



BR0545473

INIS-BR--4053

AUTARQUIA ASSOCIADA À UNIVERSIDADE
DE SÃO PAULO

**RESISTÊNCIA DE UNIÃO AO CISALHAMENTO DE DOIS
SISTEMAS ADESIVOS EM SUPERFÍCIES DENTINÁRIAS
PREPARADAS COM LASER DE ER:YAG**

EDUARDO DALL'MAGRO

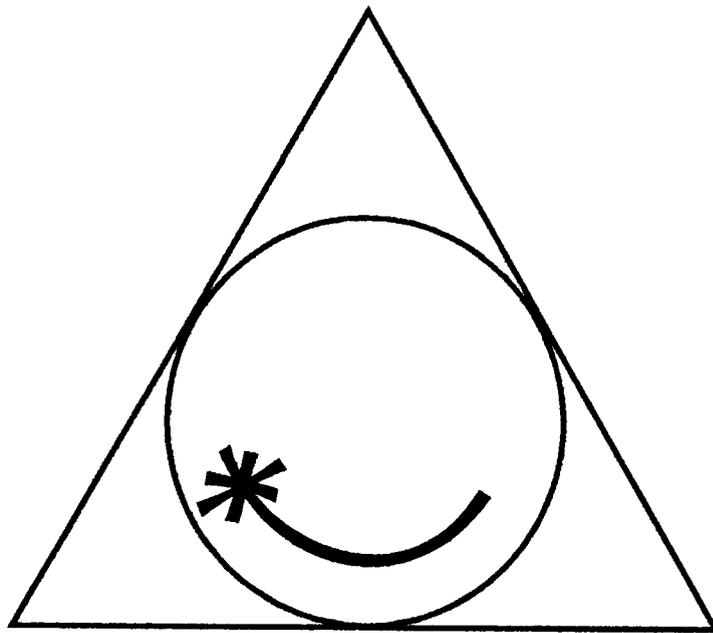
Dissertação apresentada como parte
dos requisitos para obtenção do Grau
de Mestre Profissional na área de Lasers
em Odontologia.

Orientador:
Prof. Dr. Edmir Matson

Co-Orientador:
Prof. Dr. Armando Mirage

**São Paulo
2001**





**MESTRADO PROFISSIONALIZANTE DE LASER EM
ODONTOLOGIA**

UNIVERSIDADE DE SÃO PAULO
IPEN
FACULDADE DE ODONTOLOGIA

RESISTÊNCIA DE UNIÃO AO CISALHAMENTO DE
DOIS SISTEMAS ADESIVOS EM SUPERFÍCIES DENTINÁRIAS
PREPARADAS COM LASER DE ER:YAG

Autor: Eduardo Dall'Magro



Dissertação apresentada como parte
dos requisitos para obtenção do grau de
mestre em Lasers em Odontologia

Orientador: Prof. Dr. Edmir Matson

Co-orientador: Prof. Dr. Armando Mirage

São Paulo, 2001

UNIVERSIDADE DE SÃO PAULO
IPEN
FACULDADE DE ODONTOLOGIA

RESISTÊNCIA DE UNIÃO AO CISALHAMENTO DE
DOIS SISTEMAS ADESIVOS EM SUPERFÍCIES DENTINÁRIAS
PREPARADAS COM LASER DE ER:YAG

Autor: Eduardo Dall'Magro

Dissertação apresentada como parte
dos requisitos para obtenção do grau de
mestre em Lasers em Odontologia

Orientador: Prof. Dr. Edmir Matson

Co-orientador: Prof. Dr. Armando Mirage

São Paulo, 2001

DEDICATÓRIA

Aos meus pais, Enyr e Gecy, que com apoio, carinho e dedicação continuam me ensinando o caminho do bem, do amor e da honestidade.

Ao meu irmão Adriano, amigo de todos os momentos, que novamente me incentivou com demonstração de confiança.

À Alessandra, pelo entusiasmo, compreensão e amor, meu reconhecimento e gratidão pelo que significas para mim.

AGRADECIMENTOS

Ao Professor Doutor Nilson Dias Vieira, coordenador do Curso de Mestrado Profissionalizante em Lasers em Odontologia do IPEN, pelo apoio e incentivo à pesquisa.

Aos Professores Doutores Edmir Matson, Orientador da FOUSP, e Armando Mirage, Co-Orientador, do IPEN, pelos conhecimentos científicos, pela orientação precisa e pela inestimável colaboração no desenvolvimento deste trabalho.

Ao Professor Doutor Carlos de Paula Eduardo, da FOUSP, pelo incentivo, entusiasmo e dedicação ao curso e aos alunos.

Ao Professor Doutor Rui Getúlio Soares, da FOUPF, pela oportunidade a mim conferida para realização do curso e por permitir a utilização do Laboratório de Pesquisa da FOUPF.

Aos Professores Doutores, do IPEN, pelas facilidades proporcionadas durante a utilização dos Laboratórios e pela formação científica.

Aos Professores Doutores, da FOUSP, pelo progresso intelectual, científico e formação profissional especializada que recebemos.

A Fabiane Dalmolin do ICEG-UPF, pela contribuição eficiente na digitação do trabalho.

Aos funcionários da FOUSP, pelo auxílio laboratorial e presteza com que me auxiliaram.

Ao Secretário Fernando, do IPEN, e as secretárias Sandra, do IPEN, e Maria Aparecida, da FOUSP, pela disponibilidade que sempre me atenderam.

Aos colegas do curso de mestrado em Lasers em Odontologia, pela amizade e auxílio prestados no transcorrer do curso.

A todos que direta ou indiretamente colaboraram na realização deste trabalho.

**RESISTÊNCIA DE UNIÃO AO CISALHAMENTO DE
DOIS SISTEMAS ADESIVOS EM SUPERFÍCIES DENTINÁRIAS
PREPARADAS COM LASER DE Er:YAG
Eduardo Dall'Magro**

RESUMO

O propósito deste trabalho foi verificar a resistência a união por ensaio de cisalhamento de dois sistemas adesivos, um "one step" (Single Bond – 3M) e um "self etching" (Prompt-L-Pop-Espe), quando aplicados em superfícies dentinárias preparadas com laser de Er:YAG (2,94 μm), que sofreram e não, condicionamento ácido. Foram utilizados 41 molares humanos recém-extraídos, que após o corte com disco de diamante, foram incluídos em resina acrílica, resultando em 81 amostras (hemi-coroas). A seguir, as amostras foram divididas em um grupo tratado com lixa 600, e outros dois grupos tratados com laser de Er:YAG com energias de 200 mJ por pulso e 250 mJ por pulso e 2 Hz de frequência. Em seguida as superfícies preparadas receberam três tratamentos com a seguinte aplicação: 1º) ácido + Single Bond + resina Z 250, 2º) Prompt-L-Pop + resina Z 250 e 3º) sem ácido, Single Bond + resina Z 250. A resina Z 250 foi aplicada e fotopolimerizada em incrementos numa matriz de teflon que pertencia a um aparelho denominado "Assembly Apparatus" originando cilindros de 3,5 mm de diâmetro por 5 mm de altura. Na seqüência as amostras foram submetidas a ciclagem térmica com 55°C durante 1 minuto e 5°C também durante 1 minuto, num total de 500 ciclos por amostra, e as medidas de resistência de união ao cisalhamento foram obtidas utilizando-se uma máquina de ensaio EMIC modelo DL 2000, com velocidade de 0,5 mm/min até ocorrer o rompimento final que era expresso em MPa. Os resultados indicaram superioridade estatística com 5% de probabilidade dos preparos em dentina com lixa e com laser usando energia de 200 mJ por pulso, em relação ao preparo com laser usando energia de 250 mJ por pulso. Observou-se que, utilizando o sistema adesivo Single Bond, os valores da resistência de união ao cisalhamento foram estatisticamente superiores com 5% de probabilidade, em relação ao sistema adesivo Prompt-L-Pop. Assim, concluiu-se que o Laser de Er:YAG com energia de 200 mJ por pulso produziu preparos cavitários em dentina semelhantes ao uso da lixa e que o Single Bond demonstrou ser o melhor agente de união entre material restaurador e dentina.

**SHEAR BOND STRENGTH OF TWO
BONDING SYSTEMS ON DENTIN SURFACES
PREPARED WITH Er:YAG LASER**
Eduardo Dall'Magro

Abstract

The purpose of this study was to examine the shear bond strength of two bonding dentin systems, one "one step" (Single Bond – 3M) and one "self-etching" (Prompt-L-ESPE), when applied on dentin surfaces prepared with Er:YAG laser (2,94 μm) that underwent or not, acid etched. Forty one human molars just extracted were selected and after the cut with diamond disc and included in acrylic resin, resulting in 81 specimens (hemi crowns). After, the specimens were divided in one group treated with sand paper and another two group treated with Er:YAG laser with 200 mJ and 250 mJ of energy and 2Hz of frequency. Next, the prepared surfaces received three treatments with following application: 1^o) acid + Single Bond + Z 250 resin, 2^o) Prompt-L-Pop + Z 250 resin, and 3^o) acid without, Single Bond + Z 250 resin. The Z 250 resin was applied and photopolymerized in increments on a Teflon matrix that belonged to an apparatus called "Assembly Apparatus" machine producing cylinders of 3,5mm of diameter and 5 mm of height. After these specimens were submitted to thermo cycling during 1 minute the 55°C and during 1 minute with 5°C with a total of 500 cycles for specimen, and the measures of shear bond strength were obtained using EMIC model DL 2000 rehearsed machine, with speed of 0,5 mm/min, measuring the final rupture tension (Mpa). The results showed an statistic superiority of 5% of probability level in dentin flattened with sandpaper and with laser using 200 mJ of energy with aspect to the ones flattened with laser using 250 mJ of energy. It was observed that using "Single Bond" bonding dentin system the marks were statistically superior at 5% of probability with reference to the use of the Prompt-L-Pop adhesive system. So, it was concluded that Er:YAG Laser with 200 mJ of energy produced similar dentin cavity prepare than sandpaper and Single Bond seemed the best bonding agent system between restorative material and dentin.

SUMÁRIO

	Página
1. INTRODUÇÃO	1
2. REVISÃO DA LITERATURA.....	4
3. MATERIAS E MÉTODOS.....	17
4. RESULTADOS	23
5. DISCUSSÃO	26
6. CONCLUSÕES	30
7. APÊNDICE	31
8. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS	33

1 INTRODUÇÃO

A remoção do tecido dental cariado exige o emprego de aparelhos e instrumentos que permitam a realização desta etapa com segurança biológica, conforto ao paciente e profissional e que possibilite estabelecer os princípios de preparos cavitários específicos, para cada material restaurador, a serem utilizados nas diferentes situações clínicas.

