BR0645343

INIS-BR--4014

AUTARQUIA ASSOCIADA À UNIVERSIDADE
DE SÃO PAULO

AVALIAÇÃO DAS ALTERAÇÕES MORFOLÓGICAS DA SUPERFÍCIE DO PREPARO CAVITÁRIO APÓS CONDICIONAMENTO COM VERNIZ FLUORETADO A 2,26% E LASER DE Er:YAG ATRAVÉS DE MICROSCOPIA ELETRÔNICA DE VARREDURA.

LUCIANE BORELLI RODRIGUES

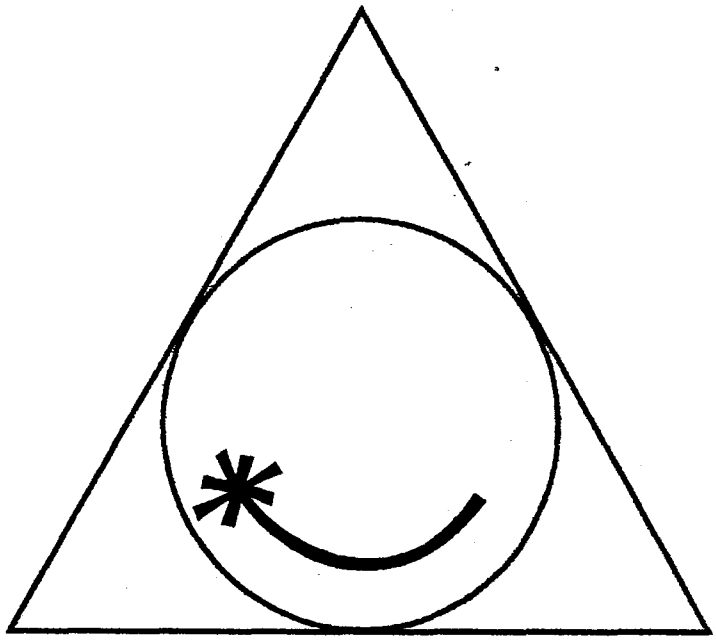
Dissertação apresentada como parte dos requisitos para obtenção do Grau de Mestre Profissional na área de Lasers em Odontologia.

Orientador:
Prof. Dr. José Luiz Lage Marques

Co-orientador:
Prof. Dr. Niklaus Ursus Wetter

São Paulo
2002

4-002:



MESTRADO PROFISSIONALIZANTE DE LASER EM ODONTOLOGIA

INSTITUTO DE PESQUISAS ENERGÉTICAS E NUCLEARES
FACULDADE DE ODONTOLOGIA
UNIVERSIDADE DE SÃO PAULO

AVALIAÇÃO DAS ALTERAÇÕES MORFOLÓGICAS DA SUPERFÍCIE DO PREPARO CAVITÁRIO APÓS CONDICIONAMENTO COM VERNIZ FLUORETADO A 2,26% E LASER DE Er:YAG ATRAVÉS DE MICROSCOPIA ELETRÔNICA DE VARREDURA

IPEN
LIVRO
BIBLIOTECA

LUCIANE BORELLI RODRIGUES

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

Orientador:
Prof. Dr. José Luiz Lage Marques
Co-Orientador:
Prof. Niklaus Ursus Wetter

São Paulo
2002

COMISSÃO NACIONAL DE ENERGIA NUCLEAR/SP IPEN

Dedicatória

Primeiramente a DEUS, o autor da vida.

Aos meus pais Airton e Rita pelo amor, carinho, pelo constante incentivo profissional, e por nunca medirem esforços para a realização dos meus sonhos, além do exemplo de vida e amor. AMO VOCÊS DEMAIS!

Ao meu marido Eduardo pelos anos em que temos tido a oportunidade de dividir o nosso amor e ao querido Daniel, que recentemente veio ao mundo para nos trazer mais alegria. Obrigada pela compreensão e por tudo que representam em minha vida.

A Patrícia, Júnior e Marcelo, meus queridos irmãos, pessoas muito especiais em minha vida!

Aos meus sogros Ovídio e Souad pelo apoio constante, carinho que vocês sempre demonstraram. Obrigada por tudo, amo vocês!

A Dra. Lígia e Dra. Ana Elisabeth Amstalden, a minha admiração, e obrigada por me ensinarem o amor pela Odontologia. Vocês também fazem parte desta conquista!

COMISSÃO NACIONAL DE ENERGIA NUCLEAR/SP

Agradecimentos

Aos meus orientadores Prof. Dr. José Luiz Lage Marques, pela dedicação e carinho, e Prof. Dr. Niklaus Ursus Wetter pelo apoio e disposição.

Ao Ricardo Navarro, um grande profissional, que com muita dedicação e carinho, sempre esteve disposto a me ajudar.

Ao coordenador do curso do Mestrado em "Laser em Odontologia" Prof. Dr. Nilson Dias Vieira.

Ao Prof. Dr. Carlos de Paula Eduardo pelo exemplo profissional.

Ao Sérgio Miglioli, por sua grande colaboração .

Ao Instituto de Pesquisas Energéticas e Nucleares e a Faculdade de Odontologia da Universidade de São Paulo – USP.

A todos os meus colegas do Mestrado Profissionalizante.

Ao meu marido Eduardo Rodrigues que ajudou na execução das fotos.

A minha auxiliar Érica Pereira Matos que contribuiu para o desenvolvimento deste trabalho.

A Prof. Dra. Denise Maria Zezell por seu incentivo na conclusão deste trabalho.

A Cida, Liliane e Sandra por sua disposição e carinho em colaborar em tudo que foi necessário.

COMISSÃO NACIONAL DE ENERGIA NUCLEAR/SP IPEN

AVALIAÇÃO DAS ALTERAÇÕES MORFOLÓGICAS DA SUPERFÍCIE DO PREPARO CAVITÁRIO APÓS CONDICIONAMENTO COM DURAPHAT E LASER DE Er:YAG ATRAVÉS DE MICROSCOPIA ELETRÔNICA DE VARREDURA

Luciane Bórelli Rodrigues

RESUMO

O tratamento da superfície dental com diferentes lasers para prevenção da cárie dental tem sido pesquisado nas últimas décadas. Este estudo tem com objetivo avaliar "in vitro" as alterações morfológicas dentinárias, no assoalho do preparo cavitário realizado com alta-rotação, e posteriormente, condicionado com verniz fluoretado 2,26% (Duraphat) e laser de Er:YAG, submetido ou não a ação do quelante Ácido Etileno Diamino Tetracético 15% (EDTA). Em 10 molares foram realizados 20 preparos cavitários Classe V, os espécimes foram divididos aleatoriamente em 4 grupos: grupo 1- tratamento com Duraphat e posteriormente com laser de Er:YAG (KaVo KEY) (120mJ/ 4 Hz); grupo 2: aplicação do laser, com mesmos parâmetros, previamente ao Duraphat; grupo 3: idem ao grupo 1 e com a posterior imersão das amostras em EDTA por 5 min; grupo 4: idem ao grupo 2 e com a posterior imersão das amostras em EDTA por 5 min. As amostras foram preparadas para posterior análise por Microscopia Eletrônica de Varredura. Foi possível observar que o condicionamento com Duraphat produziu alterações morfológicas, obliterando os túbulos dentinários; as amostras condicionadas com Duraphat e irradiadas com o laser de Er:YAG e tratadas com o EDTA (grupo 3) mostraram uma superfície uniformemente protegida, mantendo grande quantidade de Duraphat disposto ao redor da entrada dos túbulos dentinários, mostrando a viabilidade da realização de tal procedimento.

COMISSÃO NACIONAL DE ENERGIA NUCLEAR/SP IPEN

MORPHOLOGICAL EVALUATION OF CAVITY PREPARATION SURFACE AFTER DURAPHAT AND Er:YAG LASER TREATMENT BY SCANNING ELECTRONIC MICROSCOPY

Luciane Borelli Rodrigues

ABSTRACT

The treatment of dental surface using different lasers to prevent dental caries has been studied for several on last years. The purpose of this *in vitro* study was to evaluate the morphological changes on dentin surface from pulpal wall of cavity preparations performed by high-speed drill, treated with 2,26% fluoride varnish (Duraphat) and Er:YAG laser, and then submitted after receiving or not to EDTA 15% treatment. Twenty Class V cavities were performed on ten humans molars. The specimens were randomly divided in to 4 groups: group 1- treatment with Duraphat followed by Er:YAG laser irradiation (120mJ/ 4 Hz); group 2: Er:YAG laser irradiation, same parameters, followed by Duraphat treatment; group 3- same group 1 followed by immersion in EDTA (5 min); group 4- same as group 2 followed by immersion in EDTA (5 min). The specimens were processed for SEM analysis. The micrographs showed that Duraphat treatment promoted morphological changes on dentin, closing dentinal tubules; the specimens treated by Duraphat and Er:YAG laser and immersed in EDTA (group 3) showed homogeneous surface, closed and protected dentinal tubules, maintenance of the fluoride varnish on the dentin surface and around the dentinal tubules, showing feasible and efficiency of these therapies the feasibility.

COMISSAO NACIONAL DE ENERGIA NUCLEAR/SP IPEN

SUMÁRIO

	página
1. INTRODUÇÃO	01
2. OBJETIVOS	05
3. REVISÃO DE LITERATURA	
3.1. Verniz Fluoretado	06
3.2. Lasers utilizados na prevenção	07
3.3. Laser de Er:YAG na prevenção	12
4. MATERIAIS E MÉTODOS	
4.1. Materiais	22
4.1.1 Equipamentos	22
4.2. Métodos	23
4.2.1. Seleção das Amostras	23
4.2.2. Divisão dos Grupos	24
4.2.3. Preparo Cavitário com Alta-rotação	24
4.2.4. Aplicação do Duraphat	25
4.2.5. Irradiação com Laser de Er:YAG	25
4.2.6. Imersão no Quelante	25
4.2.7. Protocolo Experimental	26
4.2.8. Microscopia Eletrônica de Varredura	27
4.2.9. Avaliação Clínica	27
5. RESULTADOS	30
6. DISCUSSÃO	54
7. CONCLUSÕES	61
REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS	62

OMISSÃO NACIONAL DE ENERGIA NUCLEAR/SP IPEN

LISTA DE FIGURAS

página

Figura 4-1 - Preparo cavitário com alta rotação 28

Figura 4.2 - Preparos cavitários classe V 28

Figura 4.3 - Secção da raiz com disco diamantado 28

Figura 4.4 - Condicionamento com Duraphat no assoalho das cavidades 28

Figura 4.5 - Aparelho de Laser de Er:YAG 29

Figura 4.6 - Irradiação com Laser de Er:YAG 29

Figura 4.7 - Amostras submersas em EDTA 29

Figura 4.8 - Lavagem com água 29

Figura 5.1 - Assoalho do preparo cavitário realizado no espécime do Grupo 1 após condicionamento com Duraphat e irradiação com laser de Er:YAG (500X, 50μm). 34

Figura 5.2 - Assoalho do preparo cavitário realizado no espécime do Grupo 1 após condicionamento com Duraphat e irradiação com laser de Er:YAG (2000X, 10μm). 35

Figura 5.3 - Assoalho do preparo cavitário realizado no espécime do Grupo 1 após condicionamento com Duraphat e irradiação com laser de Er:YAG (500X, 50μm). 36

Figura 5.4 - Assoalho do preparo cavitário realizado no espécime do Grupo 1 após condicionamento com Duraphat e irradiação Laser de Er:YAG (2000X, 10μm). 37

Figura 5.5 - Assoalho do preparo cavitário realizado no espécime do Grupo 2 após irradiação com laser de Er:YAG e condicionamento com Duraphat (500X, 50μm). 38

Figura 5.6 - Assoalho do preparo cavitário realizado no espécime do Grupo 2 após irradiação com laser de Er:YAG e condicionamento com Duraphat (2000X, 10μm). 39

Figura 5.7 - Assoalho do preparo cavitário realizado no espécime do Grupo 2 após irradiação Laser de Er:YAG e condicionamento com Duraphat (2000X, 10μm). 40

COMISSÃO NACIONAL DE ENERGIA NUCLEAR/SP IPEN

Figura 5.8 - Assoalho do preparo cavitário realizado no espécime do Grupo 3, após condicionamento com Duraphat e imediata irradiação com laser de Er:YAG e submersão em EDTA (500X, 50μm). 41

Figura 5.9 - Assoalho do preparo cavitário realizado no espécime do Grupo 3 após condicionamento com Duraphat e imediata irradiação com laser de Er:YAG e submersão em EDTA (500X, 50μm). 42

Figura 5.10 - Assoalho do preparo cavitário realizado no espécime do Grupo 3 após condicionamento com Duraphat e imediata irradiação com laser de Er:YAG e submersão em ácido EDTA (2000X, 10μm). 43

Figura 5.11 - Assoalho do preparo cavitário realizado no espécime do Grupo 3 após condicionamento com Duraphat e imediata irradiação com laser de Er:YAG e submersão em EDTA (500X, 50μm). 44

Figura 5.12 - Assoalho do preparo cavitário realizado no espécime do Grupo 3 após condicionamento com Duraphat e imediata irradiação com laser de Er:YAG e submersão em EDTA (500X, 50μm). 45

Figura 5.13- Assoalho do preparo cavitário realizado no espécime do Grupo 3 após condicionamento com Duraphat e imediata irradiação com laser de Er:YAG e submersão em EDTA (500X, 50μm). 46

Figura 5.14 - Assoalho do preparo cavitário realizado no espécime do Grupo 3 após condicionamento com Duraphat e imediata irradiação com laser de Er:YAG e submersão em EDTA (2000X, 10μm). 47

Figura 5.15 - Assoalho do preparo cavitário realizado no espécime do Grupo 3 após condicionamento com Duraphat e imediata irradiação com laser de Er:YAG e submersão em EDTA (500X, 50μm). 48

Figura 5.16 - Assoalho do preparo cavitário realizado no espécime do Grupo 4 após irradiação com laser de Er:YAG e imediato condicionamento com Duraphat e submersão em EDTA (500X, 50μm). 49

Figura 5.17- Assoalho do preparo cavitário realizado no espécime do Grupo 4 após irradiação com laser de Er:YAG e imediato condicionamento com Duraphat e submersão em EDTA (2000X, 10μm). 50

Figura 5.18 - Assoalho do preparo cavitário realizado no espécime do Grupo 4 após irradiação com o laser de Er:YAG e imediato condicionamento com Duraphat e submersão em EDTA (500X, 50μm). 51

Figura 5.19- Assoalho do preparo cavitário realizado no espécime do Grupo 4 após irradiação com laser de Er:YAG e imediato condicionamento com Duraphat e submersão em EDTA (2000X, 10μm). 52

Figura 5.20- Assoalho do preparo cavitário realizado no espécime do Grupo 4 após irradiação com laser de Er:YAG e imediato condicionamento com Duraphat e submersão em EDTA (500X, 50μm). 53

LISTA DE TABELAS

página

Tabela 1- Divisão dos grupos e tratamentos realizados 24

Tabela 2- Resultado da análise da qualidade dos resultados obtidos pelos procedimentos realizados nas amostras testadas. 30

COMISSÃO NACIONAL DE ENERGIA NUCLEAR/SP IPEN

LISTA DE SÍMBOLOS

%- Porcentagem

C- Cálcio

P- fósforo

O- Oxigênio

OH^-- Hidroxila

HCl- Ácido Clorídrico

NaF- Fluoreto de sódio

NaOCl- Hipoclorito de Sódio

COMISSÃO NACIONAL DE ENERGIA NUCLEAR/SP IPEN

LISTA DE ABREVIATURAS E SIGLAS

CO_2- Dióxido de carbono

EDTA- Ácido etileno diamino tetracético

Er:YAG- Érbio:Ítrio-Alumínio-Granada

Er:YSGG- Érbio:Ítrio-Escândio-Gálio-Granada

Er, Cr:YAG- Érbio, Cromo: Ítrio-Escândio-Gálio-Granada

EDX- Energia dispersiva de raios X

EDTA- Ácido Etileno Diamino Tetraacético

He-Ne- Hélio-Neônio

Ho:YAG- Hólmio: Ítrio-Alumínio-Granada

Nd:YAG- Neodímio:Ítrio-Alumínio-Granada

MEV- Microscopia eletrônica de varredura

MET- Microscopia eletrônica de transmissão

MO- Microscopia óptica

cm- Centímetro

cm^2- Centímetro quadrado

Hz- Hertz

h- Hora

J- Joule

J/cm^2- Joule/centímetro quadrado

Kg- Kilograma

Kgf- Kilograma força

µm- Micrometro

mm- Milímetro

mm^2- Milímetro quadrado

µs- Microsegundo

mJ- Milijoule

mW- Miliwatt

min- Minuto

mL- mililitro

M- Mol

nm- Nanometro

COMISSÃO NACIONAL DE ENERGIA NUCLEAR/SP IPEN

N- Newton

N- Normal

pps- Pulso por segundo

s- Significante

seg- Segundo

W- Watt

1. INTRODUÇÃO

1. INTRODUÇÃO

Atualmente estuda-se em diversos países o mecanismo de ação dos diferentes Lasers, associado ao flúor sobre a estrutura dental, como um método eficiente de prevenção e tratamento da cárie dental.

