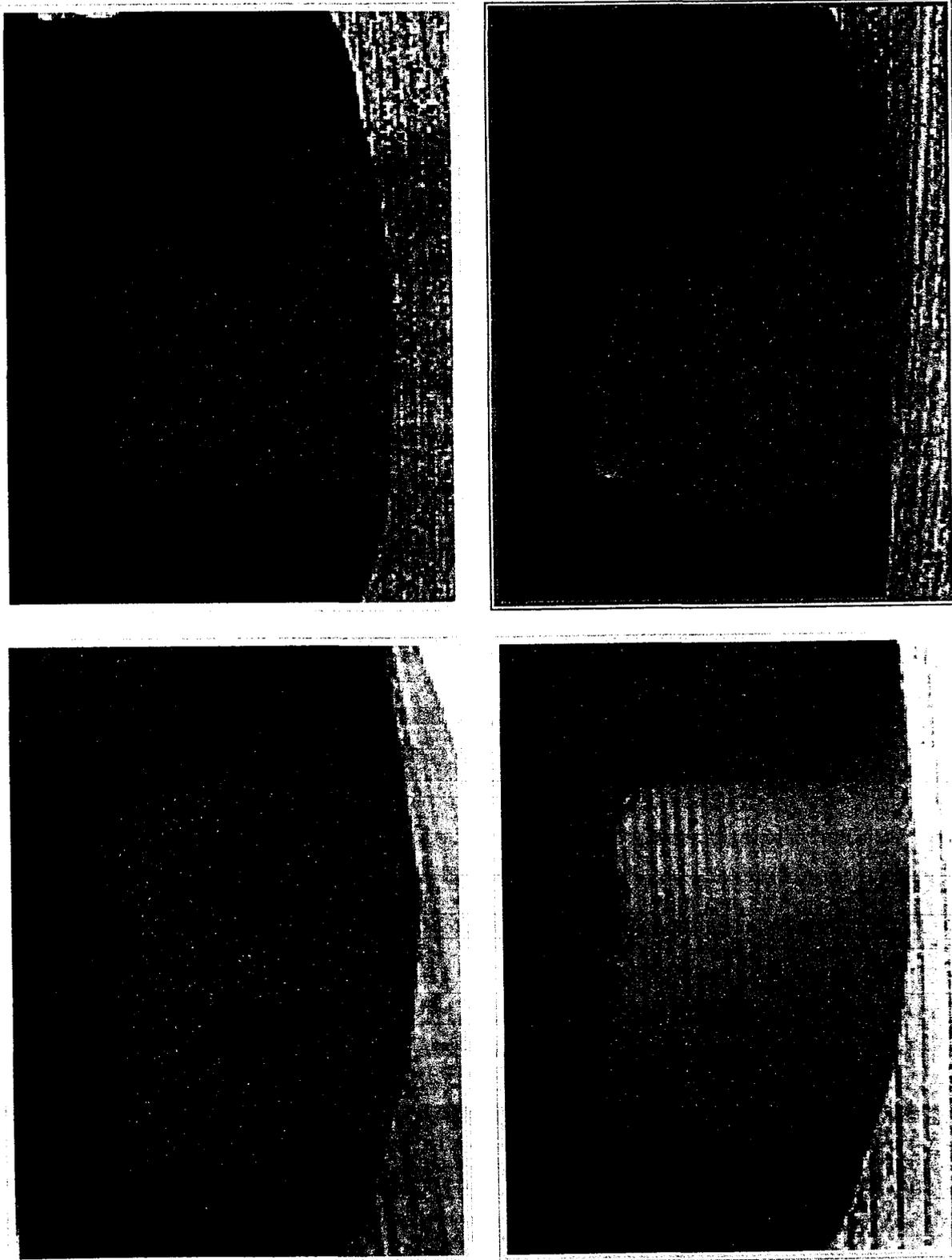


Figura 11 A- Amostra do grupo 1 com infiltração grau (0) oclusal e grau (0) gengival  
B- Amostra do grupo 2 com infiltração grau (0) oclusal e grau (1) gengival  
C- Amostra do grupo 3 com infiltração grau (0) oclusal e grau (1) gengival  
D- Amostra do grupo 4 com infiltração grau (0) oclusal e grau (3) gengival

## 6. AVALIAÇÃO ESTATÍSTICA<sup>91,92,93,94</sup>

O objetivo da avaliação estatística é comparar 2 métodos de preparação de cavidades, *laser* e alta rotação, nas quais tenha sido usado ou não jato de bicarbonato quanto à infiltração marginal que estas cavidades tratadas das diferentes formas podem sofrer.

Para tal, foram utilizados um total de 40 dentes (10 para cada grupo), nos quais foram feitos preparos cavitários conforme já descritos em materiais e métodos e sumariado a seguir:

- Grupo 1: Preparo cavitário classe V realizado com *laser* de Er: YAG com fluência de 112,5J/cm<sup>2</sup> (E= 350mJ/p, P= 2Hz) e aplicação de jato de bicarbonato em toda a área preparada;
- Grupo 2: Preparo cavitário classe V realizado com *laser* de Er: YAG com fluência de 112,5J/cm<sup>2</sup>, apenas;
- Grupo 3: Preparo cavitário classe V realizado com alta rotação e aplicação de jato de bicarbonato (carbonato ácido sódio) em toda a área preparada;
- Grupo 4: Preparo cavitário com alta rotação, apenas.

A análise de infiltração foi feita por três examinadores calibrados que atribuíram notas de 0 a 3 e utilizou-se para análise a nota mais comum ocorrida entre os três.

Analisou-se primeiramente a frequência das notas de forma descritiva, através de gráficos e tabelas, e depois verificou-se se as diferenças observadas são ou não significativas.

TABELA 2- Notas atribuídas pelo avaliador 1

<b>AVALIADOR 1</b>																			
<b>GRUPO 1</b>																			
Amostra 1		Amostra 2		Amostra 3		Amostra 4		Amostra 5		Amostra 6		Amostra 7		Amostra 8		Amostra 9		Amostra 10	
O	C	O	C	O	C	O	C	O	C	O	C	O	C	O	C	O	C	O	C
0	0	0	1	0	1	0	0	0	0	0	1	0	1	0	0	0	1	0	1
<b>GRUPO 2</b>																			
Amostra 1		Amostra 2		Amostra 3		Amostra 4		Amostra 5		Amostra 6		Amostra 7		Amostra 8		Amostra 9		Amostra 10	
O	C	O	C	O	C	O	C	O	C	O	C	O	C	O	C	O	C	O	C
0	1	0	2	0	3	0	0	1	2	0	2	2	0	1	2	2	0	0	2
<b>GRUPO 3</b>																			
Amostra 1		Amostra 2		Amostra 3		Amostra 4		Amostra 5		Amostra 6		Amostra 7		Amostra 8		Amostra 9		Amostra 10	
O	C	O	C	O	C	O	C	O	C	O	C	O	C	O	C	O	C	O	C
0	2	2	3	0	2	0	3	0	2	0	3	1	1	0	0	1	3	0	3
<b>GRUPO 4</b>																			
Amostra 1		Amostra 2		Amostra 3		Amostra 4		Amostra 5		Amostra 6		Amostra 7		Amostra 8		Amostra 9		Amostra 10	
O	C	O	C	O	C	O	C	O	C	O	C	O	C	O	C	O	C	O	C
0	3	1	3	1	3	0	3	1	3	0	3	0	3	0	2	0	3	0	2