Os estudos para desenvolvimento do laser tiveram estímulo quando os físicos Gordon, Zeiger e Townes (1955) sugeriram a emissão estimulada para amplificar microondas (Maser), o que introduziu a construção do primeiro laser por Maimann em 1960, utilizando um cristal cilíndrico de rubi sintético que provocou a formação de um feixe de luz vermelha. Dentro de poucos anos inúmeros trabalhos foram realizados descrevendo os efeitos dos lasers em tecidos duros, porém, observava-se como efeitos colaterais à formação de rachaduras e aumento da temperatura acima dos níveis biologicamente seguros.

Na mesma época, ocorreu uma evolução significativa das técnicas e materiais restauradores adesivos a partir dos trabalhos de Buonocore (1955) e Bowen (1963) que desenvolveram respectivamente a técnica de condicionamento ácido de esmalte e os compósitos. Com isso foi possível eliminar a necessidade de confeccionar retenções adicionais e conseqüentemente a remoção de estrutura dentária hígida, bem como proporcionou um íntimo contato entre dente e restauração diminuindo a microinfiltração e aumentando a longevidade clínica do procedimento restaurador. Todavia, a união à dentina é mais difícil de ser alcançada principalmente por este tecido conter um maior volume de proteínas de baixa energia superficial de ligação bem como a presença constante de umidade. Avanços para favorecer a união à dentina já ocorreram com a aplicação do condicionamento ácido não só em esmalte, mas também em dentina e a conseqüente formação da camada híbrida pela penetração do adesivo na dentina peri e intertubular bem como no interior dos túbulos dentinários. No entanto, pela sensibilidade da técnica adesiva em virtude do número de etapas clínicas, a mais recente inovação na tecnologia adesiva tem caminhado em direção à

simplificação das etapas de aplicação do sistema adesivo. Assim sendo, a indústria de materiais dentários tem buscado a uniformidade de resultados clínicos entre os profissionais com o uso de produtos de frasco único em virtude da grande variabilidade de sucessos e insucessos clínicos oriundos principalmente do uso inadequado da técnica adesiva. Isto se reflete no lançamento de produtos que combinam o primer e adesivo em um único frasco ou sistemas adesivos autocondicionantes que contém primer, adesivo e ácido.

Uma recente modalidade de tratamento dentinário vem sendo pesquisada a partir da liberação do uso da irradiação com laser de Er: YAG em tecidos duros, pela FDA. Daí então o laser de Er:YAG vem sendo a razão de uma série de pesquisas que se propõem a analisar sua utilização para preparos cavitários, remoção de tecido cariado e condicionamento de esmalte e dentina.

Por apresentar vantagens em relação aos outros tipos de irradiação laser, entre elas, a redução na necessidade de anestesia, menor geração de calor durante seu uso e principalmente a seletividade de ação, espera-se que o laser de Er:YAG traga uma alternativa de tratamento dentro da Dentística Operatória e Restauradora.

A diversidade de parâmetros utilizados em trabalhos que analisam a ação do laser de Er:YAG, deixa claro que algumas definições como energia a ser utilizada para cada procedimento, frequência necessária e padronização no modo de aplicação, são fatores que devem ser alvo de estudos, para que se consiga o melhor que esta irradiação possa oferecer.

Sabe-se que a resistência a união de adesivos fotopolimerizáveis à dentina irradiada com diferentes energias pode ser medida com testes de cisalhamento, e que a dentina irradiada exibe resistência a união comparável à dentina cortada, com e sem condicionamento ácido (Visuri *et al.*).

Diante do fato de que o laser de Er:YAG poderia promover um aumento na resistência ao ácido na dentina remanescente, fora dos protocolos de ablação, inclusive prevenindo recidivas de cáries, e que, as energias empregadas promoveriam um melhor padrão de microrretenção mecânica para os materiais restauradores, julgamos pertinente avaliar a resistência a união por ensaio de cisalhamento de dois sistemas adesivos, um "one step" (Single Bond – 3M) e um "self etching" (Prompt-L-Pop-Espe), quando aplicados em superfícies dentinárias

preparadas com laser de Er:YAG (2,94 micrômetros) com energia de 200 mJ e 250 mJ e 2 Hz de frequência, que sofreram ou não, condicionamento ácido.

2 REVISÃO DA LITERATURA

Em 1992, Li *et al.*, determinaram médias de ablação com várias fluências e taxas de repetição utilizando laser de Er:YAG de comprimento de onda 2,94 μm em esmalte e dentina de molares humanos. Foi utilizado spray de água para minimizar os danos térmicos durante a ablação e as crateras formadas foram analisadas em microscópio e medidas com Micrômetro. Observaram os autores, que a profundidade de ablação por pulso para a dentina com frequência de 2 Hz, foi de 36 a 78 μm por pulso usando fluências variáveis de 70 a 140 J/cm^2 , e quando a frequência foi de 5 Hz foi de 67 a 80 μm por pulso usando fluências que variaram de 50 a 150 J/cm^2 . Em dentina, foram observados efeitos térmicos mínimos, em 5 a 10 μm de profundidade, com fluências menores de 74 J/cm^2 , e com fluências acima de 74 J/cm^2 foi observado o mínimo de aquecimento em profundidades de 25 a 35 μm . Por fim concluíram que a ablação em dentina é melhor do que em esmalte tanto com frequência de 2 Hz ou 5 Hz, devido a maior porcentagem de água em peso da dentina (20%) em relação ao esmalte (1%).

Quando Wigdor *et al.* em 1992 avaliaram em microscopia eletrônica de varredura a irradiação com lasers de CO_2 , Nd:YAG e Er:YAG (2,94 μm) em dentes humanos extraídos, comparando com instrumento rotatório, descobriram que o laser de Er:YAG com potência de 1,5 W com 500 mJ de energia e 3 Hz de frequência causou o menor efeito sobre o tecido, apresentando boa definição dos túbulos dentinários, ficando aparente o fato do laser de Er:YAG possuir maior absorção pela água e hidroxiapatita, causando menores danos térmicos em relação aos demais lasers. Os autores também relataram um som semelhante a estouro de pipoca quando ocorrem as microexplosões no dente.

Segundo Frentzen e Koort, em 1992, quando irradiaram tecido dentário com laser de Er:YAG (2,94 μm) utilizando energias entre 150 e 300 mJ, observaram fraturas com zonas extensas de debris em esmalte e poucas cavidades circundadas por uma zona de necrose (1 a 3 μm) em dentina. Cavidades mais profundas apresentaram áreas de carbonização e microtrincas. Perceberam ainda

que os microfragmentos resultantes foram removidos pela alta pressão causada pela explosão, resultando numa vaporização dos tecidos.

Gross *et al.* também em 1992, analisaram a morfologia superficial de 150 dentes extraídos, preparados com instrumento rotatório e irradiados com laser de Er:YAG (2,94 μm) e concluíram que com energia de 300 mJ sem refrigeração, em dentina, formou-se uma zona mais densa de debris, e quando o spray foi empregado com a mesma energia (300 mJ) houve a formação de uma cavidade mais limpa com túbulos dentinários sem alterações morfológicas, e com o condicionamento, a camada de debris foi removida e os túbulos foram parcialmente reabertos. Concluíram também, que em dentina o preparo com laser de Er:YAG e o convencional mostraram resultados comparáveis a respeito da estrutura superficial da dentina.

Ainda em 1992, Vickers *et al.* estudaram a ablação dos tecidos duros do dente feita com laser de Er:YAG (2,94 μm) armazenados em soro fisiológico e solução de formalina a 10%. Os autores encontraram nos dentes armazenados em soro fisiológico linhas de fratura e fissuras ao redor do esmalte com níveis de energia pequenos. Já os armazenados em solução de formalina a 10% produziram ablação em esmalte e dentina de menor intensidade.

Keller & Hibst, em 1993, avaliaram os efeitos da aplicação do laser de Er:YAG na resistência adesiva de compósitos ao esmalte. A irradiação laser foi realizada utilizando-se várias energias na frequência de 1 Hz, modo desfocado. Foram utilizados dentes bovinos, que tiveram suas superfícies vestibulares limpas para receberem tratamento com ácido fosfórico a 37%, irradiação laser com densidade de energia de 1,5 J/cm², variações de irradiação em modo focado e desfocado e densidades de energia variando de 47 J/cm² a 143 J/cm². As amostras foram termocicladas e, em seguida, submetidas à teste de tração, com velocidade de 1mm/min e analisadas em MEV. Os autores observaram que a irradiação laser produziu mudanças significativas na superfície do esmalte, sem que se percebesse zonas com trincas ou áreas com fusão e recristalização. Com relação à resistência adesiva, o modo desfocado proporcionou valores tão baixos quanto o modo focado.

Hibst & Keller, em 1993, estudaram a ação do Er:YAG no ataque de superfícies dentárias para posterior procedimento adesivo. Foram obtidas superfícies de esmalte e dentina de dentes humanos extraídos, que receberam

diferentes condições de irradiação. Após a irradiação, foram polimerizados compósitos sobre as superfícies, com e sem a aplicação prévia de sistema adesivo. Para a avaliação da força adesiva, foram realizados testes de tração. As superfícies obtidas apresentaram padrão retentivo, com rugosidades produzidas pela micro-explosão decorrente do processo de ablação. Com a aplicação de baixas energias, não foram detectadas mudanças estruturais ou superficiais, nas superfícies irradiadas.

Em 1993, Wigdor *et al.*, usando microscopia eletrônica de varredura, avaliaram irradiações com laser de Er:YAG com 2,94 μm com energia de 500 mJ, 3Hz de energia, e pulsos com 250 microsegundos de duração. O tempo necessário para cada laser criar as cavidades foi de 15 a 30 segundos. Observaram em seções longitudinais e transversais uma boa definição da dentina. Alguns efeitos apareceram nos espaços intertubulares, que poderiam ser causados por calor ou efeitos acústicos. Na área adjacente aos túbulos dentinários, os autores notaram uma área mais lisa com debris escurecidos acima da superfície cortada. A dentina tratada com laser de Er:YAG manteve a estrutura normal das células odontoblásticas e da camada pré-dentinária. Não houve evidência de infiltrado inflamatório, porém houve uma perda da camada dos odontoblastos na região do tratamento. Não foram observadas alterações pulpares. Nos dentes irradiados com laser de Er:YAG, houve formação de dentina reparadora. Concluíram pela análise de microscopia eletrônica de varredura que as irradiações com laser de Er:YAG em dentina causaram alterações similares à de uma caneta de baixa rotação. Segundo os autores, o laser de Er:YAG é o mais indicado para remoção de tecido cariado dentre os outros, em função do seu comprimento de onda ser 2,94 μm e coincidir com a água como cromóforo principal, desencadeando o processo de ablação explosiva, que ocorre pelo aquecimento da água subjacente aos tecidos (dentina e esmalte) provocando a vaporização dos mesmos através da explosão. Conforme os autores, isto só é possível com a luz laser e não com outro tipo de irradiação pelo fato do laser poder concentrar alta intensidade de energia em uma pequena área.