Muitos estudos são registrados na literatura científica acerca deste tema, todavia, muito ainda está por ser descoberto, e novos estudos são necessários com a finalidade de esclarecer pontos ainda obscuros que, uma vez evidenciados, poderão contribuir para o aperfeiçoamento do uso do Laser na Odontologia.

É necessário entender que a preservação de vitalidade e de saúde deve ser de todo o órgão dental, de todos os seus elementos, esmalte, dentina, polpa e cemento, além das estruturas de suporte que viabilizam a sua manutenção em função fisiológica. Este conjunto é que permite a harmonia como um todo, o que não pode ser conseguido com a dissociação das partes e dos sistemas entre si. Assim sendo, para manter a vitalidade pulpar é fundamental que se preserve o esmalte e o cemento, prevenir a instalação da doença cárie e da doença periodontal, aplicando todos os recursos de limpeza, controle do biofilme microbiano, proteção de fóssulas e fissuras, aplicação tópica de flúor, fluoretação da água e todos os demais métodos que envolvem a prevenção como um todo.

A proteção do complexo dentina-polpa permite compreender o quão importante é manter a vitalidade pulpar na prática clínica, e, principalmente, determinar a qualidade desta vitalidade, além da viabilidade da manutenção das funções da polpa nos vários estágios de seu desenvolvimento.

Portanto, a prevenção com um todo se torna extremamente importante em qualquer área da Odontologia.

A utilização do verniz fluoretado na clínica Odontológica vem assumindo importância cada vez maior no controle da cárie dental, procurando contribuir sobremaneira para um prognóstico mais favorável de saúde bucal.

Estudos "in vitro" e "in vivo" demonstram claramente a superioridade do verniz fluoretado como método que possa favorecer a incorporação do halogênio em toda a superfície do esmalte; o flúor não adere permanentemente à superfície dental quando usado de forma tópica, sendo que, quanto maior a quantidade

COMISSÃO NACIONAL DE ENERGIA NUCLEAR/SP IPEN

mecanicamente retida e o tempo de permanência deste em contato com o esmalte dental maior será a sua efetividade clínica.

O princípio da emissão estimulada de radiação, a partir da interação entre a luz e a matéria, descrita por Einstein (1917) foi a base teórica para o desenvolvimento do laser.

Em 1960, Maiman a partir de um cristal de rubi, desenvolveu a primeira fonte de emissão estimulada de luz visível, denominada laser (acrônimo de "Ligth Amplification by Stimulated Emission of Radiation" que significa Amplificação da Luz por Emissão Estimulada de Radiação). Os primeiros estudos que utilizaram o laser nos tecidos duros foram realizados por Goldman *et al.* (1964) e por Stern e Sognnaes (1964) com o laser de rubi, mostrando a vaporização do esmalte e dentina com alterações em forma de crateras, fusão do esmalte e a criação de trincas e áreas de carbonização decorrentes dos danos térmicos que inviabilizaram a sua utilização clínica.

O tratamento conservador por irradiação da superfície dental, com diversos tipos de laser, tem sido pesquisado nas últimas décadas através de vários estudos "in vitro" e "in vivo", mostrando como a radiação laser, com diferentes comprimentos de onda, pode interagir com os tecidos duros dentais.

A partir destas primeiras constatações alguns grupos de pesquisadores se interessaram pelas modificações físicas e químicas que ocorrem no esmalte dental em decorrência da aplicação de vários tipos de lasers em diferentes condições de irradiação. Os lasers mais estudados, tendo em vista a prevenção de cárie por aumento da resistência do esmalte, têm sido os lasers de Nd:YAG, argônio, holmio, dióxido de carbono e mais recentemente os lasers de érbio e diodo.

A primeira descrição do uso do laser de Er:YAG em tecido duro dental data de 1988, no estudo de Hibst *et al.*, mostrando que tal comprimento de onda (2,94μm) coincide com um dos picos de absorção da água, resultando em alta absorção nos tecidos biológicos, incluindo o esmalte e a dentina; mostrando-se um laser eficiente no processo de ablação dos tecidos duros dentais, não causando injúria térmica à polpa e à estrutura dental remanescente (Hibst e Keller, 1989; Keller e Hibst, 1989; Paghdiwala *et al.*, 1993).

A utilização do laser de Er:YAG nos tecidos dentais apresenta grande interesse devido à redução do ruído, dor e ausência de vibração e contato, em

comparação com a alta-rotação convencional, reduzindo ou eliminado a necessidade de anestesia e possibilitando a remoção conservadora dos tecidos duros dentais (Keller e Hibst, 1992; Cozean *et al.*, 1997; Eduardo *et al.*, 1998).

O laser de Er:YAG é capaz de ablacionar os tecidos dentais, estimulando a formação de dentina secundária ou reacional, e promover a redução bacteriana no preparo cavitário (Kayano *et al.*, 1991; Morioka *et al.*, 1991; Blay, 2001).

A ablação pelo laser de Er:YAG promove no esmalte microporosidades e na dentina ausência da camada de esfregaço, com abertura dos túbulos dentinários, criando um padrão morfológico micro-retentivo que sugere a possibilidade da realização de procedimentos restauradores adesivos (Kumazaki, 1992; Keller e Hibst, 1993, Visuri *et al.*, 1995; Tanji *et al.*, 1996; Bispo, 2000; Navarro, 2001).

A realização de preparos cavitários com o laser de Er:YAG é relatada pelos pacientes como uma prática segura, com reduzida elevação da temperatura tecidual (Hibst & Keller, 1992) e confortável, devido à ausência ou diminuição da sensibilidade dolorosa, à ausência de vibração e contato e ruído reduzido, além do conservadorismo devido a preservação da estrutura dental sadia (Cozean *et al*, 1997; Eduardo *et al.*, 1998).

O tratamento da superfície dental com o laser de Er:YAG tem mostrado eficiência no aumento da ácido-resistência e prevenção à cáries (Hossain *et al.*, 1999; Hossain *et al.*, 2000).

De acordo com o estudo conduzido por Morioka *et al,* em 1991, o laser de Er:YAG promoveu maior ácido resistência na superfície do esmalte quando comparado com o laser de Nd:YAG.

Em 1996, Fried *et. al*, também comprovaram que os lasers de Er:YAG e Er:YSGG, em diferentes condições de energia, apresentam o mesmo potencial tanto para a remoção de cárie como para a prevenção da cárie dental.

No estudo de Hossain *et. al*, em 2000, testou-se o laser de Er:YAG para a prevenção de cáries, na presença ou não de jato de água, observando-se que em ambas circunstâncias, a irradiação do esmalte com o laser de Érbio promoveu maior ácido resistência em relação às amostras não irradiadas.

Dessa forma, observa-se que o laser é na atualidade um instrumento de grande interesse e importância para prevenção da cárie nos tecidos duros dentais; a associação desta nova tecnologia com o flúor, seja em soluções ou vernizes,

apresenta grandes perspectivas e interesse seja em estudos "in vitro" ou em pesquisas clínicas.

2. OBJETIVOS

2. OBJETIVOS

Este estudo "in vitro" tem o objetivo de avaliar as alterações morfológicas na dentina, do assoalho do preparo cavitário realizado com alta-rotação, condicionada com o verniz fluoretado Duraphat e o Laser de Er:YAG, submetida ou não, à posterior ação do quelante Ácido Etileno Diamino Tetraacético (EDTA), através da microscopia eletrônica de varredura.

3. REVISÃO DA LITERATURA

3. REVISÃO DA LITERATURA

3.1. Verniz Fluoretado

Os vernizes fluoretados surgiram nos meados dos anos 60 para aplicação na superfície externa dos dentes com a finalidade de prevenção da cárie, e mais recentemente no processo de remineralização da estrutura dental. O Duraphat é um dos tipos comerciais de verniz fluoretado utilizado em vários países e em nosso meio tem tido grande aplicação.

Simionato *et. al,* em 1992, realizaram um estudo comparando o uso dos vernizes com flúor Duraphat e Flúor Protector como medida preventiva auxiliar na clínica odontológica.Os dois tipos de vernizes com flúor estudados demonstraram eficiência na redução da cárie dentária e no retardamento da evolução do processo carioso. Os autores puderam concluir que o Duraphat e o Flúor Protector são eficientes nas faces interproximais, em dentes recém erupcionados e no controle da sensibilidade dentinária, aumentam o teor do flúor no na superfície dentária; o número de aplicações deve estar de acordo com a atividade de cárie do paciente.

Em 1995, Guimarães realizou um estudo em 64 pacientes, com idade variando entre 7 e 10 anos, com o objetivo de avaliar se uma única aplicação de verniz contendo NaF a 5% influi a contagem de microrganismos (*streptococcus spp., streptococcus mutans e lactobacillus*) da saliva e da placa dental. Os resultados obtidos indicaram, ao nível de 5% de significância, que o verniz fluoretado induziu maior redução nas contagens de *streptococcus spp*. De modo geral, para todos os vernizes, houve uma redução nas contagens de *streptococcus em até 68,75%.*

Ramos, em 1995, comparou o efeito na redução da cárie com uma solução de fluoreto de sódio e aplicação de um verniz fluoretado, em 259 crianças com idade variando entre 11 e 13 anos, provenientes de duas escolas públicas de São Paulo, divididas em dois grupos experimentais e um grupo controle. O grupo do verniz recebeu a aplicação semestral de Duraflúor durante o ano escolar. O grupo que recebeu a solução de flúor realizou bochechos quinzenais com NaF 0,2%. O grupo controle recebeu apenas orientações educativas. Os resultados mostram diferenças em nível de 5% entre os grupos experimentais que utilizaram flúor. A

autora sugere que a substituição dos bochechos fluoretados pela aplicação semestral do verniz fluoretado devido à análise do custo-benefício.

Através de um estudo comparativo dos efeitos da aplicação tópica do Duraphat, Flulak, Flúor Protector, Bi-Fluorid 12, Profilac, Fluorogel-P e Fluocal-gel, Rodríguez *et al.,* em 1998, puderam concluir que não houve diferença significante destes produtos uma vez que 67,5% das crianças tratadas apresentaram maior resistência do esmalte à ação dos ácidos, e que os vernizes mostraram melhores resultados que o flúor em gel.

3.2. Lasers utilizados na prevenção

A partir de estudos da interação entre luz e matéria, Einstein (1917) postulou os princípios da amplificação da luz por emissão estimulada de radiação, denominado LASER.

Schawlow & Townes, em 1958, propuseram a aplicação dos princípios do MASER ("Microwave Amplificated by Stimulated Emission of Radiation"- amplificação de microondas por emissão estimulada de radiação), para regiões do visível e infravermelho do espectro eletromagnético, sendo portanto, um prenúncio do LASER.

A partir da estimulação de um cristal de rubi, Maiman, em 1960, realizou o primeiro estudo de emissão estimulada da luz visível, surgindo o LASER ("Light Amplification by Stimulated Emission of Radiation"- amplificação da luz por emissão estimulada de radiação).

Os primeiros estudos, que demonstraram a aplicação do laser em Odontologia, foram publicados por Goldman *et al.* (1964); Stern & Sognnaes (1964) mostrando a vaporização do tecido duro dental pelo laser de rubi, com áreas de fusão e vitrificação no esmalte e a formação de crateras, com áreas de carbonização, devido ao alto conteúdo orgânico na dentina.

O laser de rubi, entretanto, não se mostrou promissor, pois, como relata Adrian *et al.,* em 1971, o uso deste laser em dentes vitais ocasionou danos pulpares decorrentes do aumento de temperatura, inclusive, com área de necrose na avaliação histológica.

Zach & Cohen (1965) avaliaram "in vivo" o grau de elevação da temperatura pulpar, e as respostas histológicas da polpa, frente a estímulos

térmicos conhecidos, em dentes de macacos "Rhesus". Foi constatado pelos autores que elevações da temperatura pulpar, superiores a 5,5°C deveriam ser evitadas, pois estas poderiam provocar injúrias térmicas e danos irreversíveis a vitalidade do tecido pulpar. Fatores que podem interferir na resposta térmica, como espessura do remanescente dental, refrigeração, doenças ou traumas pré existentes, devem ser considerados, no momento que se realizam intervenções na estrutura dental.

Os primeiros trabalhos na Odontologia, com laser na prevenção da cárie dental foram realizados por Stern e Sognnaes (1964) utilizando um laser de rubi sobre o esmalte dental, "in vitro", e puderam constatar que este se tornava mais resistente à ação de ácidos desmineralizantes.