TABELA 3- Notas atribuídas pelo avaliador 2

<b>AVALIADOR 2</b>																			
<b>GRUPO 1</b>																			
Amostra 1		Amostra 2		Amostra 3		Amostra 4		Amostra 5		Amostra 6		Amostra 7		Amostra 8		Amostra 9		Amostra 10	
O	C	O	C	O	C	O	C	O	C	O	C	O	C	O	C	O	C	O	C
0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	1	0	1	0	0	0	1	0	1
<b>GRUPO 2</b>																			
Amostra 1		Amostra 2		Amostra 3		Amostra 4		Amostra 5		Amostra 6		Amostra 7		Amostra 8		Amostra 9		Amostra 10	
O	C	O	C	O	C	O	C	O	C	O	C	O	C	O	C	O	C	O	C
0	1	0	1	1	3	0	0	0	2	0	1	2	0	1	2	1	0	0	1
<b>GRUPO 3</b>																			
Amostra 1		Amostra 2		Amostra 3		Amostra 4		Amostra 5		Amostra 6		Amostra 7		Amostra 8		Amostra 9		Amostra 10	
O	C	O	C	O	C	O	C	O	C	O	C	O	C	O	C	O	C	O	C
0	2	2	3	0	3	0	3	0	2	1	3	1	1	0	0	0	3	0	2
<b>GRUPO 4</b>																			
Amostra 1		Amostra 2		Amostra 3		Amostra 4		Amostra 5		Amostra 6		Amostra 7		Amostra 8		Amostra 9		Amostra 10	
O	C	O	C	O	C	O	C	O	C	O	C	O	C	O	C	O	C	O	C
0	3	1	3	1	3	0	3	1	3	0	3	0	2	0	3	0	3	0	2

TABELA 4- Notas atribuídas pelo avaliador 3

<b>AVALIADOR 3</b>																					
<b>GRUPO 1</b>																					
Amostra 1		Amostra 2		Amostra 3		Amostra 4		Amostra 5		Amostra 6		Amostra 7		Amostra 8		Amostra 9		Amostra 10			
O	C	O	C	O	C	O	C	O	C	O	C	O	C	O	C	O	C	O	C		
0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	1	1	0	0	0	1	0	1
<b>GRUPO 2</b>																					
Amostra 1		Amostra 2		Amostra 3		Amostra 4		Amostra 5		Amostra 6		Amostra 7		Amostra 8		Amostra 9		Amostra 10			
O	C	O	C	O	C	O	C	O	C	O	C	O	C	O	C	O	C	O	C		
0	1	0	1	1	3	0	0	0	1	0	1	2	0	1	1	2	0	0	2		
<b>GRUPO 3</b>																					
Amostra 1		Amostra 2		Amostra 3		Amostra 4		Amostra 5		Amostra 6		Amostra 7		Amostra 8		Amostra 9		Amostra 10			
O	C	O	C	O	C	O	C	O	C	O	C	O	C	O	C	O	C	O	C		
0	3	1	3	0	2	0	3	0	2	0	3	0	1	0	0	0	3	0	3		
<b>GRUPO 4</b>																					
Amostra 1		Amostra 2		Amostra 3		Amostra 4		Amostra 5		Amostra 6		Amostra 7		Amostra 8		Amostra 9		Amostra 10			
O	C	O	C	O	C	O	C	O	C	O	C	O	C	O	C	O	C	O	C		
0	3	1	3	0	3	0	3	1	3	0	3	0	3	0	2	0	3	0	2		

## 6.1 Análise Descritiva

### 6.1.1 Face Gengival

Através da análise da frequência das notas atribuídas aos dentes foram feitas as tabelas TAB 6 e TAB 7 e a figura 6. Nesta figura o tamanho das bolhas é proporcional à frequência das notas. Analisando-as podemos observar que:

- os tratamentos com alta rotação apresentam maior percentual de infiltrações altas;

TABELA 5- Quatro grupos avaliados

GRUPO 1	G1	Laser com Aplicação de Jato de Bicarbonato
GRUPO 2	G2	Laser sem Aplicação de Jato de Bicarbonato
GRUPO 3	G3	Alta-rotação com aplicação de Jato de Bicarbonato
GRUPO 4	G4	Alta-rotação sem aplicação de Jato de Bicarbonato

- o uso do bicarbonato abaixou o percentual de infiltração com o uso do *laser* e também com o uso do alta rotação, sendo que no primeiro o efeito é mais facilmente notado

TABELA 6 – Distribuição das notas para a infiltração na face gengival

Tratamento	Bicarbonato	infiltração				Total
		0	1	2	3	
Laser	sim	5	5			10
	não	3	3	3	1	10
Alta rotação	sim	1	1	3	5	10
	não			2	8	10
Total		9	9	8	14	40

TABELA 7 – Distribuição percentual das notas para a infiltração na face gengival

Tratamento	Bicarbonato	infiltração				Total
		0	1	2	3	
Laser	sim	50,0	50,0	0,0	0,0	100,0
	não	30,0	30,0	30,0	10,0	100,0
Alta rotação	sim	10,0	10,0	30,0	50,0	100,0
	não	0,0	0,0	20,0	80,0	100,0
Total		22,5	22,5	20,0	35,0	100,0

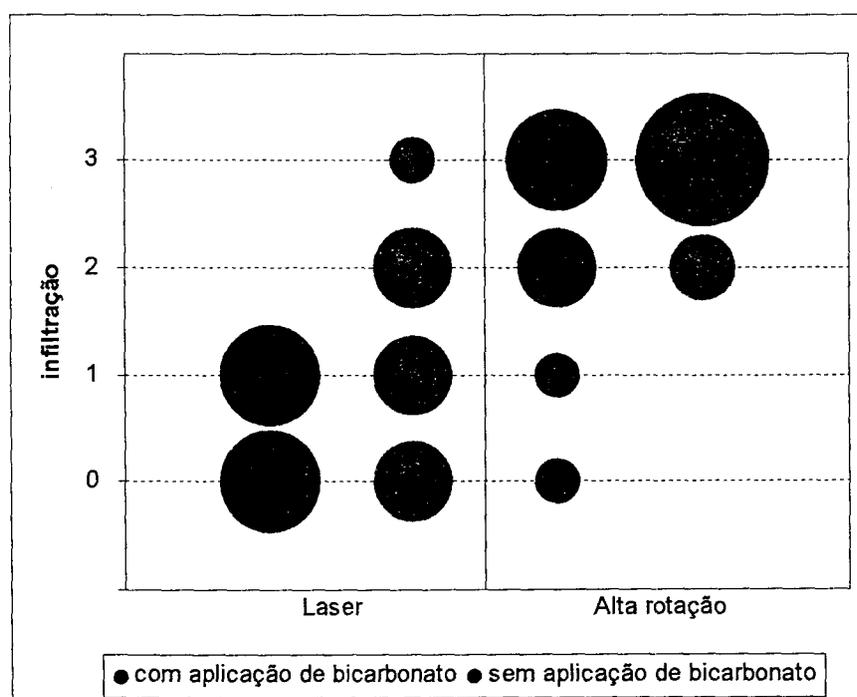


Figura 12 - Frequências das notas para a face Gengival

(o tamanho das bolhas representa as frequências)

Para verificar se a distribuição nos quatro grupos era ou não diferente, foi utilizado o teste não paramétrico de Kruskal-Wallis, o qual testa se as medianas dos grupos são ou não iguais.

Fazendo o teste foi obtido o nível descritivo<sup>1</sup> de 0,0001, pelo qual concluímos que pelo menos um grupo é diferente dos demais.

Para analisar quais dos grupos estão se diferenciando, foi feita a comparação deles dois a dois, perfazendo um total de 6 comparações.

Para garantir que a confiança geral na comparação seja mantida, é necessário considerar o nível de significância de cada resultado de tal forma que no resultado geral haja uma confiança de 95%. Para tal utiliza-se a seguinte fórmula:

$$\alpha_{individual} = 1 - \left( n^{\circ} \text{ de comparações} \sqrt{1 - \alpha_{global}} \right)$$

onde  $\alpha_{global}$  é o nível de significância geral a ser utilizado. Um valor de 5% para este nível de significância. Disto tem-se que:

$$\alpha_{individual} = 1 - \left( \sqrt[6]{1 - 0,05} \right) = 0,0085$$

ou seja, foram considerados que os meios eram diferentes quando o nível descritivo da comparação fosse menor que 0,0085.