Gimble *et al.*, realizaram, em 1994, estudo clínico a fim de determinar a eficácia do Er:YAG laser em tecidos duros, em comparação com os tratamentos convencionais. Foram feitos tratamento de fissuras, remoção de cárie, ataque e preparo cavitário. Para ataque utilizaram 43 segundos com pulsos com 118 mJ de

energia. Para remoção de cárie o nível de energia considerado mais afetivo foi de 50 mJ, energia esta menor que a necessária para a promoção de ablação do esmalte e da dentina. As análises em MEV mostraram uma superfície dentinária rugosa e com túbulos abertos. Além da análise microscópica, realizou-se teste de tração para amostras que sofreram procedimento adesivo após ataque somente com laser, e laser associado à aplicação posterior de solução ácida. Os resultados mostraram pressão de 12 MPa para as amostras atacadas somente com laser e 31 MPa para aquelas atacadas com laser e ácido.

Em 1994 Sakakibara *et al.* descobriram que as superfícies dentinárias de dentes bovinos extraídos, irradiados com laser de Er:YAG (2,94 μm) com energias de 50 mJ, 100 mJ e 150 mJ em 200 ms, e sem refrigeração, apresentaram modificações morfológicas tipo crateras que poderiam solidificar após cristalização feita com a irradiação do laser, entretanto, as superfícies dentinárias irradiadas com spray de água mantiveram a morfologia original dos túbulos dentinários e da dentina peritubular.

Coulter, em artigo publicado em 1995, fez considerações sobre o uso do laser de Er:YAG em tecidos duros. O autor refere que trabalhos vêm sendo realizados para avaliação da afetividade deste tipo de irradiação na remoção de cáries, no selamento de fôssulas e fissuras, no ataque de esmalte e dentina e no preparo cavitário. É relatado neste artigo que, histologicamente, não têm sido encontradas diferenças entre os dentes tratados com laser e os que receberam tratamento convencional, no que diz respeito a fusão e recristalização, trincas ou fissuras e os túbulos dentinários mantêm-se abertos. Conforme afirmação do autor, com relação à dor, nenhum procedimento realizado com laser necessita anestesia ou desencadeia dor pós-operatória. São discutidas nesta publicação as vantagens e desvantagens da irradiação do Er:YAG laser. Uma das principais vantagens citadas é a ausência de anestesia, seguida da ausência de ruído e do desconforto da vibração, quando comparados à caneta de alta velocidade. A possibilidade de seletividade deste tipo de irradiação, ou seja, sua não absorção pela dentina sadia, também é citada como fator importante.

Uma revisão sobre a utilização de lasers em tecidos duros dentais foi publicada por Koort & Frentzen, em 1995. Um dos assuntos abordados pelos autores foi o efeito biológico da irradiação laser nos tecidos duros dentais, que só poderia ser avaliado após estudo de algumas propriedades do laser como

comprimento de onda, densidade de energia e duração de pulso, além das características do material irradiado, como absorção, reflexão, transmissão e espalhamento. O fenômeno da ablação também é elucidado pelos autores como sendo a remoção de tecidos duros e moles pela decomposição causada por lasers pulsados. Esta revisão também relata os efeitos termomecânicos do Er:YAG laser nos tecidos mineralizados. Os autores afirmam que, em dentina, formam-se cavidades rasas cercadas por zonas necróticas de 1 a 3 micrômetros de espessura, quando o sistema de resfriamento por água é utilizado. Em cavidades profundas, são observadas áreas de carbonização e micro-rachaduras. No esmalte, os autores referem a formação de rachaduras e zonas profundas com debris.

Em estudo apresentado em 1996, Groth *et al.* compararam a resistência adesiva de uma resina composta aplicada à superfície do esmalte tratado com Er:YAG laser, laser e ácido fosfórico, e ácido fosfórico isoladamente. Foram utilizados dentes humanos recém-extraídos que foram irradiados com Er:YAG laser com uma energia de 60 mJ e frequência de 10 Hz. O grupo controle recebeu condicionamento com ácido fosfórico e outro grupo recebeu os dois tratamentos anteriores associados. O grupo que recebeu tratamento associado, laser e ácido, foi o que mostrou melhores resultados. O tratamento somente com laser mostrou baixos valores de adesão. Através da análise em MEV, pôde-se observar mudanças estruturais no esmalte.

Utilizando o Er:YAG laser para a realização de reparos, Jelinková *et al.*, em 1996, avaliaram a forma e a superfície das paredes cavitárias formadas pela ablação com Er:YAG laser com diferentes energias, número de pulsos e grau de repetição. Utilizaram incisivos humanos extraídos, de onde foram obtidos discos de 3 a 5 mm de diâmetro. O Er:YAG laser foi aplicado no modo contínuo, com refrigeração a água e velocidade de 50 ml/min, a uma pressão de 2 atm e pressão de ar de 3 atm. As cavidades foram preparadas utilizando energias que variavam de 70 a 500 mJ, com taxa de repetição entre 1 e 2 Hz. A avaliação dos preparos foi realizada por MEV, e por microscópio óptico com os resultados sendo analisados tanto qualitativa como quantitativamente. Os autores puderam concluir que não há relação direta entre a energia de radiação e o tamanho dos preparos produzidos. Apesar do aumento de energia incidente, o aumento de profundidade

da cavidade é limitado. Este fato pode ter ocorrido devido à saturação observada tanto no esmalte quanto na dentina.

Já em 1996, Tanji *et al.*, avaliando o aspecto micromorfológico das superfícies dentinárias de 35 dentes humanos recém-extraídos, irradiadas com laser de Er:YAG (2,94 μm) com energias de 60 mJ, 80 mJ e 100 mJ, observaram que a energia de 100 mJ produziu maiores áreas de ablação, e que o condicionamento ácido após as irradiações provocaram aspecto similar ao grupo controle (condicionamento com ácido fosfórico a 35% sem laser), apenas em áreas onde a dentina foi removida pela ablação. Também afirma que a irradiação com laser de Er:YAG foi capaz de remover a camada de "smear", expondo os túbulos dentinários. Concluíram com isso que a irradiação com o laser de Er:YAG poderia promover um aumento da resistência ao ácido na dentina remanescente, prevenindo recidivas de cáries, e que a energia de 100 mJ promoveria um melhor padrão de microrretenção mecânica para os materiais restauradores.

Matsumoto *et al.*, em 1996, realizaram um estudo para avaliar a possibilidade da utilização do laser de Er:YAG na realização de preparos cavitários do tipo classe V. Para esta pesquisa foram utilizados 60 dentes em 40 pacientes com idades entre 26 e 59 anos. Os dentes utilizados foram caninos superiores e inferiores, primeiros pré-molares superiores e inferiores, segundos pré-molares superiores e inferiores e incisivos centrais e laterais inferiores. Cavidades com formato de cunha e exposição dentinária foram observadas macroscopicamente. Um laser de Er:YAG (Luxar Co. Ltda., WA), com comprimento de onda de 2,94 micrômetros, 250 mJ de energia e 8 Hz de frequência foi utilizado para confecção dos preparos cavitários. Os resultados mostraram que:

- 1) Não houve efeitos adversos tais como alergia sistêmica ou local;
- 2) O tempo para a realização dos preparos cavitários variou de 30 segundos a 3 minutos;
- 3) Entre os 60 casos, 11 apresentaram hipersensibilidade dentinária a qual foi atribuída como severa em um caso, moderada em 5 casos, e leve em 5 casos;
- 4) O acesso às cavidades foi considerado bom em 81,7% dos casos;
- 5) A conclusão dos preparos cavitários foi realizada pelo laser em 58 dos 60 casos;

6) 36 dos 40 pacientes não sentiram desconforto e 4 disseram que o som produzido era desagradável;

7) O prognóstico para 7 e 30 dias foi bom em 100% dos casos.

Os autores concluíram que o laser de Er:YAG é apropriado para uso clínico e, além disso, nenhum efeito adverso foi observado, apresentando-se seguro e com boa avaliação clínica em 81,7% dos casos.

Visuri *et al.*, em 1996, avaliaram a resistência a tração de compósitos unidos à dentina preparada com laser de Er:YAG e com broca, e com e sem o subsequente condicionamento ácido. Molares humanos foram extraídos e preparados de forma a expor a dentina. Sobre esta dentina exposta era incidida irradiação laser de Er:YAG com 350 mJ de energia e 6 Hz de frequência, e broca convencional. Foram obtidas rugosidades superficiais semelhantes entre as amostras, e várias amostras de cada grupo receberam tratamento de condicionamento ácido. Um cilindro de resina foi construído sobre as superfícies preparadas, e posteriormente o conjunto era tracionado até a ruptura por uma máquina universal de tração. Os resultados mostraram que as amostras irradiadas com laser aumentaram a resistência à união em relação as amostras condicionadas com ácido e amostras controle (broca). Os autores concluíram que o preparo da dentina com laser de Er:YAG deixa a superfície apta para um união mais forte com o compósito, e que a análise da microscopia eletrônica de varredura mostrou a presença de túbulos dentinários abertos quando a superfície foi irradiada com laser de Er:YAG. Observaram também, que o laser de Er:YAG poderia eliminar a necessidade de condicionamento ácido em dentina como pré-tratamento para colocação de resinas compostas.

Dostalová *et al.* em 1997 utilizando laser de Er:YAG (2,94 μm) com energia de 345 mJ e 2 Hz de frequência com 150 pulsos em preparos cavitários, não observaram rachaduras ou lesões na estrutura da dentina, nem reação inflamatória na polpa. A vascularização da polpa permaneceu normal, pois a temperatura não aumentou além de 4°C. Os odontoblastos mantiveram sua anatomia, e o cemento e região epitelial permaneceram saudáveis.

Ishikawa *et al.*, em 1997, estudaram o efeito da remoção de cáries radiculares *in vitro* e *in vivo* com auxílio do laser de Er:YAG. Quatorze dentes humanos anteriores e premolares extraídos que possuíam cáries radiculares foram divididos em dois grupos com diferentes tratamentos: Grupo 1) Metade das lesões

foram tratadas com Er:YAG laser (Erwin, HOYA Co. e MORITA Co.) com parâmetros de 2,94 μm de comprimento de onda, 145 mJ/pulso de energia, e 10 Hz de frequência sob refrigeração de *spray* de ar-água. Na outra metade o tecido cariado foi removido com micromotor e brocas carbide esféricas com 10.000 rpm. A remoção do tecido cariado foi realizada com auxílio do evidenciador de cárie vermelho ácido a 1% em propileno glicol (Caries Detector, Kuraray). Grupo 2) Metade do número de lesões cariosas foram removidas com laser de Er:YAG e a outra parte foi utilizada como controle não sendo removida. Após estes preparos, as amostras foram fixadas em formalina a 10% por 24 horas, desidratadas progressivamente em etanol, secas, metalizadas e submetidas ao microscópio eletrônico de varredura com aumento de 3.000 vezes. Para a análise histológica os dentes foram fixados em formalina a 10%, descalcificados, desidratados, incluídos em parafina, cortados em espessura de 5 μm , e corados para detecção de microorganismos. Para o estudo *in vivo*, sete voluntários com cáries cervicais foram tratados com laser de Er:YAG sob refrigeração e sem anestesia sendo as cavidades restauradas com a técnica adesiva. A sensibilidade foi avaliada antes do tratamento, durante, imediatamente após, 1 ou 2 semanas, 1 mês e 3 meses. Os resultados mostraram que no estudo com auxílio da microscopia eletrônica o grupo tratado com micromotor apresentou a superfície dentária relativamente lisa e coberta com *smear layer*. Por sua vez, a dentina tratada com laser de Er:YAG apresentou-se "escamada ou em lascas" não apresentando *smear layer* cobrindo os túbulos dentinários e o tecido cariado amolecido foi completamente removido. Ao exame histológico a superfície tratada com laser de Er:YAG mostrou ausência de dentina infectada a qual permanecia corada no grupo controle. No estudo clínico os resultados de sensibilidade dos sete pacientes tratados foram: a) pré-tratamento: nenhum; b) durante o tratamento: 1 com sensibilidade leve; c) imediatamente após o tratamento: nenhum; d) 1 ou 2 semanas: nenhum; e) 1 mês: nenhum; f) três meses: nenhum. Os autores concluíram que o laser de Er:YAG possui características ideais para a remoção de cárie sem barulho ou vibração desagradável.