Em 1972, Stern e Sognnaes demonstraram pela primeira vez "in vitro" que a aplicação do laser de CO_2 sobre o esmalte dentário induz uma maior resistência do esmalte à ação de ácidos. Esses autores irradiaram duas amostras de esmalte em diferentes dentes. Uma delas com laser de CO_2 super pulsado, com densidade de energia entre 10 e 15J/cm^2 e a outra amostra não foi irradiada. As duas amostras foram colocadas na cavidade bucal de um paciente denominado de receptor, adaptadas a um dente por uma prótese de ouro. Esta prótese apresentava uma janela de fácil remoção e, no seu interior, foram colocadas as amostras por um período de 3 a 5 semanas. Havia uma fenda nesta janela com a finalidade de facilitar o acúmulo de placa bacteriana. A análise das amostras no MEV mostraram que ambas as amostras foram atacadas pela ação do ácido produzido pelas bactérias, no entanto o esmalte irradiado não sofreu a ação desses ácidos, ou seja, desmineralização. Para confirmar esta pesquisa, os mesmos autores realizaram uma outra pesquisa semelhante. Desta vez, utilizaram amostras de um mesmo dente fixadas, lado a lado, com resina a uma base oral; os resultados foram semelhantes: As amostras apresentavam diferenças visuais marcantes: a amostra irradiada estava intacta, enquanto que a amostra controle, apresentou manchas típicas de cáries incipientes de esmalte.

Em 1980, Yamamoto e Sato irradiaram 60 dentes humanos, recém extraídos, livres de cáries, com laser de Nd:YAG chaveado, com energia de pico de 100 KW, pulsos de 100ns. As amostras foram colocadas em solução ácida desmineralizadora após a irradiação (pH 4,5) por 4 dias. O resultado mostrou que em 73% (44 dentes) não houve nenhuma desmineralização e em 27% (16 dentes)

houve resistência moderada à desmineralização. O laser de CO_2, assim como o laser de Nd:YAG, promoveu alterações morfológicas na estrutura do esmalte.

Borggreven *et. al.,* em 1980, comprovaram que ocorrem alterações químicas, além das alterações físicas, na estrutura superficial do esmalte irradiado com laser de CO_2 . Pesquisando a permeabilidade a íons do esmalte fatiado de dentes de boi, os autores puderam observar que o mesmo apresentou maior difusão de íons de um lado para outro depois das amostras terem sido irradiadas, mesmo com densidades de energia que induzem à fusão desse esmalte.

Hargreaves *et. al.,* em 1984, realizaram um estudo utilizando 3 grupos de amostra de esmalte dental submetendo cada grupo a um tipo de laser. O grupo I foi irradiado com laser de Nd:YAG, o grupo II com laser de Nd:YAG Q-switched e o grupo III com laser de CO_2. Todas as amostras foram pintadas com tinta fotoabsorvedora antes de serem irradiadas, com a finalidade de diminuir a densidade de energia necessária para ocorrer alteração no esmalte. Posteriormente, as amostras foram submetidas a uma solução de ácido fosfórico a 37%. Os três grupos foram analisados ao Microscópio Óptico e ao MEV, e os autores puderam concluir que as amostras de esmalte irradiados com os três tipos de laser foram mais resistentes à desmineralização na superfície e na subsuperfície do que as amostras do grupo controle que não foram irradiadas.

Morioka *et al.*, em 1986, irradiaram dentes humanos recém extraídos, com laser de Nd:YAG, modo livre, com densidade de energia de 50 J/cm^2. Os dentes foram estocados em flúor fosfato acidulado por 24 horas. As amostras foram observadas no MEV e os autores puderam observar que houve maior penetração de flúor no esmalte dos dentes irradiados, alcançando uma profundidade de $100\mu m$.

Oho e Morioka (1991) sugeriram que pela perda de substâncias interprismática e intraprismática do esmalte dental irradiado com laser de Nd:YAG, haveria perda de conteúdo orgânico do esmalte, e que o aumento da birefrigência do mesmo à luz polarizada sugeria a presença de micro-espaços ou "lojas" que poderiam servir de sítios de depósitos para íons flúor, fosfato ou cálcio durante o processo de desmineralização ácida. Os íons de flúor penetram mais profundamente quando aplicados sobre o esmalte irradiado com o laser de Nd:YAG do que quando aplicados sobre o esmalte que não sofreu irradiação; o mesmo acontece com os íons de cálcio. Os mesmos autores também

comprovaram que o flúor fosfato acidulado é mais efetivo do que o fluoreto de sódio para prevenir cáries, se aplicado depois do esmalte ser irradiado com o laser de Nd:YAG.

Bahar e Tagomori, em 1994, realizaram um estudo para verificar os efeitos do laser de Nd:YAG nos sulcos e fissuras de molares e pré-molares, para observarem: (1) a resistência conferida pelo laser de Nd:YAG ao esmalte quando submetido ao ataque ácido; (2) o efeito de limpeza do laser nos sulcos e fissuras; (3) o grau de absorção de flúor pelo esmalte irradiado tanto nas superfícies lisas como nos sulcos e fissuras. Foi utilizada densidade de energia de 0,75 J/cm^2, com 0,5 segundo de irradiação. Antes da irradiação com laser as amostras receberam tinta nanquim sobre a superfície do esmalte para aumentar a absorção do laser. Os autores puderam concluir que o efeito de limpeza de sulcos e fissuras pelo laser é mais efetivo do que a limpeza química e químico-mecânica; houve aumento da resistência do esmalte, dos sulcos e fissuras, ao ataque ácido em torno de 40% e houve uma penetração maior de flúor no esmalte tratado com laser de neodímio em relação ao grupo controle, numa profundidade aproximada de 200μm no esmalte liso na região de sulcos e fissuras.

Myaki, em 1995, irradiou dentes pré-molares, recém extraídos, com laser de Nd:YAG (potência 2,0 W; 20 Hz e 100 mJ de energia por pulso; densidade de energia de 124,3 J/cm^2 por pulso). O autor pôde concluir que o laser de Nd:YAG pulsado, nas condições de energia utilizadas, provocou vedamento de sulcos e fissuras de pré-molares em vários casos, e que o vedamento parcial ou total dos sulcos e fissuras ficou na dependência do tipo de sua abertura, extensão e profundidade. Ao Microscópio Eletrônico de Varredura a superfície irradiada apresentou estrutura rugosa com formações decorrentes da fusão e recristalização do esmalte e áreas adjacentes lisas.

Zhang *et al.*, em 1992, publicaram um trabalho onde avaliaram clinicamente o uso do laser de Nd:YAG associado ao flúor para prevenir processos cariosos da superfície radicular "in vitro". Esse tratamento já havia apresentado sucesso com o uso dos lasers de CO_2 e Ar. Os autores puderam observar a penetração do flúor em uma faixa de 20 μm de profundidade da raiz. Quando a superfície radicular foi coberta com uma substância fotoabsorvedora antes da irradiação as alterações foram ainda mais significativas.

COMISSÃO NACIONAL DE ENERGIA NUCLEAR/SP IEA

Cecchini (1997) estudou as alterações morfológicas e resistência ácida do esmalte dental humano irradiado pelo laser de Nd:YAG, associando ou não a aplicação de flúor fosfato em gel, observando que o laser promoveu a fusão e vitrificação do esmalte e aumento da resistência ácida.

Em 1997, Featherstone *et al.* pesquisaram os vários comprimentos de onda do laser de CO_2 (9,3; 9,6; 10,3 e 10,6μm), 25 pulsos de 100μs, densidade de energia de 0 a 6 J/cm^2, para verificar qual o potencial desses lasers em diminuir a solubilidade do esmalte dentário. Para os autores as alterações químicas que ocorrem no esmalte dental são os responsáveis pela maior ácido resistência do esmalte irradiado. A maior perda do carbonato ocorreu com comprimentos de onda de 9,3 e 9,6μm e densidade de energia de 4 J/cm^2. Esses comprimentos de onda requerem menor energia laser do que os de 10,3 e 10,6 μm para o mesmo efeito final no esmalte dental.

Zezell *et al.*, em 1997, realizaram um estudo da microdureza do esmalte dentário e da resistência adquirida quando submetido ao laser de Hólmio. Puderam concluir que houve aumento da microdureza do esmalte e, quando as amostras foram expostas ao ácido perclórico, a perda de cálcio foi menor do que a do grupo controle indicando, a possibilidade do laser de Hólmio também ser utilizado em prevenção de cáries.

Em 1999, Blankenau *et al.*, conseguiram provar "in vivo" que o laser de argônio é eficiente para diminuir a descalcificação do esmalte dentário. Dentes pré-molares indicados para extração foram irradiados com laser de Argônio, com densidade de energia de 12J/cm^2, e foram preservados os dentes homólogos para controle. Os autores prepararam bandas ortodônticas para retenção de placa bacteriana em cada um dos dentes em estudo, após 5 semanas essas bandas foram removidas e os dentes extraídos. O esmalte foi examinado com microscópio de luz polarizada foi comprovada uma redução da descalcificação de 29,1% dos dentes irradiados em relação ao grupo controle.

Boari, em 2000, avaliou clinicamente a eficiência do laser de Nd:YAG associado ao flúor fosfato acidulado na prevenção de cáries de sulcos e fissuras de crianças e adolescentes. Foram selecionados 242 dentes molares e pré-molares, livres de cáries ou descalcificações, de 33 crianças e adolescentes, com idades variando entre 7 e 15 anos, e foram divididos em dois grupos. O primeiro

grupo, do hemi-arco direito, foi irradiado com laser na presença de um pigmento fotoabsorvedor, e em seguida foi aplicado o flúor fosfato acidulado por 4 minutos. As condições de irradiação foram energia de 60mJ/pulso, freqüência de 10Hz, potência média de 0,6W, resultando em densidade de energia de 84,9 J/cm^2. No segundo grupo, hemi-arco esquerdo, foi aplicado somente o flúor fosfato acidulado, pelo mesmo tempo, e os dentes foram considerados com controle. Após 1 ano os dentes foram avaliados e a autora observou, pelo resultado final, uma diferença estatisticamente significante ao nível de 1% entre o grupo laser + flúor e o grupo controle, tendo como conclusão que a técnica utilizada pode ser considerada como um método alternativo para a prevenção de cáries oclusais.

3.3. Laser de Er:YAG na prevenção

A utilização do laser de Er:YAG em Odontologia, foi primeiramente demonstrada por Hibst *et al.* em 1988; mostrando que o laser de Er:YAG, por emitir comprimento de onda de 2,94μm, que coincide com o pico máximo de absorção da água e dos radicais hidroxila (OH^-) presentes na hidroxiapatita dos tecidos minerais, havendo grande absorção deste laser pelos tecidos biológicos, é portanto, promissor na remoção da estrutura dental.

Em 1989, Hibst & Keller avaliaram a eficiência de ablação do esmalte, dentina e tecido cariado pelo laser de Er:YAG, analisando por MO, o diâmetro e a profundidade das cavidades, e a elevação da temperatura, através de uma termo-câmera. Foi observado que o laser de Er:YAG é efetivamente absorvido pelos tecidos mineralizados dentais, causando um aquecimento rápido, superficial e em pequeno volume, promovendo a remoção tecidual pelo processo de ablação termo-mecânica, através da vaporização da água e aumento da pressão intra-tecidual, ocorrendo a expansão e fragmentação tecidual, sendo o material ejetado através de microexplosões. O limiar de ablação do esmalte é superior ao da dentina, portanto, utilizando uma mesma energia de irradiação, as cavidades produzidas no esmalte pela ablação eram menores do que na dentina.

Realizando análise morfológica, por MO e MEV para avaliação das alterações provocadas pelo laser de Er:YAG, no esmalte e dentina, em dentes humanos, Keller & Hibst (1989) observaram que este laser promoveu a remoção do tecido mineralizado por um processo de explosão; com o laser Er:YAG, a

maior parte da energia incidente é consumida pelo processo de ablação, e somente uma fração da energia resulta em aquecimento dos tecidos remanescentes, portanto, pode-se observar nas margens das cavidades, e nos tecidos adjacentes à região irradiada, mínima ou nenhuma alteração térmica, como carbonização, trincas, fusão ou vitrificação.

Kayano *et al.* (1991) avaliaram, através da MEV, a resistência ácida dos tecidos duros dentais irradiados pelo laser de Er:YAG. Os resultados mostraram que o laser de Er:YAG promoveu a ablação dental, formando crateras, sem ocorrer fraturas ou trincas, havendo uma resistência ao ácido, no esmalte marginal, adjacente à área irradiada pelo laser.

Morioka *et al.* (1991) estudou os efeitos do laser de Er:YAG sobre o tecido duro dental, comparando os resultados com os outros lasers (CO_2, Argônio, Nd:YAG pulsado e Nd:YAG contínuo). O laser de Er:YAG foi aplicado focalizado, na superfície do esmalte de incisivos humanos, com ou sem pigmentação prévia, com 0,4 a 0,9J de energia total e taxa de repetição de 1, 2 e 10Hz, e posterior imersão dos espécimes, em gel tamponado de 0,1M lactato (pH 4,5) por uma semana, para formação das cáries artificiais. Foi observado, pela microradiografia e MO, que o laser de Er:YAG foi eficaz na redução da descalcificação e aumento da resistência ácida, da superfície e subsuperfície do esmalte dental, apresentando resultados superiores aos outros lasers.

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

Hibst & Keller (1992) avaliaram os efeitos de uma fina camada de "spray" de água, na temperatura e eficiência de ablação do esmalte e dentina, durante irradiação com o laser de Er:YAG na superfície do esmalte e da dentina. Foi

observado que a perda de energia é proporcional a espessura do filme de água; a camada superficial de água é evaporada pela parte inicial do pulso de energia, e a maior parte da energia é absorvida pela água confinada nos tecidos mineralizados, formando vapores que melhoram a ejeção e eficiência de ablação do esmalte e dentina.

Avaliando o efeito térmico do laser de Er:YAG na superfície dental, Hibst & Keller (1992) utilizaram um sistema de imagem termográfica, para mensuração do aumento da temperatura. Foi observado que a queda da temperatura foi mais rápida em esmalte, devido a sua grande difusibilidade térmica, do que em dentina; o efeito térmico foi mais pronunciado no esmalte quando comparado à dentina; a energia térmica foi depositada numa camada superficial, com espessura infinitesimal, devido a pequena profundidade de penetração do laser de Er:YAG nos tecidos mineralizados (cerca de 10μm). Para pulsos repetitivos, o efeito da temperatura é acumulativo, de acordo com o intervalo de tempo entre dois pulsos, portanto, a taxa de repetição é o parâmetro mais importante para determinar os efeitos térmicos no tecido irradiado.

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

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

Kumazaki (1992) avaliou, através de testes de tração, a resistência adesiva à superfície do esmalte condicionado com o laser de Er:YAG, com energias por pulso de 100 a 1000mJ e taxa de repetição de 10Hz, associado ou não com ácido

fosfórico por 30seg. Os resultados mostraram que o condicionamento do esmalte, somente com o laser de Er:YAG, com 600mJ/pulso de energia, apresentou resultados similares ou superiores àqueles obtidos com o ácido fosfórico.

Com o objetivo de avaliar o efeito do condicionamento da superfície do esmalte, com o laser de Er:YAG, através do teste de tração e MEV, Keller & Hibst (1993) mostraram que a irradiação laser produziu alterações morfológicas na superfície do esmalte, criando um padrão microretentivo para materiais adesivos; a aplicação do laser de modo desfocado, associado com aplicações focalizadas, promoveu os melhores padrões morfológicos e valores de adesão, criando um padrão de condicionamento mais homogêneo. O condicionamento somente com laser de Er:YAG alcançou 92,5% dos valores de adesão obtidos com o condicionamento convencional com ácido fosfórico.