Na TAB 8 os níveis descritivos dos testes de Kruskal-Wallis foram feitos com os grupos dois a dois, visto que:

- o grupo alta rotação sem aplicação de bicarbonato é, significativamente, diferente dos dois grupos *laser*;
- o grupo alta rotação com bicarbonato é, significativamente, diferente do grupo *laser* com aplicação de bicarbonato;
- As outras comparações não são significativas, incluindo que os dois grupos *laser* não são diferentes entre si e também que os dois grupos Alta rotação não são diferentes entre si.

TABELA 8 - Comparações múltiplas utilizando o teste de Kruskal-Wallis  
(as diferenças significantes estão hachuradas)

Tratamento	Bicarbonato	Laser		Alta rotação	
		Sim	não	sim	não
Laser	sim		0,1052	0,0017	0,0001
	não	0,1052		0,0418	0,0010
Alta rotação	sim	0,0017	0,0418		0,1276
	não	0,0001	0,0010	0,1276	

### 6.1.2 Face Oclusal

Para analisar a frequência das notas atribuídas aos dentes foram feitas as tabelas 9 e 10 e a Figura 7.

Ao analisar esta face observa-se que face ocorreu muito pouca infiltração, tendo o grupo *laser* com aplicação de bicarbonato não apresentado nenhuma infiltração em nenhum dente. Os outros três grupos são muito parecidos entre si.

TABELA 9 – Distribuição das notas para a infiltração na face oclusal

Tratamento	Bicarbonato	infiltração				Total
		0	1	2	3	
Laser	sim	10				10
	não	6	2	2		10
Alta rotação	sim	8	1	1		10
	não	7	3			10
Total		31	6	3		10

TABELA 10 – Distribuição percentual das notas para a infiltração na face oclusal

Tratamento	Bicarbonato	infiltração				Total
		0	1	2	3	
Laser	sim	100,0	0,0	0,0	0,0	100,0
	não	60,0	20,0	20,0	0,0	100,0
Alta rotação	sim	80,0	10,0	10,0	0,0	100,0
	não	70,0	30,0	0,0	0,0	100,0
Total		77,5	15,0	7,5	0,0	100,0

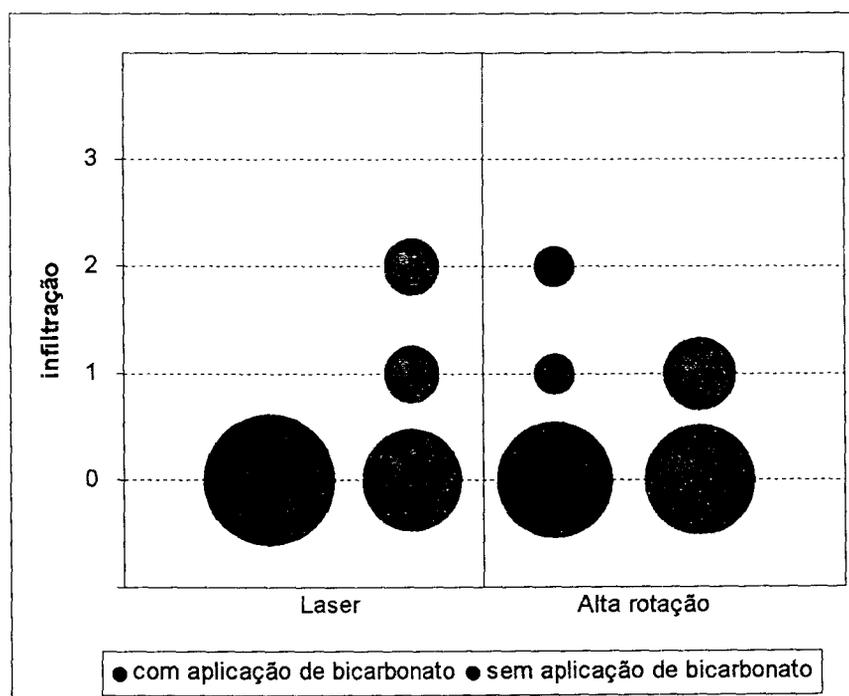


Figura13 – Frequência das notas para a face oclusal  
(o tamanho das bolhas representa as frequências)

TABELA 11- Média dos postos assumidos gengival e oclusal

Tratamento	CaCO <sub>2</sub>	Gengival	Oclusal	Geral
Laser	sim	0,50 (0,51)	0,03 (0,18)	0,27 (0,45)
	não	1,17 (0,99)	0,57 (0,77)	0,87 (0,93)
Broca	sim	2,27 (1,01)	0,30 (0,60)	1,28 (1,29)
	não	2,80 (0,41)	0,27 (0,45)	1,53 (1,35)
Geral		1,68 (1,19)	0,29 (0,57)	0,99 (1,16)

Para verificar se a distribuição nos quatro grupos era ou não diferente, foi utilizado o teste não paramétrico de Kruskal-Wallis, obtendo o nível descritivo de 0,1756, pelo qual pode-se concluir que não existe diferença significativa entre os quatro grupos nesta face.

Estes resultados permitem afirmar que:

- É observado um comportamento de infiltração bem diferente nas duas faces, sendo que na face oclusal o nível de infiltração é bem pequeno;
- Na face oclusal, não há diferenças significativas entre os quatro grupos;
- Na face gengival o *laser* com bicarbonato é diferente, estatisticamente, dos dois grupos alta-rotação (com e sem jato de bicarbonato);
- Apesar de o grupo1 (Laser+ Bicarbonato) apresentar os melhores resultados em ambas as faces(oclusal e gengival) quando comparamos os dois grupos Lasers, esta diferença não é estatisticamente significativa.

## 7. DISCUSSÃO

Devido à grande importância clínica da microinfiltração, muitos estudos têm sido realizados e demonstram que as técnicas e materiais convencionais não promovem um completo selamento marginal, possibilitando a presença de fendas que ocasionam infiltração de fluidos e bactérias entre o tecido dental e o material restaurador<sup>95,35,96,97,41</sup>. A ocorrência da microinfiltração está relacionada a diversos fatores como irregularidades e retenções na superfície dental, diferentes espessuras de *smear layer*, diferentes graus de condicionamento, desidratação, umidade, força da contração de polimerização e presença de flúor na superfície dental, entre outros.<sup>37,98</sup> Conseqüentemente, nos preparos cavitários, realizados com *laser* de Er:YAG todas as variáveis que ocorrem na estrutura dental em decorrência do processo de ablação explosiva devem ser avaliados. As principais são: superfície rugosa e irregular com fissuras, debris de esmalte fragmentado, não ejetado, projeções de esmalte pontiagudo e desapoado, regiões sub-ablacionadas e desidratadas, microespaços.<sup>53,99,15,56, 100,75</sup>

Desde as primeiras aplicações do *laser* de Er:YAG em tecidos duros em 1988,<sup>101</sup> vários estudos sobre sua utilização foram realizados já que seu uso traz algumas vantagens em relação à alta-rotação, dentre elas a eliminação de ruídos, vibrações, diminuição da dor e redução microbiana.<sup>10,11,12,13,14,80,102</sup> No entanto, nos preparos cavitários realizados com *laser* de Er:YAG observa-se clinicamente a formação de debris caracterizados por zonas esbranquiçadas dentro e principalmente na periferia das crateras produzidas pela ablação explosiva. O *laser* induziu a formação de uma zona de debris que apresenta-se como uma pequena zona de detritos em forma de placas ou como uma pequena zona de prismas desintegrados sendo que a superfície permanecia áspera mesmo após a remoção dos fragmentos superficiais com escovas<sup>97</sup>. Estes debris no caso dos preparos cavitários com envolvimento estético trazem um resultado estético final insatisfatório nas restaurações de resina composta sendo necessária sua remoção.