Cozean *et al.*, também em 1997, realizaram estudo clínico para avaliar a necessidade do emprego de anestesia com o uso do laser de Er:YAG, bem como a eficácia e a segurança para a remoção de tecido cariado e realização de preparos cavitários em esmalte e dentina comparado à alta rotação. A pesquisa

foi dividida em duas fases, sendo que na primeira os pesquisadores trataram dentes com indicação de extração e a segunda os dentes não foram removidos. Em ambas as fases os pacientes foram divididos aleatoriamente em um grupo tratado com laser e o controle que recebeu tratamento com alta rotação. Sessenta pacientes participaram da primeira fase sendo que o grupo controle teve 36 pacientes e o do laser 24 indivíduos. Foram realizados 350 procedimentos restauradores em 62 dentes para o grupo tratado com laser e 63 dentes para grupo da alta rotação. Aproximadamente um terço dos dentes foram extraídos imediatamente após o procedimento, o outro terço em 48 horas e o restante em um mês. Em ambos os grupos os dentes foram submetidos ao exame histológico para avaliar os efeitos sobre os tecidos dentinários dos dois métodos de tratamento. Na segunda fase os dentes foram tratados como na primeira fase, porém não foram extraídos. Um total de 104 pacientes foram divididos aleatoriamente em dois grupos sendo que 53 pacientes com 512 necessidades de tratamento foram selecionados para o grupo com laser e 54 indivíduos com 357 necessidades restauradoras para a alta rotação. Foram adicionadas duas fases à segunda fase (Fase II A e Fase II B) onde os pesquisadores aumentaram o número de pacientes para confirmar os resultados de vitalidade pulpar. Na fase II A foram tratados 33 pacientes com laser ou alta rotação sendo avaliados quanto à vitalidade pulpar por um período de até dois anos e meio. A fase II B apresentou 125 dentes de 77 pacientes nos quais foram avaliados a vitalidade pulpar, a habilidade de remover tecido cariado e adequadamente realizar os preparos cavitários. Por um período de dezoito meses foram utilizados os teste de vitalidade pulpar pré - e pós-operatórios em ambos os grupos e utilizadas radiografias para determinar a presença de cáries, falta de material restaurador ou necrose pulpar. As restaurações das cavidades realizadas tanto com laser de Er:YAG como com alta rotação nas duas fases foram executadas com amálgama ou resina composta sendo que os preparos cavitários para amálgama seguiram os princípios de Black. A polimerização dos compósitos foi realizada com laser de argônio. O laser de Er:YAG (Premier Laser Systems Inc.) foi aplicado com os seguintes parâmetros: a) Condicionamentos: 25 mJ, 5 a 10 Hz; b) Remoção de tecido cariado: 50 mJ, 5 a 10 Hz; c) Remoção de dentina: 80 mJ, 5 10 Hz; d) Remoção do esmalte: 120 mJ, 5 a 10 Hz. A avaliação pelos pesquisadores foi subjetiva utilizando os seguintes critérios: 1 = muito mais efetivo do que o

procedimento padrão ou broca; 2 = mais efetivo do que o procedimento padrão ou broca; 3 = igualmente efetivo ao procedimento padrão ou broca; 4 = menos efetivo do que o procedimento padrão ou broca; 5 = incapaz de ser realizado o procedimento com laser. Para o exame histológico os dentes foram fixados em formalina a 10%, desidratados em etanol, embutidos em parafina e cortados em secções de 6 μm de espessura. Os resultados histológicos mostraram que na fase I não houve diferença estatisticamente significativa entre os grupos tratados com laser ou alta rotação. Na fase II os valores obtidos para avaliar a eficácia do laser em remover cáries, realizar o preparo cavitário e o condicionamento mostraram que o laser pode ser utilizado clinicamente tanto como a alta rotação. Em ambas as fases alguns pacientes (menos de 2%) sentiram desconforto durante o preparo cavitário necessitando anestesia durante o procedimento. Os autores concluíram que o uso do laser de Er:YAG foi seguro e efetivo para a remoção de tecido cariado, preparos cavitários e condicionamento do esmalte, pela ressonância que este comprimento de onda (2,94 μm) apresenta com a água e hidroxiapatia, promovendo a ablação explosiva, que evapora os tecidos acima da camada de água aquecida pela irradiação, não aquecendo a polpa além de 5°C em média, e pelo fato de possuir alta intensidade de energia, pela emissão estimulada de radiação.

Em estudo publicado em 1997, Pelagalli *et al.* avaliaram a eficácia do laser de Er:YAG para remoção de cáries, preparo cavitário e ataque de esmalte e dentina, comparando-o com a utilização de instrumentos de alta velocidade. O experimento foi realizado em duas fases, onde foram utilizados dentes com suas extrações programadas. Na primeira fase, um terço dos dentes foram extraídos imediatamente após a irradiação com laser de Er:YAG, outra parte dois dias após e o último grupo de 1 mês a 1 ano após a irradiação. Todos os dentes foram submetidos a análise histológica para a determinação dos efeitos do laser nos tecidos. Numa segunda fase, os dentes não foram extraídos e permaneceram sob avaliação por 18 meses, onde foram realizadas tomadas radiográficas e avaliação da vitalidade pulpar. A irradiação laser foi realizada com energias de 80 mJ, para remoção de cárie, e 100 mJ para preparo cavitário, com frequência variando de 5 a 10 Hz. Através da análise dos resultados, os autores concluíram que a irradiação laser é um método seguro e eficaz para a realização de preparo cavitário e remoção do tecido cariado.

Miserendino, em 1998, comparou o efeito do laser de Er:YAG e do tratamento convencional utilizados para prevenção de cárie e restauração dental. Foram avaliadas as modificações estruturais ocorridas no esmalte atacado por laser e a capacidade de selamento de restaurações após tratamento convencional e irradiação. Selecionou-se 44 dentes, que sofreram remoção de tecido cariado, preparo cavitário e restauração, além de outros que necessitavam ataque de esmalte para aplicação de selante. Os resultados mostraram que a irradiação com laser de Er:YAG não causou dano térmico na forma de rachaduras ou recristalização tanto no esmalte quanto na dentina. Quanto à capacidade de selamento e restauração, o laser de Er:YAG mostrou-se tão eficaz quanto o método convencional, tornando-se uma alternativa viável para estes tipos de procedimentos.

Em trabalho realizado por Zennyu *et al.* em 1998, foi observado, que utilizando o laser de Er:YAG (2,94 μm) irradiando energia de 180 mJ e 10 pulsos por segundo sobre a dentina (perpendicular ou paralelo aos túbulos dentinários) não apresentou efeito significativo em termos de microretenção sobre o tecido quando observado por microscopia eletrônica de varredura.

Arimoto *et al.* em 1998 investigaram a resistência ao ácido da dentina bovina irradiada com laser de Er:YAG (Kavo Key laser – 2,94 μm) com energia de 60 mJ e 1 Hz de frequência, e 200 mJ com 2 Hz de frequência, e descobriram que essas irradiações causaram uma mudança na cristalinidade e perda das substâncias orgânicas detectadas pela espectroscopia de reflexão infravermelha, constando que houve um aumento na resistência ao ácido da dentina bovina.

Também em 1998, Aoki *et al.* avaliaram dentina radicular irradiada com laser de Er:YAG empregando energia de 145 mJ e 10 Hz de frequência e descobriram que o laser ablasionou lesões cáries eficientemente. Macroscopicamente, não observaram dano térmico ou carbonização na estrutura do dente, e microscopicamente a margem da cavidade ficou menos irregular do que os preparos confeccionados com broca. Histologicamente, a superfície da dentina irradiada apresentou mínima alteração com uma fina camada de basófilos corados com hematoxilina no fundo da cavidade. A profundidade da camada mais profunda com corante foi de 5 a 15 μm . Observaram também, que sob microscopia eletrônica de varredura, a dentina irradiada apresentou

microirregularidades e microfraturas na camada mais superficial e degradação com microfissuras na camada mais profunda e mais escura onde penetrou o corante.

Matsumoto, em 1998, constatou que a dentina irradiada sob refrigeração mostrou túbulos dentinários abertos, e sem o uso de refrigeração, não mostrou a mesma condição, e sim uma superfície dentinária recristalizada em algumas áreas e com presença de "melting". Em trabalho de pesquisa clínico onde usou o laser de Er:YAG (2,94 μm) com energia de 250 mJ e 8 Hz de frequência, preparando cavidades classe V "in vivo", constatou que os pacientes não referiram dor alguma em 80% dos casos. Após a extração dos dentes constatou, pela microscopia eletrônica de varredura, que não variou a quantidade de cálcio e fósforo entre a dentina irradiada e a não irradiada. A média de temperatura variou somente em 1°C durante a irradiação.

Novamente Sakakibara *et al.*, em 1998, observaram os efeitos de condicionadores experimentais na resistência à tração em dentina bovina irradiada com laser de Er:YAG (2,94 μm) com energia de 150 mJ e 5 Hz para 320 segundos, e acharam que para a união à dentina irradiada cuja camada superficial foi enfraquecida pelo dano térmico, os primers ácidos não são tão eficientes na união à dentina como são os primers com pH maior, capazes de melhorar a união à dentina irradiada.

