



BR0645472

INIS-BR--4052

AUTARQUIA ASSOCIADA À UNIVERSIDADE DE SÃO PAULO

**AVALIAÇÃO IN VITRO DA MICROINFILTRAÇÃO MARGINAL
EM RESTAURAÇÕES DE CLASSE V COM RESINA COMPOSTA
EM DENTES BOVINOS. INFLUÊNCIA DA IRRADIAÇÃO LASER
E SISTEMA ADESIVO NO PRÉ-TRATAMENTO DENTINÁRIO**

WENDELL LIMA DE CARVALHO

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

Orientadora:

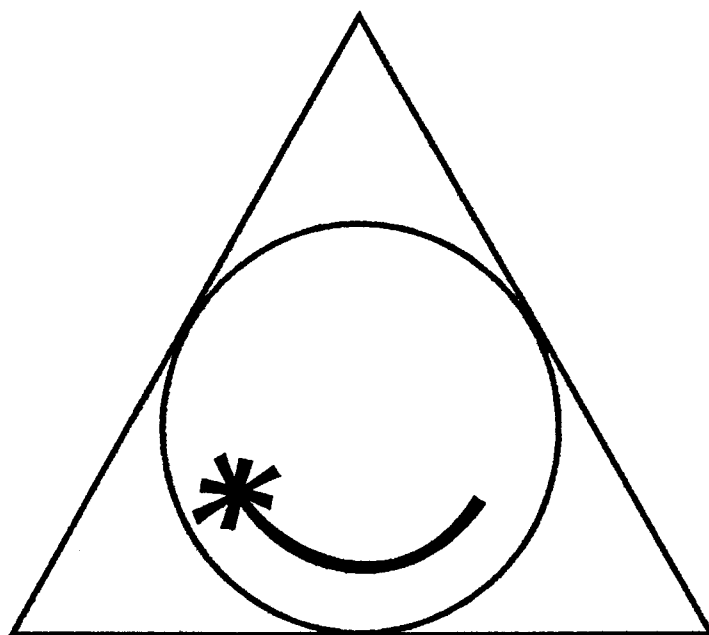
Profa. Dra. Denise Maria Zezell

Co-Orientador:

Prof. Dr. Carlos de Paula Eduardo

**São Paulo
2003**





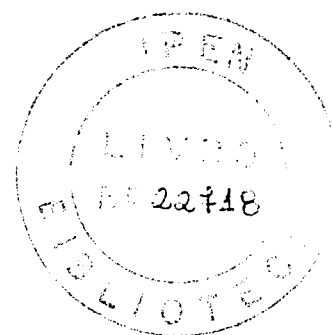
**MESTRADO PROFISSIONALIZANTE DE LASER EM
ODONTOLOGIA**



INSTITUTO DE PESQUISAS ENERGÉTICAS E NUCLEARES
Autarquia associada à Universidade de São Paulo

**AVALIAÇÃO IN VITRO DA MICROINFILTRAÇÃO MARGINAL EM
RESTAURAÇÕES DE CLASSE V COM RESINA COMPOSTA EM DENTES
BOVINOS. INFLUÊNCIA DA IRRADIAÇÃO LASER E SISTEMA ADESIVO NO
PRÉ-TRATAMENTO DENTINÁRIO**

WENDELL LIMA DE CARVALHO



**Dissertação apresentada como
parte dos requisitos para
obtenção do Grau de Mestre
Profissional em Laser em
Odontologia**

**Orientadora:
Profa. Dra. Denise Maria Zezell**

**Co-Orientador:
Prof. Dr. Carlos de Paula Eduardo**

**São Paulo
2003**

Faculdade de Odontologia
Universidade de São Paulo



DEDICATÓRIA

À **Deus**, razão de toda a minha existência

Aos meus avós **José Oliveira** (in memoriam), **Cecy**, **José Inácio** (in memoriam) e **Florinda** (in memoriam) pelos ensinamentos da vida

Aos meus pais **João Bosco** (in memoriam) e **Núbia** que com muita dedicação não pouparam esforços para a minha formação, dando exemplos de honestidade, trabalho e respeito

Aos meus irmãos **Wagner**, **Weber**, **Werneck** e **Kézia** pela amizade e por estarem ao meu lado nas horas difíceis e sempre torcendo por mim

A(o)s meus Cunhado(as) **Carlos Frederico**, **Mariziane**, **Tatiana** e **Zenilda** pela amizade

A(o)s meus sobrinhos(as) **Willgner**, **Wilker**, **João Bosco**, **Tacyana**, **Ruy Matheus**, **Luana** e **Werneck filho** pela alegria de retornar a infância

A minha eterna amiga **Maria Ana** (Bia) por toda a dedicação de vida

A minha noiva **Milena** pela amizade, companheirismo, dedicação e compreensão que sempre foi importante para continuar seguindo em frente.

Dedico esta Obra

À Profa. Dra. Denise Zezell, mestra e orientadora, pelo exemplo, incentivo, oportunidade, amizade e orientação nesta pesquisa, sem os quais o desenvolvimento não teria sido possível, minha eterna e profunda gratidão.

Ao Prof. Dr Carlos de Paula Eduardo, pela orientação, amizade, confiança em mim depositada, e o incentivo em me mostrar este novo horizonte dentro da Odontologia, minha eterna gratidão.

AGRADECIMENTOS

A todos os professores do corpo docente do Mestrado Profissionalizante Lasers em Odontologia do IPEN/ FOU SP, pelo esforço em transmitir os ensinamentos da maneira mais compreensiva possível, na qual me ajudaram bastante, meu eterno agradecimento.

Ao Prof. Dr. Edgar Yuji Tanji, pela sua amizade, disposição que desde do começo foi peça fundamental para a realização deste trabalho, meu eterno agradecimento.

Ao Prof. Ricardo Navarro, pela disposição em me ajudar na realização deste trabalho, auxiliando-me em vários momentos, meu muito obrigado.

À Profa. Dra. Marta Simões, pela amizade e por estar sempre com paciência me ajudando na realização desta pesquisa.

Aos meus Tios, em especial José Inácio, Maria Salete, que tanto me ajudam e vibram com o meu crescimento, minha eterna gratidão vocês foram peças fundamentais nesta vitória

Aos meus primos(a), em especial Juliana e Heloisa, que tanto compartilharam idéias comigo.

À Lili (Lelo- FOU SP), pelas horas que me acompanhou no laboratório e amizade, meu muito obrigado.

À Cida e Haroldo pelas ajudas durante o curso, meu muito obrigado.

Aos meus colegas de curso em especial ao amigo Arlindo Lopes Guimarães Filho pelo apoio durante este pouco tempo de convivência mais muito importantes para o nosso crescimento pessoal e profissional. Sucesso e felicidades para vocês.

A todos que contribuíram para a realização deste trabalho direta ou indiretamente, pois são muitos os responsáveis, mas merecem o mérito justo nesta conquista pois todos vocês fazem parte, a vocês meu muito obrigado.

Meu muito obrigado

SUMÁRIO

RESUMO

ABSTRACT

LISTA DE FIGURAS

LISTA DE TABELAS

LISTA DE ABREVIATURAS E SIGLAS

| | |
|-------------------------------------|----|
| 1 INTRODUÇÃO | 01 |
| 2 OBJETIVO..... | 06 |
| 3 REVISÃO DA LITERATURA | 07 |
| 3.1 MICROINFILTRAÇÃO MARGINAL..... | 07 |
| 3.2 LASER EM PREPARO CAVITÁRIO..... | 22 |
| 4 MATERIAIS E MÉTODOS..... | 40 |
| 5 RESULTADOS..... | 54 |
| 6 DISCUSSÃO | 63 |
| 7 CONCLUSÕES | 73 |
| REFERÊNCIAS..... | 74 |

LISTA DE ABREVIATURAS E SIGLAS

Er:YAG – Érbio: Ítrio-Alumínio- Granada

μm - micrometro

nm- nanômetro

mm- milímetro

μs - microsegundo

J- Joule (unidade de energia)

mJ- milijoule

J/cm^2 - Joule/centímetro quadrado

W- Watt (Unidade de potência)

mW/cm^2 - miliwatt/centímetro quadrado

Hz- Hertz

$^{\circ}\text{C}$ - graus Celsius

%- Porcentagem

rpm- rotações por minuto

LISTA DE FIGURAS

| | |
|---|----|
| 1- FIGURA 01- Gabarito utilizado para confecção da máscara com as dimensões da cavidade..... | 41 |
| 2- FIGURA 02- Aparelho de laser de Er:YAG da Kavo LELO- FOUSP..... | 42 |
| 3 - FIGURA 03- Caneta de alta rotação e peça de mão 2051 para preparo cavitário do laser de Er:YAG | 42 |
| 4- FIGURA 04- Resina composta e adesivo utilizado na pesquisa | 46 |
| 5- FIGURA 05- Máquina de ciclagem térmica..... | 48 |
| 6- FIGURA 06- Dentes Impermeabilizados..... | 48 |
| 7- FIGURA 07- Exemplo de microinfiltração com grau 0 na margem oclusal e gengival..... | 52 |
| 8- FIGURA 08 - Exemplo de microinfiltração com grau 0 na margem oclusal e grau 1 na margem gengival | 52 |
| 9- FIGURA 09 - Exemplo de microinfiltração com grau 0 na margem oclusal e grau 2 na margem gengival..... | 53 |
| 10- FIGURA 10 - Exemplo de microinfiltração de Grau 0 na margem oclusal e grau 3 na margem gengival..... | 53 |
| 11- FIGURA 11 - Frequências das notas para a margem Gengival | 57 |

12 – FIGURA 12 - Freqüências das notas para a margem Oclusal 59

13- FIGURA 13 - Médias \pm 1 desvio padrão para as notas da infiltração.....60

LISTA DE TABELAS

- 1- TABELA 01 - Resumo das condições de condicionamento da dentina nos grupos estudados..... 46
- 2- TABELA 2 – Descrição dos graus de microinfiltração..... 50
- 3- TABELA 3 - Resultados finais referentes aos graus de microinfiltração encontrados na margem oclusal e gengival pelos três examinadores no Grupo 01 de alta rotação + Sist. Adesivo Clerafil SE Bond..... 54
- 4- TABELA 4 - Resultados finais referentes aos graus de microinfiltração encontrados na margem oclusal e gengival pelos três examinadores no Grupo 02 de laser de Er:YAG + Sist. Adesivo Clerafil SE Bond..... 54
- 5- TABELA 5 - Resultados finais referentes aos graus de microinfiltração encontrados na margem oclusal e gengival pelos três examinadores no Grupo 03 de laser de Er:YAG + condicionamento com laser de Er:YAG com refrigeração + Sist. Adesivo Clerafil SE Bond..... 55
- 6- TABELA 6 - Resultados finais referentes aos graus de microinfiltração encontrados na margem oclusal e gengival pelos três examinadores no Grupo 04 de laser de Er:YAG + condicionamento com laser de Er:YAG sem refrigeração + Sist. Adesivo Clerafil SE Bond..... 55
- 7- TABELA 7 - Distribuição das notas para a infiltração na margem Gengival..... 57
- 8- TABELA 8 - Distribuição percentual das notas para a infiltração na margem Gengival 57
- 9- TABELA 9 - Distribuição das notas para a infiltração na margem Oclusal..... 58
- 10- TABELA 10 - Distribuição percentual das notas para a infiltração na margem Oclusal..... 58
- 11- TABELA 11 - Médias e Desvio Padrão para as notas da infiltração..... 60

12 - TABELA 12 - Tabela da ANOVA para as notas do grau de infiltração..... 61

13- TABELA 13 - Comparações múltiplas pelo método LSD (Least Square Difference) para as médias das infiltrações. As diferenças significativas estão hachuradas 62

IN VITRO EVALUATION OF MARGINAL MICROLEKAGE IN CLASS V
RESTORATIONS WITH COMPOSITE RESIN IN BOVINE TEETH.
LASER IRRADIATION INFLUENCES AND THE ADHESIVE SYSTEM IN THE
DENTIN PRE-TREATMENT

ABSTRACT

Microleakage is one of the most important reasons to restorations failure, it is the responsible for marginal colors changing, new caries, hypersensitivity and pulpar diseases. Several techniques and materials have been studied to eliminate or, at least, to decrease microleakage. The cavities preparation with Er:YAG Laser and autoconditioning adhesive are some of these techniques and materials. This research has the objective to compare, *in vitro*, microleakage in class V cavities, prepared with high rotation (conventional treatment), Er:YAG Laser (Enamel-400mj/2Hz/128,38J/Cm², Dentin 250mj/ 2Hz/ 80,24 J/Cm²) and the treatment made at dentin with autoconditioning adhesive (Clerafil SE Bond) using Er:YAG Laser (With water or not water) or not using Er:YAG Laser. It was used 48 bovine teeth with cavities prepared in vestibular face and gingival wall on cement enamel junction and occlusal wall on enamel. The materials used were autoconditioning adhesive (Clerafil SE Bond) and composite resin Z250. Teeth were divided into four groups of twelve samples each one, according to dentin treatment. Group 1- Conventional cavity and autoconditioning adhesive. Group 2- Cavity prepared with Er:YAG Laser and autoconditioning adhesive. Group 3- Cavity prepared with Er:YAG Laser and dentin conditioning with Er:YAG Laser associated to water and autoconditioning adhesive. Group 4- Cavity prepared with Er:YAG Laser and dentin conditioning with Er:YAG Laser without water and associated to autoconditioning adhesive. Teeth were restored and stocked at 37°C, thermocycled and placed into a 50% silver nitrate solution. Right after, teeth were sliced and evaluated on a stereomicroscopic magnifying glass in order to see microleakage degree trying to follow a score from 0 to 3. The findings were submitted to Fisher, Anderson-Darling tests and to the non parametric Sen & Puri test. The results indicated that in gingival edge, the Group 2 showed less microleakage than others one; in the occlusal edges there weren't statistic differences among all the groups.

AVALIAÇÃO IN VITRO DA MICROINFILTRAÇÃO MARGINAL EM RESTAURAÇÕES DE CLASSE V COM RESINA COMPOSTA EM DENTES BOVINOS. INFLUÊNCIA DA IRRADIAÇÃO LASER E SISTEMA ADESIVO NO PRÉ-TRATAMENTO DENTINÁRIO

RESUMO

A microinfiltração é uma das causas de insucesso da restauração, onde promove a descoloração marginal, cáries recorrentes, hipersensibilidade e o desenvolvimento de patologias pulpares. Vários materiais e técnicas têm sido investigadas com o propósito de minimizar ou eliminar a microinfiltração, entre eles o preparo cavitário com laser de Er:YAG e o uso de adesivos autocondicionantes. Este estudo tem como objetivo comparar a microinfiltração *in vitro* em cavidades de classe V, preparadas com alta rotação e laser de Er:YAG (Esmalte- 400mJ/2Hz/128,38J/cm² e Dentina 250mJ/2Hz/80,24J/cm²) e o tipo de tratamento realizado na dentina com o uso do adesivo autocondicionante (Clerafil SE bond) associado ou não ao laser de Er:YAG sendo este com o uso de refrigeração ou não. Para este estudo, foram selecionados 48 dentes bovinos para preparo das cavidades na face vestibular, com parede gengival localizada na junção esmalte-cimento e a parede oclusal em esmalte. Os materiais utilizados foram adesivo autocondicionante (Clerafil SE bond) e a resina composta Z 250. Os dentes foram divididos em quatro grupos de doze de acordo com o tratamento da dentina; Grupo 01- Preparo cavitário convencional e adesivo autocondicionante, Grupo 02- Preparo cavitário com laser de Er:YAG e adesivo autocondicionante, Grupo 03- Preparo cavitário com laser de Er:YAG e condicionamento da dentina com laser de Er:YAG com refrigeração associado a adesivo autocondicionante; Grupo 04- Preparo cavitário com laser de Er:YAG e condicionamento da dentina com laser de Er:YAG sem refrigeração associado a adesivo autocondicionante. Os dentes restaurados foram armazenados a 37° C, termociclados e colocados em solução de nitrato de prata a 50%. Em seguida foram seccionados e avaliados em lupa estereomicroscópica para determinar o grau de microinfiltração seguindo uma escala de 0 a 3. Os dados foram submetidos aos teste exato de Fisher, Anderson – Darling e não paramétrico de Sem & Puri. Os resultados indicaram que na margem gengival o grupo 2 foi o que teve menores índices de microinfiltração e na margem oclusal não houve diferença estatística entre os grupos.

1 INTRODUÇÃO

A Odontologia restauradora é uma das áreas que mais tem se desenvolvido nos últimos anos. Neste contexto, juntamente ocorreu o desenvolvimento de novos adesivos com o intuito de ter um material restaurador que seja capaz de selar as margens de um preparo cavitário, de tal forma que não haja a penetração de fluídos bucais e microorganismos. A microinfiltração é uma passagem de bactérias, fluídos, moléculas ou íons entre as paredes cavitárias e o material restaurador aplicado sobre ela e a dentina, que por ser um tecido dinâmico e permeável, é capaz de realizar um intercâmbio desses produtos até a polpa, comprometendo a manutenção da saúde desse órgão ^(01,02).

Sabemos que o condicionamento ácido do esmalte pode ser utilizado para alterar a superfície do esmalte, tornando-a mais susceptível para a adesão dos agentes resinosos reduz a microinfiltração ⁽⁰³⁾. Vários materiais e técnicas têm sido avaliados para que haja um maior selamento entre material restaurador e dentina e, conseqüentemente, uma atenuação da microinfiltração marginal através de restaurações adesivas.