A indicação de remoção destes debris é por meio de pontas diamantadas em alta rotação ou instrumentos manuais.<sup>103</sup> Neste trabalho é proposta a utilização do jato de bicarbonato para esta finalidade uma vez que tendo sido o preparo cavitário realizado com *laser* Er:YAG não há sentido na utilização de

instrumentos mecânicos rotatórios para complementar os resultados. Quanto aos instrumentos manuais, estes não promovem uma limpeza homogênea do debris e podem ser incômodos para os pacientes pela pressão exercida pelos mesmos sobre o tecido dental.

A avaliação morfológica no projeto piloto deste trabalho através de microscopia eletrônica de varredura, onde foram comparadas três diferentes técnicas para esta remoção (ponta diamantada, instrumento manual ou jato de bicarbonato) que indicaram ser a superfície jateada com bicarbonato mais limpa quanto à presença de partículas debris e irregularidades.

Vários autores descrevem que a utilização do jato de bicarbonato para profilaxia, consiste de uma técnica rápida, segura não causando desconforto para o paciente e nem alterações na superfície do esmalte dental.<sup>104,84'86,105,106,107</sup>

Atualmente a maioria dos procedimentos restauradores é realizada com materiais e técnicas adesivas. A execução de uma limpeza da cavidade com pasta de pedra-pomes, jato de bicarbonato ou microjateamento com óxido de alumínio seguido da aplicação do condicionador ácido, que tem potencial bactericida e remove a *smear layer*, parece criar condições favoráveis para inserção do sistema adesivo (hibridização) e por conseguinte selamento da cavidade e proteção do complexo dentina-polpa.<sup>108</sup> Os resultados obtidos nesta dissertação concordam com essas observações onde os grupos que receberam a aplicação do jato de bicarbonato propiciaram um melhor selamento marginal obtendo melhores resultados no tocante a microinfiltração.

Estudos sobre o esmalte dental concluíram que 70% dos dentes permanentes possuem uma camada aprismática de esmalte que se localiza normalmente no terço cervical dos dentes.<sup>109</sup>, por este motivo esta região é menos favorável à adesão<sup>110</sup> e conseqüentemente, mais propícia à microinfiltração. Nesta dissertação observou-se que os preparos cavitários realizados com *laser* de Er:YAG com aplicação do jato de bicarbonato (grupo 1) propiciou uma superfície mais adequada para adesão na margem gengival com menores graus de microinfiltração, sendo estatisticamente significativa a diferença entre este grupo e os dois grupos cujas cavidades foram preparadas com alta rotação (G3 e G4). Uma possível explicação para estes resultados é fato da superfície produzida pelo *laser* ser rugosa e por este motivo prover um aumento da adesão mecânica, por outro lado quando a superfície apresenta-se com

rugosidades associadas a detritos, debris e áreas desidratadas pode ocorrer aumento dos microespaços e conseqüentemente maior microinfiltração,<sup>110</sup> explicando os piores resultados dos grupos que não receberam aplicação do jato de bicarbonato

Com os resultados obtidos no presente estudo demonstrou-se que as margens cavitárias gengivais que receberam a aplicação do jato de bicarbonato apresentaram um menor grau de microinfiltração. Outros autores obtiveram resultados positivos em um estudo sobre a influência aplicação do *Profy Jet* na resistência ao cisalhamento observando que após a aplicação do *Profy Jet* ocorreu um aumento significativo na resistência ao cisalhamento de 10,24 MPa para 20,37 MPa. Os autores concluíram que há um aumento significativo na força de união à dentina quando há a penetração da resina, não apenas nos túbulos dentinários, mas também na dentina intertubular e peritubular. Esses resultados demonstram que a remoção do *smear layer* e de detritos influenciam na penetração da resina nos túbulos dentinários.<sup>111</sup>

Observou-se no presente estudo que as margens cavitárias situadas em esmalte prismático (margem oclusal) apresentaram muito pouca infiltração tanto com *laser* quanto com alta-rotação e não houve diferença estatisticamente significativa entre os grupos, porém na margem gengival houve diferença estatisticamente significativa, talvez possa ser explicado devido as microestruturas de retenção produzidas pelo *laser* que são para mais efetivas para adesão que o método convencional principalmente quando se faz a remoção dos detritos com o jato de bicarbonato nas regiões com esmalte aprismático. Resultados coincidentes obtiveram outros autores em um estudo quando compararam a qualidade de selamento marginal em preparos biselados, ou condicionados com *laser*, ou convencionalmente. Os preparos foram biselados e condicionados com várias combinações de irradiação a *laser* e condicionamento ácido. Os autores concluíram que o bisel das margens cavitárias com *laser* não apresentou vantagens, quando comparado com a broca. O *laser*, porém, pode ser usado para criar microestrutura de retenção na superfície do esmalte, apresentando resistência adesiva excedendo a 10 MPa.<sup>112</sup>

Nesta dissertação observou-se que nas paredes gengivais onde foi realizada a remoção dos detritos com jato de bicarbonato obteve-se menores valores de microinfiltração que pode ser explicado, provavelmente pelo fato de a

superfície dental jateada apresentar-se com menores irregularidades. Em um estudo que teve como objetivo avaliar a microinfiltração de cavidades preparadas com *laser* de Er:YAG em restaurações de resina composta outros autores obtiveram menores valores de microinfiltração quando realizaram a irradiação com o auxílio de um controlador mecânico computadorizado. A superfície irradiada com esse controlador apresentou menores irregularidades quando comparada com a irradiação manual com o *laser* de Er:YAG.<sup>113</sup>

No presente estudo não houve diferença estatisticamente significativa entre os quatro grupos quando foram comparadas as margens oclusais que foram biseladas e condicionadas. Resultado semelhante obteve outro autor quando utilizou o condicionamento com ácido fosfórico e avaliou a microinfiltração em restaurações Classe V, preparadas com *laser* de Er:YAG e com alta-rotação. Concluindo que os preparos com *laser* e com alta rotação + ácido tiveram menor infiltração que o grupo preparado e condicionado com *laser*. Os resultados indicaram que o *laser* Er:YAG pode ser utilizado para preparos cavitários de forma semelhante da alta-rotação, se, após o tratamento com *laser*, a superfície for condicionada com ácido fosfórico<sup>9</sup>.

Neste estudo todos os grupos foram condicionados com ácido fosfórico baseando-se nas conclusões de outros trabalhos que demonstraram haver necessidade deste condicionamento.<sup>114,79</sup>

Na presente dissertação não houve diferença na margem oclusal de todos os grupos, mas quando se comparou a face gengival o Grupo 1 (G1) *laser* + bicarbonato foi estatisticamente diferente dois grupos alta rotação obtendo melhores resultados. Resultados coincidentes na margem oclusal e discordantes na margem gengival deste trabalho foram observados quando pesquisadores avaliaram a microinfiltração em cavidades classe V, preparadas com alta-rotação, abrasão a ar e *laser* de Er:YAG. Os resultados indicam não haver diferença na microinfiltração entre os grupos testados na margem oclusal. Diferença estatisticamente significativa foi encontrada entre as margens gengivais e o grupo *laser* de Er:YAG obteve os maiores graus de microinfiltração<sup>115</sup>. Isto se deve provavelmente à não remoção dos detritos e irregularidades que geram microespaços, conseqüentemente, a presença de microinfiltração.