Paghdiwala *et al.* (1993) estudaram os efeitos do laser de Er:YAG na elevação da temperatura pulpar, utilizando ou não refrigeração com "spray" de água e diferentes parâmetros de energia. Os resultados, da MEV e da termo-câmera, indicaram que o uso da refrigeração, durante o preparo das cavidades, promoveu maior eficiência de ablação, redução da temperatura e ocorrência de alterações estruturais e térmicas, sem áreas de carbonização ou trincas, comparando com os dentes que foram irradiados pelo laser sem refrigeração.

Wigdor *et al.* (1993) avaliaram os efeitos dos lasers de CO_2, Nd:YAG e Er:YAG e da alta-rotação em dentes humanos "in vitro" pela MEV e na polpa de dentes de cães "in vivo" pela MO. Foi possível observar que o laser de Er:YAG causou mínimo efeito térmico, semelhante ao método convencional, com manutenção da organização e integridade da polpa, além da formação de uma camada de dentina reacional imediatamente subjacente à área irradiada, sugerindo uma biomodulação do tecido pulpar.

Arcoria & Cozean (1994) avaliaram o aumento da temperatura, utilizando uma termo-câmera, em dentes humanos tratados com os lasers de CO_2, Nd:YAG, Ho;YAG e Er:YAG, e com alta-rotação, refrigerados à ar/água. Foi observado que o laser de Er:YAG promoveu, substancialmente, menores elevações de temperatura do que os outros lasers, estando dentro dos parâmetros de segurança, para a vitalidade pulpar; sendo semelhante ao método convencional.

Gimble *et al.* (1994) realizaram estudo clínico e "in vitro" avaliando a eficácia do laser de Er:YAG, quando comparado aos tratamentos convencionais.

Do total de 352 procedimentos realizados (tratamentos em sulcos e fissuras, remoção de cáries, condicionamento e preparos cavitários), 165 foram realizados com o laser e 187 com o método convencional. Os resultados mostraram que o laser apresentou efetividade estatisticamente semelhante ao método convencional, na remoção de tecido cariado e preparo cavitário, tendo ação altamente seletiva nos tecidos duros dentais, sendo o limiar de ablação do tecido cariado de 30mJ, da dentina sadia de 50mJ e do esmalte sadio de 80mJ, havendo, a partir daí, uma maior preservação da estrutura dental remanescente. Somente três tratamentos com o laser necessitaram o uso de anestesia, a ausência do ruído da alta-rotação, substituído pelo de "popping", e de vibração tem efeitos físicos e psicológicos para o paciente. Não foram observadas alterações pulpares irreversíveis na análise histológica dos dentes extraídos.

Levy & Rizoiu (1994) analisaram as alterações morfológicas em dentes humanos irradiados com laser de Er:YAG, mostrando ausência de trincas, carbonização, "melting" ou vitrificação dos tecidos irradiados; com a dentina intertubular irregular, rugosa, sem a "smear layer"; havendo mínimos debris cobrindo ou obstruindo os túbulos dentinários, no esmalte, as estruturas dos prismas foram preservadas, havendo um aspecto de corte ou clivagem mecânica dos prismas durante o processo de ablação.

Sakakibara *et al.* (1994) compararam a morfologia e tamanho das cavidades preparadas com laser de Er:YAG, em dentes bovinos, refrigerados à ar ou água, com energias de 50, 100 e 150mJ e pulso simples (200μs). Foi observado que o diâmetro e profundidades aumentaram com a energia; no esmalte não houve diferença na morfologia cavitária preparada com refrigeração à ar ou água, em dentina, o diâmetro das cavidades foi maior com refrigeração à ar do que à água. Segundo os autores, isto decorre devido a alta absorção da energia pela água que esta na superfície do tecido. A MEV mostrou que a superfície do esmalte irradiada pelo laser de Er:YAG, com refrigeração com "spray" de água, apresentou padrão semelhante a "favo de mel", com exposição dos prismas; na dentina pode-se verificar ausência da "smear layer", a dentina intertubular "escavada" e a dentina peritubular "elevada", provavelmente, devido à diferença de mineralização destes tipos de dentina.

Schilke & Geurtsen (1994) avaliaram, através da MEV, os efeitos micromorfológicos na estrutura dental do laser de Er:YAG. Foi observado que o

laser promoveu alterações na estrutura dental, as margens das crateras apresentaram-se rugosas e irregulares, a dentina peritubular foi mais resistente à irradiação laser que a intertubular, a não utilização do "spray" de água levou a formação de uma massa fundida ("melting"), não homogênea e parcialmente aderida à superfície dental.

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

Visuri *et al.* (1995) estudaram os efeitos do condicionamento com o laser de Er:YAG na adesão da resina composta à superfície dentinária de molares humanos. O teste de cisalhamento mostrou que os valores de adesão para as superfícies tratadas com o laser de Er:YAG foram estatisticamente superiores à alta-rotação, sem a realização do condicionamento ácido. A análise pela MEV mostrou que a broca em alta-rotação criou superfícies irregulares, com formação da "smear layer". Com o laser foi evidente a ausência da "smear layer" e a abertura dos túbulos dentinários.

Fried *et al.* (1996) avaliaram a eficiência de ablação, a elevação de temperatura e possíveis alterações no esmalte dental após a irradiação com os lasers de Er:YAG (2,94μm) e Er:YSGG (2,79μm). A radiometria e MEV mostraram que para o laser de Er:YAG a ablação tem início à temperatura aproximada de 300°C, apresentando grande elevação de temperatura de 320 a 1000°C, com aumento da fluência de 7 para 9J/cm^2; com o laser de Er:YSGG, a ablação tem início à temperatura de 800°C, com fluência de 18J/cm^2; portanto, para o laser de Érbio, a ablação ocorre abaixo da temperatura de fusão ou "melting" do esmalte, e das alterações térmicas e na microestrutura dos cristais de hidroxiapatita (1000°C). Diferentemente do laser de CO_2 (9-11μm) que é altamente absorvido pelo carbonato e fosfato da hidroxiapatita, em temperaturas acima de 1200°C, havendo a fusão do esmalte. Ainda, foi levantada a hipótese de que em temperaturas entre 100-400°C haja substancial redução da água e do carbonato

mais solúvel da hidroxiapatita, alterando a cristalinidade do mineral, reduzindo a solubilidade e aumentando a sua ácido resistência após irradiação com o laser.

Kataumi *et al.* (1996) avaliaram, através de MEV e teste de tração, os efeitos do condicionamento do substrato dentinário irradiado com o laser de Er:YAG. As superfícies dentinárias foram tratadas com o laser de Er:YAG, focalizado, com 50, 125 e 200mJ/pulso de energia e taxa de repetição de 10Hz, e posteriormente, condicionadas ou não com ácido fosfórico. Os resultados mostraram maiores valores de adesão para as superfícies condicionadas com o ácido, para a menor energia por pulso; a MEV mostrou que o ácido fosfórico dissolveu a camada de dentina superficial, modificada pelo laser.

Visuri *et al.* (1996) avaliaram os efeitos da refrigeração com "spray" de água durante a ablação dentinária com o laser de Er:YAG. Foi observado que o "spray" de água não reduziu, de forma significante, a taxa de ablação quando foi utilizada fluência acima do limiar de ablação para a dentina; a temperatura máxima obtida foi menor que 3°C, não sendo evidenciados efeitos térmicos, como trincas ou carbonização, na área irradiada e adjacente.

Em 1997, Cozean *et al.* realizaram estudo clínico observando a eficiência e segurança do laser de Er:YAG para remoção de cárie e preparo cavitário, comparado com a alta-rotação. Os resultados mostraram que as características histológicas da polpa foram semelhantes entre os dentes tratados com o laser e com a alta-rotação. A avaliação clínica após 18 meses mostrou que o laser foi tão efetivo quanto à alta-rotação, na remoção do tecido cariado, preparo cavitário e condicionamento do esmalte; alguns pacientes relataram pequeno desconforto durante a irradiação com o laser, sendo que, apenas 2% requisitaram o uso de anestesia durante os procedimentos. O laser de Er:YAG mostrou efetividade e segurança para o tratamento dos tecidos duros dentais, com boa aceitação pelos pacientes.

Tanji *et al.* (1997) avaliaram as alterações morfólogicas da dentina irradiada com o laser de Er:YAG, associado ou não ao posterior condicionamento com ácido fosfórico 37%. Na superfície dentinária vestibular foi aplicado o laser de Er:YAG com energias de 60, 80 e 100mJ/pulso e taxa de repetição de 2Hz; o grupo controle recebeu somente condicionamento com ácido fosfórico a 37%. A análise morfológica mostrou o melhor padrão de ablação com 100mJ, sem a presença da "smear layer" e com a exposição dos túbulos dentinários, havendo

um padrão microretentivo favorável para materiais adesivos. Foi observado que o ácido fosfórico foi ineficaz, em algumas áreas irradiadas pelo laser de Er:YAG, mostrando aumento da resistência ácida da dentina remanescente irradiada pelo laser de Er:YAG.

Zezell *et al.* (1997) avaliaram o padrão morfológico de cavidades de Classe I preparadas com o laser de Er:YAG, através da MO e MEV, e a composição da dentina irradiada, através da fluoréscência de raios X. Foram utilizados 40 molares humanos extraídos, divididos em 4 grupos, onde as cavidades foram preparadas com alta-rotação e com laser de Er:YAG, focalizado, com fluências de 79,61, 89,57 e 99,52J/cm^2. Foi observado pela MO que o laser promoveu eficiente ablação do esmalte e dentina, criando cavidades com margens irregulares; a MEV mostrou um padrão de condicionamento da superfície dental, com a exposição dos prismas de esmalte, ausência da "smear layer" e abertura dos túbulos dentinários, sem evidência de fusão, resolidificação e trincas na superfície irradiada. Não foram constatadas diferenças, nos padrões micromorfológicos, entre as três fluências utilizadas. Não foram observadas alterações nas concentrações de cálcio, fósforo e oxigênio, no substrato dentinário antes e após a irradiação com o laser. O padrão superficial obtido com o laser de Er:YAG apresenta-se propício para a utilização de materiais restauradores estéticos adesivos.

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

Suzaki *et al.* (1998) observaram através da MEV alterações microestruturais, como fusão, no esmalte dental bovino ablacionado pelo laser de Er:YAG, além do aumento da ácido resistência; relatando que em prévio estudo realizado em esmalte dental humano, com este mesmo laser, observaram também aumento da ácido resistência e pequenas fusões no esmalte irradiado.

Watanabe *et al.* (1998) avaliaram a resistência ácida do esmalte irradiado com o laser de Er:YAG. Em 25 dentes humanos hígidos foi aplicado o laser de Er:YAG, com 25, 50, 100 e 150mJ/pulso de energia e 5HZ de taxa de repetição, sob refrigeração de água (4mL/min.) As amostras foram imersas em solução

desmineralizante (0,1M lactato com pH 4,5) por 4 dias e posteriormente analisada em MEV, EDX e microradiografia. Foi observado que o esmalte irradiado apresentou evidente alteração após aplicação do laser, sem evidências de trincas, ou alteração de composição pela EDX. As superfícies irradiadas pelo laser de Er:YAG (a partir de 50mJ), e áreas adjacentes, mostraram aumento da resistência à desmineralização ácida.

Hossain *et al.* (1999) estudaram a profundidade de ablação e alterações morfológicas, pela MO e MEV, no esmalte e dentina humanos irradiados pelo laser de Er:YAG (KaVo KEY), com ou sem "spray" de água, com energia de 100 a 400mJ/pulso e taxa de repetição de 2Hz. O laser de Er:YAG foi promissor na ablação do tecido dental, mostrando ausência de carbonização, "melting" ou trincas nas cavidades e tecidos adjacentes ablacionados pelo laser de Er:YAG, com refrigeração de "spray" de água, criando superfícies irregulares, com aparência de *"escamas"*, sem a "smear layer", com prismas de esmalte expostos, túbulos dentinários evidentes e circundados pela dentina peritubular. Quando não foi utilizado o "spray" de água, carbonização (com aspecto marrom) e "melting" foram observados nas margens e paredes cavitárias, criando superfícies irregulares, com aspecto de *"escamas"* e *"degraus"*. A ausência de "spray" de água, durante a irradiação com laser de Er:YAG, utilizando altas energias (300-400mJ/pulso), promoveu o aumento da temperatura, injúrias e alterações térmicas morfológicas na estrutura dental.

Bispo (2000) estudou, através de teste de resistência adesiva à tração e análise morfológica por MEV, os efeitos da realização ou não do condicionamento ácido da superfície do esmalte irradiada pelo laser de Er:YAG. A superfície do esmalte, de molares humanos hígidos, foi tratada com ácido fosfórico e agente adesivo do Scotchbond Multipurpose (controle) ou com laser de Er:YAG, focado com 60mJ e 80mJ/pulso de energia e 4Hz de taxa de repetição; 60mJ e 80mJ/pulso e 6Hz; 60mJ/pulso e 10Hz; e desfocado com 250mJ/pulso e 4Hz; com ou sem posterior condicionamento com ácido fosfórico 35% (15seg) e aplicação somente do agente adesivo. Foi observado, pelo teste de tração que o grupo laser associado ao ácido fosfórico, de modo geral, foi semelhante ao grupo controle, o grupo somente tratado com laser de Er:YAG com 80mJ/2Hz (sem condicionamento ácido), 80mJ/4Hz (com condicionamento ácido), e 250mJ/4Hz desfocado (com condicionamento ácido) que foram estatisticamente superiores ao

COMISSÃO NACIONAL DE ENERGIA NUCLEAR/SP IPEN

grupo controle. Análise pela MEV mostrou que o laser de Er:YAG promoveu ablação do esmalte, criando superfícies irregulares, criando um padrão mofológico microretentivo.

Hossain *et al.* (2000) avaliaram os efeitos do laser de Er:YAG na resistência ácida do esmalte e dentina humanos. Foram realizados preparos cavitários, em 20 molares humanos hígidos, com o laser de Er:YAG (KaVo KEY), focado, com 400mJ/pulso de energia e taxa de repetição de 2Hz As amostras foram imersas em solução desmineralizante (ácido lático 0,1M, por 24 horas) e avaliada a concentração de cálcio e as alterações morfológicas pela MEV. As superfícies tratadas com laser de Er:YAG, sem "spray" de água, apresentaram maior resistência ácida, do que aquelas tratadas com o laser com "spray" de água; por sua vez, as superfícies não tratadas pelo laser (controle) apresentaram menor resistência ácida e maior dissolução de cálcio. Quando o laser de Er:YAG foi aplicado, com "spray" de água, criou superfícies dentais irregulares, semelhantes a *"escamas"*, sem "smear layer", com prismas de esmalte expostos e túbulos dentinários abertos.

Blay (2001) comparou a redução bacteriana, após remoção de tecido cariado, com laser de Er:YAG e ponta diamantada em alta-rotação, sendo observado que de 8 amostras, houve crescimento bacteriano em 6 amostras para a remoção com alta-rotação e 3 amostras para a remoção com laser de Er:YAG, mostrando o efeito anti-bacteriano do laser.