As resinas compostas são materiais de escolha para restaurações estéticas diretas, entretanto, algumas propriedades tais como contração de

polimerização e expansão térmica são fatores limitantes do selamento marginal desses materiais. Não só as falhas intrínsecas dos materiais restauradores podem influenciar a qualidade da adaptação marginal, mas também as dimensões e o formato das cavidades, bem como a morfologia dos tecidos dentários, podem contribuir para a formação de fendas ao redor das restaurações ⁽⁰⁴⁾.

A complexidade morfofisiológica apresentada pela dentina que tem basicamente uma estrutura tubular constituída em volume de aproximadamente 50% de mineral, 30% de matéria orgânica e 20% de fluídos e sua capacidade de modificação por estímulos fisiológicos e patológicos, faz com que a efetividade da adesão a esta estrutura seja muito complexa ⁽⁰²⁾.

Outro fator relevante na adaptação marginal das restaurações é a utilização de instrumentos rotatórios que geram calor e vibração sobre os tecidos dentários, produzindo estrias e sulcos nas paredes cavitárias, mesmo em altas velocidades e com refrigeração, principalmente quando o corte é realizado de maneira contínua, sob pressão ou em áreas de difícil visualização e refrigeração. Além disso, a ação do instrumento rotatório sobre a dentina produz uma camada de esfregaço, conhecida como *Smear Layer* ou lama dentinária, que se deposita sobre a superfície preparada e é composta de detritos de esmalte, dentina, sangue, saliva e microorganismo, impedindo o íntimo contato do material restaurador com o substrato e limitando a adesão à dentina.

As formulações dos adesivos dentinários evoluíram, sobretudo no modo de atuação sobre a *Smear Layer*, com o intuito de minimizar os inconvenientes causados pela sua presença e promover uma maior interação com a dentina, possibilitando melhor desempenho clínico das restaurações adesivas.

Surgiu então uma nova versão de sistemas adesivos, conhecido como os sistemas adesivos de frasco único com primers auto condicionantes. A diferença desse sistema adesivo é a não utilização do condicionamento ácido, resultando numa área de desmineralização superficial, preenchida por monômero. Essa nova forma de ligação à estrutura dentinária recebeu o nome de "Integração com a lama dentinária" ⁽⁰⁵⁾. Nesta linha de adesivo temos o Clerafil SE Bond.

Uma nova linha de pesquisa vem emergindo na década de 90 em busca de equipamentos alternativos ao instrumento rotatório convencional, equipamentos que não só sejam capazes de cortar e reduzir a estrutura dentinária, mas também proporcionar preparos cavitários mais conservadores e com maior conforto ao paciente durante o ato operatório. Essa nova alternativa inclui o uso do laser, entre eles o laser de Er:YAG.

A utilização do laser na Odontologia tem sido investigada desde da década de 60 ⁽⁰⁶⁾ onde essa tecnologia foi usada para a remoção de cárie em esmalte e dentina, usando o laser de Rubi. Em seguida, vários tipos de laser foram surgindo, como o Argônio, Dióxido de carbono, Hélio-Neônio, Neodímio, Hólmio, Érbio, entre outros, com radiação contínua ou pulsada, de comprimentos

de onda, intensidades e frequências variadas, podendo ser utilizados nas diversas áreas da Odontologia.

Com a utilização do laser em tecido duro, é possível a remoção de cárie com um mínimo de remoção de tecido sadio e as mudanças morfológicas causadas no dente podem torná-lo mais resistente aos ataques de ácidos e cáries secundárias^(07,08).

O laser de Er: YAG, com comprimento de onda de 2,94 μ m, coincide com o espectro máximo de absorção da água e hidroxiapatita, conseqüentemente ocorre uma máxima absorção, o que representa uma mínima penetração no tecido dental sem aquecimento subjacente, já que toda a radiação é reabsorvida pela superfície da água. Este mecanismo de remoção do tecido dentário é conhecido como ablação termo-mecânica. A mínima penetração no tecido duro associada a sua característica de laser pulsátil e ao curto tempo de incidência, limita a carga térmica sobre o tecido evitando a fusão do esmalte, carbonização da dentina e danos pulpares que outros tipos de lasers podem causar, como por exemplo, o laser de CO₂ e de Nd:YAG^(09,10).

A ação do laser de Er:YAG causa uma eliminação do tecido dentário em forma de crateras com diâmetros e profundidades variáveis, em função de energia e diâmetro da área de focalização. A superfície do esmalte apresenta-se irregular e áspera e os túbulos dentinários abertos, entretanto, não são visíveis os efeitos térmicos⁽¹¹⁾.

A eficácia do laser de Er:YAG na remoção de cárie e preparo cavitário, bem como a segurança e aceitação clínica do uso desse aparelho tem sido comparada ao uso do instrumento rotatório convencional^(12,13,14). Embora exista uma preferência dos pacientes pelo uso do laser, o uso dessa irradiação como um meio de alterar a natureza química e estrutural da superfície dentária e o efeito dessa ação na resistência de união de materiais adesivos, tem mostrado resultados bastantes divergentes.

Este novo equipamento para preparo cavitário, o Laser, produz paredes cavitárias sem a presença da *Smear layer* diferentes do instrumento rotatório convencional. As novas formulações de sistemas adesivos que não removem, mas se integram à *Smear layer* e as divergências e limitações das informações quanto à qualidade da adesividade da interface dente/material restaurador, quando do emprego desses materiais e instrumentos, despertaram-nos a idéia de avaliar a microinfiltração marginal de restaurações em resina composta realizadas em preparos cavitários de classe V, obtidos através de diferentes tipos de condicionamento que foi aplicado a dentina tratada.

2- OBJETIVO

O objetivo deste estudo *in vitro* será avaliar comparativamente:

- 1- O grau de microinfiltração marginal nas margens Oclusal e Gengival de cavidades de classe V, preparadas com alta rotação e laser de Er:YAG;
- 2- O grau de microinfiltração marginal em cavidades de classe V , quando a dentina for condicionada :
 - 2.1- Usando o adesivo Clearfil SE Bond;
 - 2.2- Laser de Er:YAG com ou sem refrigeração associado ao adesivo autocondicionante.

3- REVISÃO DA LITERATURA

3.1- MICROINFILTRAÇÃO MARGINAL

Buonocore (1955) ⁽⁰³⁾ realizou um estudo na tentativa de aumentar a retenção de materiais restauradores acrílicos à superfície do esmalte, utilizando dois ácidos diferentes. Foram comparados os efeitos dos ácidos fosfo-maleosólicos – oxálico e fosfórico a 85%. O autor conclui que o uso do ácido fosfórico aumentou a retenção mecânica das resinas acrílicas ao esmalte dental, sugerindo que este tipo de procedimento possibilitaria a realização de preparos mais conservadores, utilização de selantes de fóssulas e fissuras com maior sucesso, além de uma maior retenção das restaurações de preparos de classe III e V.

Kidd (1976) ⁽⁰¹⁾ definiu microinfiltração como a passagem clinicamente indetectável de bactérias, fluidos, moléculas ou íons entre a parede da cavidade e o material restaurador sobre ele aplicado, favorecendo a descoloração marginal, cáries recorrentes na interface dente-restauração, hipersensibilidade do dente restaurado e o desenvolvimento de problemas pulpares.

Buonocore *et al* (1968) ⁽¹⁵⁾ avaliando a penetração das resinas no esmalte condicionado por um minuto com ácido fosfórico a 50%, com adição de 7% de óxido de zinco, concluíram que um adequado tratamento da superfície

dental com ácido associado ao uso da resina, poderia criar uma restauração mais selada e resistente à microinfiltração.

Wu e Cobb (1981) ⁽¹⁶⁾ estudaram a técnica da penetração da prata para demonstrar os microdefeitos em restaurações de resina composta. As partículas de prata foram selecionadas como agente evidenciador devido ao forte contraste óptico das partículas de prata com a resina composta, e também, porque a prata que penetra na amostra pode ser facilmente medida. A quantidade de prata e a sua distribuição serve como um indicador da extensão do dano causado às restaurações. Os corpos-de-prova foram imersos em soluções aquosas de nitrato de prata a 50% numa ausência de luz por 60 horas. A amostra foi lavada em água destilada por 1 minuto, exposta à luz fluorescente e em seguida, imersa em solução reveladora por 08 horas. Após lavagem e secagem, a amostra estava pronta para o exame da superfície. Com esta técnica, foi possível identificar uma zona danificada de 50 micrômetro de profundidade, o que explica o uso da prata nas investigações de defeitos nas superfícies da resina composta.

Nakabayashi *et al* (1982) ⁽¹⁷⁾ propuseram que a adesão micromecânica pode ocorrer pela infiltração do monômero de resina na superfície dentinária. Quando este monômero se polimeriza, ele produz uma dentina reforçada por resina que é composta por colágeno da dentina e hidroxiapatita que está infiltrada e coberta pelo polímero.

Wu *et al* (1983) ⁽¹⁸⁾ realizaram um estudo para detectar o selamento marginal em restaurações com resina composta utilizando o nitrato de prata 50% e isótopo radioativo como traçador. Um dos objetivos do trabalho era determinar qual técnica poderia fornecer uma definição mais apurada, quando comparadas. Concluíram que o nitrato de prata fornece uma medida de microinfiltração mais definida, podendo os escores serem determinados em números precisos, além de vantagens em termos de segurança e tempo, visto que o dente pode ser observado diretamente em microscópico sem necessitar de interpretação indireta de filme ou fotografia.

Crim *et al.* (1985) ⁽¹⁹⁾ observaram a diferença entre as técnicas de termociclagem, diversificando número de imersões e corante e radioisótopo. Concluíram que todos os procedimentos restauradores que abrangem mudanças térmicas são mais efetivos para avaliar a microinfiltração do que aqueles que não utilizaram o método. Relataram também que o uso de corantes ou de radioisótopos foi igualmente efetivo e não apresentou diferença estatisticamente significativa.

Welsh e Hembree Jr. (1985) ⁽²⁰⁾ avaliaram a microinfiltração na parede gengival e oclusal de preparos de classe V em dentes anteriores, em três diferentes intervalos de tempo: 1 semana, 3 e 6 meses. Utilizaram para este estudo quatro materiais restauradores. Após a avaliação, os autores concluíram que houve mais infiltração na margem gengival que estava em dentina e cimento do que na margem incisal em esmalte.

Eakle (1986) ⁽²¹⁾ estudou o efeito da ciclagem térmica sobre a microinfiltração e resistência à fratura em dentes restaurados com um sistema adesivo e resina composta. Foram utilizados 14 dentes pré-molares, randomizados em 02 grupos: um grupo foi ciclado entre 2 banhos de água num total de 480 ciclos. Cada ciclo consistia de 30 segundos em 5° C e 30 segundos em 55°C. Os dentes do segundo grupo foram mantidos úmidos, em temperatura ambiente, servindo como grupo controle. Após a ciclagem, as espécimes foram imersas em solução de nitrato de prata a 50% para a avaliação da microinfiltração e incluídos em cubos de metal para a avaliação de resistência a fratura . O autor observou que os dentes do grupo controle requerem significativamente mais força para induzir à fratura do que os dentes que foram termociclados e a microinfiltração ocorreu extensivamente em ambos os grupos, envolvendo toda ou maior parte da parede vestibular e lingual e parte da parede pulpar. Quando houve grande penetração do traçador nas 3 paredes da cavidade, este dente foi marcado para computar o resultado de cada grupo. Concluiu que não houve diferença significativa entre os 02 grupos de microinfiltração.

Retief (1987) ⁽²²⁾ afirmou que o condicionamento ácido do esmalte elimina efetivamente a microinfiltração de restaurações em resina composta se o esmalte presente for suficiente, particularmente, na margem gengival das restaurações. Afirmou também que alguns novos sistemas adesivos de dentina tem potencial para prevenir a microinfiltração, necessitando mais estudos para que esta afirmativa seja estabelecida.

Crim e Garcia-Godoy (1987) ⁽²³⁾ avaliaram o efeito do tempo de estocagem e de duração da termociclagem sobre a microinfiltração de restaurações de resina composta, cavidades de classe V confeccionadas em 90°. Os dentes foram restaurados de acordo com a instrução do fabricante e expostos a uma solução traçadora. Para cada grupo foram escolhidos aleatoriamente cinco dentes, contendo 2 restaurações cada, selecionados para teste por um dos seguintes métodos: A- 5 dentes restaurados foram imediatamente submetidos a 100 termociclos; C e D- Os 10 dentes foram estocados em água em temperatura ambiente por 24 horas antes de serem submetidos a 100 ou 1500 termociclos, respectivamente. A termociclagem consistia de imersões de 23 segundos a 37°C, 4 segundos a 54°C, 23 segundos a 37°C e 4 segundos a 12°C. Os resultados indicaram que o grau de penetração do traçador encontrado entre as espécimes dos dois grupos ciclados imediatamente após terminada a restauração, não apresentou diferença estatisticamente significativa. O mesmo, porém, não aconteceu entre os espécimes dos dois grupos estocados por 24 horas em água antes do teste. Foi observado que os dentes ciclados imediatamente exibiram uma penetração discretamente mais alta do traçador, quando comparados com àqueles estocados por 24 horas em água antes do teste. Este achado foi atribuído ao potencial de absorção de água da resina composta, ou seja, as espécimes estocadas por 24 horas poderiam absorver água através da resina, e conseqüentemente, haveria expansão da restauração, não estabelecendo um perfeito selamento marginal, mas contribuindo para uma menor penetração do traçador. Inversamente, ciclando imediatamente as espécimes após o término da

restauração, não haveria tempo necessário para este fenômeno ocorrer. Os autores concluíram que o tempo de estocagem e da duração da termociclagem não tem impacto significativo sobre o padrão da microinfiltração de restaurações de resina composta em classe V e que o tempo de termociclagem curto, assim como o prolongado, apresenta-se como um efetivo meio para demonstrar a ocorrência de infiltração marginal.

Srisawasdi e Henhardt (1988) ⁽²⁴⁾, avaliando o efeito de remoção da *Smear Layer* sobre a microinfiltração de restaurações de classe V, verificaram que o uso do ácido poliácrico a 10% por 20 segundos para promover a remoção da *Smear Layer* não afetava a microinfiltração de restaurações de classe V realizadas com material e procedimentos selecionados. Os autores concluíram que as restaurações em resina composta com remoção da *Smear Layer* apresentaram mais infiltração na margem gengival do que as restaurações em resina composta com base de ionômero de vidro. E as que apresentaram menor infiltração na margem gengival foram as resinas compostas sem remoção da *Smear Layer* e as de resina composta com base de ionômero de vidro com ou sem remoção da *Smear Layer*. As restaurações realizadas apenas com cimento ionômero de vidro foram as que apresentaram a maior infiltração. Os autores recomendam que a *Smear Layer* não seja removida quando se for usar resina composta sem a base de ionômero de vidro.

Douglas *et al* (1989) ⁽²⁵⁾ compararam a microinfiltração de restaurações diretas e indiretas realizadas com resina composta. No presente

estudo, discutem o uso do nitrato de prata como sendo um método eficaz para medir a microinfiltração, porém o íon de prata é extremamente pequeno (0,050 nm) quando comparado com uma bactéria típica (0,5 – 1,0µm), sendo, portanto, este método bastante severo. Por isso, supõe-se que qualquer sistema que previna a infiltração de íon de prata vai também prevenir a infiltração de bactérias.

Tao e Pashley (1989) ⁽²⁶⁾ avaliaram a relação entre a permeabilidade dentinária e a força de adesão de um sistema adesivo com e sem a presença da camada de esfregaço. Este estudo foi realizado em terceiros molares humanos inclusos, estocados em solução salina, divididos em 5 grupos. A dentina exposta foi submetida a diferentes tratamentos, onde foram criadas camadas de esfregaço com lixas de granulações 320 e 600 para posterior aplicação da solução ácida ou ultra-som, além da formação de esfregaço pela utilização de instrumentos em alta e baixa velocidade. Após a aplicação do sistema adesivo e da resina composta, os espécimes foram submetidos a testes de resistência adesiva e avaliação da permeabilidade dentinária. A presença da camada de esfregaço diminuiu sensivelmente a permeabilidade dentinária, porém quando foram feitos os testes de resistência adesiva, a força de adesão diminuiu quando a camada de esfregaço não recebeu nenhum tipo de tratamento. Com a remoção da camada pela aplicação de solução ácida, a ação do sistema adesivo não foi suficiente para realizar a saída do fluido dentinário. Os autores então concluíram haver uma relação inversa entre a força de adesão e a permeabilidade dentinária no que diz respeito à remoção ou não da camada de esfregaço.

Fitchie *et al* (1990) ⁽²⁷⁾ relataram que as lesões de abrasão e erosão de classe V restauradas com resina composta são mais susceptíveis à microinfiltração, devido a margem gengival se apresentar em cimento e/ou dentina. Então, decidiram avaliar a microinfiltração, *in vitro*, em espécimes restauradas com resina composta e dois sistemas adesivos dentinários (Tênu bond – Dent – Mat Corp. e Gluma bond- Bayer dental) comparadas com um grupo restaurado com um Cimento de ionômero de vidro (Ketac-Fil _ Espe) e um grupo restaurado sem adesivo. Os espécimes foram avaliados em três diferentes intervalos de tempo: 1 semana, 6 meses e 1 ano. Os autores concluíram que as cavidades de classe V restauradas com Ternure bond e Gluma bond infiltraram mais de que as cavidades restauradas com Ketac- Fil, principalmente na interface resina composta – cimento e dentina.