Com os resultados obtidos no presente estudo concluiu-se que o jato de bicarbonato pode ser efetivo para remoção de tecidos sub-ablacionados,

desidratados, debris, detritos e irregularidades que auxiliam na formação da microinfiltração, principalmente na margem gengival onde se localiza o esmalte aprismático .

## 8. CONCLUSÕES

A análise e discussão dos resultados obtidos, de acordo com a metodologia aplicada neste trabalho, permitiram-nos concluir que:

1. O *laser* de Er:YAG mostrou-se efetivo no preparo de cavidades classe V e os 2 grupos lasers obtiveram os menores valores de microinfiltração quando comparados aos 2 grupos alta rotação sendo esta diferença estatisticamente significativa entre os 2 grupos laser e o grupo 4 alta rotação quando avaliou-se a face gengival.
2. Comparando-se o grupo 1 (*laser* de Er:YAG + jato de bicarbonato) e os grupos 3 e 4 (alta rotação com e sem bicarbonato) a face gengival do grupo *laser* obteve os melhores resultados quanto a microinfiltração sendo estatisticamente significativa esta diferença.
3. Quando são comparados os grupos 1 e 2 (*laser* de Er:YAG com e sem aplicação de jato de bicarbonato) maiores valores de microinfiltração são notados quando não foi aplicado o jato de bicarbonato, principalmente na face gengival, mas não houve diferença estatisticamente significativa entre os dois grupos laser.
4. Analisando a face oclusal dos quatro grupos, verifica-se que nesta face ocorreu muito pouca infiltração em todos os grupos.

## REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

---

- <sup>1</sup> STERN, R.H.; SOGNNAMES, R.F. Laser beam on dental hard tissues. J.Dent. Res, v.43, n.5, p.873, 1964.
- <sup>2</sup> STERN, R.H. The laser in dentistry: a review of the literature. J.Dent. Assoc. S.Afr, v.29, N.3, P.173-179, Mar. 1974.
- <sup>3</sup> HIBST, R.; KELLER, U.; STEINER, R. Die Wirkung Gepulster Er:YAG Laserstrahlung auf Zahngewebe. Lasers Med Surg, v.4, P163-165, 1988;
- <sup>4</sup> HIBST, R.; KELLER, U. Experimental studies of the application of the Er:YAG laser on dental hard substances: I. Light microscopic and sem investigations. Lasers Surg. Med., v.9, N.4. P.338-344, 1989.
- <sup>5</sup> PAGHDIWALA, A.F. Evaluation of erbium:YAG laser radiation of hard dental tissues: analysis of temperature changes, depth of cuts structural effects. Scan Microscop, v.7, n, p 989-997, 1993.
- <sup>6</sup> KUMAZAKI, M. Removal of hard dental tissue (cavity preparation) With the laser. in INTERNATIONAL CONGRESS ON LASERS IN DENTISTRY, 1994, Singapore. Proceedings Bologna: Monduzzi Editore. 1994. p.151-157.
- <sup>7</sup> TANJI, E.Y.; MATSUMOTO, K.; EDUARDO, C.P. Scanning eletron microscopic observation of dentin surface conditioned with the ER:YAG laser. DGL, v.8, p.6, jan./feb. 1997.
- <sup>8</sup> GROTH, E.B. Estudo comparativo do condicionamento do esmalte dental com ER:YAG laser ácido fosfórico: análise morfológica e resistência a tração, 98p. tese (Doutorado em dentística)-Faculdade de Odontologia da Universidade de São Paulo. São Paulo, 1997

- 9 RAMOS, A.C.B. Microinfiltração em Cavidades classe V preparadas com alta rotação e com laser de ER:YAG: estudo in vitro. São p.136, Dissertação (Mestrado em Dentística)-Faculdade de Odontologia, Universidade de São Paulo. Paulo, 1998.
- 10 GIMBLE, C.; HANSEN, R.; SWETT, A.; WINN, D.; PELAGALLI, J.; COZEAN, C. Er:YAG clinical studies for hard tissue applications. In: INTERNATIONAL CONGRESS ON LASERS IN DENTISTRY, 3, 1992, Salt Lake City. Proceedings... p.267-271. Bologna: Monduzzi, 1994.
- 11 COZEAN, C.; ARCORIA, C.J.; PELAGALLI, J.; POWELL, G.L. Dentistry for the 21st century? Erbium:YAG laser for teeth, J Am Dent Assoc, v.128, n.8, p.1080-1087, 1997.
- 12 GLOCKNER, K.; RUMPLER, J.; EBELESSENDER, K.; STADTLER, P. Intrapulpal temperature during preparation with the Er:YAG laser compared to the conventional burr: an in vitro study. J Clin Laser Med Surg, v.16, n.3, p. 153-157, 1998.
- 13 COLUZZI, D. J.; RICE, J. H.; COLETON, S. The coming of lasers in Dentistry. Dent Today, Montclair, v.17, n.10, p.64-66, 1998
- 14 KELLER, U. S. et al. Erbium:YAG laser application in caries therapy. Evaluation of patient perception and acceptance. J. Dent. Res., v.26, p.649-656, 1998
- 15 GROSS, D.; RAAB, W. H-M.; KELLER, U.; HIBST, R. Surface morphology of dental hard tissues after Er:YAG laser treatment. In: INTERNATIONAL CONGRESS ON LASERS IN DENTISTRY, 3, 1992, Salt Lake City. Proceedings... Salt Lake City: International Society of Lasers in Dentistry, p. 133-134. 1992.
- 16 AOKI, A.; ISHIKAWA, I.; YAMADA, T.; OTSUKI, M; WATANABE, H.; TAGAAMI, J.; ANDO, Y.; YAMAOTO, H. Comparison between Er:YAG laser and

---

conventional technique for root caries treatment in vitro. *J Dent Res*, Chicago, v. 77, n 6, p. 1404-1414, 1998.

<sup>17</sup> BUONOCORE, M. G. A simple method of increasing the adhesion of acrylic filling materials to enamel surfaces. *J. dent. res.*, v.34, n.6, p. 849-853, 1955.

<sup>18</sup> GOING, R. E. Microleakage around dental restorations a summarizing review. *J. Am. Dent. Assoc.*, v. 84, p. 1349-57, 1972.

<sup>19</sup> GOING, R.E. Reducing marginal leakage: a review of materials and techniques. *J. Am. Dent. Assoc.*, v. 99, p. 646-51, Oct. 1979.

<sup>20</sup> BAUER, J. G.; HIENSON, J. L. Microleakage a measure of the performance of direct filling materials. *Oper. Dent.*, v. 9, n. 1, p. 2-9, 1984.

<sup>21</sup> BRANNSTROM, M. Infection beneath composite resin restorations: can it be avoided. *Oper. Dent.* v. 12, n. 4, p. 159-63, 1987.

<sup>22</sup> COX, C.F. Effects of adhesives resins and various dental cements on the pulp. *Oper. Dent.* Suppl. 5, p. 165-76, 1992.

<sup>23</sup> BUONOCORE, M G, MASTUI, A.; GWINNETT, A. J. Penetration of resin dental material into enamel surfaces with reference to bonding. *Arch Oral Biol*, New York, v. 13, n. 1, p. 61-70, .1968.

<sup>24</sup> KIDD, E. A. M. Microleakage: a review. *J Dent*, Boston, v. 4, n. 5, p.199-206, 1976.

<sup>25</sup> FUSAYAMA, 1.; NAKAMURAI M.; KUROSAKI, N.; IWAKU, M. Nonpressure adhesion of a new adhesive restorative resin. *J Dent Res*, Chicago, v. 58, n. 4, p. 1364-1370, 1979.