Navarro (2001) avaliou através da MEV as alterações morfológicas no esmalte e na dentina promovidas pelo laser de Er:YAG, com refrigeração de "spray" de água, focado, parâmetros de 80mJ/2Hz e 140mJ/2Hz para o esmalte e 60mJ/2Hz e 100mJ/2Hz para a dentina. Foi observado a ablação do tecido dental, com exposição dos prismas de esmalte, abertura dos túbulos dentinários, ausência da "smear layer" e superfície irregular na dentina, criando um padrão morfológico microretentivo, semelhante ao condicionamento; sem evidência de fusão, resolidificação e trincas na superfície irradiada. Não foram constatadas diferenças, nos padrões micromorfológicos, entre diferentes parâmetros utilizados.

4. MATERIAL E MÉTODOS

4. MATERIAL E MÉTODOS

4.1. MATERIAL

- 10 (dez) dentes 3° molares humanos recém extraídos com superfície cervical íntegra, com indicação de exododntia.
- Solução salina a 0,9% (Laboratório Mesquita, São Paulo, SP, Brasil)
- Pedra-pomes (SS White, Rio de Janeiro, RJ, Brasil)
- Bicarbonato de sódio (SS White, Rio de Janeiro, RJ, Brasil)
- Taças de borracha (KG Sorensen, Barueri, SP, Brasil)
- Escovas tipo Robison (KG Sorensen, Barueri, SP, Brasil)
- Broca diamantada esférica (KG Sorensen, Barueri, SP, Brasil)
- Disco de aço (KG Sorensen, Barueri, SP, Brasil)
- Aplicadores descartáveis Microbrush (KG Sorensen, Barueri, SP, Brasil)
- Verniz fluoretado Duraphat 2,26% (Impharma, Colgate)
- Suportes porta espécime de alumínio (Electron Microscopy Sciences, EUA)
- Éster de cianoacrilato em gel (Super Bond- Loctite Brasil Ltda, Itapevi, SP, Brasil)
- EDTA (Ácido Etileno Diamino Tetraacético) (Biodinâmica, São Paulo, Brasil)
- Soluções de álcool etílico de concentrações crescentes (25%, 50%, 75%, 90%, 100%) (Casa Americana, São Paulo, SP, Brasil)
- Glutaraldeído a 2,5% (SPI-CHEN- Spi supplies, PA, USA), tamponado com 0,1M de cacodilato de sódio pH 7,4 (Sigma, St. Louis, MO, EUA)
- Água destilada (Laboratório Mesquita, São Paulo, SP, Brasil), tamponada com 0,2M de cacodilato de sódio pH 7,4 (Sigma, St. Louis, MO, EUA)

4.1.1 Equipamentos

- Laser de Er:YAG, modelo KaVo KEY Laser 2 (KaVo Co.- Biberach-Alemanha), emitindo comprimento de onda de 2,94μm, localizado no espectro eletromagnético na região do infravermelho médio, não visível, utilizando um laser de diodo com comprimento de onda de 635nm (vermelho) que funciona

como feixe- guia. O Érbio é um elemento químico metálico da família das terras raras, que funciona como dopante em um matriz composta dos elementos ítrio-alumínio-granada (YAG), formando um cristal, que sob estímulo de uma lâmpada "flash" dentro de um ressonador, ocorre a emissão do feixe laser. Este é conduzido através de uma fibra-óptica, incidindo em um espelho localizado na peça de mão 2051 (KaVo Co.- Biberach- Alemanha), semelhante a uma caneta de alta rotação, ocorrendo a emissão do feixe sobre o tecido alvo. O aparelho laser de Er:YAG utilizado apresenta energia por pulso variável entre 60 e 500mJ, taxa de repetição variando entre 1 e 15Hz, duração de pulso variável entre 250 e 500μs e diâmetro de feixe na região de focalização de 0,63mm, irradiando no modo não contato, sendo o foco ideal estabelecido entre as distâncias de 12 e 15mm da lente de saída ao tecido que será irradiado. Possui um sistema de refrigeração através de um "spray" de ar/água, cuja regulação do fluxo pode ser feita através de uma válvula localizada na porção posterior do contra-ângulo.

- Aparelho de ultra-som Odontológico Profilax II (Dabi Atlante, Ribeirão Preto, SP, Brasil)
- Alta rotação extra-torque (KaVo, Joinville, SC, Brasil)
- Micro-motor e contra-ângulo (KaVo, Joinville, SC, Brasil)
- Sugador de alta potência (Dabi Atlante, Ribeirão Preto, SP, Brasil)
- Aparelho de metalização Sputter Coater modelo FL 9496 (Balzers Union, Liechtenstein).
- Microscópio eletrônico de varredura modelo XL30 (Phillips- Holland- Pertencente ao Instituto de Pesquisas Energéticas e Nucleares).

4.2. MÉTODO

4.2.1. Seleção das Amostras

Para o desenvolvimento da parte experimental deste trabalho foram selecionados dez 3° molares humanos recém-extraídos de pacientes jovens com idade variando entre 18 e 25 anos, livres de cárie, fraturas e trincas na região cervical, indicados para exodontia devido a tratamento Ortodôntico.

Os dentes foram submetidos ao procedimento raspagem com ultra-som, profilaxia com pedra-pomes, taças de borracha, escovas tipo Robinson e jato de bicarbonato para remoção de resíduos, cálculo e película adquirida. Todas as amostras permaneceram armazenadas em solução de soro fisiológico a 0,9%, sob temperatura ambiente (37°C), sendo que o período máximo de armazenamento, desde a exodontia, não ultrapassou 15 dias.

4.2.2. Divisão dos Grupos

Na face vestibular de cada dente molar foram preparadas duas cavidades com a alta-rotação, sendo um total de 10 dentes, e portanto, 20 cavidades. As amostras foram divididas aleatoriamente em 4 grupos, com cinco cavidades em cada grupo (tabela 1).

Tabela 1- Divisão dos grupos e tratamentos realizados

GRUPOS	TRATAMENTOS	
1	Duraphat + Laser Er:YAG	lavagem em água por 5 min
2	Laser Er:YAG + Duraphat	
3	Duraphat + Laser Er:YAG	EDTA por 5min + lavagem em água por 5 min
4	Laser Er:YAG + Duraphat	

4.2.3. Preparo Cavitário com Alta-rotação

Em cada dente selecionado foram realizados 2 (dois) preparos cavitários tipo Classe V com a alta rotação e ponta diamantada esférica, envolvendo esmalte e dentina, com dimensões aproximadas de 3mm de profundidade e 4mm de largura mésio-distal. Em seguida foi realizado a profilaxia com jato de bicarbonato de sódio, e com a pedra pomes em

escovas tipo Robinson em baixa-rotação, para a limpeza da superfície dental, igualmente ao protocolo clínico realizado. Logo após a realização do preparo cavitário, os dentes foram seccionados com disco de aço no sentido do mésio-distal, separando a face vestibular da lingual, e na região cervical, separando a porção coronária da radicular.

4.2.4. Aplicação do Duraphat

Os preparos cavitários foram secos com breve jato de ar comprimido, isento de gordura e umidade, e realizada a aplicação do verniz fluoretado Duraphat com auxílio do aplicador microbrush em movimentos de varredura, por 5 seg, sobre todo o assoalho da cavidade a ser estudada, evitando-se a presença de excessos.

4.2.5. Irradiação com Laser de Er:YAG

Os espécimes receberam irradiação com laser de Er:YAG (KaVo KEY) no modo focado, a uma distância de 12mm da superfície dentinária, com movimentos de varredura horizontais, verticais e diagonais, abrangendo todo o assoalho da cavidade. Foi utilizada a ponta 2051, semelhante à ponta do alta rotação, com refrigeração de "spray" de água, durante 10 segundos, com energia de 120mJ e 4 Hz de taxa de repetição, 39 pulsos e energia total de 4,68J e densidade de energia de 38,58J/cm^2.

4.2.6. Imersão no Quelante

Após o condicionamento da superfície das amostras com o Duraphat e o Laser de Er:YAG, as amostras dos grupos 3 e 4 (tabela 1) foram submetidas à ação do quelante EDTA, durante um período de 5 min por imersão, à temperatura ambiente; em seguida, foram lavadas em água corrente por 5 min.

4.2.7. Protocolo Experimental

Os dez dentes molares permanentes foram divididos em 4 grupos sendo realizadas cinco preparos cavitários em cada grupo experimental.

GRUPO 1: composto pelo primeiro preparo cavitário (lado direto dos 5 espécimes iniciais), onde foi realizado inicialmente condicionamento com o verniz fluoretado Duraphat de acordo com o Protocolo 4.2.4, e posteriormente, irradiado com o laser de Er:YAG de acordo com o Protocolo 4.2.5. Após a irradiação com o laser as amostras foram submetidas ao processo de lavagem em água corrente durante 5 minutos para remoção dos excessos (tabela 1).

GRUPO 2: composto pelo segundo preparo cavitário (lado esquerdo dos 5 espécimes iniciais), onde foi realizado inicialmente a irradiação com o laser de Er:YAG de acordo com o Protocolo 4.2.5., e posteriormente, aplicação do verniz fluretado Duraphat de acordo com o Protocolo 4.2.4. Após a aplicação do verniz fluoretado as amostras foram submetidas ao processo de lavagem em água corrente durante 5 minutos para remoção dos excessos (tabela 1).

GRUPO 3: composto pelo primeiro preparo cavitário (lado direito dos 5 espécimes seguintes), onde foi realizado o mesmo procedimento do GRUPO 1 associado à imersão das amostras, durante 5 minutos, no quelante EDTA, e posteriormente, lavagem em água corrente durante 5 minutos para remoção dos excessos (tabela 1).

GRUPO 4: composto pelo primeiro preparo cavitário (lado direito dos 5 espécimes seguintes), onde foi realizado o mesmo procedimento do GRUPO 2 associado à imersão das amostras, durante 5 minutos, no quelante EDTA, e posteriormente, lavagem em água corrente durante 5 minutos para remoção dos excessos (tabela 1).

4.2.8. Microscopia Eletrônica de Varredura

As amostras, imediatamente após a realização dos tratamentos, foram fixadas em suportes porta espécime de alumínio (Electron Microscopy Sciences) com éster de cianoacrilato em gel (Super Bonder) e realizada a cobertura com ouro no aparelho de metalização Sputter Coater modelo FL 9496 (Balzers Union), em atmosfera de argônio puro, com pressão de 0,05mbar, distância de trabalho de 50mm, tempo de cobertura de 1 minuto e espessura média de deposição de 8nm, para posterior análise morfológica no microscópio eletrônico de varredura modelo XL30 (Phillips- Holland- Pertencente ao Instituto de Pesquisas Energéticas e Nucleares).

4.2.9. Avaliação Clínica

Após o preparo clínico das amostras três profissionais selecionados avaliaram os resultados do protocolo experimental obsevando os seguintes critérios:

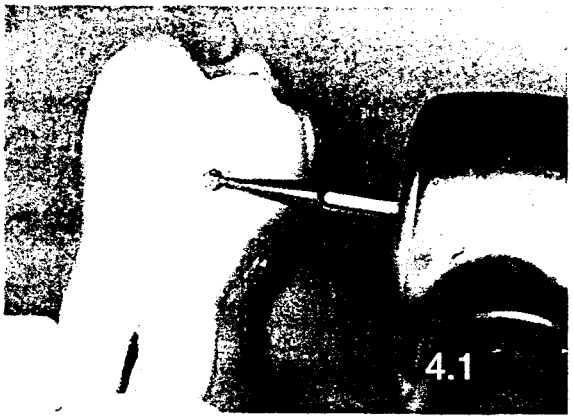
-superfície do assoalho

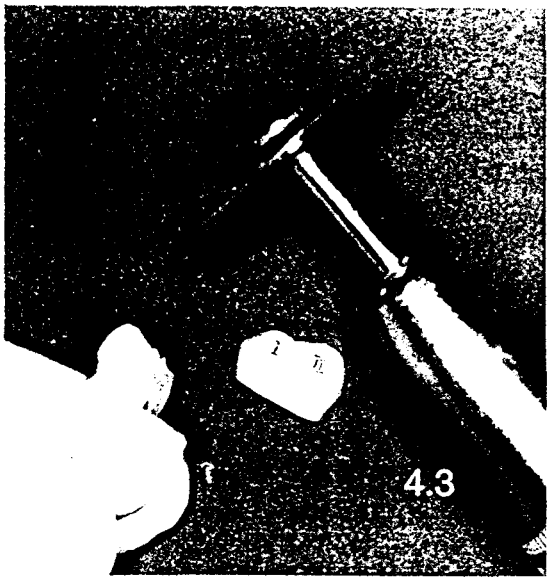
regularidade e agente condicionador

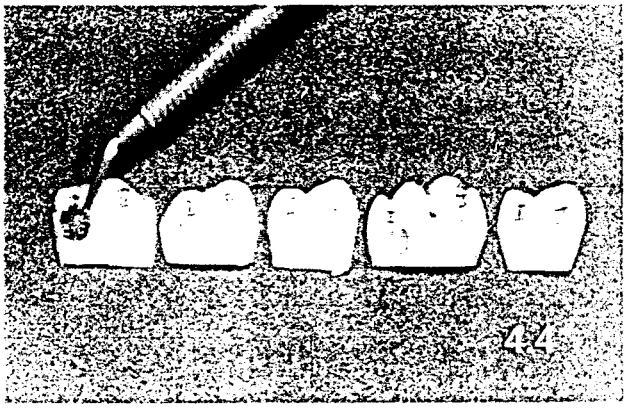
-superfície das paredes axiais

regularidade e agente condicionador

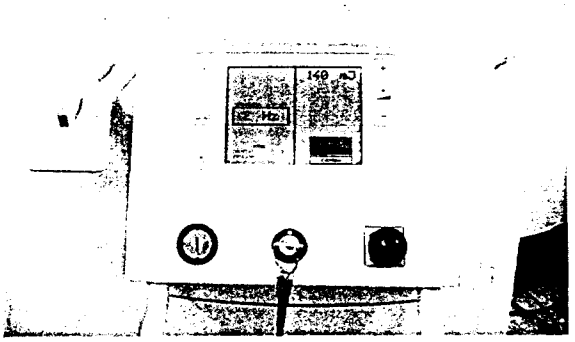
4.3. Imagens dos Procedimentos Clínicos

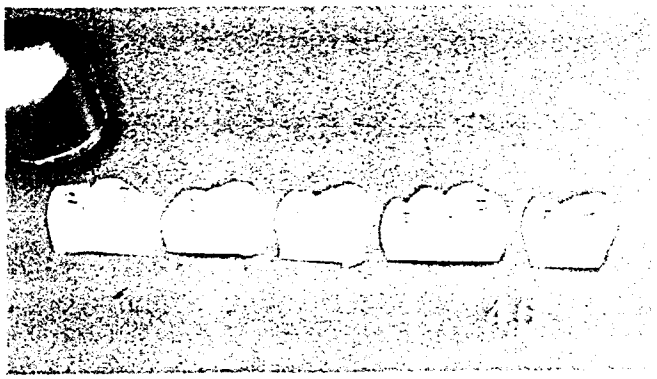


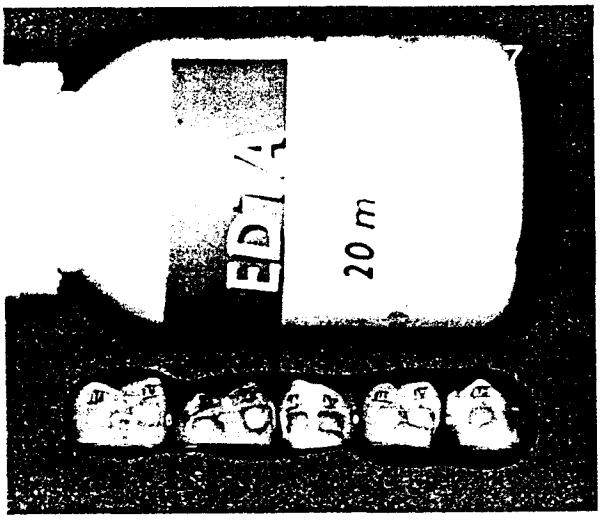


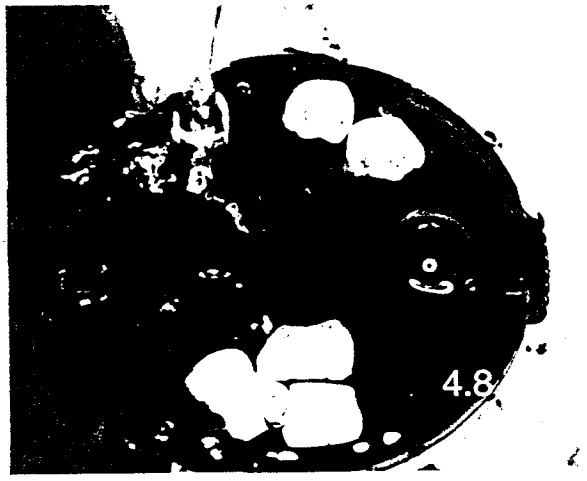


Figuras 4.1- Preparo cavitário com alta-rotação; 4.2- Preparos cavitários Classe V; 4.3- Secção da raiz com disco diamantado; 4.4- Condicionamento com Duraphat.









Figuras 4.5- Aparelho de laser de Er:YAG; 4.6- Irradiação com laser de Er:YAG; 4.7- Amostras submersas em EDTA; 4.8- Lavagem com água.

5. RESULTADOS

5. RESULTADOS

Os resultados experimentais foram avaliados pelo método clínico, imediatamente após a realização do procedimento e pelo análise em microscopia eletrônica de varredura.

A tabela 2 apresenta os resultados clínicos qualitativos, obtidos pela análise de examinadores que empregaram como critério (acorde critério clínico 4.2.9) avaliador a proteção dentinária obtida pelos procedimentos realizados nas diferentes amostras experimentais classificada como boa (B), regular (R) e má (M).

Tabela 2- Resultado da análise da qualidade dos resultados obtidos pelos procedimentos realizados nas amostras testadas.

	EXAMINADOR 1	EXAMINADOR 2	EXAMINADOR 3
GRUPO 1	B	B	B
GRUPO 2	B	B	B
GRUPO 3	R	R	R
GRUPO 4	R	R	R

Os resultados das analises morfológicas das micrografias obtidas através da microscopia eletrônica de varredura encontram-se dispostos nas figuras de 5.1 a 5.20.

COMISSÃO NACIONAL DE ENERGIA NUCLEAR/SP

Análise de resultados das amostras do Grupo 1

A figura 1 mostra que a irradiação realizada pelo Laser de Er:YAG produziu alteração da superfície condicionada pelo Duraphat. Cabe aclarar que a aplicação do laser após o condicionamento fez com que ocorresse um deslocamento da superfície e de certo modo desobstruiu, nesse caso, alguns túbulos dentinários ora obliterados pelo material condicionador.

As amostras do Grupo 1 mostram a quantidade de túbulos abertos na superfície do assoalho da cavidade preparada, fato que justifica a capacidade desse tipo de irradiação eliminar resíduos, deixando a superfície sem a "smear layer". Inúmeros formatos resultantes do procedimento podem ser observados na figura 5.2, que se transformam em diferencial, principalmente, quando se nota a elevação ao redor dos orifícios dos túbulos dentinários.

Ainda, observa-se claramente o sentido de ação do laser de Er:YAG, que mesmo agindo no longo eixo do dente e perpendicular ao assoalho da cavidade, produziu deslocamento, pela ablação que realizou na superfície da cavidade, da camada do verniz fluoretado Duraphat.

Mesmo nas áreas com o deslocamento, nota-se a presença das entradas dos túbulos dentinários (figuras 5.3 e 5.4). Claro está que inúmeros túbulos dentinários estão submersos na camada do verniz fluoretado Duraphat empregado para o procedimento.

Análise de resultados das amostras do Grupo 2

Nas amostras estudas dos espécimes do Grupo 2 foi possível avaliar a qualidade do condicionamento com o Duraphat, mantendo a superfície das amostras protegidas pelo fármaco, e possivelmente, bem aderida a uma superfície adequada pela irradiação do laser Er:YAG. Grande parte da superfície apresenta-se coberta por uma fina película de Duraphat, lisa e uniformemente, revestindo a dentina, fato justificado pela ausência de agressão após o condicionamento (figura 5.5). Nos aumentos maiores (figura 5.6), observa-se a obstrução de um número significativo de túbulos dentinários nessa área de estudo. Também não são notadas depressões, que poderiam identificar a

proximidade da entrada dos túbulos dentinários com a superfície da amostra estudada.

Em algumas amostras desse Grupo experimental, percebe-se que a quantidade de material condicionador produziu uma camada mais fina, fato que, define o grau de dificuldade que esta prática clinica proporciona.

Nota-se também, a existência de uma estreita relação entre as entradas dos túbulos dentinários na superfície e a espessura da película da amostra estudada na figura 5.7.

Análise de resultados das amostras do Grupo 3

As amostras que receberam o condicionamento com Duraphat e posterior irradiação com laser Er:YAG, e imediata submersão em Ácido Etileno Diamino Tetraacético (EDTA), apresentam de modo geral características da ação quelante do ácido sobre a superfície condicionada. Fato de significativa importância é que mesmo após a submersão no ácido, a superfície apresenta-se com inúmeros túbulos dentinários obliterados pela ação do verniz fluoretado, como se observa na figura 5.8. Existe, como particularidade, a tendência de descolamento da película condicionadora, obviamente, na relação com sua espessura que indica que o ácido pode agir vulnerando esse selamento, como que removendo uma "tampa" produzida pelo procedimento. Apesar da agressão produzida pelo ácido, cabe notar o padrão do procedimento atuando quase que individualmente nas entradas anatômicas dos túbulos dentinários (figura 5.9).

A invasão pelo condicionamento no interior da entrada do túbulo dentinário proporcionou uma alteração no seu diâmetro, caracterizando que o ácido foi efetivo, porém, sem a capacidade de remover o benefício do procedimento (figuras 5.10, 5.14 e 5.15).

As amostras desse grupo experimental apresentam a superfície do assoalho da cavidade que assume condição irregular com riqueza de detalhes especialmente nas figuras 5.11e 5.12. Nessa micrografia os túbulos dentinários estão marcados pela da presença do tratamento condicionador, mesmo com a ação do EDTA, identificando a presença de material condicionador remanescente, ocluindo parcialmente a superfície.

O grau de dificuldade que o procedimento oferece deve ser revisto, pois. essas amostras também mostram que algumas regiões não foram igualmente irradiadas. Por essa razão, o condicionamento com o Duraphat se manteve praticamente intacto. Porém, esse fato sinaliza para a diferença que a irradiação produziu sobre a superfície, permanecendo a não irradiada com uma película de Duraphat, apresentando marcas da presença de túbulos dentinários abertos e bem definidos, enquanto que, a irradiada manteve-se parcialmente obliterada pela presença do fármaco no interior dos túbulos da região como pode ser observado na figura 5.13.

Análise de resultados das amostras do Grupo 4

O procedimento no assoalho da cavidade apresenta marcas evidentes do condicionamento realizado pelo Duraphat. A irradiação antes da aplicação do Duraphat proporcionaria uma nova situação de aderência, pela alteração da morfologia da superfície. As imagens das amostras do Grupo 4 mostram uma superfície extremamente porosa que pode ter como responsável a ação do EDTA, imediatamente após o condicionamento com o verniz fluoretado (figura 5.16).

Em algumas regiões são notadas bolhas, incluídas ou expostas no interior do material remanescente, fato que, justifica a possível ação do ácido sobre o material (figura 5.17).

O maior aumento de uma área que apresenta grande quantidade de Duraphat, recobrindo a superfície juntamente com alguns túbulos revestidos, e parcialmente obliterados pela ação do fármaco. Essa superfície apresenta-se brilhante indicando a presença da película de material condicionador cobrindo o assoalho do preparo cavitário (figura 5.18).

Em algumas ocasiões deixa de ser lisa pela irregularidade produzida pela irradiação do assoalho, porém, sempre com uma película de fármaco o recobrindo (figuras 5.19 e 5.20).

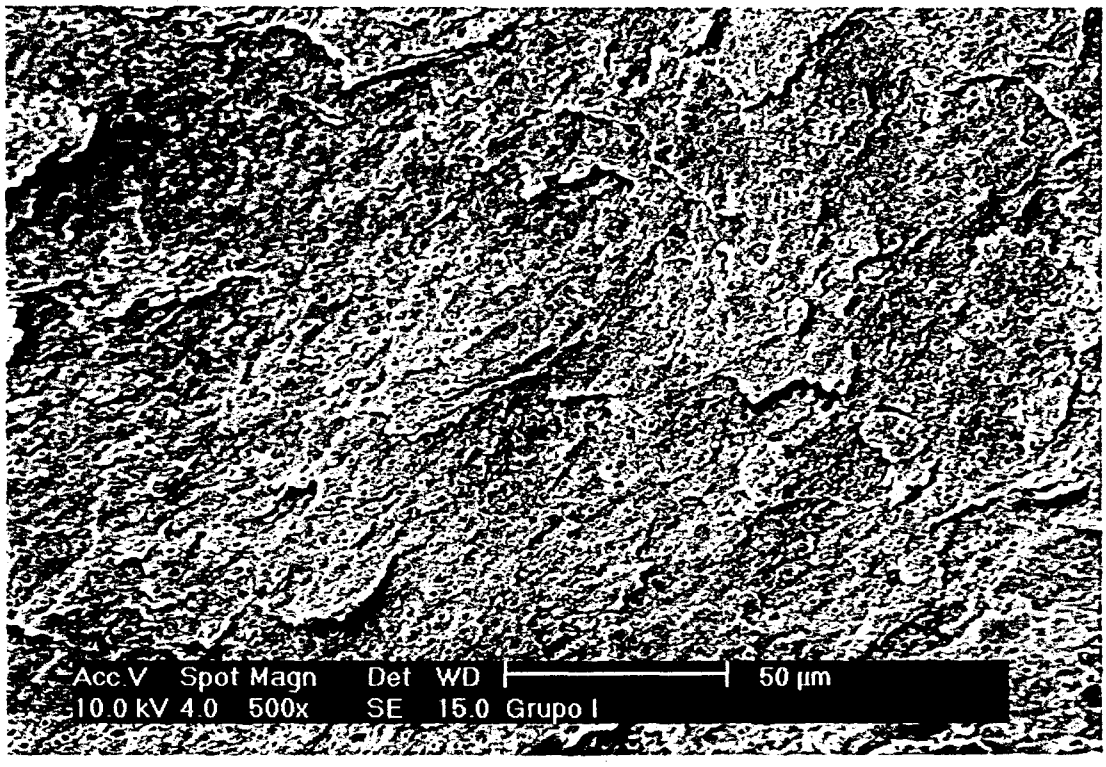


Figura 5.1 - Assoalho do preparo cavitário realizado no espécime do Grupo 1 após condicionamento com Duraphat e irradiação com o laser de Er:YAG (500X, 50µm).

Observa-se na micrografia da figura 5.1 que a irradiação realizada pelo Laser de Er:YAG produziu alteração da superfície condicionada pelo Duraphat.

Nota-se que a aplicação do laser após o condicionamento fez com que ocorresse um deslocamento da superfície e de certo modo desobstruiu, nesse caso, alguns túbulos dentinários ora obliterados pelo material condicionador.

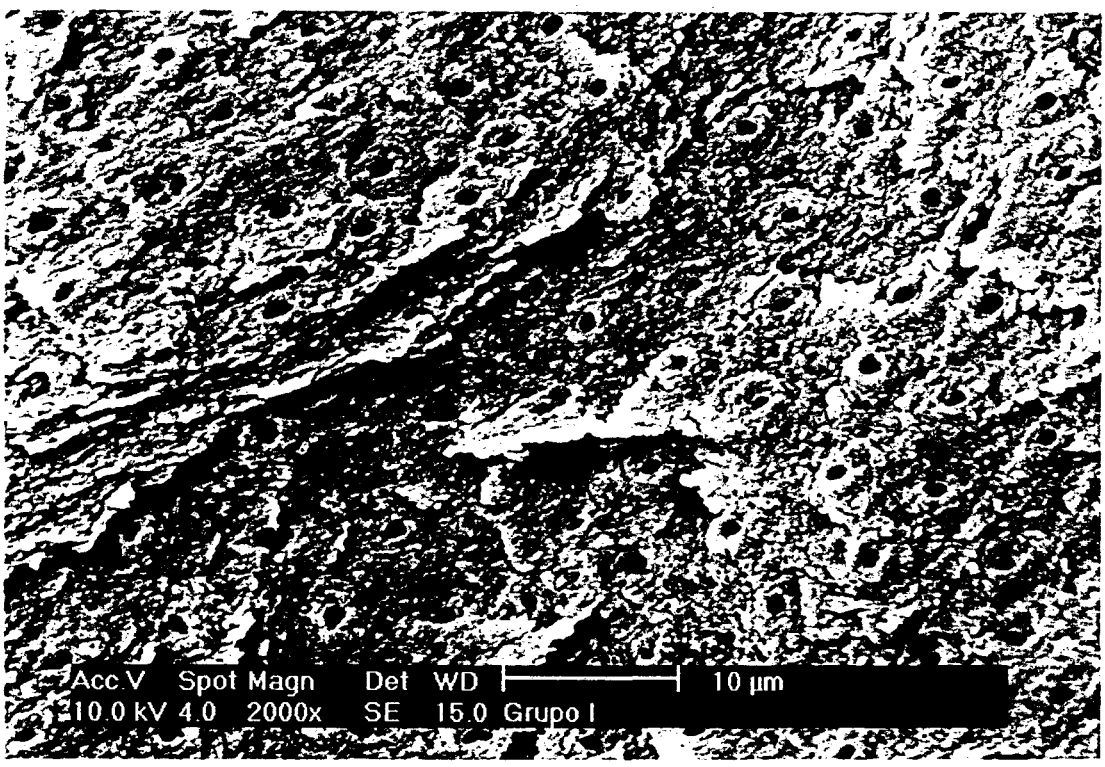


Figura 5.2 - Assoalho do preparo cavitário realizado no espécime do Grupo 1 após condicionamento com Duraphat e irradiação com laser de Er:YAG (2000X, 10µm).