Chan e Jones (1992) ⁽²⁸⁾ compararam quatro métodos de teste *in vitro* para avaliar a infiltração marginal de restaurações de raízes dentais, entre eles gelatina acidificada, corante eosina, nitrato de prata e isótopo radioativo. Foram realizados preparos de classe V que foram restaurados com amálgama, cimento de ionômero de vidro, resina composta “ microfil” e resina composta híbrida. As restaurações foram realizadas com técnica de incremento único. Os autores concluíram que a eosina e o nitrato de prata demonstraram resultados claros de infiltração, enquanto que os outros métodos não forneceram resultados satisfatórios. Os autores ressaltam que testes com nitrato de prata para restaurações de amálgama e cimento ionomérico não estão indicados, porém com

resinas compostas , este traçador fornece resultados mais nítidos, oferecendo a vantagem da maior capacidade de penetração marginal.

Barnes *et al* (1993) ⁽²⁹⁾ estudaram a microinfiltração marginal em restaurações de classe V com resina composta, utilizando as técnicas *in vitro* e *In vivo* com dois sistemas adesivos. Para este estudo, foram preparadas cavidades de classe V na face vestibular e lingual dos dentes. Na técnica *in vitro* ,os dentes foram extraídos aproximadamente seis semanas após a realização das restaurações. Os dentes foram termociclados e imersos em nitrato de prata, seccionados e classificados de acordo com o grau de microinfiltração. Os autores relataram que quando se comparam as restaurações *in vivo* e *in vitro*, as realizadas *in vitro* apresentam maior microinfiltração marginal. Os autores concluíram que os testes laboratoriais de microinfiltração podem promover maior microinfiltração do que se observar clinicamente.

Heymann e Bayne (1993) ⁽³⁰⁾ afirmaram que na *Smear layer* existem bactérias decorrentes do processo da cárie que deveriam ser removidas e, no que diz respeito à adesão, a presença da camada de esfregaço seria um obstáculo para a penetração de monômero adesivo na estrutura dentinária, interferindo no sucesso da adesão, por isso recomenda a remoção da camada de esfregaço ou *Smear Layer*.

Linden e Swift Jr (1994) ⁽³¹⁾ avaliaram a microinfiltração de restaurações de classe V de resina composta, onde utilizaram dois métodos

diferentes de restauração (técnica do incremento único e técnica incremental) para testar o efeito da técnica restauradora sobre a microinfiltração. Os autores concluíram que em relação às técnicas restauradoras utilizadas,, não houve diferença significativa entre elas.

Barnes *et al* (1994) ⁽³²⁾ compararam *in vitro* a microinfiltração de restaurações de preparos convencionais de classe V realizados com resina composta nas faces vestibulares e lingual de 25 dentes anteriores e 25 posteriores com as margens cervical do preparo localizada no JEC ou abaixo dela. Os ângulos cavo superficiais dos preparos não foram biselados. Os corpos de prova foram ciclados termicamente com 540 ciclos entre 10°C e 50°C e infiltrados com nitrato de prata. Os autores concluíram que a microinfiltração ocorre sempre, sendo maior nas margens de cimento do que nas de esmalte.

Mangum Jr. *et al* (1994) ⁽³³⁾ compararam a extensão da microinfiltração resultante das técnicas restauradoras convencional incremental e de incremento único para restaurações de lesões de erosão/abrasão e preparos de classe V com resina composta, com ângulo cavo superficial oclusal em esmalte e gengival em dentina ou cimento. Os corpos de prova sofreram 50 ciclos, a infiltração utilizada foi com nitrato de prata a 50% e a exposição dos corpos de prova seccionados no sentido vestibulo-lingual foi a uma lâmpada "photoflood" por 05 minutos. Os autores concluíram que o uso da técnica do incremento único combinado com uma matriz cervical de impressão comparado à técnica incremental para restaurar lesões de classe V e de erosão e abrasão é

mais fácil de ser realizado, diminuindo o tempo clínico e a microinfiltração na margem cervical.

Reeves *et al* (1995) ⁽³⁴⁾ propuseram-se a avaliar, concomitantemente, a microinfiltração de três sistemas adesivos em substratos dentários bovino-humano num estudo *in vitro*. Para este fim, os autores utilizaram os adesivos All Bond 2(Bisco); Prisma Universal Bond 3 (LD Caulk/ Dentsply); Schotbond Multi-Purpose (3M Dental Products) e a resina APH (LD Caulk/ Dentsply). Foram selecionados 30 dentes de cada espécie, humanos e bovinos recém extraídos e preparadas cavidades de classe V envolvendo esmalte e cemento. Os autores concluíram que o adesivo All Bond 2 infiltrou substancialmente mais que o Scotchbond Multi- Purpose na margem de esmalte no dente humano; a infiltração do All Bond 2 foi maior que o Prisma Universal Bond 3 em ambos as margens dos dentes bovinos; nos dentes bovinos, a margem gengival teve infiltração maior que a margem em esmalte; não houve diferença significativa de infiltração entre os substratos. Concluíram que os dentes bovinos podem ser utilizados em testes de microinfiltração em substituição aos dentes humanos.

Fitichie *et al* (1995) ⁽³⁵⁾ avaliaram a microinfiltração *in vitro* de preparos de classe V restaurados com o sistema adesivo Syntac e dois tipos diferentes de resina composta : Prisma Aph (Híbrida) e Heliomolar (microfil). Os testes foram realizados em vinte dentes humanos e vinte dentes bovinos, em cujo terço cervical foram realizados preparos de classe V com bisel em esmalte. Os autores concluíram que não houve diferença estatisticamente significativa na

microinfiltração que ocorreu ao se comparar dentes humanos e bovinos em relação às margens cavitárias e aos tipos de resina composta. Porém, as margens incisais infiltraram menos do que as gengivais, independente do tipo de resina composta e do tipo de dente utilizado. Os autores ainda afirmam que os dentes bovinos podem substituir os dentes humanos para testes *in vitro* de avaliação da microinfiltração de sistemas adesivos.

Revisando a literatura sobre a contração de polimerização de resinas compostas, Carvalho *et al* (1996) ⁽³⁶⁾ relataram que essa competição entre as forças desenvolvidas durante a polimerização e a resistência de união da resina à estrutura dental é uma das principais causas da microinfiltração em restaurações adesivas pela formação das fendas marginais. O grau de desenvolvimento do estresse mecânico da polimerização pode ser controlado pelo desenho da cavidade preparada (C-fator), a utilização de bases cavitárias, o tamanho, a forma e posição das porções de resina inserida na cavidade e se a resina é química ou fotopolimerizada. O estresse de alívio pode estar acompanhado pela manutenção do C-fator, o mais baixo possível, utilizando resinas quimicamente ativadas, forramento com baixo módulo de elasticidade e, através do tempo, a absorção de água. O C-fator mais desfavorável é encontrado nas cavidades de classe I preenchidas de uma só vez. Foi concluído que a contração de polimerização é mais complexa, e portanto, entende-se a influência de todas essas variáveis e procurando contorná-las, pode-se aumentar a qualidade das restaurações.

Matos (1996) ⁽³⁷⁾ avaliou a microinfiltração diante das seguintes variáveis: tipo de material utilizado (dois adesivos de quarta geração utilizados em conjunto com duas resinas compostas de tipos diferentes: microfil e híbrida), dois métodos de polimerização dos sistemas adesivos (foto e dual) e duas técnicas restauradoras (incremental e modo incremento único). Na metodologia do trabalho, utilizou-se ciclagem térmica e mecânica, técnica de infiltração por nitrato de prata, cortes seriados e leitura dos resultados através de escores. A microinfiltração foi menor quando se utilizou uma resina composta híbrida comparada à resina microfill. Ao se utilizar o método de polimerização dual do sistema adesivo, a microinfiltração foi menor do que com o método somente fotopolimerizável. A técnica restauradora não exerceu influência sobre o padrão de microinfiltração encontrado nas restaurações das lesões cervicais não cariosas.

Pashley e Carvalho (1997) ⁽³⁸⁾ publicaram uma revisão sobre permeabilidade e adesão à estrutura dentinária. Neste estudo, os autores relatam que a microinfiltração de materiais nas cavidades restauradas ocorre na fenda existente entre o material restaurador e a estrutura dental e não está envolvida diretamente com a permeabilidade da dentina. Descreveram que o fenômeno da microinfiltração é complexo e que as técnicas utilizadas para avaliá-lo demonstraram que a infiltração não é uniforme ao longo da interface, mostrando áreas onde é inexistente e outras onde a infiltração se estende da margem cavosuperficial externa até a polpa. Isto retrata a não uniformidade da adesão, a qual pode estar relacionada a diversos fatores como: diferentes espessuras da

Smear Layer, diferentes graus de condicionamento, umidade, força de contração de polimerização, entre outros.

Perdigão e Lopes (1999) ⁽³⁹⁾ analisando o mecanismo de adesão ao esmalte e dentina, observaram que a técnica de condicionamento ácido total e simultâneo cria na superfície do esmalte microporosidades que serão preenchidas pela resina adesiva, formando prolongamentos de resina ou *tags*, responsáveis pelo mecanismo de adesão ao esmalte. Na dentina, através da remoção do esfregaço dentinário, ocorre desmineralização dentinária e exposição da rede colágena, permite a infiltração resinosa na dentina intertubular formando a camada híbrida e nos túbulos dentinários formando os *tags*, promovendo o embricamento micromecânico à dentina. Com os sistemas adesivos auto condicionantes, há o simultâneo condicionamento ácido e aplicação do “primer” na superfície dental, simplificando a técnica de adesão, não necessitando de lavagem e secagem posterior, reduzindo a possibilidade de excesso de secagem que influencia negativamente no mecanismo de adesão. Segundo os autores, a tendência é a simplificação de procedimento adesivo, vislumbrando para o futuro a incorporação do sistema adesivo no material restaurador sem a necessidade da etapa de adesão separada, sendo “os materiais restauradores auto-adesivos”.

Cardoso *et al* (2000) ⁽⁴⁰⁾ avaliando a microinfiltração nas margens em dentina de restaurações classe II em resina composta, usando 4 adesivos simplificados – Etch & Primer 3.0, Primer & Bond NT, Clerafil Liner Bond 2V e Clerafil Se Bond, submetidos a estresses térmicos e mecânicos, 40 cavidades

classe II foram feitas em molares humanos íntegros com margens gengivais abaixo da junção esmalte/cimento. Os adesivos foram aplicados de acordo com os fabricantes. Os autores concluíram que o Clerafil Liner Bond 2V e Clerafil SE Bond tem potencial para evitar a microinfiltração nas margens em dentina. Etch & Primer 3.0 e Primer & Bond NT requerem maiores testes em relação a sua efetividade, especialmente sob cargas mecânicas.

Greenwood *et al* (2001) ⁽⁴¹⁾ comparou a microinfiltração de um sistema adesivo de passo único self-etching (Prompt- L- Pop) com o adesivo ataque total de 2 passos (Single Bond) e um adesivo sel-etching de 2 passos (Clerafil SE Bond) com um adesivo de três passos, sistema adesivo ataque total (Schotbond Multi Purpose, 3M). Quarenta molares humanos foram extraídos e as cavidades foram padronizadas em preparos de classe V com 3mm largura, 23mm de altura e 2mm de profundidade com margens em esmalte e na junção amelo-cementária. Os autores concluíram que nenhuma infiltração ocorreu em esmalte em qualquer grupo, nenhum adesivo eliminou completamente a infiltração em dentina e que os adesivos de frasco único são comparáveis aos outros sistemas.

Lopes *et al* (2001) ⁽⁴²⁾ com o objetivo de avaliar o grau de microinfiltração de restaurações de resina composta classe V com margens em esmalte e dentina, usou cinco sistemas adesivos autocondicionantes: Etch & Primer 3.0, Non- Rise Conditioner + Primer Bond NT, Clerafil Liner Bond 2v, Clerafil SE Bond e Prompt- L – Pop. 50 cavidades foram preparadas em pré-molares com a margem oclusal em esmalte e margem gengival em dentina. Todos

os adesivos foram aplicados conforme as orientações do fabricante. As cavidades foram restauradas com resina híbrida em dois incrementos. Depois de 24 horas em água, os dentes foram termociclados, os espécimes foram imersos em solução de azul de metileno por 12 horas e seccionados longitudinalmente com um disco diamantado. A microinfiltração foi analisada com escala de 0-4. Os dados foram submetidos ao teste de Kruskal- Wallis. Os autores concluíram que em ambos os substratos, CLB2v e SE demonstraram ser mais resistentes à microinfiltração do que os outros adesivos testados, mas não foram diferentes do L-Pop nas margens de esmalte.

Vargas *et al* (2001) ⁽⁴³⁾ avaliando através de microscopia eletrônica de transmissão, a ação de diferentes sistemas auto-condicionantes Clearfil Liner Bond 2V, SE Bond, Primer & Bond NT, Prompt L na superfície dentinária, observou que todos os sistemas testados mostraram uma camada híbrida com pouca espessura (0,5 a 2 μ m), não se encontrando evidências de infiltração na dentina. Observaram que as fibras colágenas estavam em íntimo contato com a resina bem no início da camada híbrida.

3.2 LASER EM PREPARO CAVITÁRIO

O primeiro passo para o desenvolvimento do laser seria dado no início do século por Einsten (1917) ⁽⁴⁴⁾, onde elaborou uma teoria a respeito das interações entre a luz e matéria. Observou que uma emissão adicional de luz poderia ser causada, em certas condições, pela incidência de luz na matéria e

seria conhecida como emissão estimulada. Porém, somente em 1960, esta emissão estimulada passou a ser chamada de Laser (Light Amplification by Stimulated Emission of Radiation – amplificação de luz por emissão estimulada de radiação), quando Maiman ⁽⁴⁵⁾ obteve a primeira emissão estimulada de luz visível utilizando um cristal de Rubi.

Já os primeiros relatos de aplicação do laser em Odontologia foram publicados em 1964 por Goldman *et al.* ⁽⁴⁵⁾, que analisaram os componentes orgânicos de tecidos calcificados com laser de Rubi. No mesmo ano de Goldman, Stern e Sognaes ^(46,47) reportaram que após a irradiação laser, consideráveis alterações no esmalte (fusão e vitrificação) e na dentina (crateras com indícios de carbonização) estavam presentes nas amostras calcificadas.

Zach e Cohen (1965) ⁽⁴⁸⁾ relataram que não poderia ocorrer um aumento de temperatura intrapulpar superior a 5,5°C para evitar injúrias térmicas aos tecidos dentais.

Keller e Hibst, (1989) ⁽⁰⁹⁾ avaliaram os efeitos do laser de Er:YAG em radiação focalizada e em pequenos pulsos nos tecidos mineralizados adjacentes, comparando os resultados àqueles encontrados após a irradiação focalizada com o laser de CO₂. Para este propósito, utilizaram 30 dentes humanos seccionados em fatias de 2mm, conservados em solução salina gelada e secadas com ar. Após o tratamento com os lasers, os espécimes foram fixados em formaldeído a 4%. O laser de CO₂ emitindo comprimento de onda de 10,6µm foi focalizado nos dentes

com o auxílio de uma peça de mão (distância focal de 125mm) e irradiação de 1J de energia total, aplicado em combinação de potências e tempos de exposição de 20W por 50ms e 2W por 50ms. As cavidades tiveram aproximadamente o mesmo tamanho quando comparadas com as realizadas com o laser de Er:YAG. Os parâmetros de utilização do laser de Er:YAG foram os mesmos utilizados no trabalho anterior, descrito no parágrafo anterior. Os dentes tratados com os lasers foram observados através de microscópio óptico e algumas espécimes foram cobertos com uma camada de ouro para serem observados em microscópio eletrônico de varredura. Os resultados observados em microscópio óptico mostraram crateras em diferentes configurações causados pelo laser de CO₂. Dependendo da combinação do tempo de exposição e da potência (20W por 50ms e 2W por 500ms), uma menor ou maior zona de fusão esbranquiçada com margem saliente foi observada no esmalte. Após a irradiação com 2W por 500ms e 20W por 50ms, foram encontradas respectivamente uma zona ampla, uma zona de menor carbonização ao redor das cavidades, com diferentes profundidades em dentina. As paredes das cavidades mostraram numerosas fissuras em deposição concêntrica e radial. A ausência de zonas de carbonização em esmalte é atribuída a menor quantidade de matriz inorgânica neste substrato. Os exames das espécimes tratadas com o laser de Er:YAG sob microscopia óptica não revelou nenhuma zona de carbonização ou fusão como os observados nas espécimes tratadas com o CO₂, nem fissuras ou fraturas ao redor dos tecidos duros dos dentes.

Os resultados observados sob microscópio eletrônico de varredura mostraram configurações das cavidades similares às observadas em microscopia óptica. As cavidades irradiadas com o laser de CO₂ com 2W por 500ms mostraram um esmalte com superfície irregular e paredes vítreas, prismas derretidos e fissuras bastantes claras. A lesão dentinária com a mesma potência apresentou uma aparência de bolhas estouradas com fragmentos derretidos e fissuras crônicas e radial em uma zona de carbonização ao redor da cavidade. A lesão causada com 20W por 50ms mostrou uma cratera mais cônica com fratura das paredes internas e uma menor zona de carbonização ao redor da cavidade. Em contraste, estes fenômenos não foram observados nas lesões produzidas com o laser de Er:YAG. As cavidades se apresentaram com aspecto rugoso sem sinais de injúrias térmicas sérias e sem modificações na disposição dos cristais de hidroxiapatita do esmalte e da dentina. As imagens dão a impressão de que a substância dura do dente foi eliminada por um processo de explosão. Os autores relatam que a maior parte da energia incidente foi consumida pelo processo de ablação e somente uma pequena fração energética resulta em aquecimento do tecido remanescente e por este motivo, não houve danos. Isto foi claramente observado ao redor dos tecidos adjacentes às cavidades preparadas pelo laser de Er:YAG.