- 
- <sup>26</sup> NAKABAYASHI, N.; KOJIMA, K.; MASHARA, E. The promotion of adhesion by the infiltration monomers into tooth substrates. **J. Biomed. Mater. Res.**, v. 16, p. 265-73, 1982.
- <sup>27</sup> WU, W.; COBB, E.; DERMANN, K.; RUPP, N. W. Detecting margin leakage of dental composite restorations. **J Biomed Mater Res**, New York, v. 17, n. 1, p. 37-48, 1983
- <sup>28</sup> RETIEF, D. H. Are adhesive techniques sufficient to prevent microleakage. **Oper Dent**, Washington, v. 12, n. 4, p. 140-145, Autumn 1987.
- <sup>29</sup> PORTO NETO, S. T. Avaliação da microinfiltração marginal nas paredes de esmalte e cimento em cavidades de classe V restauradas com resina composta e cimento de ionômero de vidro. Araraquara, 16f. Tese (Doutorado em Dentística) — Faculdade de Odontologia da Universidade Estadual Paulista, Araraquara. 1990
- <sup>30</sup> GWINNETT, A. J.; KANCA III, J. Micromorphological relationship between resin and dentin in vivo and in vitro. **J Am Dent**, San Antonio, v. 5, n. 1, p. 19-23, 1992.
- <sup>31</sup> WIECZKOWSKY G.; YU, X.; DAVIS, E. L.; JOYNT, R. B. Microleakage in various dentin bonding agent/composite resin systems. **Oper Dent**, Washington, p. 62-67, 1992.
- <sup>32</sup> BARNES, D. M.; THOMPSON, V. P.; BLANK, L. W.; McDONALD, N. J. Microleakage of Class V composite resin restorations: a comparison between *in vivo* and *in vitro*. **Oper Dent**, Washington, v. 18, n. 6, p. 237-250, 1993.
- <sup>33</sup> GWINNETT, A. J. Quantitative contribution of resin infiltration/hybridization to dentin bonding. **Am J Dent**, San Antonio, v.6, n.1, p.7-9, 1993.
- <sup>34</sup> SANO, H. *et al.* Microporous dentin zone beneath resin-impregnated layer. **Oper. Dent.**, v. 19, p. 59-64, 1994.

- 
- <sup>35</sup> FORTIN, D.; SWIFT JR, E. J.; DENEHY, G. E.; REINHARDT, J. W. Bond strength and microleakage of current dentin adhesives. **Dent Mater**, Copenhagen, v.10, n.4, p.253-258, 1994.
- <sup>36</sup> SAUNDERS, W P.; SAUNDERS, E. M. Microleakage of bonding agents with wet and dry bonding techniques. **Am J Dent**, San Antonio, v. 9, n. 1, p. 34-36, 1996.
- <sup>37</sup> PASHLEY, D. H.; CARVALHO, R. M. Dentin permeability and dentine adhesion. **J Dent**, Boston, v.25, n.5, p.355-372, 1997.
- <sup>38</sup> ECHEVARRIA, A. U. *et. al.* The influence of cavity configuration, resin layer thickness and dentin treatment of resin adaptation. **J. Dent. Res.**, v. 78, p. 477, 1999.
- <sup>39</sup> FILO, R. S. & BEN-AMAR, A. Comparison of microleakage for three on-bottle and three multiple step dentin bonding agents. **J. Prosthet. Dent.**, v. 82, p. 209-13, 1999.
- <sup>40</sup> LI, H.; BUROW, M. F.; TYAS, M. J. Nanoleakage patterns of four dentin bonding systems. **Dent Mater**, Copenhagen, v. 16, p. 48-56, 2000.
- <sup>41</sup> HALLER, B. Recent developments in dentin bonding **A J Dent**, San Antonio, v. 13, p. 44-55, 2000.
- <sup>42</sup> SANTOS, M. G. 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). 93f. Dissertação (Mestrado em Dentística) – Faculdade de Odontologia da Universidade de São Paulo, São Paulo. 2000.
- <sup>43</sup> EINSTEIN, A. Zur quantum theorie der strhlung. **Phys. Z.**, v. 18, p.121, 1917.

- 
- <sup>44</sup> MAIMAN, T.H. Stimulated optical radiation in ruby. **Nature.**, v, 187, n.4736, p.493-494, 1960.
- <sup>45</sup> 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**, New York, v.9, n.4, p.338-344, 1989.
- <sup>46</sup> KELLER, U.; HIBST, R. Experimental studies of the application of the Er:YAG *laser* on the dental hard substances: II. Light microscopic and SEM investigations. **Lasers Surg Med**, New York, v.9, n.4, p.345-351, 1989.
- <sup>47</sup> HOKE, J. *et al.*, Erbium-YAG (2,94 micron) *laser* effects on dental tissues. **J. Laser Appl.**, v.2, n.314, p.61-5, p. 1990.
- <sup>48</sup> HIBST, R.; KELLER, U.S. Heat effect of pulsed Er:YAG *laser* radiation. **SPIE** v. 1200, p.379-86, 1990.
- <sup>49</sup> KAYANO, T.; OCHIAI, S.; KIYONO, K.; YAMAMOTO, H.; NAKAJIMAS, S.; MOCHIZUKI, T. Effect of Er:YAG *laser* irradiation on human extracted teeth. **J Clin Laser Med Surg.**,v.4, p.147-150, 1991.
- <sup>50</sup> MATSUMOTO, K.; NAKAMURA, Y.; WAKABAYASHI, H. A morphological study on the cavity preparation by Er:YAG *laser*. **J. Japan Soc. Conserv. Dent.**, v.34, n.3, p.729-733, 1991.
- <sup>51</sup> MORIOKA, T.; TAGOMORI, S.; OHO T. Acid resistance of lased human enamel with Erbiun:YAG *laser*. **J Clin Laser Med Surg**, New York, p.215-217, 1991.
- <sup>52</sup> PASHLEY, E. L. *et al.* Effects of CO2 *laser* energy on dentin permeability. **J. Endond.**, v.18, n.6, p.257-62, 1992.
- <sup>53</sup> ZAO-ZHANG, L.; CODE, J. E.; VAN DE MERWE, W. P. Er:YAG *laser* ablation of enamel and dentin of human teeth: Determination of ablation rates at various

---

fluences and pulse repetition rates. **Lasers Surg Dent**, New York, v. 12, p.625-630, 1992.

<sup>54</sup> KELLER, U.; HIBST, R. Erbium:YAG laser in caries therapy: indications and first clinical results. I: INTERNATIONAL CONGRESS ON LASERS IN DENTISTRY, 3, 1992, Salt Lake City. **Proceedings...** Salt Lake City: ISLD., p.151-152 1992.

<sup>55</sup> HIBST, R.; KELLER, U.S. Dental Er:YAG laser application: evaluation of thermal side effects. In: INTERNATIONAL CONGRESS ON LASERS IN DENTISTRY, 3, 1992, Salt Lake City. **Proceedings...** Salt Lake City: ISLD, p.231-32. 1992,

<sup>56</sup> WRIGHT, G. Z.; McCONNELL, R. J.; KELLER, U. Microleakage of class V composite restorations prepared conventionally with those prepared with an Er:YAG laser: a pilot study. **Pediatr Dent**, Chicago, v.15, n.6, p.425-426, 1993.

<sup>57</sup> GIMBLE, C. *et al.* Er:YAG clinical studies for hard tissues applications. INTERNATIONAL CONGRESS ON LASERS IN DENTISTRY, 4, 1994. Singapore, **Proceedings...** Bologna: Monduzzi, p. 267-71, 1994.

<sup>58</sup> KELLER, U.S.; HIBST, R. Er:YAG laser effects on oral hard and soft tissues. In: MISERENDINO, L. J., PICK, R. M. **Laser in dentistry**. Carol Stream Quintessence, cap. 11, p.161-72, 1995.

<sup>59</sup> 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, H. A.; FEATHERSTONE, J. D.; WHITE, J. M.; NEEV, J. (Eds). **Lasers in dentistry II**. Laguna Beach: SPIE 2672, 1996, p. 193-199.