Em maior aumento observa-se nitidamente na figura 5.2, a quantidade de túbulos abertos na superfície do assoalho da cavidade, fato que justifica a capacidade desse tipo de irradiação eliminar resíduos indesejáveis ao processo de limpeza dessas áreas nas mais diferentes aplicações na Odontologia.

Nota-se também, como um possível diferencial de procedimento, que ao redor da entrada dos túbulos dentinários observa-se uma elevação que a envolve assemelhando-se à imagem de um vulcão.

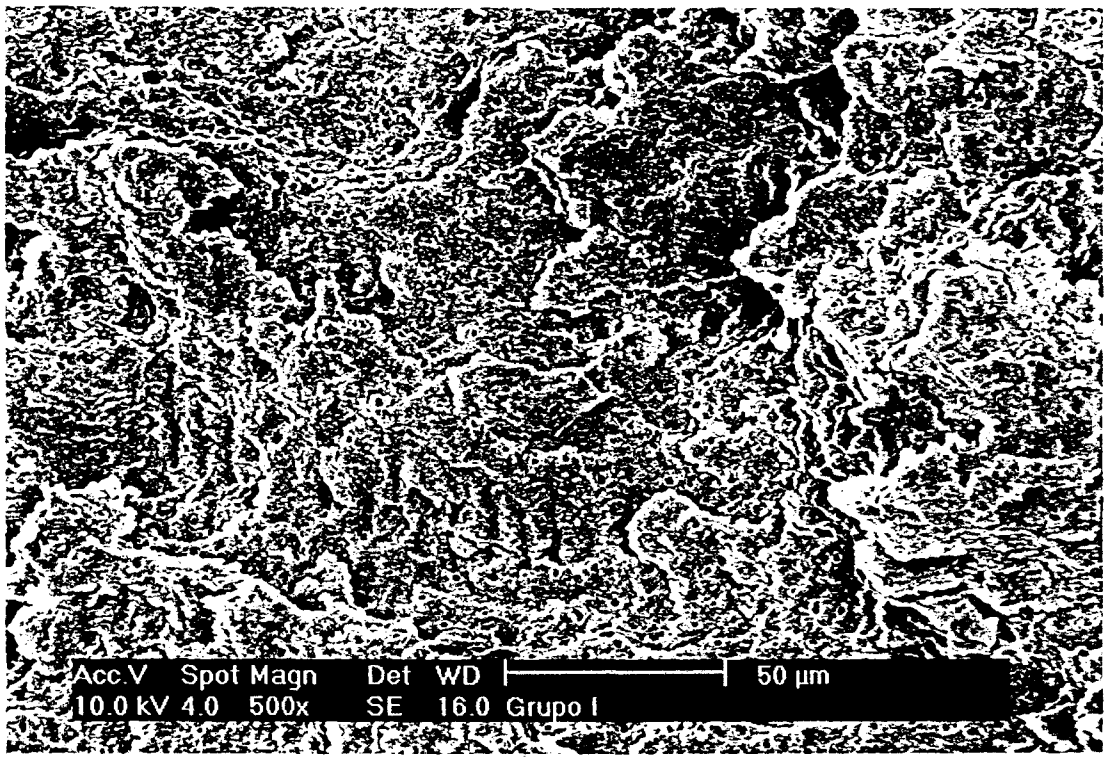


Figura 5.3 - Assoalho do preparo cavitário realizado no espécime do Grupo 1 após condicionamento com Duraphat e irradiação com laser de Er:YAG (500X, 50µm).

Nesta micrografia da figura 5.3 observa-se o sentido de ação do laser de Er:YAG, que mesmo agindo no longo eixo do dente e perpendicular ao assoalho da cavidade produziu deslocamento do verniz fluoretado pela ablação, tornando a superfície dentinária irregular.

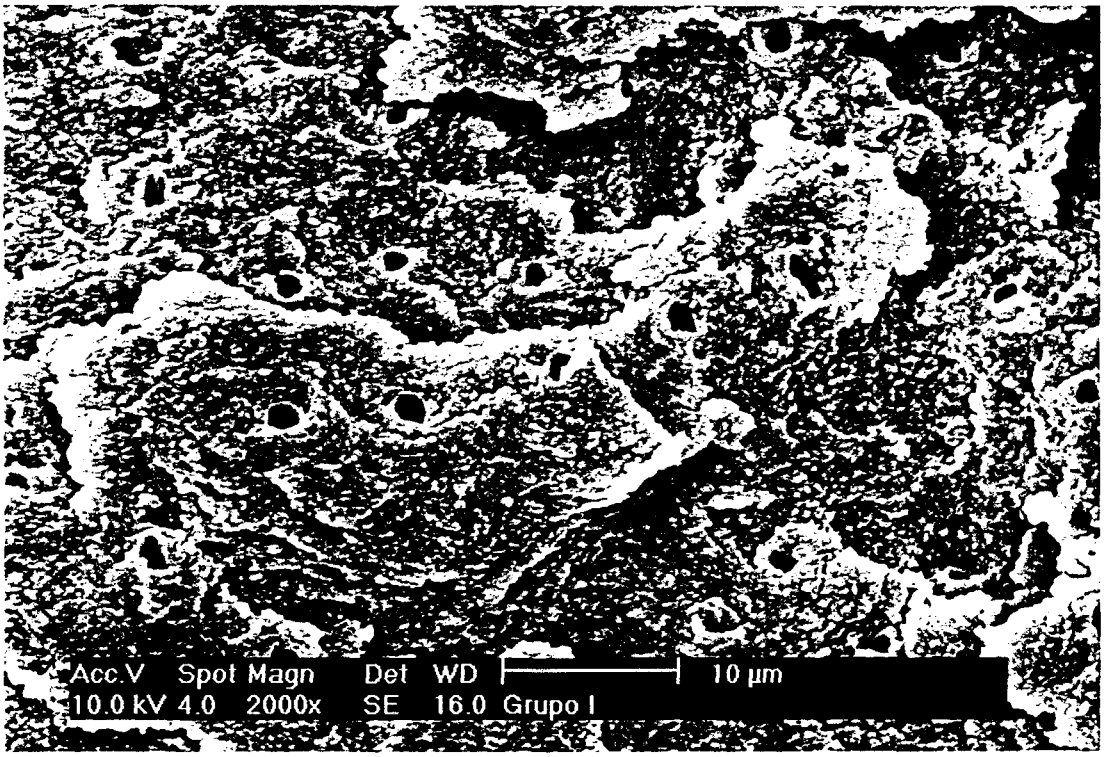


Figura 5.4 - Assoalho do preparo cavitário realizado no espécime do Grupo 1 após condicionamento com Duraphat e irradiação Laser de Er:YAG (2000X, 10µm).

Com clareza de detalhes que o aumento proporciona nota-se a quantidade de túbulos dentinários expostos na superfície analisada, que pode ser comparada com a figura 5.2, muitos túbulos ainda estão submersos no Duraphat aplicado no procedimento.

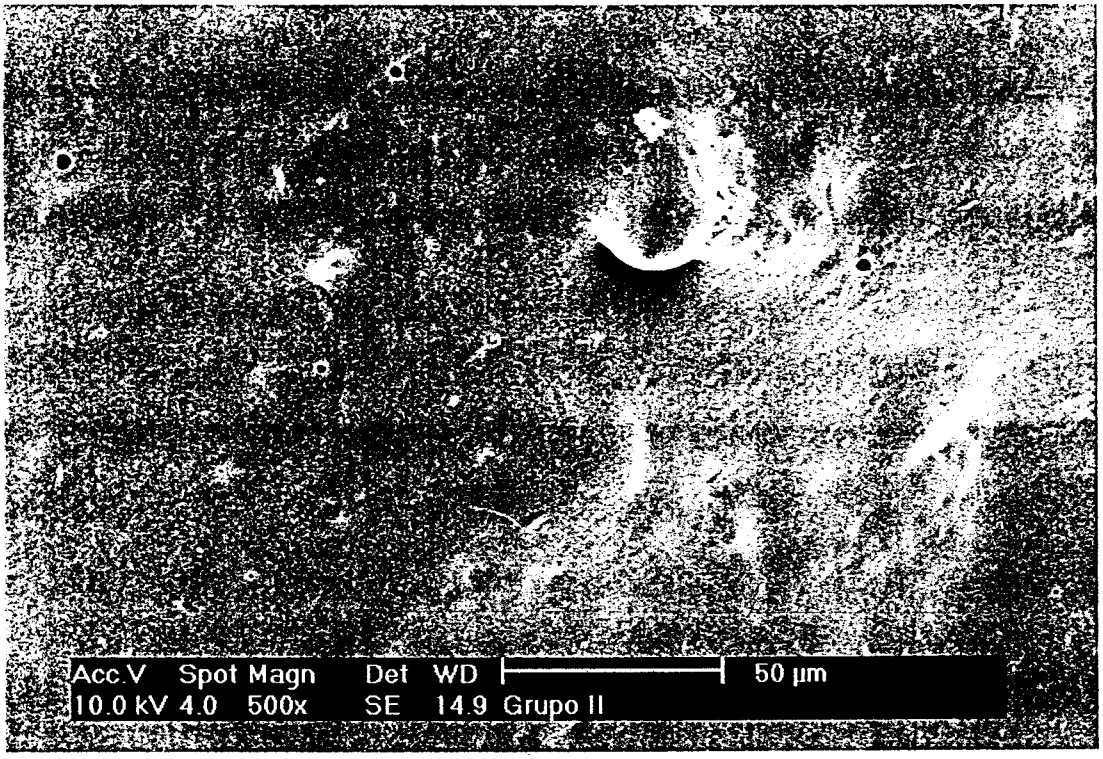


Figura 5.5 - Assoalho do preparo cavitário realizado no espécime do Grupo 2 após irradiação com laser de Er:YAG e condicionamento com Duraphat (500X, 50µm).

Nas amostras do grupo 2, observa-se a qualidade do condicionamento, mantendo a superfície protegida pelo verniz fluoretado e possivelmente bem aderida a uma superfície adequada pela irradiação com o laser Er:YAG.

A superfície encontra-se coberta por uma película fina de Duraphat, lisa e uniformemente depositada sobre a dentina, devido a ausência de agressões após o uso do verniz fluoretado.

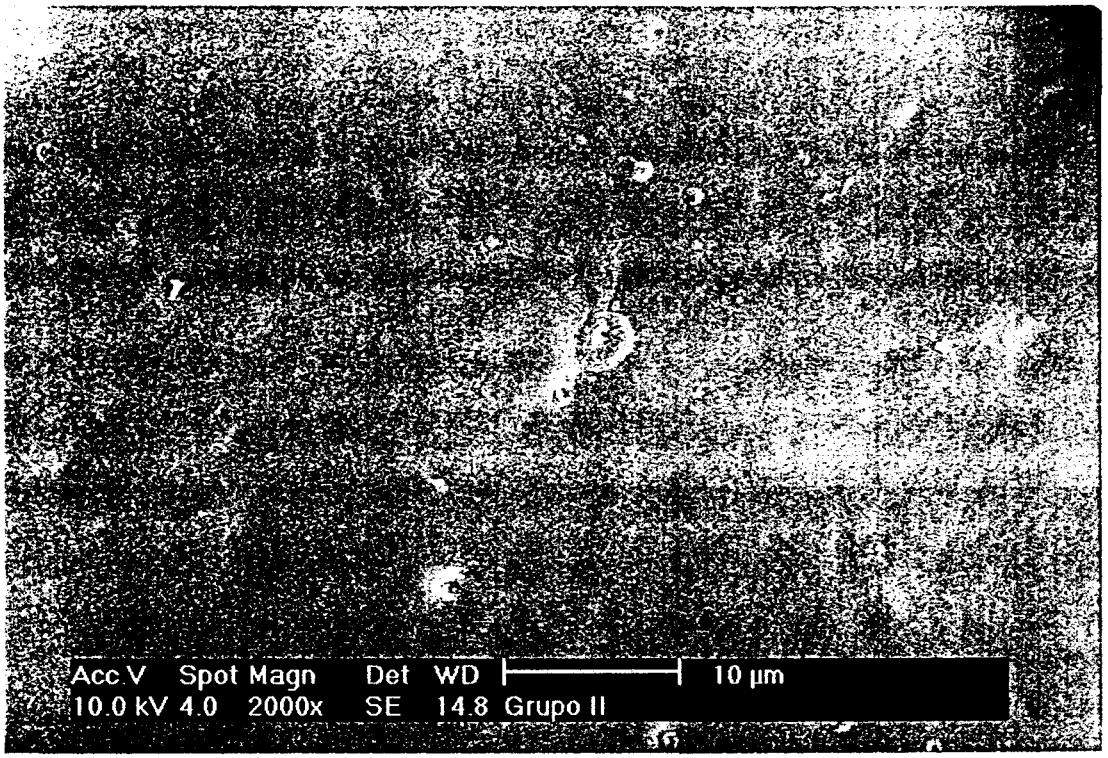


Figura 5.6 - Assoalho do preparo cavitário realizado no espécime do Grupo 2 após irradiação com laser de Er:YAG e condicionamento com Duraphat (2000X, 10µm).

Em maior aumento, ficam nítidas as qualidades do condicionamento e a capacidade de obstruir uma quantidade significativa dos túbulos dentinários abertos nessa área de estudo, como observado na micrografia da figura 5.6. Não são observadas depressões que poderiam identificar a proximidade da entrada dos túbulos com a superfície da amostra estudada.