Ainda em 1998, Kataumi *et al.* avaliaram através da resistência à união e microscopia eletrônica de varredura, dentina irradiada com laser de Er:YAG (2,94 μm) com energia de 126 mJ e frequência de 10 Hz com refrigeração. Para confecção das amostras os autores fotopolimerizaram o adesivo por 10 segundos e cada incremento de resina composta foi fotopolimerizado por 40 segundos obtendo 3 grupos: no primeiro grupo (controle) a dentina era preparada com lixa de granulação 600, ácido, adesivo, e resina; o segundo grupo era dentina irradiada, condicionada, aplicado o adesivo e resina; e o terceiro grupo tinha dentina irradiada, sem condicionamento, adesivo e resina. Resultou que nenhuma diferença significativa foi observada entre os 3 grupos. Os resultados desse estudo mostraram que a dentina irradiada com laser não foi coberta com "smear layer" e a superfície ficou muito irregular, mostrando a embocadura dos túbulos dentinários. A resistência a tração do terceiro grupo não foi significativamente

diferente em relação ao grupo controle. As trincas originadas pela irradiação com laser foram impregnadas com adesivo, produzindo considerável união mesmo sem condicionamento ácido. A profundidade das áreas com irregularidades na superfície de dentina no segundo e terceiro grupos, foram de aproximadamente 15 a 20 μm . A espessura das camadas híbridas no primeiro e segundo grupos foram de aproximadamente 5 μm . Já a microscopia eletrônica de varredura, na superfície de dentina irradiada e tratada com ácido fosfórico a 37% ficou resistente ao ácido porque a dentina peritubular foi bem preservada. Segundo os autores, estes resultados sugerem que a irradiação laser afetou a dentina, especialmente a dentina peritubular que é a mais rica em minerais, aumentando assim a resistência ácida da dentina.

Em 1999, Hossain *et al.*, estudaram os efeitos do laser de Er, Cr:YSGG com comprimento de onda de 2,78 μm em esmalte e dentina quanto a ablação e morfologia. Utilizaram dentes incisivos e molares humanos extraídos e incidiram em dentina 3 ou 5 W de potência em 6 segundos (56,6 J/cm² ou 33,9 J/cm² de fluência). Observaram que os diâmetros das cavidades foram semelhantes em todas as amostras irradiadas com ou sem refrigeração obtendo um valor de 200 a 220 μm . Entretanto, a profundidade das irradiações com refrigeração foram maiores (140 a 310 μm) do que sem refrigeração (120 a 218 μm) tanto em esmalte como em dentina. Através da microscopia eletrônica de varredura, as cavidades preparadas em dentina com 3 ou 5 W de potência com refrigeração mostraram cavidades limpas, sem evidência de carbonização e em toda área uma aparência branco opaca. As margens das cavidades aparecem sem fraturas e as paredes e assoalho aparecem lisas e regulares. Não foi encontrada "smear layer" e foi visível a abertura dos túbulos dentinários e bem nítidas as paredes da dentina peritubular. Já as cavidades preparadas em dentina com 3 ou 5 W de potência sem refrigeração mostraram aparência de lava de vulcão, as margens e áreas vizinhas mostraram severo "melting" ou carbonização, e as paredes e fundo das cavidades apresentaram muitas microcrateras. Neste estudo, os autores sugerem que durante a irradiação com laser de Er, Cr:YSGG deve-se usar refrigeração para conseguir melhores padrões de ablação com menores alterações morfológicas.

3 MATERIAIS E MÉTODOS

Para a realização desta pesquisa, 41 molares humanos hígidos recém-extraídos foram seccionados longitudinalmente no sentido vestibulo-lingual obtendo duas hemi-coroas (distal e mesial) de cada dente, obtendo um total de 81 hemi-coroas. O corte foi feito com disco de diamante sob refrigeração na máquina "MINITON" (Struers) com velocidade de 220 rpm, do Laboratório de Pesquisa da FOUPF. Esses dentes foram armazenados em água destilada, à temperatura de $5^{\circ}\text{C} \pm 2^{\circ}\text{C}$ após a realização de raspagem dos remanescentes teciduais com lâmina de bisturi (Li *et al.*). As hemi-coroas assim obtidas foram incluídas em resina acrílica ativada quimicamente (Clássico), vertida no interior de um cilindro de PVC medindo 15 mm de altura e 19 mm de diâmetro (Figura 1), de onde obtivemos os corpos de prova que foram divididos em nove grupos de nove hemi-coroas, que foram tratados com laser de Er:YAG (grupo experimental) e com lixa de granulação 600 (grupo controle).



Figura 1: Resina acrílica ativada quimicamente e cilindro de PVC.

Em seguida, foi utilizado o aparelho UNIFORCE (Struers) do Laboratório de Pesquisa da FOUPF para posicionarmos corretamente as amostras, deixando-as paralelas entre si (Figura 2), para que fosse realizado o desgaste da porção oclusal das hemi-coroas embutidas, no aparelho denominado "ABRAMIN"

(Struers) do Laboratório de Pesquisa da FOUPF, com lixa de papel de granulação 320 (3 minutos) e 600 (30 segundos), sob refrigeração, 150 rpm e 50 N/m² de força, até que a dentina fosse exposta segundo Kataumi *et al.* (Figura 3).

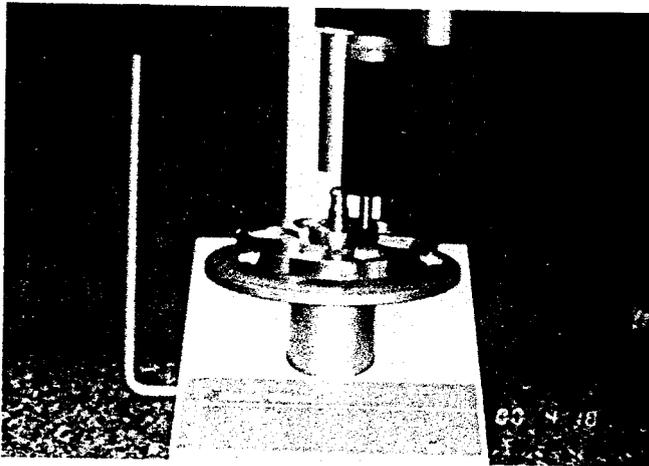


Figura 2: Aparelho utilizado para posicionamento das amostras.

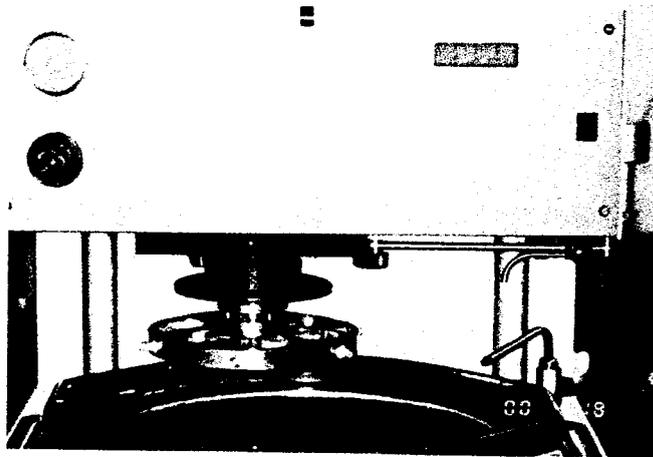


Figura 3: Aparelho utilizado para desgaste da superfície dentinária.

Obtivemos assim para os grupos controle uma superfície dentária lisa e livre de possíveis inclinações que pudessem interferir no teste de resistência de união ao cisalhamento.

Os grupos foram divididos conforme na Tabela 1, onde o primeiro grupo experimental foi irradiado com 50 pulsos, com energia de 200 mJ por pulso e 2 Hz de frequência com energia total de 10 J, com laser de Er:YAG, e o segundo grupo experimental irradiado também com 50 pulsos, com energia de 250 mJ por pulso

e 2 Hz de frequência com energia total de 12,5 J com o mesmo laser, segundo instruções do fabricante. O laser utilizado foi o Kavo Key Laser 1242, do Laboratório Experimental de Lasers em Odontologia (LELO) da USP, cujo meio ativo é Er:YAG com comprimento de onda de 2,94 μm , com energia de pulso de até 500 mJ, frequência variável de 1 a 15 Hz e com luz guia de 635 nm de baixa intensidade, e usado à uma distância entre 12 e 15 mm da dentina.

Os grupos de amostragem permaneceram em ambiente úmido a 37°C (água destilada) por 24 horas, evitando o ressecamento da dentina.

Foram confeccionados discos de papel "contact" coloridos de 19 mm de diâmetro, com abertura central em forma de círculo com 3,5 mm que foram colocados sobre as amostras para delimitar a área da dentina que foi usada para a aplicação dos produtos nas respectivas amostras.

Em seguida, foi realizada a aplicação dos produtos de acordo com as instruções dos fabricantes, ou seja, na técnica de condicionamento ácido, o ácido fosfórico a 35% (3M), permaneceu durante 15 segundos sobre a dentina, lavou-se com leve jato de ar/água e secou-se a dentina com papel absorvente para que a mesma permanecesse com superfície hidratada (Figura 4).

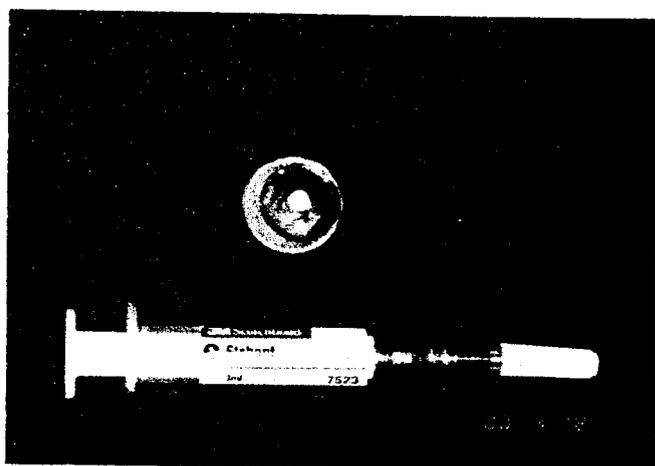


Figura 4: Ácido fosfórico a 35% e amostra com disco de papel.

Após, estes procedimentos, foi aplicado o sistema adesivo Single Bond (3M) nos respectivos grupos da seguinte maneira: duas aplicações consecutivas de Single Bond à dentina, utilizando-se a ponta de um pincel saturada do produto; secou-se com ar e fotopolimerizou-se com fotopolimerizador Curing Light XL1500

(3M). Quando utilizamos nos grupos, o Prompt L-Pop (ESPE), o mesmo foi aplicado à dentina em 15 segundos, secado com ar e posteriormente polimerizado com o mesmo fotopolimerizador referido acima.

Foi utilizado o aparelho denominado "Assembly Apparatus" do Laboratório de Pesquisa da FOUPF (Figura 5) com o intuito de padronizar os testes laboratoriais de adesão e possibilitar a comparação dos resultados frente a adesivos e tratamentos dentinários.