<sup>60</sup> 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**, New York, v. 14, n. 3, p. 123-127, 1996.

- 
- <sup>61</sup> MORITZ, A.; GUTKNECHT, N.; SCHOOP, U.; GOHARKHAY, K.; WERNISCH, J.; SPERR, W. Alternatives in enamel conditioning; a comparison of conventional and innovative methods. **J Clin Laser Med Surg**, New York, v. 14, n. 3, p. 133-136, 1996.
- <sup>62</sup> RAMOS, A. C. B.; EDUARDO, C. P.; TANJI, E. Y.; ZECELL, D. M. Microleakage in Class V restorations prepared with the Er:YAG laser. An in vitro study. In: INTERNATIONAL LASER CONGRESS, 1996, Athens. **Proceedings...** Bologna, p.257-261.Monduzzi, 1996.
- <sup>63</sup> EDUARDO, C. P. *et al.* Micromorphological evaluation of enamel surface and the shear bond strength of a composite resin after Er:YAG irradiation, a *in vitro* study. In: CONGRESS OF THE INTERNATIONAL SOCIETY FOR LASERS IN DENTISTRY, 5, 1996, Jerusalém. **Proceedings...**, Bologna:Monduzzi, 1996.
- <sup>64</sup> VISURI, S. R. *et al.* Shear strength of composite bonded to Er:YAG laser-prepared dentin. **J. Dent. Res.**, v. 75, n. 1, p. 599-605, .1996.
- <sup>65</sup> DOSTÁLOVÁ T.; JELÍNKOVÁ H.; KREJSA, O.; HAMAL, K.; KUBELKA J.; PROCHÁSKA, S., HIMMLOVÁ, L. Dentin and pulp response to Erbium:YAG laser ablation: a Preliminary of human teeth. **J Clin Laser Med Surg**, NewYork , v. 15, n. 3, P. 117-121, 1997.
- <sup>66</sup> PELAGALLI, J.; GIMBEL, C. B.; HANSEN, R. T., SWETT, A.; WINN II, D. W. Investigation study of the use of Er:YAG laser versus dental drill for caries removal and cavity preparation — phase 1. **J Clin Laser Med Surg**, New York, v. 15, n. 3, p. 109-115, 1997.
- <sup>67</sup> JEAN, A.; ARMENGOL, V.; ASSOMOU, M.; HAMEL, H. Microleakage along composite restoration following Er:YAG laser irradiation versus acid-etched. **J Dent Res**, Chicago, v. 77, p. 937,1998.

- <sup>68</sup> KHAN, F. R. Study of microleakage at class I cavities prepared by Er:YAG using three types of restorative materials. **J Clin Laser Med Surg**, New York, v. 16, n. 6, p. 305-308, 1998.
- <sup>69</sup> DOSTÁLOVÁ, I. *et. al.* Er:YAG laser ablation: evaluation after two year long clinical treatment. In: PEATHERSTONE, J. D. B., RECHMANN, P. FRIED, D. S. (Ed.). **Lasers in dentistry**. Washington: SPIE. Proceedings of SPIE, v. 3248, p. 23-39, 1998
- <sup>70</sup> MISERENDINO, J. L. SEM and dye penetration companson of Er:YAG laser versus traditional treatment. In INTERNATIONAL CONGRESS ON LASERS IN DENTISTRY, 1998, Maui. **Resumos...** Maui: International Society for Lasers in Dentistry, p.34,1998.
- <sup>71</sup> RAMOS, A.C.B. Microinfiltração marginal em cavidades de Classe V preparadas com alta rotação e com laser de Érbio:YAG — estudo *in vitro*. 136f. Dissertação (Mestrado em Dentística) — Faculdade de Odontologia da Universidade de São Paulo, São Paulo, 1998.
- <sup>72</sup> COZEAN, C. D & POWELL, L. Er:YAG clinical results on hard tissues: phases I. In: PEATHERSTONE, J. D. B., RECHAMANN, P., FRIED, D. S. (Ed.). **Lasers in dentistry**. Washington: SPIE. Proceedings of SPIE, v. 3248, p. 14-21; p. 33-38, 1998.
- <sup>73</sup> AOKI, A.; WATANABE, H.; ISHIKAWA, I. Er:YAG clinical experience in Japan: review of scientific investigations. In: PEATHERSTONE, J.D.B.; RECHMANN, P.; FRIED, D. S.. (Ed.). **Lasers in dentistry**. 4. Washington: SPIE, (Proceedings of SPIE, v. 3248), 1998.
- <sup>74</sup> MATSUMOTO, K. Basic and clinical research on Er:YAG laser in dentistry. In: INTERNATIONAL CONGRESS ON LASERS IN DENTISTRY, 6, 1998, **Proceedings**, Maui: ISDL, p.14, p.235-6, 1998

---

<sup>75</sup> EDUARDO, P.L.P.; RAMOS, A.C.B.; EDUARDO, C.P. The use of the Er:YAG laser in cavity preparation: clinical cases. INTERNATIONAL CONGRESS ON LASERS IN DENTISTRY, 6, **Proceedings**. Maui: ISDL, p. 202-5,1998.

<sup>76</sup> ARMENGOL, V.; JEAN, A.; ROHANIZADEH, R.; HAMEL, H. Scanning electron microscopic analysis of diseased and healthy dental hard tissues after Er:YAG laser irradiation: *in vitro* study. **J Endod**, Chicago, v. 25, n. 8, p. 543-546, 1999.

<sup>77</sup> HOSSAIN, M; NAKAMURA, Y.; YAMADA, Y.; KIMURA, Y.; NAKAMURA G.; MATSUMOTO, K. Ablation depths and morphological changes in human enamel and dentin after Er:YAG laser irradiation with or without water mist. **J Clin Laser Med Surg**, New York, v. 17, n. 3, p. 105-109, 1999.

<sup>78</sup> CEBALLOS, L. *et al.* Microleakage of composite restorations after acid or Er:YAG laser cavity treatments. **Dental Materials**, p.340-346, 2001

<sup>79</sup> EVANS, D. J. P.; MATTHEWES, S.; PITTS, N.B.; LONGBOTTON, C.; NUGENT, Z. J. A clinical evaluation of an Erbium:YAG laser for dental cavity preparation. **Br Dent J**, London, v.188, n.12, 2000.

<sup>80</sup> CURTI, M.; ROCCA, J. P.; BERTRAND, M. F. Morfologia de Cavidades Classe V Condicionadas com laser de Er:YAG. Um estudo SEM. **Congresso de Viena**, 2001.

<sup>81</sup> SHARON-BULLER, A.; BLOCK, A.; SELA, M. Eliminação de Bactérias no Preparo Cavitário com o laser de Er:YAG. **Congresso de Viena**, 2001.

<sup>82</sup> ROEBUCCK, M. *et al.* Microleakage of composite restorations after acid or Er:YAG laser cavity treatments. **Dental Materials**, p.340-346, 2001

<sup>83</sup> WILLIAN DE NORLING BK, JONSON WN: A new prophylaxis instrument: effect on enamel alterations. **J Am Dent Assoc** 1980; 101: 923-925, 1980.

---

<sup>84</sup> ATKINSON, R. D. Et al. The effect of an air powder abrasive system on in vitro root surfaces. *J. Periodontol.*, v.55, p. 138, 1984.

<sup>85</sup> LIMA, S.N.M. & VERRI, R.A. Efeitos da aplicação de bicarbonato de sódio sob pressão no tratamento básico periodontal e na remoção da placa bacteriana. **Ver. Paul. Odont.**, **6**(1): 2-10, 1984.

<sup>86</sup> NUTI SOBRINO, A. et al. Estudo da ação do *Profident* sobre os materiais restauradores através da microscopia eletrônica de varredura. Parte II. Resina acrílica termopolimerizável e resinas compostas. *Rev. Paul. Odontol.*, v. 7, n. 2, p. 18-34, 1985.