Wigdor *et al*, (1992) ⁽⁴⁹⁾ investigaram os efeitos dos lasers de CO₂, Nd:YAG e Er:YAG sobre o tecido dentinário. Para esta pesquisa, cinco dentes humanos foram extraídos e utilizados. Os dentes foram preparados de acordo com o seguinte protocolo: O primeiro deles foi preparado com uma broca esférica

carbide em baixa rotação; o segundo foi preparado com o laser de CO₂ com 4W de potência, com feixe interrompido de forma a ter um intervalo de 1 segundo entre uma exposição e outra; o terceiro dente foi preparado com o laser de Nd:YAG contínuo com 12,5 W de potência através de uma fibra de quartzo de 2mm e o quarto foi tratado com laser de Er:YAG, com 1,5W, com 500mJ/pulso e 3Hz. Ao exame dos espécimes através da MEV, o laser de Er:YAG foi o que causou um menor efeito na dentina quando comparado com os outros usados neste estudo. Foi observado o corte claro da dentina sem causar danos térmicos e isto se deve aparentemente à alta absorção deste laser pela água e hidroxiapatita. Ambos os lasers de Nd:YAG e CO₂ causaram mais fraturas na dentina. Nas espécimes irradiadas pelo laser de CO₂, os túbulos dentinários não se mostram evidentes e houve fratura na dentina. O laser de Nd:YAG causou uma fundição na dentina intertubular e apesar dos túbulos dentinários se mostrarem evidentes, seus tamanhos variavam e não apresentaram um padrão uniforme como o observado na dentina tratada com o laser de Er:YAG ou com alta rotação.

Gross *et al* (1992)⁽⁵⁰⁾ compararam *in vitro* a morfologia das superfícies de esmalte e de dentina após a irradiação do laser de Er:YAG e compararam aquelas produzidas após preparação mecânica. Utilizaram 150 dentes humanos hígidos extraídos. As cavidades foram preparadas de forma convencional em esmalte e dentina. A energia do laser foi variada entre 50 e 400 mJ e metade da superfície do dente foi tratada sem spray de água. Os resultados foram comparados aos preparos convencionais, utilizando brocas de carbide em dentina e de diamante em esmalte. A morfologia superficial foi examinada em

microscópico óptico e em MEV. A superfície foi analisada também depois da limpeza com escovas e com a aplicação de ácido cítrico em dentina e ácido fosfórico a 37% em esmalte. Os autores observaram que sem a utilização de spray de água, o laser induziu a formação de uma zona mais densa de resíduos do que com a utilização do laser com spray de água. A energia de 300 mJ em dentina e 400 mJ em esmalte resultou na formação de uma parede cavitária lisa. No esmalte, o preparo convencional mostrou uma zona de prisma desintegrados. Depois da limpeza com escova, a superfície continuou rugosa. Com o laser e a aplicação do ácido, resultou num padrão retentivo. Na dentina, o tratamento com laser e o preparo convencional mostraram uma zona de debris, os túbulos dentinários abaixo desta zona não sofreram mudanças morfológicas. A superfície foi rugosa nos dois grupos e depois da limpeza com escova continuou a camada de debris. Com o condicionamento ácido, esta camada foi removida e os túbulos foram parcialmente abertos. Os autores concluíram que no esmalte, o laser de Er:YAG permite a técnica do condicionamento ácido. Na superfície da dentina, a aplicação com laser e o preparo convencional mostraram resultados semelhantes.

Os primeiros resultados da aplicação clínica do laser de Er:YAG foram relatados por Keller e Hibst⁽⁵¹⁾, em 1992. Foram selecionados 33 pacientes sadios, totalizando 67 dentes, onde foram realizados preparos de classe I, II, III e IV em lesões de cáries incipientes e restaurados com resina composta. O laser de Er:YAG foi focalizado em 0,8mm de diâmetro do feixe, taxa de repetição de 1 a 4 Hz e 150 mJ a 450mJ/ pulso de energia, sob refrigeração de spray de água. Os resultados indicaram que nenhum dos dentes perdeu a vitalidade e em nenhum

deles ocorreu sensibilidade à percussão. Apenas em um caso foi necessária a anestesia local. Observaram que os preparos dos dentes com o laser de Er:YAG promoveram menor sensação de dor do que os preparos em turbina de alta rotação ou brocas de baixa rotação. Houve diferença entre a percepção dolorosa dos preparos realizados próximos e distantes da polpa. Em 16 casos, de 26 preparos distantes da polpa, não ocorreu sensação dolorosa. Em 29, de 41 preparos próximos a polpa, ocorreu somente uma pequena sensibilidade. Os autores concluíram que o laser de Er:YAG foi o primeiro sistema Laser para remoção de cárie com sucesso que não utilizou o método mecânico convencional com brocas, sendo indicado para uso na clínica diária e que o preparo cavitário foi possível, sem danos térmicos a polpa.

Li *et al*, (1992) ⁽⁵²⁾ usaram um laser pulsado de Er:YAG para determinar a profundidade de ablação em cortes transversais no esmalte e dentina de dentes humanos extraídos, onde variavam a energia por pulso de 25 a 365 mJ e taxa de repetição de 2 a 5 Hz . Fotografias das cavidades preparadas com o laser com 2 e 5 Hz indicaram mínimo efeito térmico no esmalte com densidade de energia abaixo de $80\text{J}/\text{cm}^2$ e na dentina com densidade de $74\text{ J}/\text{cm}^2$. As imagens da dentina mostrada através de microscopia eletrônica de varredura mostraram uma superfície serrilhada e irregular. Os autores concluíram que o laser de Er:YAG pode efetivamente promover a ablação do esmalte e dentina com mínimo efeito térmico, quando se utilizou taxas de repetição de 2 a 5 Hz.

Keller e Hibst (1995) ⁽⁵³⁾, num estudo histológico das mudanças na polpa após a irradiação com o laser de Er:YAG, descreveram que a preparação de cavidades com este laser sem danos térmicos para a polpa é possível. Com este propósito, prepararam cavidades em 36 pré-molares e molares de cães, com energia de pulso de 500mJ/pulso e taxas de repetição de 1,5 a 4 Hz. Numa parte do dente foi utilizado apenas o laser e na outra parte foi utilizado um spray de água para refrigerar a superfície durante a irradiação com o laser. As mudanças pulpares foram avaliadas sobre secções histológicas descalcificadas após 2,4,6 e 8 semanas. Se a superfície do dente foi umedecida com água, a vitalidade pulpar sem injúria térmica foi observada após a irradiação com o laser de Er:YAG com taxa de repetição de 4Hz. A neoformação de dentina pode ser olhada na cavidade pulpar. Se uma taxa de repetição maior do que 2Hz foi utilizada sem o spray de água, um aumento da reação inflamatória parcialmente seguida por necrose foi observada. Os autores concluíram que na utilização de taxas de repetição mais altas do que 2Hz, uma refrigeração adicional de água é necessária durante os preparos realizados com o laser de Er:YAG, com o propósito de evitar danos térmicos à polpa.

Visuri *et al* (1995) ⁽⁵⁴⁾ estudaram os efeitos do condicionamento com o laser de Er:YAG, na adesão da resina composta à superfície dentinária de molares humanos. As superfícies dentais foram desgastadas com broca de carbide em alta-rotação ou com o laser de Er:YAG (350mJ/ 6Hz), com spray de ar/água com fluxo de água de 24 ml/min. A rugosidade superficial avaliada com o aparelho rugosímetro mostrou não haver diferença significativa no tratamento com laser e

alta-rotação. O teste de cisalhamento mostrou que os valores de adesão para as superfícies tratadas com o laser de Er:YAG (12,5MPa) foram estatisticamente superiores à alta rotação (8,4MPa) sem a realização do condicionamento ácido. A análise das superfícies pela MEV mostrou que a broca de carbide em alta rotação criou superfícies irregulares com muitas ranhuras superficiais e a formação da *Smear Layer*. Com o laser, foi evidente a ausência da *Smear Layer*, a abertura dos túbulos dentinários, remoção da dentina intertubular, criando uma superfície irregular, semelhante à "escamas" e com alguma remoção de dentina peritubular.

Ishikawa *et al* (1996) ⁽⁵⁵⁾ realizaram um estudo *in vitro* para verificar alterações superficiais das cavidades após remoção de tecido cariado com o laser de Er:YAG. Os autores verificaram que não ocorreu carbonização nem trincas na superfície cavitária. A superfície dentinária se apresentava irregular, com os túbulos dentinários abertos e sem a presença de *smear layer*. Concluíram também ao comparar a dureza Knoop entre cavidades preparadas com micromotor convencional e com o laser de Er:YAG, que não havia diferenças significantes entre os valores encontrados no estudo.

Ramos *et al* (1996) ⁽⁵⁶⁾ avaliaram a microinfiltração em preparos realizados com alta rotação e com laser de Er:YAG. No grupo 01, os preparos foram realizados com alta rotação ; no grupo 02, os preparos foram realizados com laser e condicionados com ácido fosfórico e no grupo 03, os preparos foram realizados e condicionados com o laser. Concluíram que não havia diferença estatisticamente entre os grupos de microinfiltração estudados.

Tanji (1998) ⁽⁵⁷⁾ em estudo *in vitro*, analisou as alterações morfológicas do esmalte e da dentina em Microscopia Eletrônica de varredura em cavidades classe I preparadas com a irradiação do laser de Er:YAG, utilizando 3 diferentes parâmetros de energia, bem como analisou as alterações da dentina quanto a composição de cálcio, fósforo e oxigênio. Vinte e nove terceiros molares humanos extraídos foram divididos em 4 grupos: Grupo 01- Cavidades preparadas com 400mJ de energia do laser de Er:YAG; Grupo 02- 450 mJ de energia; Grupo 03- 500 mJ de energia; Grupo 04 – Preparos cavitários realizados convencionalmente com pontas montadas diamantadas. A taxa de repetição foi de 2 Hz para todos os grupos laser. Para análise de concentração de cálcio, fósforo e oxigênio, antes e após irradiação com o laser de Er:YAG, foram preparados 03 discos de dentina de cada grupo laser. O laser de Er:YAG mostrou-se eficiente para a ablação do esmalte e dentina para os três parâmetros de energias estudados, deixando as margens das cavidades irregulares. A superfície dentinária apresentou-se com túbulos dentinários abertos, com apenas algumas áreas de fusão e recristalização. Na análise de cálcio, fósforo e oxigênio através de fluorescência de raio X, a quantidade de cálcio da dentina diminuiu após a irradiação com 400 mJ do laser de Er:YAG e a quantidade de fósforo da dentina aumentou após a irradiação com 450 mJ de energia. Não houve diferença estatisticamente significativa na quantidade de oxigênio antes e após a irradiação com as três energias do laser de Er:YAG utilizadas naquele estudo.

Miserendino (1998) ⁽⁵⁸⁾ estudou modificações na superfície do esmalte humano proporcionadas após o preparo de cavidades com o laser de Er:YAG. O estudo também abordou o caminho da microinfiltração ao redor das restaurações adesivas. Dois grupos foram estabelecidos para o estudo. O primeiro foi irradiado com o laser e o segundo grupo foi preparado com alta rotação e condicionamento com ácido fosfórico a 37%. O autor concluiu que a aplicação do laser de Er:YAG sobre o esmalte e a dentina não produz injúrias térmicas e nem fraturas na estrutura dentinária. Não houve diferença estatística nos resultados da infiltração marginal ao redor das restaurações entre os grupos tratados. Sugere-se que o laser de Er:YAG seria uma alternativa para tratamentos convencionais.

Araújo (2000) ⁽⁵⁹⁾ avaliando a microinfiltração através da microscopia óptica e a nanoinfiltração através da Microscopia eletrônica de varredura (MEV), em cavidades de classe V, preparadas por dois métodos : 1- irradiação à laser Er:YAG mais condicionamento ácido e turbinas de alta rotação, foi também observado a influência da irradiação do laser Nd:YAG em dois sistemas de adesivos dentinários : Single Bond e Primer Bond NT. A autora concluiu que o grupo de preparo com laser de Er:YAG + Single Bond + laser de Nd:YAG, apresentou os menores valores quanto à microinfiltração e nanoinfiltração.

Bispo (2000) ⁽⁶⁰⁾ estudou, através de teste de resistência adesiva à tração e análise morfológica pela MEV, os efeitos da realização ou não do condicionamento ácido da superfície do esmalte irradiada pelo laser de Er:YAG, utilizando nos preparos um fluxo de "spray" de água na velocidade de 24 ml/min.

Análise pela MEV mostrou que o laser de Er:YAG promoveu ablação do esmalte, criando superfícies irregulares, criando um padrão morfológico microretentivo, heterogêneo, semelhante a “favo de mel”, sugerindo favorecer a realização de procedimentos adesivos.

Maluff (2000) ⁽⁶¹⁾ avaliou a resistência à tração de um sistema adesivo auto-condicionante (SE Bond) associado a uma resina composta em superfície dentinária condicionada com o laser de Er:YAG. Para o estudo, foram utilizados as superfícies dentinárias que foram tratadas com três lixas de granulações diferentes (120,400,600) para haver uma padronização da camada de esfregaço, antes da irradiação do laser e de procedimento restaurador. O grupo 01- adesivo Clearfil SE Bond + Resina composta Z100; o grupo 02- Er:YAG laser (250 mJ/ 2Hz- usado para simular o preparo cavitário) + adesivo Clearfil SE Bond + Resina composta Z100; o grupo 03- Er:YAG laser (250 mJ/2Hz – Focado para simular o preparo e 60 mJ/ 2Hz focado para o condicionamento) + adesivo Clearfil SE Bond + resina composta Z100 e o grupo 04: Er:YAG laser (250 mJ/ 2Hz para simular o preparo e 180 mJ/2Hz desfocado para condicionamento) = adesivo Clearfil SE Bond + resina composta Z100. Após a irradiação do laser e o procedimento restaurador, os espécimes foram estocados em água destilada por 24 horas a 37 °C. Em seguida, foram submetidos ao teste de resistência a tração. Após os resultados, pode-se concluir que ao utilizar o sistema adesivo do tipo autocondicionante, pode-se preparar a superfície dentinária de maneira convencional ou irradiá-la com o laser de Er:YAG, utilizando energia de preparo (250 mJ e 2Hz) sem prejuízo da resistência à tração das resina compostas e

quando for utilizado o laser com uma energia de preparo, não há necessidade de utilizar uma energia de condicionamento (focada e desfocada), pois este procedimento faz com que a força adesiva diminua, quando utilizado o sistema auto-condicionante em superfície dentinária.

Ceballos *et al* (2001) ⁽⁶²⁾ compararam a microinfiltração de restaurações de classe V realizadas com diversos tratamentos das paredes cavitárias (ácido, laser ou laser seguido de ácido). Preparos cavitários nas faces lingual e vestibular foram realizados com dezoito terceiros molares humanos extraídos, os quais foram divididos em três Grupos: grupo 1- As cavidades foram tratadas com ácido fosfórico a 35%; Grupo 2- As cavidades foram irradiadas com o laser de Er:YAG a 2HZ e 250mJ na dentina e 300 mJ no esmalte com refrigeração de água e Grupo 3, as cavidades irradiadas com o laser antes do condicionamento ácido. Os resultados mostraram que nas paredes oclusais, a microinfiltração nas cavidades condicionadas com ácido foi significativamente menor do que aquelas que receberam o tratamento laser ou ambos os tratamentos. Nas paredes gengivais, nenhuma diferença estaticamente significante foi encontrada, O grupo condicionado apenas com ácido fosfórico a 35% apresentou os menores grau de microinfiltração na margem oclusal. Os autores concluíram que a irradiação a laser no esmalte não é uma alternativa válida como pré-tratamento condicionante para a adesão de materiais resinosos à estrutura dentária.

Galluf *et al* (2001) ⁽⁶³⁾ avaliaram a influência de dois métodos de preparo cavitário em relação a infiltração marginal em restaurações adesivas. Vinte e dois pré-molares e molares, recém-extraídos e mantidos em água destilada, foram aleatoriamente divididos em dois grupos: Grupo 01- controle- foram realizadas cavidades do tipo classe V por vestibular e palatina, medindo 4 X 4 mm e 2 mm de profundidade com margem oclusal em esmalte e margem cervical em cimento, utilizando-se uma broca carbide em caneta de alta rotação. Grupo 02- Teste- Foram realizadas cavidades com as mesmas características, utilizando-se laser de Er:YAG (comprimento de onda de 2,94µm, energia por pulso de 350 mJ, frequência de 4 Hz). Para cada preparo, foram utilizados 308 pulsos, totalizando 107 J de energia. Após o preparo, todos os dentes foram condicionados e restaurados com sistema adesivo e resina composta micro-híbrida. Os dentes foram imersos em solução de nitrato de prata a 50%, incluídos em resina epóxi, seccionados e dois avaliadores calibrados realizaram a análise da infiltração marginal. O grau de infiltração foi comparado em relação a localização das margens da cavidade e em relação ao método de preparo. Os resultados foram tratados estatisticamente por ANOVA e teste de Mann-Whitney. Os autores concluíram que a infiltração, de um modo geral, foi maior no cimento do que no esmalte e não houve diferenças em relação à infiltração marginal entre o preparo convencional com broca e com o laser de Er:YAG.