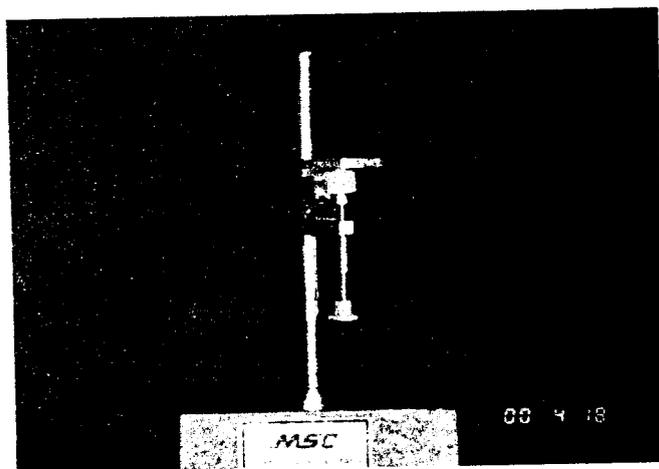


Figura 5: Aparelho utilizado como suporte na construção das amostras.

Esse aparelho possui uma base onde encaixava o cilindro de PVC quando era puxada para baixo, comprimindo o cilindro contra um disco de teflon bipartido verticalmente, com uma abertura central de 3,5 mm de diâmetro e 5 mm de altura. Esta abertura coincidia exatamente com a estrutura dental exposta incluída no cilindro de PVC; servindo este disco, então, como uma espécie de matriz para a aplicação da resina (Figura 6).

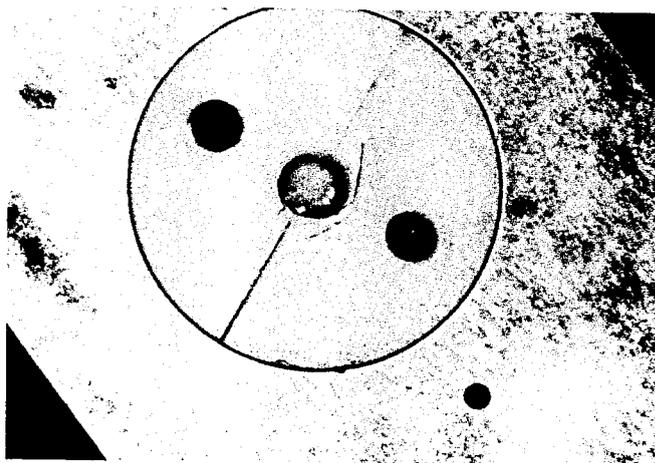


Figura 6: Matriz de teflon utilizada na construção do cilindro em resina.

Desta forma foi realizada a aplicação e fotopolimerização da resina Z 250 (3M) cor A1, em três incrementos, com auxílio da espátula Thompson nº 6 da seguinte maneira: 1º e 2º incrementos com 2 mm de espessura fotopolimerizados por 40 segundos, e o 3º com 1 mm de espessura fotopolimerizado por 40 segundos com o aparelho Curing Light XL1500 (3M), conforme Kataumi *et al.*

Em seguida, foram removidos os corpos de prova do aparelho de montagem através da abertura do molde de teflon, expondo o cilindro de resina composta formado e aderido à dentina. Retirava-se o disco de papel "contact" de cada amostra e as mesmas eram armazenadas em estufa a 37°C e 100% de umidade relativa pelo período de 24 horas, a fim de que ocorresse a completa conversão dos monômeros em polímeros devido a polimerização da resina.

Após, todos os grupos foram submetidos a uma ciclagem térmica no aparelho MCT2-AMM-INSTRUMENTAL do Laboratório de Pesquisa da FOUSP, respeitando o seguinte ciclo: 55°C durante 1 minuto e 5°C também durante 1 minuto. Cada ciclo correspondeu a 2 minutos, perfazendo 500 ciclos para cada corpo de prova. Desta forma, os corpos de prova ficaram prontos para realização dos testes de resistência de união ao cisalhamento na máquina de ensaio "EMIC Modelo DL 2000 do Laboratório de Pesquisa da FOUPF. Cada corpo de prova dos respectivos grupos, foi acoplado individualmente a este aparelho através de uma tira de matriz de aço com 5 mm de largura e 10 cm de comprimento (Figura 7).

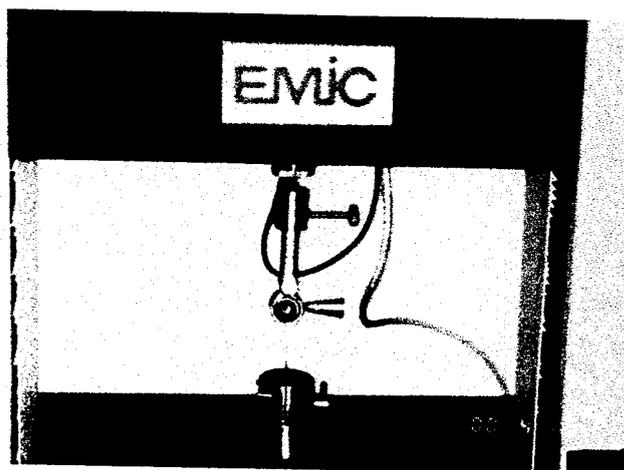


Figura 7: Máquina utilizada na realização dos testes de cisalhamento.

Os valores das pressões de cisalhamento eram expressos em MPa, a medida que o aparelho com velocidade de 0,5 mm/min. tracionava o cilindro de resina até seu rompimento final.

Tabela 1: Preparos em dentina x produtos aplicados

	Lixa granulação 600	Laser energia 200 mJ frequência 2 Hz	Laser energia 250 mJ frequência 2 Hz
Sem ácido Single Bond + Z 250	Grupo 1A 9 amostras	Grupo 2A 9 amostras	Grupo 3A 9 amostras
Com ácido + Single Bond + Z 250	Grupo 1B 9 amostras	Grupo 2B 9 amostras	Grupo 3B 9 amostras
Prompt L Pop + Z 250	Grupo 1C 9 amostras	Grupo 2C 9 amostras	Grupo 3C 9 amostras

4 RESULTADOS

Os resultados da pesquisa estão representados sob a forma de tabelas correspondentes aos valores médios obtidos pelos testes de resistência de união ao cisalhamento dos sistemas adesivos Single Bond e Prompt-L-Pop, relacionados com superfícies dentinárias preparadas com laser de Er:YAG com diferentes energias e lixa de granulação 600.

Os valores da resistência de união ao cisalhamento foram submetidos à análise estatística com o esquema fatorial: **material**, que analisa os sistemas adesivos empregados com e sem condicionamento ácido; e **preparo**, onde são analisados os tipos de preparo feitos em dentina (laser com energia 200 mJ, laser com energia 250 mJ e lixa de granulação 600).

De acordo com os resultados mostrados nas Tabelas 10 a 19, os fatores materiais, preparo, e suas interações, foram significativas à 5% de probabilidade e são mostradas no apêndice. Os valores médios foram comparados pelo teste de Tukey com 5% de probabilidade e estão apresentados nas Tabelas 2 a 9 a seguir.

Tabela 2: Comparação da resistência de união ao cisalhamento entre os produtos utilizados sobre os preparos

Nome	Num Repet.	Médias Originais (MPa)	5%
Single	27	5.34	a
Prompt	27	2.94	b
S/ ácido	27	0.92	c

Médias seguidas por letras distintas diferem entre si na significância indicada

Tabela 3: Comparação da resistência de união ao cisalhamento entre os tipos de preparo em dentina

Nome	Num Repet.	Médias Originais (MPa)	5%
Lixa	27	3.37	a
200 mJ	27	2.37	ab
250 mJ	27	1.82	b

Médias seguidas por letras distintas diferem entre si na significância indicada

Tabela 4: Comparação da resistência de união ao cisalhamento da resina com os materiais adesivos aplicados sobre o preparo com lixa

Nome	Num Repet.	Médias Originais (MPa)	5%
Single	9	13.90	a
Prompt	9	3.59	b
S/ ácido	9	0.76	c

Médias seguidas por letras distintas diferem entre si na significância indicada

Tabela 5: Comparação da resistência de união ao cisalhamento da resina com os materiais adesivos aplicados sobre o preparo com laser com energia de 200 mJ

Nome	Num Repet.	Médias Originais (MPa)	5%
Single	9	4.06	a
Prompt	9	2.30	ab
S/ ácido	9	1.42	b

Médias seguidas por letras distintas diferem entre si na significância indicada

Tabela 6: Comparação da resistência de união ao cisalhamento da resina com os materiais adesivos aplicados sobre o preparo com laser com energia de 250 mJ

Nome	Num Repet.	Médias Originais (MPa)	5%
Single	9	3.07	a
Prompt	9	2.70	a
S/ ácido	9	0.73	b

Médias seguidas por letras distintas diferem entre si na significância indicada

Tabela 7: Comparação da resistência de união ao cisalhamento da resina aplicada sem condicionamento ácido sobre os preparos

Nome	Num Repet.	Médias Originais (MPa)	5%
200 mJ	9	1.42	a
Lixa	9	0.76	a
250 mJ	9	0.73	a

Médias seguidas por letras distintas diferem entre si na significância indicada

Tabela 8: Comparação da resistência de união ao cisalhamento da resina aplicada com o adesivo Single Bond sobre os preparos

Nome	Num Repet.	Médias Originais (MPa)	5%
Lixa	9	13.90	a
200 mJ	9	4.06	b
250 mJ	9	2.70	b

Médias seguidas por letras distintas diferem entre si na significância indicada

Tabela 9: Comparação da resistência de união ao cisalhamento da resina aplicada com o adesivo Prompt-L-Pop sobre os preparos

Nome	Num Repet.	Médias Originais (MPa)	5%
Lixa	9	3.59	a
250 mJ	9	3.07	a
200 mJ	9	2.30	a

Médias seguidas por letras distintas diferem entre si na significância indicada

5 DISCUSSÃO

Os profissionais de odontologia procuram uma maneira para remover tecido cariado que provoque menos danos que os instrumentos rotatórios. Os lasers têm despertado muito interesse para uso clínico pela natureza das suas características ópticas que permite muitas variações de uso.

As características de absorção dos tecidos dentários têm muita importância no entendimento dos efeitos que a radiação provoca sobre os tecidos que estão sendo tratados, pois estes poderão absorver, refletir, espalhar ou transmitir a radiação. Os efeitos do laser estão relacionados com seu comprimento de onda, frequência, densidade de potência e duração dos pulsos, determinando seus vários efeitos, por exemplo, térmico, fotoablação e fotoquímico.

Para fazer um estudo preciso, a absorção de um laser pelos tecidos dentários e a energia necessária para essa absorção devem ser conhecidos, para se trabalhar com segurança e alcançar os resultados desejados, que conforme Coulter, poderá ser ausência de anestesia, ruído e do desconforto da vibração, seletividade com os tecidos e menor absorção pela dentina sadia, e ainda, segundo Miserondino, ausência de dano térmico na forma de rachaduras ou recristalização tanto no esmalte como na dentina.

As Tabelas 2 a 9, deste trabalho, mostram o ensaio de cisalhamento como referencial da resistência de união entre os produtos aplicados sobre vários tratamentos de dentina.