<sup>87</sup> LIMA S.N.M.; NUTI SOBRINHO, A.; LOPES R.A. WATANABE, I. Estudo da ação do jato de bicarbonato de sódio sobre a gengiva humana, através da microscopia ótica e eletrônica de varredura (Sistema *Profident*) **Odont. Mod.**, **11**(5): 14-8, maio 1984; **11**(6):23-7, 1984.

<sup>88</sup> NUTI SOBRINHO, A.; LIMA, S.N.M.; ARAÚJO, C.L.; WATANABE, I. Estudo da ação do Sistema *Profident* sobre a placa bacteriana em bandas ortodônticas através da microscopia eletrônica de varredura. **Rev. Paul. Odont.**, **8**(3): 10-6, 1986.

<sup>89</sup> ROSELL, L.F. Superfície radicular aplicação do jato de sódio e polimento Análise em microscopia eletrônica de varredura *Rev. ABO. Nacional*, v.8 n 2 ,p 302-306, 2000

<sup>90</sup> BISPO, L. B. Condicionamento do esmalte dental com Er:YAG laser e ácido fosfórico: resistência a tração e microscopia eletrônica de varredura 2000.; Dissertação (Mestrado –Dentística)-Faculdade de Odontologia, Universidade de São Paulo, São Paulo.

<sup>91</sup> AGRETI, A. **Categorical Data Analysis**. New York: John Wiley & Sons. 558p, 1990.

- 
- <sup>92</sup> BUSSAB, W. O. E MORETTIN, P. A. **Estatística Básica**. 4ª ed. São Paulo: Atual Editora. 321p, 1987.
- <sup>93</sup> CONOVER, W. J. **Practical Nonparametric Statistics**. New York: John Wiley & Sons, 1980.
- <sup>94</sup> SIEGEL, S. **Estatística Não-paramétrica (para as ciências do comportamento)**. 1ª ed. São Paulo. McGraw-Hill. 350p, 1975.
- <sup>95</sup> SWIFT Jr., E. J.; Le VALLEY, B. Microleakage of etched dentin composite resin restorations. **Quintessence int**, Carol Stream, v.23, n.7, p.505-508, 1992.
- <sup>96</sup> CAMPANELLA, L. C.; MEIERS, J. C. Microleakage of composite and compomers in class V restorations. **Am J Dent**, San Antonio, v.12, n.6, p.185-189, 1999.
- <sup>97</sup> CARDOSO, P. E. C.; PLÁCIDO, E.; FRANCCI, C. E.; PERDIGÃO, J. Microleakage of class V resin-based composite restorations using five simplified adhesive systems. **Am J Dent**, San Antonio, v.12, n.6, p.291-294, 1999.
- <sup>98</sup> CHRISTENSEN, W. T. Clinical factors affecting adhesion. *Oper. Dent.*, suppl. 5, p. 24-31, 1992
- <sup>99</sup> BURKES Jr., E. J.; HOKE, J.; GOMES, E., WOLBARSH, M. Wet versus dry enamel ablation by Er:YAG laser. **J Prosthet Dent**, St. Louis, v.67, n.6, p.847-851, 1992.
- <sup>100</sup> RECHMANN, R., GOLDIN, D. S., HENNIG, T. Changes in surface morphology of enamel after Er:YAG laser irradiation. PEAROTHERSTONE, J. D. B., RECHMANN, P., FRIED, D. S. 1998.
- <sup>101</sup> HIBST, R., KELLER, U.; STEINER, R. Die wirkung gepulster Er:YAG Laserstrahlung auf zahngebebe. *Lasers Med Surg*, v.4, p.163-165, 1988.

- 
- <sup>102</sup> BLAY, C.C. Análise Comparativa da Redução Bacteriana com Irradiação do Laser de Er:YAG ou Ponta Montada em Alta-Rotação após a Remoção do tecido Cariado em Dentina: Estudo *in anima nobile*. 120p., 1998. Dissertação – Mestrado em Lasers. FOU SP – IPEN. São Paulo, 2001
- <sup>103</sup> GUTKNECHT, N. Palestra sobre aplicação de lasers em dentística, e periodontia. USP 2001.
- <sup>104</sup> GLICKMAN, I. Clinica Perodontology. Philadelphia, W. B. Saunders Co., p. 568-70, 1972.
- <sup>105</sup> BERKSTEIN, S. *et al.* Supragingival root surface removal during maintenace procedures utilizing an aier-powder abrasive system or hand scaling-an in vitro study. J. Periodontol., v.58, p.327-30, 1987.
- <sup>106</sup> GALLOWAY, S.E., PASHLEY, D. H. Rate of removal of root surface by the use of Phophy-Jet device. J. Periodontol., v.58, p.464-9, 1987.
- <sup>107</sup> GONÇALVES, R.J., MAZZONETTO, S.F. Estudo comparativo entre os efeitos das técnicas de profilaxia com o Profident e a taça deborracha sobre o acúmulo de placa bacteriana. Ver. Paul. Odontol., v.9, n.3, p.34-9, 1987.
- <sup>108</sup> CONCEIÇÃO, N.E. Dentística Saúde e Estética – Porto Alegre RS, 1º Edição, 2000, ARTMED, p.106. 2000
- <sup>109</sup> RIPA, L.W.; GWINNETT, A.J, BUONOCORE, M.G. The “primless” outer layer of deciduos and permanent enamel. **Arch. Oral Biol.**; **11**(1): 41-8, jan. 1966.
- <sup>110</sup> GWINNETT, A. J. Human primless enamel and its influence on sealant penetration. **Arch. Oral Biol.**, **18**(13): 441-4, March 1973.

- 
- <sup>111</sup> GWINNETT, A. J. Quantitative contribution of resin infiltration/hybridization to dentin bonding. **Am J Dent**, San Antonio, v.6, n.1, p.7-9, 1993.
- <sup>112</sup> HIBST, R KELLER, U. S Bond strength and microleakage of composite restorations after Er:YAG laser preparation and conditioning. In: INTERNATIONAL CONGRESS ON LASERS DENTISTRY, 4, Abstracts...Singapore:ISLD., 1994.
- <sup>113</sup> BECKER, J.; SCHRIEVER, D.; HEDIDEMANN, Dranddichte von plantichen fillungen nach computergesteuerter Erbium:YAG- Laserpreparation. Dtsch Zahnarztl Z, v.51, n.8, p.448-451, 1996.
- <sup>114</sup> BLANKENAU, R. L. *et al.* Effects of Er:YAG laser on enamel and dentin microleakage. **J. Dent. Res.**, v.78, p.393,1999
- <sup>115</sup> ESTEVES,G.V. Avaliação da microinfiltração marginal em cavidades classe V preparadas com alta rotação, abrasão a ar e laser de Er:YAG - estudo in vitro. 2001. Dissertação (Mestrado em Dentística) – Faculdade de Odontologia, Universidade de São Paulo, São Paulo.



M22647



Ministério  
da Ciência  
e Tecnologia

***Instituto de Pesquisas Energéticas e Nucleares***

Diretoria de Ensino & Informação Científica e Tecnológica  
Av. Prof. Lineu Prestes, 2242 Cidade Universitária CEP: 05508-000

Fone/Fax(0XX11) 3816 - 9148  
SÃO PAULO - São Paulo - Brasil  
<http://www.ipen.br>

O Ipen é uma autarquia vinculada à Secretaria de Ciência, Tecnologia e Desenvolvimento Econômico e Turismo do Estado de São Paulo, gerida técnica, administrativa e financeiramente pela Comissão Nacional de Energia Nuclear, órgão do Ministério da Ciência e Tecnologia, e associada à Universidade de São Paulo.