Navarro (2001) ⁽⁶⁴⁾ avaliou a influência da irradiação do esmalte e dentina com o laser de Er:YAG, com diferentes parâmetros de energia, na resistência adesiva do sistema Clearfil SE Bond, bem como analisou através da

microscopia eletrônica de varredura, as superfícies de esmalte e dentina irradiadas com o laser de Er:YAG e tratadas com o sistema adesivo. As faces vestibulares e linguais obtidas foram desgastadas com lixas abrasivas e divididas em seis grupos: Esmalte-EG1-sistema autocondicionante SE Bond; EG2- laser de Er:YAG, focalizado, refrigerado com "spray" de água (24 ml/min), com 80 mJ/2Hz e SE Bond; EG3- laser de Er:YAG com 140mJ/2Hz e SE Bond; Dentina- DG1- SE Bond; DG2- laser de Er:YAG com 60 mJ/2Hz e SE Bond; DG3- laser de Er:YAG com 100mJ/2Hz e SE Bond. Concluiu que o laser de Er:YAG é capaz de influenciar na resistência adesiva do sistema auto condicionante à superfície do esmalte e dentina, sendo maior a sua efetividade quando foi utilizada a menor densidade de energia do laser. O laser de Er:YAG, através da ablação do esmalte e dentina, altera a morfologia das superfícies irradiadas, criando um padrão microretentivo.

Silva *et al* (2001) ⁽⁶⁵⁾ avaliaram a capacidade de selamento marginal de um sistema adesivo auto condicionante em cavidades tipo classe V, com término cervical em dentina. Vinte preparos cavitários foram realizados em 10 pré-molares humanos, sendo 10 cavidades com turbina de alta rotação(Grupo 01- controle) e 10 cavidades com laser de Er:YAG 350 mJ, 4Hz (Grupo 02- teste) e restauradas com Z-100. Os dentes foram armazenados em solução fisiológica (24 horas, 37⁰C), termociclados, imersos em azul de metileno, lavados, seccionados e avaliados quanto à penetração do corante nas margens de esmalte e dentina por meio de escores de zero a 3. Os resultados evidenciaram similaridade estatística entre os grupos, nas margens de dentina e esmalte quando usado o teste de

Mann-Whitney. Entretanto, os maiores percentuais de penetração zeros do corante ocorreram nas margens cervicais preparadas com laser de Er:YAG (50%) e broca esférica (40%). Os autores concluíram que com o sistema adesivo empregado, não houve diferença na melhoria significativa no selamento marginal dos preparos confeccionados com laser de Er:YAG.

Almeida *et al* (2002) ⁽⁶⁶⁾ relataram que uma adesão ótima a dentina requer modificação ou remoção da *smear layer*. O tratamento com laser da dentina irradiada resulta em superfície livre de debris promovendo uma boa adesão. Num estudo *in vitro*, analisaram a superfície de dentina e interface resina/dentina com laser de Er:YAG ou broca carbide, e subseqüentemente tratada com ácido fosfórico, condicionada sem irrigação ou não condicionada. Como resultado, a superfície da dentina irradiada com laser de Er:YAG mostrou-se mais limpa que a broca carbide. Então os autores concluíram que a dentina ablacionada com laser, seguida por restauração com adesivo e resina, resultou em 100% de selamento das interfaces independentemente do tipo de tratamento da superfície.

Oliveira (2002) ⁽⁶⁷⁾ analisou a resistência adesiva à dentina de dois adesivos (Single Bond e Clearfil SE Bond), submetidos ou não à ciclagem térmica, aplicados em preparos cavitários convencionais e preparos com laser Er:YAG. O estudo *in vitro* realizado pela técnica de micro-tração utilizou 16 dente bovinos, divididos em 8 grupos. Os preparos cavitários foram realizados no terço médio da face vestibular em dentina superficial, onde após aplicação dos sistemas adesivos,

energia (D.E. = $80,24\text{J}/\text{cm}^2$); grupo 2: 250 mJ, 2 Hz, sem refrigeração água/ar. (D.E.= $80,24\text{J}/\text{cm}^2$) ; grupo 3: 250mJ, 4 Hz, sob refrigeração água/ar, (D.E.= $80,24\text{J}/\text{cm}^2$) ; grupo 4: 250 mJ, 4 Hz, sem refrigeração água/ar. (D.E.= $80,24\text{J}/\text{cm}^2$) . Durante as irradiações, as variações de temperatura foram monitoradas por uma câmera termográfica. Durante as irradiações com o laser de Er:YAG nos grupos sem refrigeração com água-ar, os resultados foram significativamente maiores em comparação aos grupos irradiados com refrigeração água-ar. Os tempos de retorno às temperaturas iniciais, após as irradiações foram significativamente maiores para os grupos sem refrigeração. Em microscopia óptica, foram observadas trincas e carbonizações somente nos grupos sem refrigeração. As análises em microscopia eletrônica de varredura revelaram fusões e recristalizações de dentina nas cavidades realizadas com o laser de Er:YAG, nos dois grupos sem refrigeração. Os resultados permitiram concluir que as irradiações com o laser de Er:YAG sem refrigeração apresentaram aumentos de temperatura.

4- MATERIAIS E METÓDOS

4.1- SELEÇÃO E PREPARO DA AMOSTRA

Foram selecionados 48 dentes bovinos anteriores hígidos, extraídos e submetidos a uma limpeza realizada com pasta de pedra pomes (SS White, Brasil) e água, utilizando taças de borracha (KG Sorensen, Brasil) montadas em contra-ângulo de baixa rotação (Intra L Motor 181A, Kavo, Brasil), quando necessário foi submetido a limpeza com ultra-som (Profilax II, Dabi Atlante, Brasil) para retirar cálculos quando presente. Os dentes bovinos foram escolhidos pela maior facilidade de padronização da amostra. A literatura relata que os dentes bovinos podem ser utilizados como substitutos dos dentes humanos em testes de microinfiltração marginal *in vitro* ^(34,59).

Para manter as amostras em condições ideais para a realização dos trabalhos, foram acondicionados em água destilada (Laboratório Mesquita, São Paulo, Brasil). Dessa forma, evitou-se a desidratação das amostras em todas as etapas do experimento.

4.2- PREPARO DAS CAVIDADES

Cada amostra foi fixada em lâmina de cera utilidade (Horus, Dentsply, Brasil), com a face vestibular em que foi realizada o preparo cavitário voltada para cima e as cavidades tipo classe V foram dimensionadas em aproximadamente 3,5 mm de largura, 2 mm de altura cervico-incisal e 1,5 mm de profundidade. Uma máscara com tira adesiva, feita com um gabarito (**Fig 01**) nas dimensões descritas, foi utilizada como dermacador dos limites da cavidade. Estas medidas foram avaliadas durante o preparo cavitário com o auxílio de uma sonda milimetrada (Hu Friedy, Brasil).

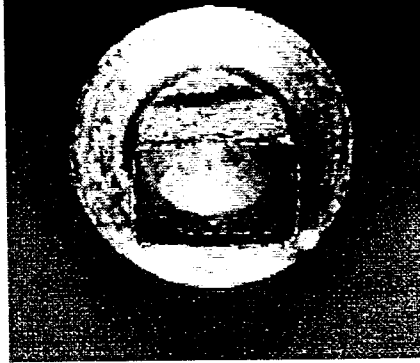


Fig 01. Gabarito utilizado para confecção da máscara com as dimensões da cavidade.

Em todos os grupos, a margem incisal foi colocada em esmalte e a margem gengival localizada apicalmente a junção cimento-esmalte.

O preparo cavitário foi realizado com o laser de Er:YAG (Kavo Key Laser, Alemanha) (LELO-FOUSP) focalizado aproximadamente a 12 mm da superfície dentária, pois o equipamento possibilita o procedimento sem contato físico com o tecido alvo. Foi utilizada a peça de mão universal 2051 com diâmetro do feixe na região de focalização de 0,63 mm da Kavo (Alemanha) (Fig 03), com largura temporal de 250 μ s a 500 μ s, 400mJ de energia/pulso; 2Hz de freqüência, resultando numa densidade de energia de 128,4J/cm² para esmalte, e para a dentina 250mJ de energia/pulso, 2Hz de freqüência, resultando numa densidade de 80,2J/cm² para os grupos 2,3 e 4. O grupo controle foi realizado preparo cavitário com caneta de alta rotação (Fig 03) com refrigeração através de spray triplo, 350 000 rpm (Kavo, Brasil). Após os preparos, estes foram cobertos com um papel absorvente úmido (Softy's, melhoramentos, Brasil) para prevenir a desidratação antes da restauração com o sistema adesivo.

Durante a irradiação com o laser de Er:YAG, o spray de água estava ativado para refrigerar o processo de ablação das amostras com um fluxo de água de 24 ml/min^(54,60). Um sugador de alta potência (Dabi Atlante, Brasil), foi posicionado próximo as amostras para aspirar os fragmentos dentários durante a ablação.

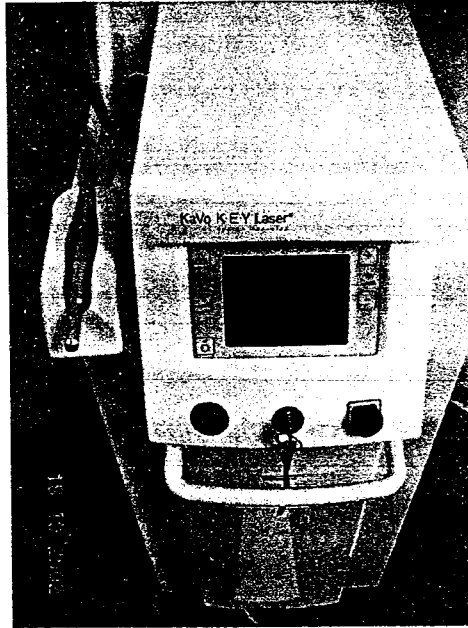


Fig 02 – Aparelho de laser de Er:YAG da Kavo LELO- FOUSP

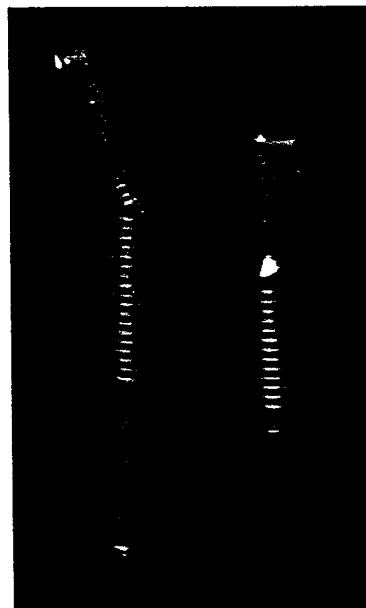


Fig 03. Caneta de alta rotação e peça de mão 2051 para preparo cavitário do laser de Er:YAG

4.3- DIVISÃO DOS GRUPOS

Os dentes foram divididos em 04 grupos, com doze amostras cada, de acordo com o tratamento que será realizado:

Grupo 01 – (Controle) – O preparo cavitário das cavidades foi executado com o auxílio de instrumento rotatório diamantado nº 1091, em alta rotação, refrigerado com spray de água. O acabamento das paredes cavitárias foi feito com o mesmo instrumento rotatório, montado em um contra-ângulo multiplicador de rotação (Baixa Rotação). Após os preparos das cavidades, foi realizado o condicionamento da dentina com o sistema adesivo Clearfil SE Bond (Kuraray, Japão).

Grupo 02- Após o preparo cavitário com o laser de Er:YAG, foi realizado o condicionamento da dentina com o sistema adesivo Clearfil SE Bond (Kuraray, Japão).

Grupo 03- Após o preparo cavitário com o laser de Er:YAG, foi realizado o condicionamento da dentina com laser de Er:YAG, com energia por pulso de 60mJ ^(57,58,59), com frequência de 2Hz, resultando em densidade de energia 19,3J/cm², com a utilização de 20 pulsos, utilizando spray de refrigeração e posterior tratamento com sistema adesivo Clearfil SE Bond.

Grupo 04- Após o preparo cavitário com o laser de Er:YAG, foi realizado o condicionamento da dentina com laser de Er:YAG, com energia de pulso de 60mJ, com frequência de 2Hz, resultando em densidade de energia 19,3 J/cm², com a utilização de 20 pulsos, sem a utilização do spray de refrigeração, apenas com dentina úmida e posterior tratamento com adesivo Clearfil SE Bond .

4.4- CONDICIONAMENTO COM LASER DE Er:YAG

Nos grupos 3 e 4 em dentina, foi realizado o condicionamento prévio com o laser de Er:YAG (LELO- FOU SP), focalizado a distância aproximadamente de 12mm , da lente de saída ao tecido irradiado ^(60,64). Sendo que no grupo 03 foi utilizada refrigeração com spray de água , com fluxo de água de 24ml/min ^(60,61) em varredura no sentido transversal e longitudinal à superfície irradiada. No grupo 04, não foi utilizada refrigeração, apenas a irradiação com laser de Er:YAG por cima do substrato dentinário úmido.

As normas nacionais e internacionais de segurança no uso de lasers foram rigorosamente respeitadas durante toda a utilização do equipamento, destacando-se, o uso de óculos de segurança com densidade óptica apropriadas e uso de bomba a vácuo para remoção de excesso de água, pluma de ablação, refrigeração e descontaminação local.

4.5- PROCEDIMENTO ADESIVO

Antes de iniciar o procedimento adesivo em todas as cavidades, foi realizada profilaxia com Pedra Pomes e água, com auxílio de uma escova de Robinson(KG Sorensen, Brasil)

O procedimento adesivo com o sistema autocondicionante ou *Self-etching* Clearfil SE Bond foi realizado seguindo as orientações do fabricante nas superfícies de esmalte e dentina: no grupo 01 e 02 em seguida do preparo com alta rotação e o laser de Er:YAG, respectivamente; nos grupos 03 e 04 após o condicionamento com o laser de Er:YAG.

O SE "primer" foi dispensado em casulo de plástico e imediatamente aplicado com o aplicador descartável Microbush (KG Sorensen, Brasil) às superfícies de esmalte e da dentina, previamente

secadas com papel absorvente. Foi aguardado cerca de 20 segundos e aplicado um breve jato de ar comprimido isento de gordura e umidade numa distância aproximada de 20mm para a evaporação dos componentes voláteis do SE "*Primer*", como orientação do fabricante.

O agente adesivo do SE Bond foi dispensado em casulo de plástico e imediatamente aplicado com o aplicador descartável Microbush às superfícies do esmalte e da dentina, condicionados pelo "*Primer*" autocondicionante. Foi aplicado posteriormente breve jato de ar comprimido, isento de gordura e umidade à distância aproximada de 20mm para evaporação do solvente e remoção dos excessos, criando uma película fina e uniforme do adesivo. A fotopolimerização do adesivo foi realizada durante 10 segundos por luz halógena, utilizando o aparelho (xl 3000, 3M, EUA) com intensidade de luz emitindo acima de $400\text{mW}/\text{cm}^2$, aferido com o radiômetro de cura analógica (Demetron, Kerr, EUA).

4.6- CONFECÇÃO DAS RESTAURAÇÕES

As cavidades foram restauradas com resina composta fotopolimerizável (Filtek Z-250, 3M, EUA), cor A 3.5, inserida com auxílio de espátula de Thompson (#6, American Eagle, EUA). A técnica incremental foi utilizada com o intuito de melhorar a adaptação marginal e diminuir a contração de polimerização. A primeira camada foi inserida de forma oblíqua nas paredes cervical e distal da cavidade e acomodada com uma espátula tipo Thompson, condensadora e antiaderente. A segunda camada também foi inserida de forma oblíqua em contato com as paredes oclusal e mesial da cavidade sendo acomodada com a mesma espátula condensadora. A última camada foi aplicada preenchendo totalmente a cavidade e alisada com o auxílio de um pincel de ponta chata (Cosmedent 3, EUA). O objetivo deste foi promover uma superfície lisa que necessitasse de mínimo acabamento. Cada incremento foi polimerizado por vinte segundos com o mesmo aparelho fotopolimerizável.

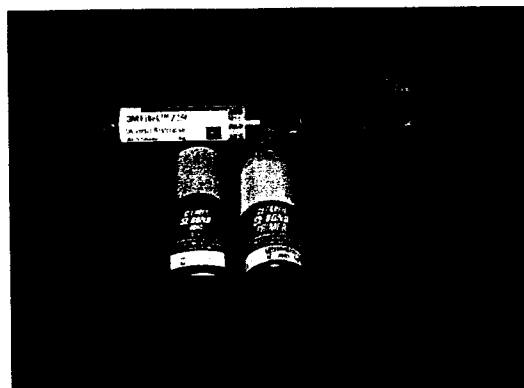


Fig 04 Resina composta e adesivo utilizado na pesquisa

TABELA . 01 - Resumo das condições de condicionamento da dentina nos grupos estudados

| | CONDIÇÕES DE TRATAMENTO |
|-----------------|---|
| GRUPO 01 | Preparo cavitário com alta rotação + Adesivo autocondicionante (Clearfil SE Bond) |
| GRUPO 02 | Preparo cavitário com laser de Er:YAG + Adesivo autocondicionante (Clearfil SE Bond) |
| GRUPO 03 | Preparo cavitário com laser de Er:YAG + Cond. da dentina com laser de Er:YAG com refrigeração + Adesivo autocondicionante (Clearfil SE Bond) |
| GRUPO 04 | Preparo cavitário com laser de Er:YAG + Cond. da dentina com laser de Er:YAG sem refrigeração apenas com dentina úmida + Adesivo autocondicionante (Clearfil SE Bond) |

4.7- HIDRATAÇÃO

Após as restaurações, os dentes foram hidratados em água destilada e mantidos a uma temperatura constante de 37 °C em uma estufa (Fanem, Brasil) por 24 horas ⁽³⁷⁾.