Conforme a Tabela 2, os resultados obtidos pelas médias em MPa indicaram uma superioridade estatística do produto Single Bond em relação ao Prompt-L-Pop, e dentina sem aplicação de ácido, na união do compósito a este substrato. Houve diferença estatística significativa entre os produtos utilizados o que pode ser comprovado por trabalho de Sakakibara *et al.* que comprovaram eficiência dos produtos que apresentavam maior pH para melhorar a união à dentina irradiada. Também Gimble *et al.* Observaram que as amostras atacadas com laser e ácido possuíam valores de resistência a tração maiores que as amostras atacadas somente com laser.

Porém Kataumi *et al.*, Hibst e Keller, e Pelagalli *et al.*, não conseguiram observar diferença estatística quando compararam produtos e condicionamentos de dentina, justificando que mesmo com o laser aplicado não houve cobertura com "smear layer" e a superfície ficou irregular, produzindo considerável união mesmo sem condicionamento ácido, e que os adesivos aumentaram a resistência a união por penetrarem em fendas originadas pela irradiação, o que é reforçado por Ishikawa *et al.*, e Cozean *et al.*, que afirma ser o laser de Er:YAG o aparelho ideal para remoção de tecido cariado sem barulho e vibração.

Na avaliação da Tabela 3 podemos observar uma diferença estatística significativa nos valores das médias dadas das pressões entre os tratamentos de dentina com lixa e com laser com energia de 250 mJ, o que não se observa entre o grupo da lixa e 200 mJ de energia, e, entre 200 mJ e 250 mJ de energia, o que pode ser comparado por Gross *et al.* que verificaram uma formação mais densa de "smear layer" o que dificulta o mecanismo de união quando a energia foi maior, contrapondo-se aos resultados de Wigdor *et al.*, e Dostalová *et al.*, que com 500 mJ de energia conseguiram boa definição dos túbulos dentinários com pouco efeito sobre o tecido, ficando aparente a maior absorção do laser pela água e hidroxiapatita. Também Li *et al.*, observaram que a ablação em dentina é melhor do que em esmalte com frequência de 2 Hz devido a maior quantidade de água em peso da dentina (20%) em relação ao esmalte (1%).

Na avaliação de Tanji *et al.*, Zannyu *et al.*, e Arimoto *et al.*, podemos observar que irradiações com menos energia, produzem maiores áreas de ablação, provocando aspecto semelhante ao grupo controle (lixa), e que, também, as irradiações com laser de Er:YAG foram capazes de remover a camada de "smear layer", expondo os túbulos dentinários e aumentando a resistência ao ácido na dentina remanescente, prevenindo cáries, pela mudança na cristalinidade da dentina. Já, Jalintová *et al.* Observaram que não há relação direta entre energia de irradiação e o tamanho das crateras produzidas, e que apesar do aumento da energia incidente, o aumento da profundidade da cratera é limitado.

Também, Aoki *et al.* confirmam o fato de não haver diferença estatística significativa entre os preparos com lixa e 200 mJ, afirmando que com essa energia não se observa dano térmico nem carbonização, ficando o preparo menos irregular que com lixa.

Podemos comprovar através das Tabelas 4, 5 e 6 que independente do tipo de preparo realizado em dentina, os melhores resultados de resistência de união ao cisalhamento ocorreram quando houve condicionamento ácido associado com um sistema adesivo, do que sem condicionamento ácido, diferença esta, estatisticamente significativa, (ressaltada por Groth *et al.*), e que vai de encontro aos resultados de Visuri *et al.*, que mostram que corpos de prova irradiados com laser sem ácido aumentaram a resistência da união em relação as amostras condicionadas com ácido.

Na realidade, a teoria corrente hoje em dia para obter o mínimo de união é a de criar uma zona híbrida entre a resina e a dentina. Os túbulos abertos facilitam a formação destas zonas híbridas desde que o primer e o adesivo possam penetrar quando for removida a "smear layer". Os túbulos abertos também geram grandes áreas que permitem a formação dos "tags" de resina, assim, o primer age como um material hidrofílico, cujos monômeros se unem à dentina.

Outra explicação para o fato é que se as superfícies irradiadas com laser contém mais mineral que as superfícies tratadas com ácido, o primer pode ter melhor união, e também porque há maior presença de dentina peritubular (com maior conteúdo de minerais) que dentina intertubular.

Analisando a Tabela 7 que compara os tipos de preparo feitos em dentina sem condicionamento ácido, observamos um valor numérico superior para o tratamento com laser com energia de 200 mJ em relação à lixa e laser com 250 mJ, porém sem diferença estatística significativa, o que poderia ser comparada por Matsumoto *et al.*, quando afirma que o laser de Er:YAG é apropriado para uso clínico, apresentando-se seguro e com grandes possibilidade de se promover união pois segundo Hossain *et al.* E Keller e Hibst, nos preparos com laser as cavidades aparecem sem fraturas, lisas e regulares, sem evidência de carbonização, túbulos dentinários e paredes de dentina peritubular visíveis e nítidas, ao contrário do que falam Frentzen e Koort, e Vickers *et al.*, que observaram fraturas com zonas extensas de debris, áreas com carbonização e microtrincas em cavidades mais profundas, o que é reforçado pro trabalho de Koort e Frentzen.

De acordo com as Tabelas 8 e 9, que comparam as aplicações de dois sistemas adesivos com todos os preparos em dentina, pode-se observar que somente houve diferença estatística significativa quando o produto Single Bond foi

aplicado no preparo com lixa em relação aos preparos com laser com 200 mJ e 250 mJ (Tabela 8). Isto talvez tenha ocorrido em função do desenvolvimento dos materiais que combinam o primer e o adesivo em frasco único permitindo ter um pH mais elevado para fazer a união química com o tecido dentário. Em contrapartida como mostrado na Tabela 9, o surgimento de novas combinações, como os adesivos autocondicionantes ou "self etching" poderão apresentar um melhor padrão de retenção, abrindo uma nova fonte de estudos e pesquisas, na tentativa de se descobrir qual a melhor combinação entre adesivos e preparos cavitários.

6 CONCLUSÕES

Diante dos resultados obtidos, podemos concluir que, o sistema Single Bond apresentou valores de resistência de união ao cisalhamento maiores que o sistema adesivo Prompt-L-Pop, independente dos preparos realizados em dentina, com diferença estatística significativa, e que os preparos em dentina com lixa e com laser usando energia de 200 mJ por pulso apresentaram valores de resistência de união ao cisalhamento maiores que os preparos em dentina realizados com laser com energia de 250 mJ por pulso, apresentando diferença estatística. Desta forma, os valores de resistência de união ao cisalhamento dos preparos em dentina com laser com 200 mJ de energia foram estatisticamente superiores aos valores obtidos dos preparos com laser com 250 mJ por pulso de energia, com o sistema adesivo Single Bond, possuindo os maiores valores.

Assim, este estudo mostrou que quando utilizamos o Laser de Er:YAG com energia de 200 mJ por pulso podemos ter preparos cavitários semelhantes ao preparo executado com brocas (lixa 600), e que o sistema adesivo Single Bond (one step) é o mais indicado para fornecer melhor união entre o material restaurador e a dentina.

7 APÊNDICE

ANÁLISE ESTATÍSTICA

Tabela 10: Análise de variância com esquema fatorial dos fatores material e preparo

Causas da Variação	G.L.	S.Q.	Q.M.	Valor F	Prob. > F
Material	2	42.8655782	21.4327891	38.7780	0.00001
Preparo	2	5.1157835	2.5578917	4.6280	0.01274
Mat*Pre	4	11.3621393	2.8405348	5.1393	0.00137
Resíduo	72	39.7947614	0.5527050		
Total	80	99.1382624			

Média Geral = 0.893647

Coefficiente de Variação = 83.192 %

Tabela 11: Análise fixando Prompt do fator material e 250 mJ do fator preparo

Estatísticas	Teste
Num. Obs.	9
Valor Min.	0.68
Valor Max.	6.25
Amplitude	5.57
Total	33.65
Média	3.73
Variância	3.67
D. Padrão	1.91
D. P. Média	0.63
Coef. Var. %	51.29
Coef. Assim.	-0.44
Coef. Curt.	1.97
Mediana	4.34
Quartil Inf	1.80
Quartil Sup.	5.13
IC 5% L.S.	5.21
IC 5% L.I.	2.26
IC 5% L.S.	5.88
IC 5% L.I.	1.59

Tabela 12: Análise fixando Prompt do fator material e 200 mJ do fator preparo

Estatísticas	Teste
Num. Obs.	9
Valor Min.	0.41
Valor Max.	7.29
Amplitude	6.88
Total	27.66
Média	3.07
Variância	4.78
D. Padrão	2.18
D. P. Média	0.72
Coef. Var. %	71.14
Coef. Assim.	0.63
Coef. Curt.	2.47
Mediana	2.45
Quartil Inf	1.27
Quartil Sup.	4.54
IC 5% L.S.	4.75
IC 5% L.I.	1.38
IC 5% L.S.	5.52
IC 5% L.I.	0.62

Tabela 13: Análise fixando Prompt do fator material e lixa do fator preparo

Estatísticas	Teste
Num. Obs.	9
Valor Min.	0.38
Valor Max.	10.37
Amplitude	9.99
Total	48.48
Média	5.38
Variância	12.52
D. Padrão	3.53
D. P. Média	1.17
Coef. Var. %	65.70
Coef. Assim.	-0.07
Coef. Curt.	1.86
Mediana	4.89
Quartil Inf.	2.48
Quartil Sup.	8.93
IC 5% L.S.	8.11
IC 5% L.I.	2.66
IC 5% L.S.	9.35
IC 5% L.I.	1.42

Tabela 14: Análise fixando Single do fator material e 250 mJ do fator preparo

Estatísticas	Teste
Num. Obs.	9
Valor Min.	1.14
Valor Max.	9.73
Amplitude	8.58
Total	35.34
Média	3.92
Variância	13.28
D. Padrão	3.64
D. P. Média	1.21
Coef. Var. %	92.78
Coef. Assim.	0.85
Coef. Curt.	1.97
Mediana	1.93
Quartil Inf.	1.28
Quartil Sup.	7.98
IC 5% L.S.	6.73
IC 5% L.I.	1.12
IC 5% L.S.	8
IC 5% L.I.	-0.15

Tabela 15: Análise fixando Single do fator material e 200 mJ do fator preparo

Estatísticas	Teste
Num. Obs.	9
Valor Min.	1.45
Valor Max.	10.81
Amplitude	9.36
Total	45.98
Média	5.10
Variância	12.84
D. Padrão	3.58
D. P. Média	1.19
Coef. Var. %	70.14
Coef. Assim.	0.61
Coef. Curt.	1.73
Mediana	3.66
Quartil Inf.	2.24
Quartil Sup.	9.04
IC 5% L.S.	7.86
IC 5% L.I.	2.34
IC 5% L.S.	9.12
IC 5% L.I.	1.09