4.8- ACABAMENTO E POLIMENTO DAS RESTAURAÇÕES

Após a hidratação, as restaurações foram acabadas e polidas com pontas siliconizadas para acabamento de compósitos (Soflex, 3M, Brasil) em baixa rotação, retirando excesso de material restaurador, e ao mesmo tempo, polindo a superfície da restauração. As amostras foram novamente imersas em água destilada e estocadas a temperatura constante de 37°C por 24 horas ⁽³⁷⁾.

4.9- CICLAGEM TÉRMICA

A ciclagem térmica é um método utilizado para pesquisas *in vitro* que tem como finalidade simular o envelhecimento do material, expondo-o a temperaturas extremas. É um procedimento de rotina para o estudo de microinfiltração, através do qual se avaliam os efeitos das diferenças entre os coeficientes de expansão térmica e contração do material restaurador e estrutura dentária.

Os grupos foram colocados em um recipiente e identificados para a inserção no aparelho de ciclagem térmica (**Fig 05**) (modelo MCT 2 – Amm instrumental, Brasil) (Departamento de Dentística da FOUSP). O processo de termociclagem utilizado foi o de 700 ciclos alternados entre 5 e 55°C ^(33,37,56,59), com três segundos de intervalo entre as imersões e um minuto de imersão. Cada ciclo deste aparelho inicia-se pela imersão das amostras no banho quente por um período de tempo estipulado. Em seguida, o braço articulado leva as amostras

para o banho frio, onde permanecem também por um tempo determinado. Ao término da segunda imersão, encerra-se um ciclo completo.

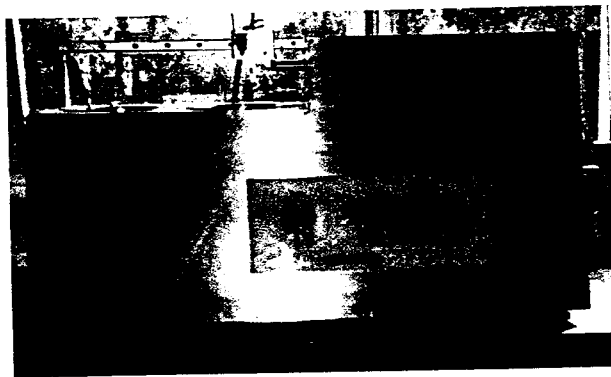


Fig 05 Máquina de ciclagem térmica

4.10- IMPERMEABILIZAÇÃO

Três camadas de esmalte cosmético foram aplicadas na superfície das amostras, selando-as e impermeabilizando-as, tomando-se o cuidado de expor a área da restauração com espaço de 2,00 mm ao seu redor. As cores dos esmaltes serão diferentes, para diferenciar os grupos e a visualização da infiltração (Grupo 01- Azul, Grupo 02- Vermelho Grupo 03-Café e o Grupo 04 Marrom).

Na área do ápice dental, foi aplicado adesivo a base de cianocrilato (Super Bonder, Locticle, Brasil) para total vedamento, evitando assim a penetração do traçador.

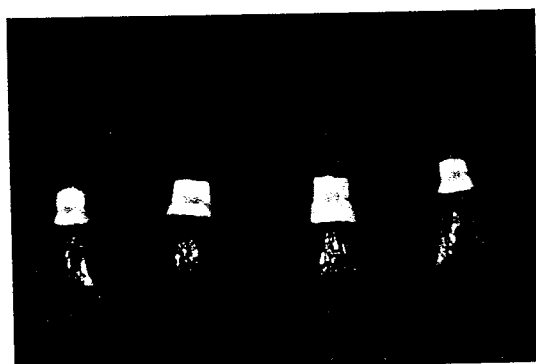


Fig 06 Dentes Impermeabilizados

4.11- IMERSÃO

Com o propósito de observar interface dente-restauração após a impermeabilização, as amostras foram imersas em uma solução de nitrato de prata a 50% por 08 horas em temperatura ambiente e total ausência de luz⁽³⁷⁾ com os ápices dentais de cada dente voltado para fora do recipiente, com o intuito ainda mais de prevenir a infiltração do nitrato de prata pelo ápice dental. Após a imersão, os dentes foram lavados por 01 minuto em água corrente para remover o excesso de solução de nitrato de prata e secos com papel absorvente. Este procedimento possibilitou a visualização entre o dente e a restauração.

4.12- INCLUSÃO E SECCIONAMENTO

Antes da realização da inclusão e seccionamento vestibulo-lingual da restauração propriamente dita, os dentes bovinos serão seccionados na porção radicular devido à sua grande dimensão, de forma que coubessem em fôrmas padronizadas para o processo de embutimento.

A impermeabilização foi realizada novamente utilizando na região do corte radicular adesivo a base de cianocrilato e cera utilidade para total vedamento do ápice radicular. É necessário que se faça o embutimento das amostras em fôrmas padronizadas para acomodação destas. Ao fixá-lo com cera utilidade, despeja-se resina acrílica de polimerização rápida (Resigel, Brasil) em forma plástica.

Para a realização dos cortes, foi utilizada a máquina de seccionamento (LABCUT 1010 – EXTEC – USA) com 250 rpm. Os cortes verticais foram feitos no sentido vestibulo-lingual passando pelo centro das restaurações com um disco diamantado (Extec, EUA) sob refrigeração de água.

Em seguida, uma das duas porções foi aleatoriamente escolhida para fazer parte da amostra a ser utilizada para avaliar os graus de microinfiltração.

4.13- REVELAÇÃO DO TRAÇADOR

Para a visualização do Nitrato de Prata foi utilizado um banho de luz através de uma lâmpada especial "Photoflood" (G.E. do Brasil S A) de 250 Watts por 5 minutos ^(33,37).

Esta solução é incolor e ao ser exposta a luz adquire uma coloração escura. Dessa forma, os espaços existentes entre a restauração e o dente, foram preenchidos com a solução de nitrato de prata, ficaram visíveis.

4.14- AVALIAÇÃO DA MICROINFILTRAÇÃO

As amostras seccionadas escolhidas aleatoriamente foram levadas à lupa estereomicroscópica (40X de aumento) e avaliadas por três examinadores calibrados para determinação do grau de microinfiltração nas margens oclusal e gengival de cada corpo de prova, seguindo uma escala detalhada de quatro pontos ⁽³⁷⁾ :

TABELA 2 – Descrição dos graus de microinfiltração .

| GRAUS | DESCRIÇÃO DOS GRAUS DE MICROINFILTRAÇÃO |
|-------|---|
| 0 | Sem microinfiltração |
| 1 | Microinfiltração leve, menor ou igual a 1/3 da extensão da interface dente/restauração |
| 2 | Microinfiltração moderada, maior que 1/3 até 1/2 da extensão da interface dente/restauração |
| 3 | Microinfiltração severa, atingindo mais que 1/2 da extensão da interface dente/restauração |

Um exemplo de cada grau de microinfiltração é apresentado nas **Figs 07 a 10**. Após a análise isolada de cada examinador, os resultados foram comparados para verificar a concordância entre os examinadores. Havendo

concordância, determinou-se que o número que mais repetisse será considerado o resultado final de uma determinada espécie.

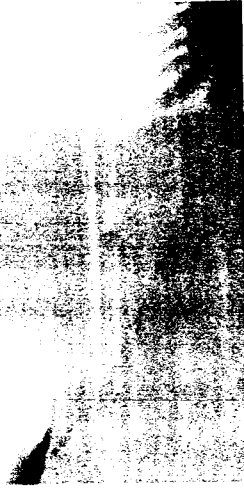


Fig 07 Exemplo de microinfiltração com grau 0 na margem oclusal e gengival

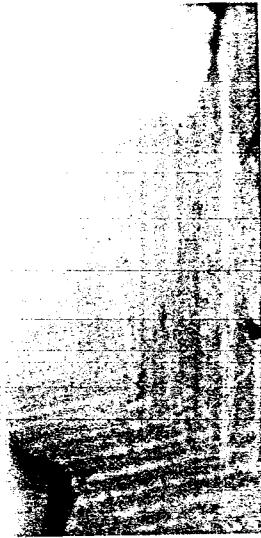


Fig 08 Exemplo de microinfiltração com grau 0 na margem oclusal e grau 1 na margem gengival.



Fig 09 Exemplo de microinfiltração com grau 0 na margem oclusal e grau 2 na margem gengival.

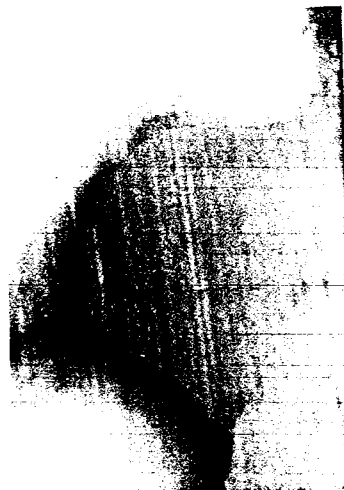


Fig 10 Exemplo de microinfiltração de Grau 0 na margem oclusal e grau 3 na margem gengival.

TABELA 5 - Resultados finais referentes aos graus de microinfiltração encontrados na margem oclusal e gengival pelos três examinadores no Grupo 03 de laser de Er:YAG + condicionamento com laser de Er:YAG com refrigeração + Sist. Adesivo Clearfil SE Bond

| Grupo | Margem | Aval | Espécimes | | | | | | | | | | | | | | |
|-------|----------|------|-----------|---|---|---|---|---|---|---|---|----|----|----|---|---|---|
| | | | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 | 9 | 10 | 11 | 12 | | | |
| 03 | Oclusal | 1 Ex | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| | | 2 Ex | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 1 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| | | 3 Ex | 1 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 1 | 0 | 0 | 0 | 1 | 0 |
| Grupo | Margem | Aval | Espécimes | | | | | | | | | | | | | | |
| 03 | Gengival | 1 Ex | 1 | 1 | 1 | 1 | 0 | 1 | 0 | 0 | 0 | 1 | 2 | 2 | 0 | 0 | 0 |
| | | 2 Ex | 1 | 1 | 1 | 1 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 1 | 2 | 2 | 0 | 0 | 0 |
| | | 3 Ex | 1 | 1 | 1 | 1 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 1 | 2 | 2 | 0 | 0 | 0 |

TABELA 6 - Resultados finais referentes aos graus de microinfiltração encontrados na margem oclusal e gengival pelos três examinadores no Grupo 04 de laser de Er:YAG + condicionamento com laser de Er:YAG sem refrigeração + Sist. Adesivo Clearfil SE Bond

| Grupo | Margem | Aval | Espécimes | | | | | | | | | | | | | | |
|-------|----------|------|-----------|---|---|---|---|---|---|---|---|----|----|----|---|---|---|
| | | | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 | 9 | 10 | 11 | 12 | | | |
| 04 | Oclusal | 1 Ex | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| | | 2 Ex | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| | | 3 Ex | 0 | 1 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 1 |
| Grupo | Margem | Aval | Espécimes | | | | | | | | | | | | | | |
| 04 | Gengival | 1 Ex | 1 | 1 | 0 | 1 | 0 | 1 | 1 | 0 | 2 | 0 | 2 | 2 | 0 | 0 | 0 |
| | | 2 Ex | 1 | 1 | 0 | 1 | 1 | 1 | 1 | 0 | 2 | 1 | 1 | 2 | 0 | 0 | 0 |
| | | 3 Ex | 1 | 1 | 0 | 1 | 1 | 1 | 1 | 0 | 1 | 1 | 1 | 2 | 0 | 0 | 0 |

Primeiramente, foi analisada a freqüência das notas considerando para cada dente o valor mais freqüente entre os três examinadores.

Após isto, verificou-se a média e desvio padrão (variabilidade) entre as notas dos grupos. Para tal, foi utilizado para cada dente a média entre as notas dos três avaliadores.

5.2 Freqüência das notas

O grau de infiltração foi analisado nos dentes através das freqüências das notas apresentadas. Para cada dente foi considerada a nota de infiltração mais comum entre os três examinadores.

5.2.1 Margem Gengival

Analisando a freqüência das notas atribuídas aos dentes, foram realizadas as tabelas **Tabela 7** e **Tabela 8** e a **Figura 11**. Nesta figura, o tamanho das bolhas é proporcional à freqüência das notas. Analisando-o, foi observado que:

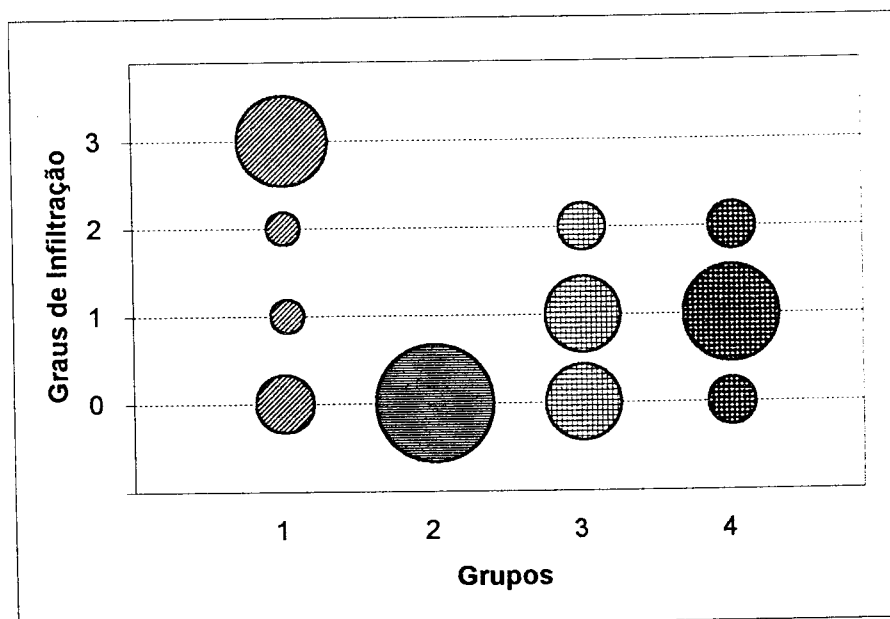
- o grupo 1 foi o que apresentou maior infiltração;
- o grupo 2 foi o melhor deles não apresentando nenhum dente com infiltração
- os grupos 3 e 4 apresentaram-se intermediários aos outros dois e com o grupo 4 um pouco pior.

Tabela 7 – Distribuição das notas para a infiltração na margem gengival

| Grupo | Graus de infiltração | | | | Total de dentes |
|-------|----------------------|----|---|---|-----------------|
| | 0 | 1 | 2 | 3 | |
| 1 | 3 | 1 | 1 | 7 | 12 |
| 2 | 12 | | | | 12 |
| 3 | 5 | 5 | 2 | | 12 |
| 4 | 2 | 8 | 2 | | 12 |
| Total | 22 | 14 | 5 | 7 | 48 |

Tabela 8 – Distribuição percentual das notas para a infiltração na margem gengival

| Grupo | Graus de infiltração | | | | Total |
|-------|----------------------|------|------|------|-------|
| | 0 | 1 | 2 | 3 | |
| 1 | 25,0 | 8,3 | 8,3 | 58,4 | 100,0 |
| 2 | 100,0 | 0,0 | 0,0 | 0,0 | 100,0 |
| 3 | 41,7 | 41,7 | 16,6 | 0,0 | 100,0 |
| 4 | 16,7 | 66,6 | 16,7 | 0,0 | 100,0 |
| Total | 45,8 | 29,2 | 10,4 | 14,6 | 100,0 |

**Figura 11** – Freqüências das notas para a margem gengival (o tamanho das bolhas representam as freqüências)

Para comparar se os percentuais entre os grupos eram ou não iguais, foi indicado o teste *Exato de Fisher* e obtendo o nível descritivo¹ menor que 0,0001, indica que os percentuais de distribuição das infiltrações não são homogêneos entre o grupos.

5.2.2 Margem Oclusal

Para analisar a frequência das notas atribuídas aos dentes foram feitas as tabelas **Tabela 9** e **Tabela 10** e a **Figura 12**.

Observando, verificou-se que nesta margem ocorreu muito pouca infiltração, tendo os grupos 1 e 4 não apresentado nenhuma infiltração em nenhum dente.

Tabela 9 – Distribuição das notas para a infiltração na margem Oclusal

| Grupo | Graus de infiltração | | | | Total de dentes |
|-------|----------------------|---|---|---|-----------------|
| | 0 | 1 | 2 | 3 | |
| 1 | 12 | | | | 12 |
| 2 | 10 | 2 | | | 12 |
| 3 | 11 | 1 | | | 12 |
| 4 | 12 | | | | 12 |
| Total | 45 | 3 | 0 | 0 | 48 |

Tabela 10 – Distribuição percentual das notas para a infiltração na margem Oclusal

| Grupo | infiltração | | | | Total |
|-------|-------------|------|-----|-----|-------|
| | 0 | 1 | 2 | 3 | |
| 1 | 100,0 | 0,0 | 0,0 | 0,0 | 100,0 |
| 2 | 83,3 | 16,7 | 0,0 | 0,0 | 100,0 |
| 3 | 91,7 | 8,3 | 0,0 | 0,0 | 100,0 |
| 4 | 100,0 | 0,0 | 0,0 | 0,0 | 100,0 |
| Total | 93,8 | 6,2 | 0,0 | 0,0 | 100,0 |

¹ O nível descritivo de um teste é a probabilidade de estar cometendo um erro ao rejeitar a hipótese sendo que esta é verdadeira. Na maioria dos testes, a hipótese testada é a hipótese de igualdade. No caso acima, a hipótese é que os percentuais das notas sejam iguais em todos os grupos.

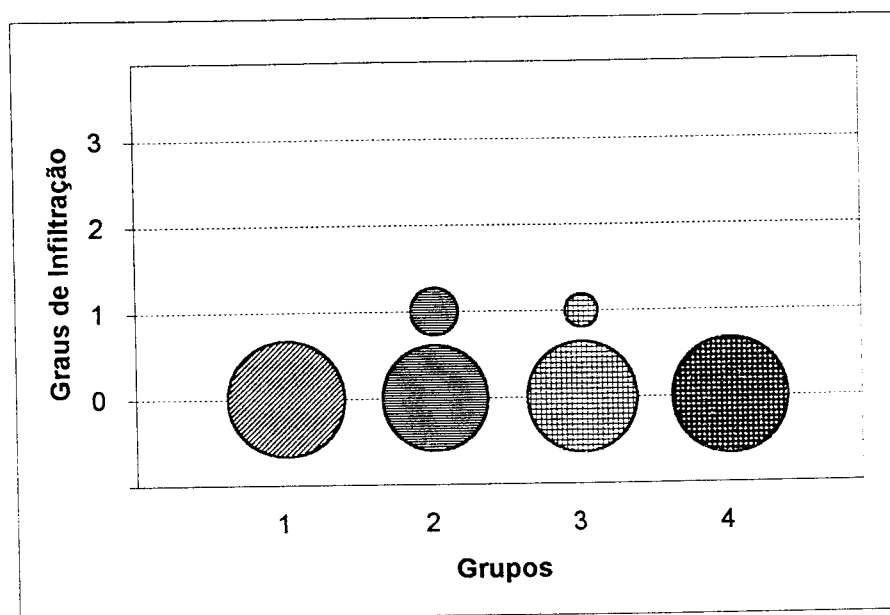


Figura 11 – Frequências das notas para a margem Oclusal
(o tamanho das bolhas representam as frequências)

Para comparar se os percentuais entre os grupos eram ou não iguais, foi indicado o *teste Exato de Fisher*, ou seja, que quando o percentual é inferior a 0,05, a hipótese é rejeitada, então verifica os grupos que não são homogêneos. Mas quando o percentual é acima de 0,05, a hipótese é aceita confirmando que eles são homogêneos entre si, então obtendo o nível descritivo de 0,6004, indica que os grupos são homogêneos entre si.

5.3 Notas médias

Analisando as infiltrações, considerando para cada dente as médias das notas entre os três examinadores.

Analisando os grupos e as faces, foi observado pela **Tabela 11** e pelos gráfico **Figura 13** que:

- a margem Oclusal apresentou médias de infiltração sempre baixas;
- a margem Gingival apresentou para o grupo 1 uma média bem alta e para o grupo 2 uma média bem baixa. Os outros dois grupos foram intermediários, mas com médias maiores que as da margem Oclusal.

Tabela 11 – Médias e Desvio Padrão (entre parênteses) para as notas da infiltração

| Grupo | Margem | |
|-------|-------------|-------------|
| | Gingival | Oclusal |
| 1 | 2,03 (1,35) | 0,06 (0,13) |
| 2 | 0,00 (0,00) | 0,14 (0,33) |
| 3 | 0,78 (0,73) | 0,11 (0,22) |
| 4 | 0,94 (0,58) | 0,06 (0,13) |
| Total | 0,94 (1,08) | 0,09 (0,21) |

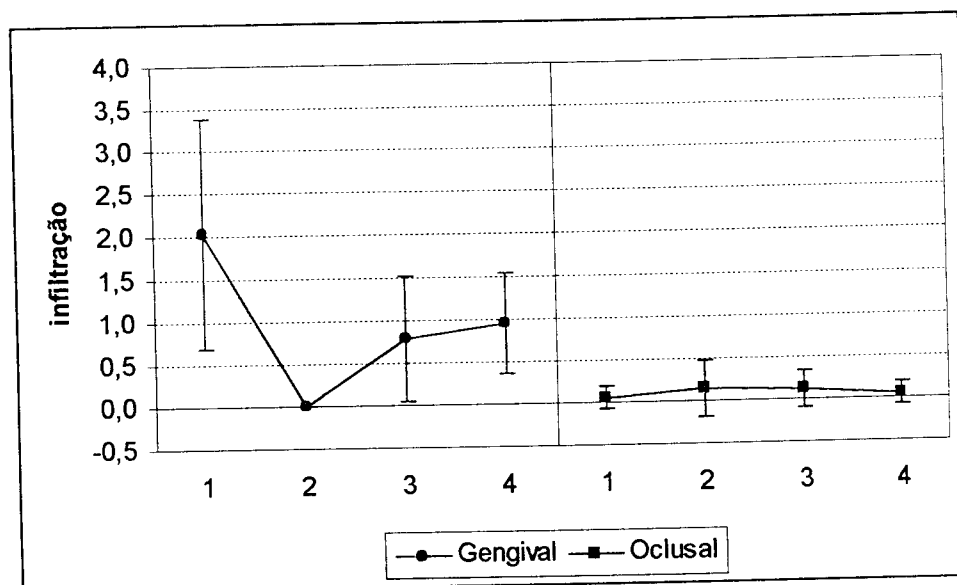


Figura 13 - Médias \pm 1 desvio padrão para as notas da infiltração

Para verificar se estas diferenças observadas na parte descritiva são significativas, foi utilizado a técnica de *Análise de variância para medidas repetidas*, a qual leva em consideração que o mesmo dente foi medido tanto na margem gengival quanto na oclusal.

Esta técnica é aplicada à medida que usualmente seguem uma distribuição normal. Os dados que foram utilizados para a análise são as médias entre os avaliadores para cada dente. Por teoria, temos que a média de qualquer variável tende a ter uma distribuição normal, o que valida a utilização da técnica.

Para a técnica ser utilizada de forma válida, será preciso verificar duas hipóteses: a normalidade e a homogeneidade das variâncias entre os grupos para os resíduos da análise. Verificando estas hipóteses, respectivamente, através do teste de *Anderson-Darling* e do teste não paramétrico de *Sen&Puri*.

Para verificar as hipóteses da técnica, foi testada a homogeneidade das variâncias pelo teste de *Sen&Puri* e obtendo um nível descritivo de 0,9478, de onde conclui-se que as variâncias são homogêneas.

Para testar a normalidade dos resíduos, foi utilizado o teste de *Anderson-Darling* e obtendo um nível descritivo de 0,069, pelo qual não foi rejeitado a hipótese de normalidade e portanto pode-se utilizar a técnica.

Para verificar se as diferenças entre as médias dos grupos vistas na parte descritiva são significantes ou não, foi realizado a Análise de Variância (**Tabela 12**), pela qual concluiu-se através do nível descritivo que existe interação significativa entre as margens e os grupos, ou seja, que as diferenças entre as médias das duas margens são diferentes ao longo dos grupos.

Tabela 12– Tabela da ANOVA para as notas do grau de infiltração

| Fonte de variação | graus de liberdade | Soma de quadrados | Quadrados médios | Estatística F | nível descritivo |
|-------------------|--------------------|-------------------|------------------|---------------|------------------|
| Grupo | 3 | 11,546 | 3,849 | 10,03 | 0,000 |
| Dente(Grupo) | 44 | 16,880 | 0,384 | 1,13 | 0,342 |
| Face | 1 | 17,227 | 17,227 | 50,81 | 0,000 |
| Grupo*Margem | 3 | 13,634 | 4,545 | 13,41 | 0,000 |
| Resíduo | 44 | 14,917 | 0,339 | | |
| Total | 95 | 74,204 | | | |

Para estudar melhor as diferenças em relação aos grupos e faces, foi feita *Comparações Múltiplas para as médias através do método LSD – Least Square Difference (Tabela 13)*

Tabela 13– Comparações múltiplas pelo método LSD (Least Square Difference) para as médias das infiltrações. As diferenças significativas estão hachuradas

| Margem | Grupo | Gengival | | | | Oclusal | | | |
|----------|-------|----------|--------|--------|--------|---------|--------|--------|--------|
| | | 1 | 2 | 3 | 4 | 1 | 2 | 3 | 4 |
| Gengival | 1 | | 0,0000 | 0,0000 | 0,0000 | 0,0000 | 0,0000 | 0,0000 | 0,0000 |
| | 2 | 0,0000 | | 0,0021 | 0,0003 | 0,8163 | 0,5620 | 0,6425 | 0,8163 |
| | 3 | 0,0000 | 0,0021 | | 0,4869 | 0,0040 | 0,0101 | 0,0075 | 0,0040 |
| | 4 | 0,0000 | 0,0003 | 0,4869 | | 0,0005 | 0,0015 | 0,0011 | 0,0005 |
| Oclusal | 1 | 0,0000 | 0,8163 | 0,0040 | 0,0005 | | 0,7276 | 0,8163 | 1,0000 |
| | 2 | 0,0000 | 0,5620 | 0,0101 | 0,0015 | 0,7276 | | 0,9075 | 0,7276 |
| | 3 | 0,0000 | 0,6425 | 0,0075 | 0,0011 | 0,8163 | 0,9075 | | 0,8163 |
| | 4 | 0,0000 | 0,8163 | 0,0040 | 0,0005 | 1,0000 | 0,7276 | 0,8163 | |

Baseado nos resultados estatísticos pode-se afirmar que:

- dentro da margem oclusal, não houve diferenças entre os grupos;
- dentro da margem gengival, os grupos 3 e 4 são iguais entre si e todos os outros grupos são diferentes;
- comparando as duas margens para cada um dos grupos, somente no grupo 2 obteve uma igualdade entre as infiltrações médias. Em todos os outros grupos, as médias entre as margens são diferentes.

6- DISCUSSÃO

A odontologia restauradora tem buscado, como uma das maiores metas, a capacidade de um material restaurador selar as margens de um preparo cavitário, de tal forma que não haja penetração de fluidos bucais e microorganismos.

Essa passagem de bactérias, fluidos, moléculas ou íons entre a parede cavitária e o material restaurador aplicado sobre ela ficou conhecida como microinfiltração marginal ⁽⁰¹⁾.

A microinfiltração marginal tem sido uma constante preocupação entre os pesquisadores, pois está diretamente relacionada à recidiva de cárie, descoloração dentária, sensibilidade pós operatória, alterações pulpares e perda das restaurações ^(01,38).

As resinas compostas são materiais de escolha para restaurações estéticas diretas, entretanto, falhas intrínsecas desses materiais, como a contração de polimerização e expansão térmica, além das características do agente de união empregado, podem influenciar no selamento marginal das cavidades ^(33,36).

Muitos métodos para a avaliação *in vitro* do selamento marginal de restaurações em resina composta têm sido empregados, entre eles, a impregnação de corantes, traçadores químicos ou soluções radioisótopos, penetração de bactérias, mensurações de fendas entre material restaurador e dente e injeção de ar comprimido ^(01,56,59).

Ainda que nenhum método de avaliação da microinfiltração marginal seja ideal, a análise de penetração de corantes na interface dente-restauração parece ser o meio mais simples, de fácil execução e mais comumente encontrado na literatura, embora a metodologia empregada possa variar bastante ^(16,21,25,28,29,33).

Entretanto, previamente a imersão em corante, as restaurações podem ser submetidas a um ambiente instável, com o propósito de simular as alterações sofridas por uma restauração no interior da cavidade bucal, como por exemplo a ciclagem térmica. Embora a variabilidade da temperatura, período de tempo em cada temperatura e número de ciclos sejam bastante discutidos na literatura, o emprego da ciclagem térmica em estudos de avaliação do selamento marginal parece mais efetivo em demonstrar a microinfiltração quando comparado ao método sem variação térmica ^(19,23,37).

Assim, no presente estudo, selecionamos o método de inserção em corante de nitrato de prata para evidenciação da microinfiltração marginal de

restaurações em resina composta, com prévio estress térmico de 700 ciclos com temperatura variando entre 5 e 55⁰C^(23,37). (Fig 05)

Até agora, nenhuma resina composta foi capaz de selar perfeitamente a estrutura dental após um preparo cavitário. Vários fatores podem contribuir para o processo das restaurações de resina composta, entre eles, a configuração do preparo cavitário, a característica do substrato dentário sobre o qual o agente adesivo irá atuar e o sistema adesivo selecionado⁽³⁶⁾.

Com o intuito de minimizar as variáveis atribuídas ao substrato dentário, foram selecionados incisivos bovinos, coletados num mesmo momento, de animais adultos com faixa etária igual. O uso de dentes bovinos tem sido cada vez mais empregado e citado na literatura como substituto de dentes humanos nos testes laboratoriais, pois além de permitirem uma menor variabilidade do tecido dentário, pode-se também controlar o tempo de estocagem, além da dificuldade de obter dentes humanos livres de cáries ou restaurações, e por outro lado, já há evidências de que dentes bovinos se prestam às pesquisas de laboratórios como substitutos de dentes humanos, tanto em teste de microinfiltração como adesão ao substrato dentinário^(34,35,59).

Quanto a configuração do preparo cavitário, sabe-se que para materiais adesivos, a extensão do preparo deve ser a mais conservadora possível, basicamente determinada pelo tamanho, forma e localização da lesão cariada. Sabemos que as margens do preparo sempre que for localizada a nível de

esmalte, ocorre uma diminuição da microinfiltração nessa margem. Entretanto, nem sempre isso acontece em situações clínicas, principalmente em lesões de classe V, onde a margem cervical do preparo localiza-se na junção amelo-cementária ou além desta, envolvendo assim, o tecido dentinário. As margens localizadas em dentina são menos efetivas no controle da microinfiltração marginal do que as de esmalte^(22,29,34,35).

A dentina apresenta uma estrutura morfofisiológica complexa, dinâmica, com composição e permeabilidade variáveis, dependendo da profundidade e extensão do preparo e em comunicação direta com o órgão pulpar, fazendo com que a adesão nessa área seja bastante crítica, alterando assim as forças de adesão ao substrato dentinário quando comparado a estrutura do esmalte⁽³⁸⁾.

Assim, nesta pesquisa, foram realizados preparos de classe V em dentes bovinos com margem oclusal localizada em esmalte e a margem cervical um pouco além da junção amelo-cementária, onde a dentina apresenta-se presente, para que pudéssemos avaliar o comportamento do material adesivo sobre dois tecidos dentários distintos: esmalte e dentina.

Paralelamente a procura por materiais adesivos que possam promover um perfeito selamento marginal, a Odontologia tem buscado alternativas ao instrumento rotatório convencional, equipamento que não só seja capaz de cortar estrutura dentária, mas também proporcionar preparos cavitários mais

conservadores e com um conforto melhor durante o ato operatório. Nesta nova era, teve o início do laser em Odontologia. **(Figs 02 e 03)**

Se por um lado, o laser têm mostrado eficiência na remoção de tecido dentário e um certo conforto ao paciente. Por outro lado, o comportamento dos materiais adesivos, principalmente os autocondicionantes, sobre as superfícies dentárias resultantes do uso deste equipamento, ainda não está bem estabelecido. A superfície pós preparo cavitário com laser tem uma diferença daquela superfície resultante dos instrumentos rotatórios, para os quais um material foi desenvolvido.

A característica da cavidade resultante da atuação do instrumento rotatório sobre a estrutura dentária é a presença de ângulos e paredes nítidas com estrias e sulcos, coberta por uma camada de esfregaço, a *smear layer*. Essa camada de esfregaço que se forma durante a realização do preparo cavitário, reduz a permeabilidade da dentina e diminui a força de união de agentes adesivos. As formulações dos adesivos dentinários do tipo autocondicionante garantem a permanência da *smear layer*, tendo com isso uma ligação um pouco mais fraca em termo de valores de adesão do que os adesivos que usam o ácido fosfórico para remoção total da *smear layer*.

Alguns estudos já foram realizados para descrever as mudanças morfológicas ocorridas nos tecidos dentários após a ação do laser de Er:YAG, onde independentemente do parâmetro utilizado, apresenta-se em forma de

crateras com diâmetro e profundidades variáveis, com uma aparência irregular e áspera do esmalte e o tecido dentinário não apresenta um aspecto de fusão ou carbonização, estando os túbulos dentinários evidentes, sem a presença da *smear layer* ^(09,13,49,50).

Para que pudesse ter uma idéia que os parâmetros de 400 mJ e 250 mJ para esmalte e dentina respectivamente, com pulso de 2 Hz e para condicionamento da dentina 60 mJ, com frequência de 2 Hz, não causaria alterações de carbonização e pulpares pós preparos cavitários realizados, concordamos com os trabalhos descritos na literatura ^(09,51,56,59,60,61,64,66) onde relatam que o esmalte e a dentina são removidos pelo processo contínuo de ablação em forma de microexplosões, promovendo uma boa qualidade das paredes da cavidade e as medidas de temperatura indicaram que durante a irradiação laser de Er:YAG, uma quantidade mínima de aquecimento é transmitida aos tecidos subjacentes.

Em relação ao sistema adesivo, muito se tem evoluído na busca de materiais e técnicas capazes de promover uma verdadeira união entre material restaurador e estrutura dentária. A capacidade de prevenir a microinfiltração marginal é a característica mais importante que deve ser observada na seleção de um sistema adesivo.