Tabela 16: Análise fixando Single do fator material e lixa do fator preparo

Estatísticas	Teste
Num. Obs.	9
Valor Min.	11.63
Valor Max.	18.45
Amplitude	6.82
Total	126.80
Média	14.08
Variância	6.45
D. Padrão	2.54
D. P. Média	0.84
Coef. Var. %	18.03
Coef. Assim.	0.91
Coef. Curt.	2.35
Mediana	13.35
Quartil Inf.	12.15
Quartil Sup.	16.23
IC 5% L.S.	16.04
IC 5% L.I.	12.13
IC 5% L.S.	16.93
IC 5% L.I.	11.24

Tabela 17: Análise fixando s/ ácido do fator material e 250 mJ do fator preparo

Estatísticas	Teste
Num. Obs.	9
Valor Min.	0.25
Valor Max.	1.19
Amplitude	0.94
Total	7.25
Média	0.80
Variância	0.10
D. Padrão	0.32
D. P. Média	0.10
Coef. Var. %	40.40
Coef. Assim.	-0.37
Coef. Curt.	1.93
Mediana	0.78
Quartil Inf.	0.55
Quartil Sup.	1.10
IC 5% L.S.	1.05
IC 5% L.I.	0.55
IC 5% L.S.	1.17
IC 5% L.I.	0.44

Tabela 18: Análise fixando s/ ácido do fator material e 200 mJ do fator preparo

Estatísticas	Teste
Num. Obs.	9
Valor Min.	0.61
Valor Max.	2.26
Amplitude	1.65
Total	13.99
Média	1.55
Variância	0.39
D. Padrão	0.62
D. P. Média	0.20
Coef. Var. %	40.52
Coef. Assim.	-0.11
Coef. Curt.	1.56
Mediana	1.44
Quartil Inf.	0.99
Quartil Sup.	2.24
IC 5% L.S.	2.03
IC 5% L.I.	1.06
IC 5% L.S.	2.25
IC 5% L.I.	0.84

Tabela 19: Análise fixando s/ ácido do fator material e lixa do fator preparo

Estatísticas	Teste
Num. Obs.	9
Valor Min.	0.30
Valor Max.	1.45
Amplitude	1.15
Total	7.92
Média	0.88
Variância	0.18
D. Padrão	0.43
D. P. Média	0.14
Coef. Var. %	49.25
Coef. Assim.	-0.13
Coef. Curt.	1.59
Mediana	0.89
Quartil Inf.	0.39
Quartil Sup.	1.29
IC 5% L.S.	1.21
IC 5% L.I.	0.54
IC 5% L.S.	1.36
IC 5% L.I.	0.39

8 REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- AOKI, A. *et al.* Evaluation of cervical enamel and root dentin after Er:YAG laser treatment of root caries. **6th International Congress on Lasers in Dentistry**. 1998. p.192-193.
- ARIMOTO, N. *et al.* Acid resistance in lased dentin. **6th International Congress on Lasers in Dentistry**. 1998. p.61-62.
- BOWEN, R. L. Properties of a silica – Reinforced polymer for dental restorations. **Journal of American Dental Association**. v. 66. Chigaco, 1963. p. 57-64.
- BUONOCORE, M. G. A Simple method of increasing the adhesion of acrylic filling materials to enamel surfaces. **Journal of dental research**. v. 34. n. 6. New York, 1955. p. 849-853.
- COULTER, A. H. Dentists pionner investigation using Erbium:YAG laser on hard tissue. **Journal Clin Laser Med Surg**. v. 13. n. 2. 1995. p. 109-110.
- COZEAN, C. *et al.* Dentistry for the 21st Century? Erbium: YAG laser for teeth. **Journal of the American Dental Association**. v. 128. Chigaco, 1997. p. 1080-1087.
- DOSTÁLOVÁ, T. *et al.* Dentin and pulp response to Erbium:YAG laser ablation: A preliminary evaluation of human teeth. **Journal of Clinical Laser Medicine & Surgery**. v.15. n.3. 1997. p. 117-121.
- FRENTZEN, M.; KOORT, H.J. Histological investigation of mid infrared laser ablation of dental hard tissues. **ISLD**. 1992. p.243-244.
- GIMBLE, C.; HANSEN, R.; SWETT, D. W.; PELAGALLI, J.; COZEAN, C. Er:YAG clinical studies for hard tissue applications. In: INTERNACIONAL CONGRESS ON LASERS IN DENTISTRY, 1994, Singapore. Proceedings... s.1.: Internacional Society of Lasers in Dentistry, 1994. p. 267-270.
- GROSS, D. *et al.* Surface morphology of dental hard tissues after Er:YAG laser treatment. **ISLD**. 1992. p.133-134.
- GROTH, E.; TANJI, E. Y.; ZECELL, D.; MATSON, E.; EDUARDO, C. P. The pre-treatment of enamel surface *in vivo* with Er:YAG laser for bonding composite

- resin. In: 5th Congress of Internacional Society for Laser in Dentistry, May, 1996, Jerusalem-Israel, 1996.
- HIBST, R.; KELLER, U. Er:YAG Laser etching of dental hardsubstances. *Am. Soc. Laser Med. Surg.*, p. 17, 1993. [Resumo n.71]
- HOSSAIN. M. *et al.* Effects of Er, Cr:YSGG laser irradiation in human enamel and dentin: ablation and morphological studies. *Journal of Clinical Laser Medicine & Surgery*. v.17. n.4. 1999. p.155-159.
- ISHIKAWA, I. *et al.* Erbium: YAG Laser, Promissing Procedures for Caries Treatment. *Dentistry in Japan*. v. 33. Tokyo, 1997. p. 165-169.
- JELINKOVA, H.; DOSTÁLOVÁ, T.; KREJSA, O.; HAMAL, K.; KUBELKA, J.; PROCHÁZKA. The influence of Er:YAG laser ablation on cavity surface and cavity shape. In: LASERS IN DENTISTRY II, 1996, California. Proceedings... s.1.: The Society for Optical Engineering, 1996. v. 2672, p. 193-199.
- KATAUMI, M. *et al.* Tensile bond strenght and SEM evaluation of Er:YAG laser irradiated dentin using dentin adhesive. *Dental Materials Journal*. v.17. n.2. 1998. p.125-138.
- KELLER, U.; HIBST, R. Effects of Er:YAG laser on enamel bonding of composite materials. In: LASERS IN DENTISTRY, 1993. Proceedings... s.1.: The Society for Optical Engineering, 1993. p. 123-127.
- KOORT, H. J.; FRENTZEN, M. Laser Effects on Dental Hard Tissues. In.: LASERS IN DENTISTRY, cap. 4, 1995. p. 57-70.
- LI, Z.; CODE, J. E.; VAN DE MERWE, W. P. Er:YAG Laser ablation of enamel and dentin of human teeth: Determination of ablation rates at various fluences and pulse repetition rates. *Lasers in Surgery and Medicine*. v.12. 1992. p.625-630.
- MAIMANN, T. H. Stimulated optical radiation in rubi. *Nature*. v. 187. n. 4736. Aug, 1960. p. 493-494.
- MATSUMOTO, K. Basic and clinical research on Er:YAG laser in dentistry. 6th *International Congress on Lasers in Dentistry*. 1998. p.235-236.
- MATSUMOTO, K. *et al.* Clinical dental application of Er:YAG laser for class V cavity preparation. *Journal of clinical laser medicine and surgery*. v. 14. n. 3. Jun, 1996. p. 123-127.

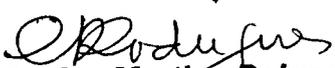
- MISERENDINO, L. J. SEM and dye penetration comparison of Er:YAG laser vs. Traditional treatments for caries prevention and tooth restoration. *Laser Surg Med, Abstracts of papers*. California, Apr 5-7, 1998. Suppl. 10. [Resumo n. 42]
- PELAGALLI, J.; GIMBLE, C. B.; HANSEN, R. T.; SWETT, A.; WINN, D. W. Investigational study of the use of Er:YAG laser versus dental drill for caries removal and cavity preparation – Phase I. *Journal Clin. Laser Med. Sur.* v. 15. n. 3. 1997. p. 109-115.
- SAKAKIBARA, Y. *et al.* Effect of experimental conditioners on tensile bond strenght to dentin irradiated by Er:YAG laser. *6th International Congress on Lasers in Dentistry*. 1998. p.181-182.
- SAKAKIBARA, Y. *et al.* Morphological change of tooth surface irradiated by Er:YAG laser. *The 4th International Congress on Lasers in Dentistry*. Singapore. Aug. 1994.
- TANJI, E.Y.; MATSUMOTO, K.; EDUARDO, C.P.; Estudo do condicionamento da superfície dentinária com o Er:YAG laser. *XIII Reunião Anual da SBPqO*. Águas de São Pedro, SP. Set., 1996.
- VICKERS, V.A. *et al.* Ablation of hard dental tissues with the Er:YAG laser. *ISLD*. 1992. p. 257-258.
- VISURI, S. R. *et al.* Shear strenght of composite bonded to Er:YAG – Prepared dentin. *Journal of dental research*. v. 75. n. 1. Jan, 1996. p. 599-605.
- WIGDOR, H. *et al.* The effect of lasers on dental hard tissues. *Journal of american dental association*. v. 124. Feb, 1993. p. 65-70.
- WIGDOR, H.; ASHRAFI, S.; ABT, E. SEM Evaluation of CO₂ Nd:YAG and Er:YAG laser irradiation of dentin in vitro. *ISLD*. 1992. p.131-132.
- ZENNYU, K. *et al.* Influences of irradiating directions of Er:YAG laser on morphology of hard dental tissues. *6th International Congress on Lasers in Dentistry*. 1998. p.197-198.



PARECER nº 106/01
Ref. Protocolo 120/00

O Grupo de Trabalho indicado pelo Comitê de Ética em Pesquisa, **APROVOU** o protocolo de pesquisa **"Resistência de união ao cisalhamento de dois sistemas adesivos em superfícies dentinárias preparadas com laser de Er:YAG "**, de responsabilidade do pesquisador **Eduardo Dall'Magro**, sob orientação do Professor Doutor **Edmir Matson**.

São Paulo, 30 de agosto de 2001


Profa.Dra. **Célia Regina Martins Delgado Rodrigues**
Coordenadora do CEP-FOUSP



M22173

ipen



**GOVERNO
FEDERAL**

Instituto de Pesquisas Energéticas e Nucleares
Av. Prof. Lineu Prestes, 2242 - Cidade Universitária - CEP 05508-000
Fone (0XX11) 3816-9000 - Fax (0XX11) 3812-3546
SÃO PAULO - São Paulo
[Http://www.ipen.br](http://www.ipen.br)

O Ipen é uma autarquia vinculada à Secretaria de Ciência, Tecnologia e Desenvolvimento Econômico do Estado de São Paulo, gerida técnica, administrativa e financeiramente pela Comissão Nacional de Energia Nuclear e associada à Universidade de São Paulo para fins de ensino de Pós-Graduação.