Os estudos sobre a efetividade do selamento marginal proporcionado pelos sistemas adesivos auto-condicionantes, entre eles, o Clearfil SE Bond

(Fig 04) utilizado na nossa pesquisa, que é baseado no conceito de um condicionamento sem a remoção total da *smear layer* e adesão úmida, ou seja, sem a utilização do condicionamento com ácido fosfórico no esmalte e a dentina antes da colocação do adesivo.

O objetivo desse experimento foi avaliar a influência do adesivo autocondicionante em preparos cavitários realizados com laser e pelo método convencional da alta rotação, nas margens em esmalte e dentina, e também com relação ao condicionamento que será realizado na dentina com ou sem laser, seguido este de refrigeração ou não.

Com base nos resultados obtidos, podemos observar que de maneira geral, o selamento das restaurações na margem oclusal das cavidades onde estava em esmalte foi superior ao da margem cervical onde estava localizada em dentina, com diferença estatisticamente significativa, conforme Fig. 13, que apresenta médias ± 1 de desvio padrão para as notas da infiltração, sendo estes achados de igual teor na literatura ⁽²⁰⁾, que também obteve resultados semelhantes quanto ao selamento marginal de restaurações, onde a nível de esmalte, a infiltração foi bem menor do que quando a margem gengival se apresentava em dentina.

O esmalte, por ser um tecido mais estável do que a dentina, parece proporcionar um potencial de adesão superior independentemente da técnica do preparo e condicionamento realizado, ^(32,34).

Entretanto, quando comparamos as margens de esmalte e dentina dentro do próprio grupo, podemos observar que o grupo 02 foi o único no qual não houve diferença estatisticamente significativa, sendo os grupos 03 e 04 iguais entre si e o grupo 01 com uma diferença estatisticamente significativa.

Quando consideramos a diferença entre grupos, observamos que o grupo 02 onde só foi aplicado o laser para a realização do preparo cavitário e não foi utilizado o condicionamento com o próprio laser e somente com o adesivo Clerafil SE Bond, notamos que em relação aos outros grupos teve uma diferença estatisticamente significativa, principalmente quando comparamos ao grupo 01. Já nos grupos 03 e 04, podemos observar que o fator do laser ter sido usado na hora do condicionamento da dentina com a presença ou não da refrigeração, não alterou estatisticamente a diferença da microinfiltração entre eles, mas já foi significativa quando comparados ao grupo 01 e 02.

Essa diferença estatisticamente significativa entre os grupos 01 e 02, sendo que este (grupo 02) teve uma certa tendência de menores graus de microinfiltração marginal, devido estarem mais relacionados as características das cavidades pós preparo cavitário, pois embora ambos equipamentos produzam preparos irregulares, o emprego do laser proporcionou uma superfície mais receptiva à retenção micromecânica do sistema adesivo autocondicionante, com túbulos dentinários mais abertos e expostos, estando de acordo com os achados na literatura ^(09,13), onde relatam que as cavidades preparadas com laser tem um

grande fator de melhor adesão aos sistemas adesivos, devido a superfície dentinária se apresentar irregular e principalmente sem a presença da *smear layer*, com túbulos dentinários abertos, permitindo melhor a penetração do adesivo e conseqüentemente, diminuindo a microinfiltração.

Já em relação aos preparos convencionais com alta rotação, podemos notar a presença da *smear layer* após o preparo cavitário, onde os túbulos dentinários ficam obliterados e com isso, obtendo uma menor adesão, conseqüentemente levando a possibilidade de ter um grau de microinfiltração maior, então como o adesivo usado foi o autocondicionante onde este não tem a capacidade de remover a *smear layer* e sim apenas modificá-la, podemos notar que a sua adesão é bem menor quando comparado aos grupos realizados com laser onde os túbulos apresentam estar desobliterados.

Já os grupos 03 e 04, o condicionamento da dentina independente de ter o fator de irrigação ou não, apresentou uma infiltração maior quando comparado com o grupo 02 e menor quando comparado ao grupo 01, isto levamos a concordar que quando utilizamos fluência e frequências baixas, com pequenas quantidades de pulsos no condicionamento com laser de Er:YAG, pode ter ocorrido a obliteração de alguns túbulos dentinários, chegando dessa forma a concordar com a literatura ⁽⁶¹⁾, onde concluiu que quando for utilizado o laser com uma energia de preparo, não há necessidade de utilizar uma energia de condicionamento (focalizada ou desfocalizada), pois este procedimento faz com

que a força adesiva diminua quando utilizado o sistema auto condicionante em superfície dentinária.

O que tem mais chamado a atenção é a presença ou não da *smear layer* na superfície dos diferentes tipos de preparo e condicionamento da dentina, possibilitando ao agente condicionador (autocondicionante) desempenhar seu papel eficazmente. Isso pode explicar o bom selamento nos preparos realizados no grupo 02 quando comparados aos demais grupos, tendo uma menor taxa de microinfiltração marginal.

Para finalizar, mais pesquisas fazem necessárias com a utilização desta tecnologia que é o laser, com o intuito de chegar a um equilíbrio entre restaurações biologicamente compatíveis, com perfeito selamento marginal e máxima longevidade com conforto durante os procedimentos operatórios para os nossos pacientes, além da busca de substituir os consagrados instrumentos rotatórios.

7- CONCLUSÕES

De acordo com os achados do experimento conclui-se que:

1- A microinfiltração na margem do esmalte foi menor quando comparada com a microinfiltração na margem da dentina.

2- Quando a microinfiltração da margem oclusal foi comparada entre os grupos, encontrou-se que não houve diferenças entre eles.

3- Na margem gengival, o grupo 02 onde foi realizado o preparo com laser (Esmalte- 400mJ,2Hz,128,4J/cm² e Dentina 250mJ,2Hz,80,2J/cm²) seguido do condicionamento com adesivo autocondicionante (Clearfil SE Bond) foi o que melhor se apresentou sem microinfiltração. O grupo 01, o qual o preparo cavitário foi realizado com alta rotação e o condicionamento com o adesivo Clearfil SE Bond, apresentou os maiores índices de microinfiltração em relação aos outros grupos.

4- O adesivo autocondicionante (Clearfil SE Bond), quando utilizado em cavidades preparadas com laser Er:YAG e nas condições do experimento teve um índice de microinfiltração menor quando comparado aos demais grupos estudados.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- 01- KIDD, E.A.M. Microleakage: a review. **Journal Of Dentistry.**, v.4,n.5, p-199-206, 1976.
- 02- MARSHALL JUNIOR, G.W., The dentin substrate: structure and properties related to bonding. **J.Dent.**, v.25, n.6, p-441-58, 1997.
- 03- 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.849-53, 1955.
- 04- PASHLEY, D.H. Clinical considerations of microleakage. **J Endod.**, v.6, n.2, p.70-7, 1989.
- 05- SANO, H. et al. Long-term durability of dentin bonds made with a self-etching primer, in vivo. **J Dent Res**, v.78, n.4, p.906-11, 1999.
- 06- STERN, R.H; SOGNAES, R.F. Laser beam effect on dental hard tissues. **J Dent Res**, v.43, n.5, p.873, 1964 (Abstract 307).
- 07- MORIOKA, T.; TAGOMORI, S.; OHO, T. Acid resistance of lased human enamel with Erbium: YAG laser. **J Clin Laser Med Surg**, p.215-7, June 1991.
- 08- KELLER, U. et al. Erbium:YAG laser application in caries therapy: evaluation of patient perception and acceptance. **J Dent**, v.26, n.8, p.649-56, 1998.
- 09- 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**, v.9, n.4, p.338-44, 1989.
- 10- WIGDOR, H. et al. The effect of lasers on dental hard tissues. **J Am Dental Assoc**, v.124, p.65-70, 1993.
- 11- KAYANO, T. et al. Effect of Er:YAG laser irradiation on human extracted teeth. **J Clin Laser Med Surg**, v.4, p.147-50, 1991.
- 12- WIGDOR, H.; ASHRAFI, S.; ABT, E. SEM evaluation of CO₂, Nd:YAG and Er:YAG laser irradiation of dentin in vitro. In: INTERNATIONAL CONGRESS ON LASERS IN DENTISTRY, 3, 1992, Salt Lake City. **Proceedings...** Salt Lake City: ISLD, 1992.p.131-2.
- 13- KUMAZAKI, M. Removal of hard dental tissue (cavity preparations) with the Er:YAG laser. In: INTERNATIONAL CONGRESS ON LASERS IN DENTISTRY, 6, 1994, Singapore. **Proceedings...** Bologna: Monduzi, 1994, p.12-16.
- 14- DOSTÁLOVA, T. et al. Dentin and pulp response to Erbium:YAG laser ablation: a preliminary evaluation of human teeth. **J Clin Laser Med Surg**, v.16, n.5, p.273-82, 1998.
- 15- BUONOCORE M.G.; MATSUI A.; GWINNETT A.J. Penetration of resin dental materials into enamel surfaces with reference to bonding. **Arch Oral Biol.**, v.13,p61-70.,1968.
- 16- WU W., COBB E.N. A silver staining technique for investigating wear of restorative dental composite. **J Biom. Mat. Res.**, v.15, n.2, p.343-349, 1981.

- 17- NAKABAYASHI N.; KOJIMA K.; MASUHARA E. The promotion of adhesion by the infiltration of monomers into tooth substrates. **J. Biom. Mat. Res.**, v.16, n.2, p.265-273, 1982.
- 18- WU. W.; DERMAN K. Detecting margin leakage of dental composite restorations. **J. Biom. Mat. Res.**, v.17, n.1, p.37-43, 1983.
- 19- CRIM G.A.; SWARTZ M.L.; PHILLIPS R.W. Comparasion of four thermocycling techniques. **J Protsth. Dent.**, v.53, n.1., p.50-53., 1985.
- 20- WELSH L. EDWARD., HEMBREE Jr. J. H. Microleakage at the gengival wall with four Class V anterior restorative materials. **J. Prosth. Dent.** V.54, n.3, p.370-372, 1985.
- 21- EAKLE W. S. Effect of thermal cycling on fracture strenght and microleakage in teeth restored with a bonded composite resin. **Dental Materials.** V.2, n.2, p.114-117, 1986.
- 22- RETIEF H. D. Are adhesive techniques sufficient to prevent microleakage?. **Operative Dentistry.** V.12, n.13, p.140-145, 1987.
- 23- CRIM A. G.; GARCIA G. F. Microleakage: The effect of storage and cycling duration. **J.Protsth. Dent.**, V. 57, n.5, p.574-576, 1987.
- 24- SRISAWASDI S.,REINHARDT J.W.. The effect of removal of the smear layer on microleakage of class V restorations in vitro. **Dental Materials.** V.4, n.4, p.384-389, 1988.
- 25- DOUGLAS W. H.; FIELDS R. P.; FUNDINGSLAND J. A comparasion between the microleakage of direct and indirect composite restorative systems. **J. Dent.** V.17, n.2, p. 184-188, 1989.
- 26- TAO L.; PASHELY D. H. The relationship between dentin bond strenghts and dentin permeability. **Dental Materials.** v.5, n.2, p.133-139, 1989.
- 27- FITCHIE J. G.; REEVES G.; SCARBROUGH R.A.; HEMBREE H.J. Microleakage of two new dentinal bonding systems. Quintessence International. V.21, n.9, p.749-752, 1990.
- 28- CHAN M.F. W-Y, JONES J.C.G. A comparision of four in vitro marginal leakage tests applied to root surface restorations. **J. Dent.** V.20, n.2, p.287-293, 1992.
- 29- BARNES D. M.; THOMPSON V.P.; BLANK L.W.; McDONALD N.J. Microleakage of cls V composite resin restorations: a comparision between in vivo and in vitro. **Operative Dentistry.** V.18, n.5, p.237-245, 1993.
- 30- HEYMANN H.O.; BAYNE S. C. Current concepts in dent bonding: focusing on dentinal adhesion factors. v.124, p.27-36, 1993.
- 31- LINDEN J.J., SWIFT . J. Jr. Microleakage of two new dentin adhesives. **Am. J. Of Dent.** V.7, n.1, p.31-34, 1994.
- 32- BARNES D. M.;McDONALD N.J.; THOMPSON V. P.; BLANK L. W.; SHIRES P.J. Microleakage in facial and lingual class 5 composite restorations: a comparison. **Operative dentistry.** V.19, n.4,p.133-137, 1994.
- 33- MANGUM I. F. Jr. Microleakage of incremental versus compression matrix bulk filling of cervical resin composite restorations. **General Dentistry.** V.42, n.4, p. 304-308, 1994.
- 34- REEVES G.W. et al. Microleakage of new dentin bonding systems using human and bovine teeth. **Operative Dentistry.** V.20, n.4, p.230-235, 1995.

- 35- FITCHIE J. G. et al. Microleakage of a new dental adhesives comparing microfilled and hybrid resin composites. **Dental Research**. V.26, n.7, p.505-510, 1995.
- 36- CARVALHO R. M. et al. A review of polymerization contraction: The influence of stress development versus stress relief. **Operative Dentistry**. V.21, n.01, p.17-24, 1996.
- 37- MATOS, A.B. **Contribuição ao estudo da microinfiltração in vitro de lesões cervicais não cárias restauradas com diferentes materiais adesivos e técnicas**. 1996. Tese (Doutorado)- Faculdade de odontologia da universidade de São Paulo, São Paulo.
- 38- PASHELY D. H.; CARVALHO R. M. Dentin permeability and dentin adhesion. **J. of Dent**. V.25, n.5, p.355-377, 1997.
- 39- PERDIGÃO J.; LOPES M. Dentin bonding- state of the art 1999. **Comp. of Cont. Ed. Dent**. v.20, n.12, p.1151-1162, 1999.
- 40- CARDOSO P. E. C. et al. Microinfiltração de sistemas adesivos simplificados submetidos às ciclagens térmica e mecânica. **Pesqui. Odontol. Bras**. v.14, p.23, 2000. (Anais I093)
- 41- GREENWOOD B.D. et al. Microleakage evaluation of a new combined Etchant/Primer/Adhesive. **J Dent Res**. v.80, p.105, 2001. (Abstracts IADR)
- 42- LOPES G.C. et al. Microinfiltração de restaurações de resina composta usando adesivos autocondicionantes. **Pesquis Odontol Bras**. v.15, p.37, 2001. (Anais da SBPqO- I127)
- 43- VARGAS M. A. et al. TEM evaluation of self-etching adhesives resin-dentin interfaces. **J. Dent. Res**. v.79, p.268, 2000. (Resumo da IADR 999)
- 44- EINSTEIN, A. Zur quantum theorie der strhlung. **Phios Z**, v.18, p.121, 1917.
- 45- GOLDMAN, L.; HORBNY, P.; MEYER, R.; GOLDMAN, B. Impact of the laser on dental caries. **Nature**, London, v.203, n.4943, p.417, 1964.
- 46- STERN, R.H.; SOGGNAES, R.F. Laser beam effect on dental hard tissues. **J Dent Res**, v.61, n.5, p.873, 1964.(Resumo n.307)
- 47- 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**, v.9, n.4, p.338-44, 1989.
- 48- ZACH, L.; COHEN, G. Pulp response to externally applied heat. **Oral Surg Oral Med Oral Pathol**, v.19, n.4, p.515-530, 1965.
- 49- WIGDOR H.; ASHRAFI S.; ABT E. SEM evaluation of human teeth nin-vitro after irradiation by CO₂, nd: YAG and Er:YAG lasers. In: INTERNATIONAL CONGRESS ON LASERS IN DENTISTRY, 3, p.6-8, 1992. Salt Lake City. **Proceedings...** Salt Lake City: ISLD., 1992.
- 50- 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, p.133-134, 1992. Salt Lake City. **Proceedings...** Salt Lake City: ISLD., 1992.
- 51- KELLER, U.; HIBST R. Erbium:YAG laser in caries therapy: Indications and first clinical results. In: INTERNATIONAL CONGRESS ON LASERS IN DENTISTRY, 3, p.151-152, 1992. Salt Lake City. **Proceedings...** Salt Lake City: ISLD., 1992.

- 64- NAVARRO, R.S. **Resistência à tração de resina composta sobre esmalte e dentina condicionados com laser de Er:YAG e um sistema adesivo auto-condicionante. Análise das superfícies pela microscopia eletrônica de varredura.** 2001. Tese (Mestrado). Faculdade de odontologia da universidade de São Paulo, São Paulo.
- 65- SILVA, V.C.H.; PECORA, J.D.; PALMA DIBB, R.G.; CORREIA, M.N. Sistema adesivo autocondicionante: microinfiltração em preparos com laser Er:YAG. **Pesqui Odontol Bras**, v.15,p. 165, Anais... 2001. (Anais B277)
- 66- ALMEIDA, M.C.; PETER, J.E.; NORI, S.I.; MYAKI; TANJI, E.Y. The effect of laser and surface treatment on dentin and resin/dentin interface. **J Dent Res.**, v.81, p.A-248, 2002. (Abstract 1906)
- 67- OLIVEIRA, D.C.. **Análise da resistência de união entre diferentes sistemas adesivos e dentina preparada com alta rotação e laser de Er:YAG.** 2002. Tese (Doutorado)- Faculdade de odontologia da universidade de São Paulo, São Paulo.
- 68- TANJI, E. Y. **Estudo in vitro da variação de temperatura em dentina irradiada com o laser de Er:YAG - análise termográfica.** 2002. Tese (Doutorado em Dentística) - Faculdade de Odontologia, Universidade de São Paulo, São Paulo.



M22718



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.