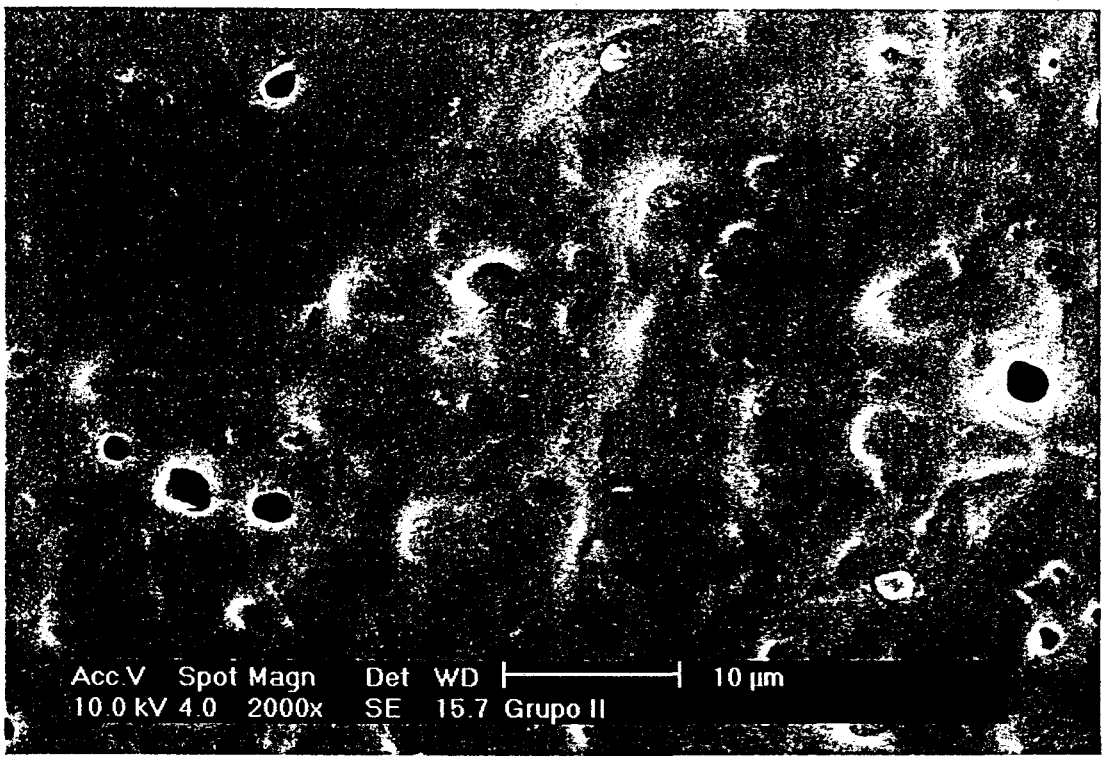


Figura 5.7 - Assoalho do preparo cavitário realizado no espécime do Grupo 2 após irradiação Laser de Er:YAG e condicionamento com Duraphat (2000X, 10µm).

Nesta imagem, ainda nota-se a qualidade do condicionamento e a capacidade de obstrução dos túbulos dentinários, porém, percebe-se que a quantidade de verniz fluoretado, nessa região, produziu uma camada mais fina que na região obtida pela Figura 5.6.

Apesar de um significativo número de túbulos dentinários obliterados, são observadas depressões que identificam entradas dos túbulos com a superfície das amostras estudadas.

MISSÃO NACIONAL DE ENERGIA NUCLEAR/SP

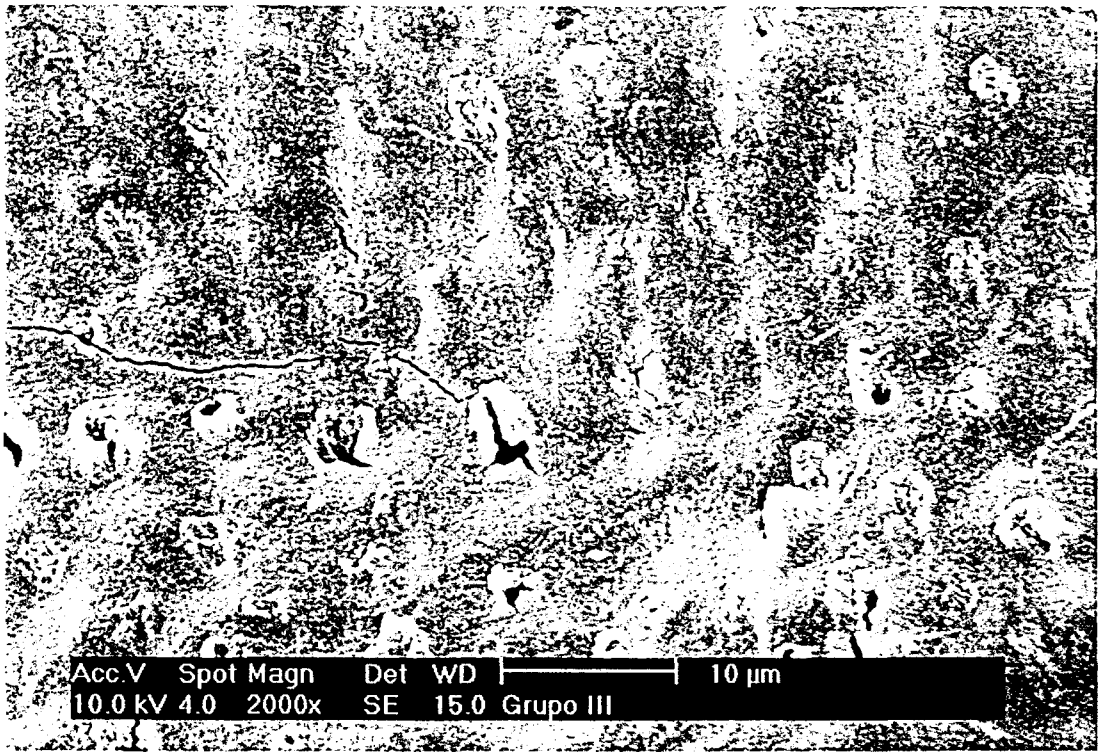


Figura 5.8- Assoalho do preparo cavitário realizado no espécime do Grupo 3, após condicionamento com Duraphat e imediata irradiação com laser de Er:YAG e submersão em EDTA (500X, 50µm).

As amostras do Grupo experimental que recebeu condicionamento com Duraphat e posterior irradiação com laser Er:YAG, e imediata submersão em EDTA (grupo 3), apresentam característica típica de ação do Ácido Etileno Diamino Tetraacético, porém, alguns túbulos dentinários apresentam-se obliterados pelo verniz fluoretado, como observado na micrografia da figura 5.8.

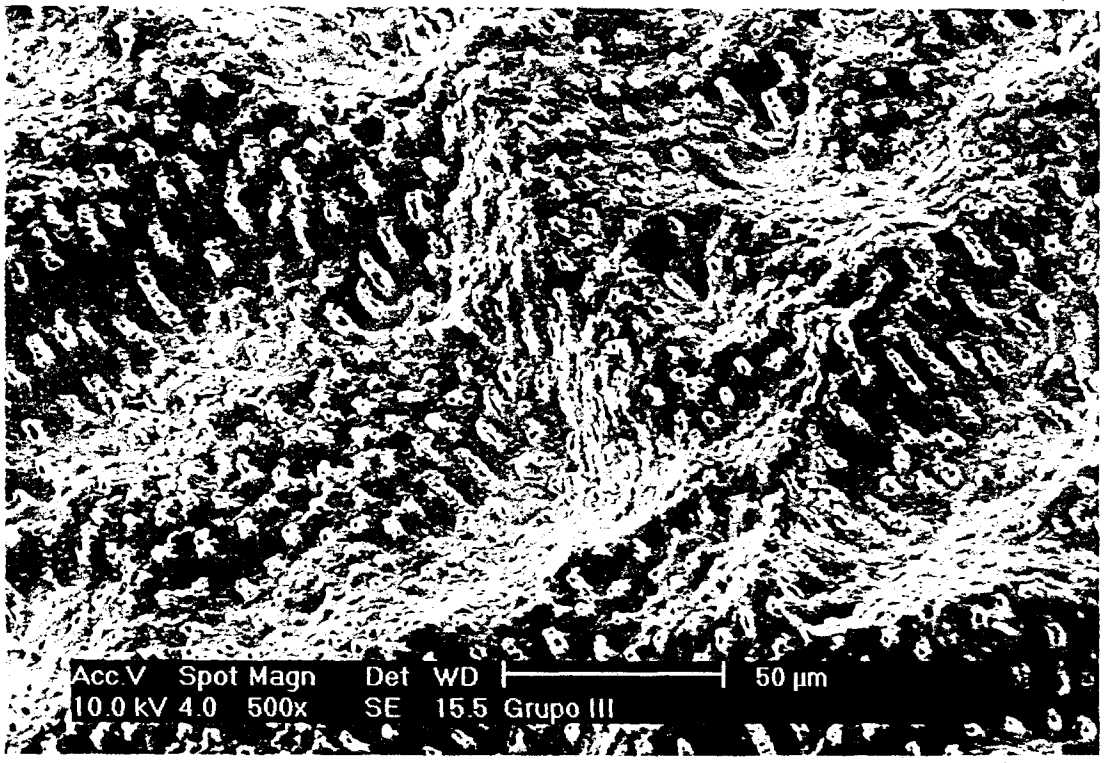


Figura 5.9 - Assoalho do preparo cavitário realizado no espécime do Grupo 3 após condicionamento com Duraphat e imediata irradiação com laser de Er:YAG e submersão em EDTA (500X, 50µm).

Algumas imagens, como a micrografia da figura 5.9, mostram a tendência de descolamento da película de verniz fluoretado, na relação com sua espessura que indica que o ácido Etileno diamino tetraacético pode agir tornando vulnerável esse selamento, como que removendo um "tampão" produzido pelo procedimento. Em algumas situações, nota-se o padrão da aplicação do Duraphat, atuando quase que individualmente nas entradas anatômicas dos túbulos dentinários.

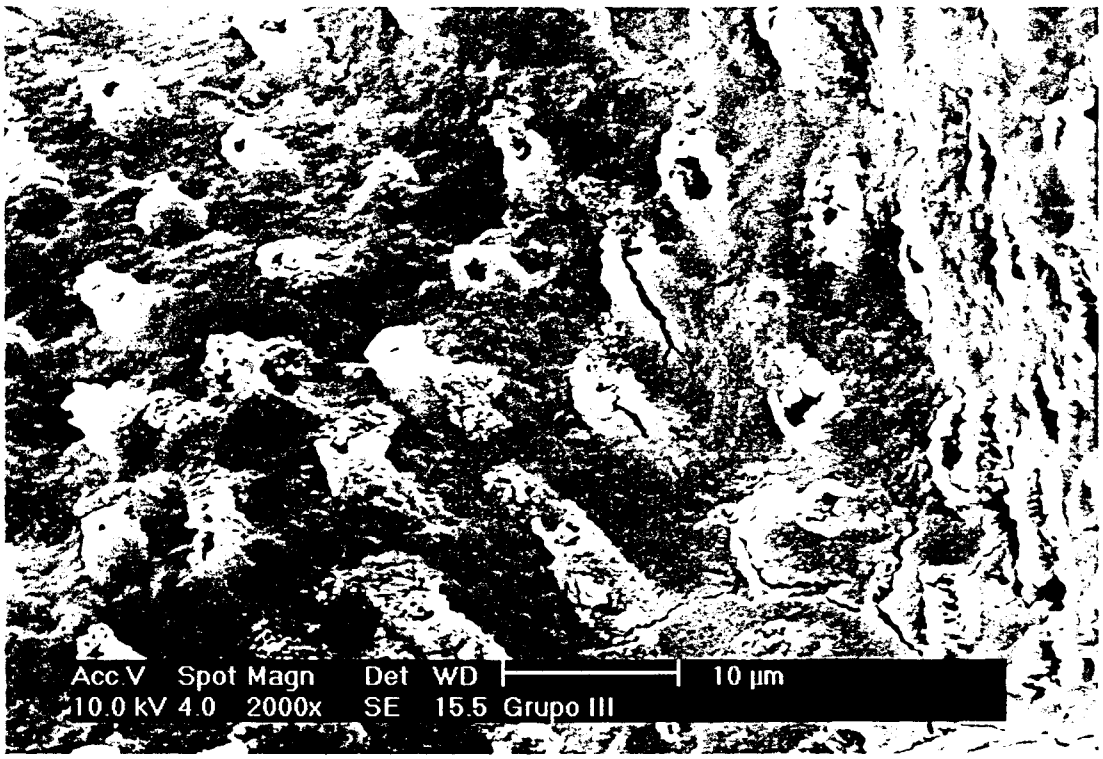


Figura 5.10 - Assoalho do preparo cavitário realizado no espécime do Grupo 3 após condicionamento com Duraphat e imediata irradiação com laser de Er:YAG e submersão em ácido EDTA (2000X, 10µm).

Observa-se na micrografia da figura 5.10 que a aplicação do verniz fluoretado proporcionou uma alteração no diâmetro da cavidade, porém, o EDTA não mostrou capacidade de remover completamente a cobertura do verniz formada pelo procedimento.

Nota-se em algumas regiões trincas sobre o material remanescente, fato que justifica a afirmativa.

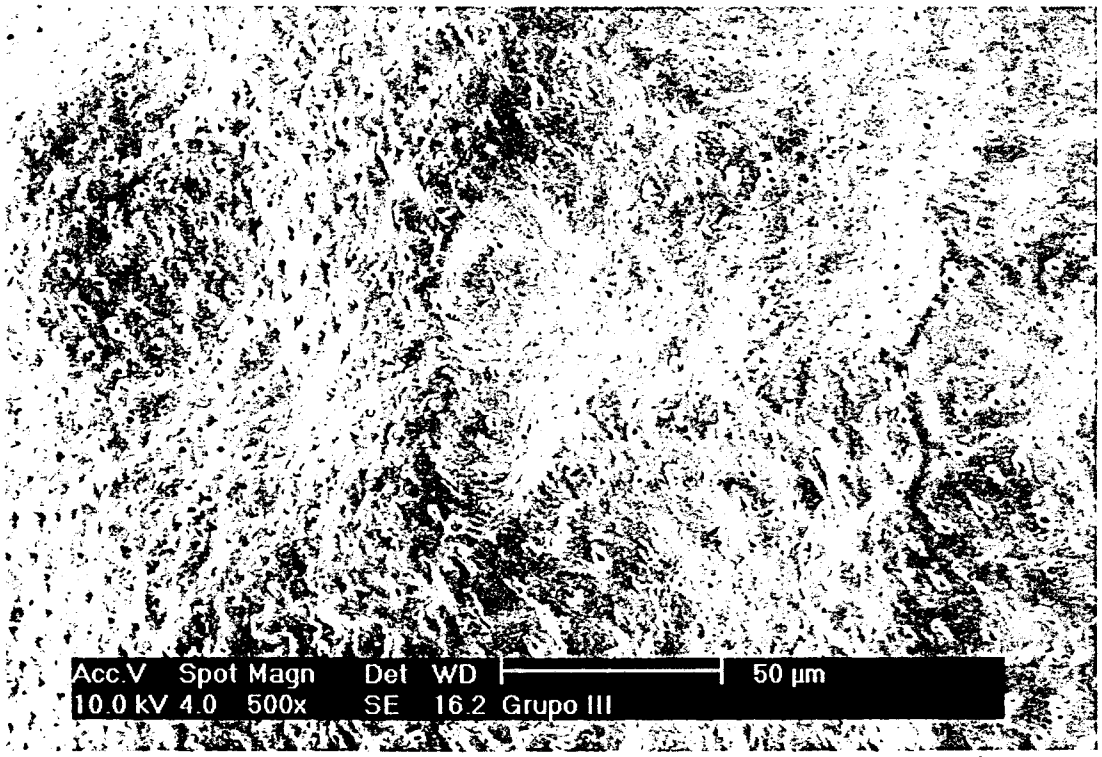


Figura 5.11- Assoalho do preparo cavitário realizado no espécime do Grupo 3 após condicionamento com Duraphat e imediata irradiação com laser de Er:YAG e submersão em EDTA (500X, 50µm).

Observa-se na micrografia da figura 5.11 que a ação da quelante EDTA não foi capaz de remover completamente a cobertura do cerniz utilizado no procedimento, através da observação de túbulos dentinários obstruídos.

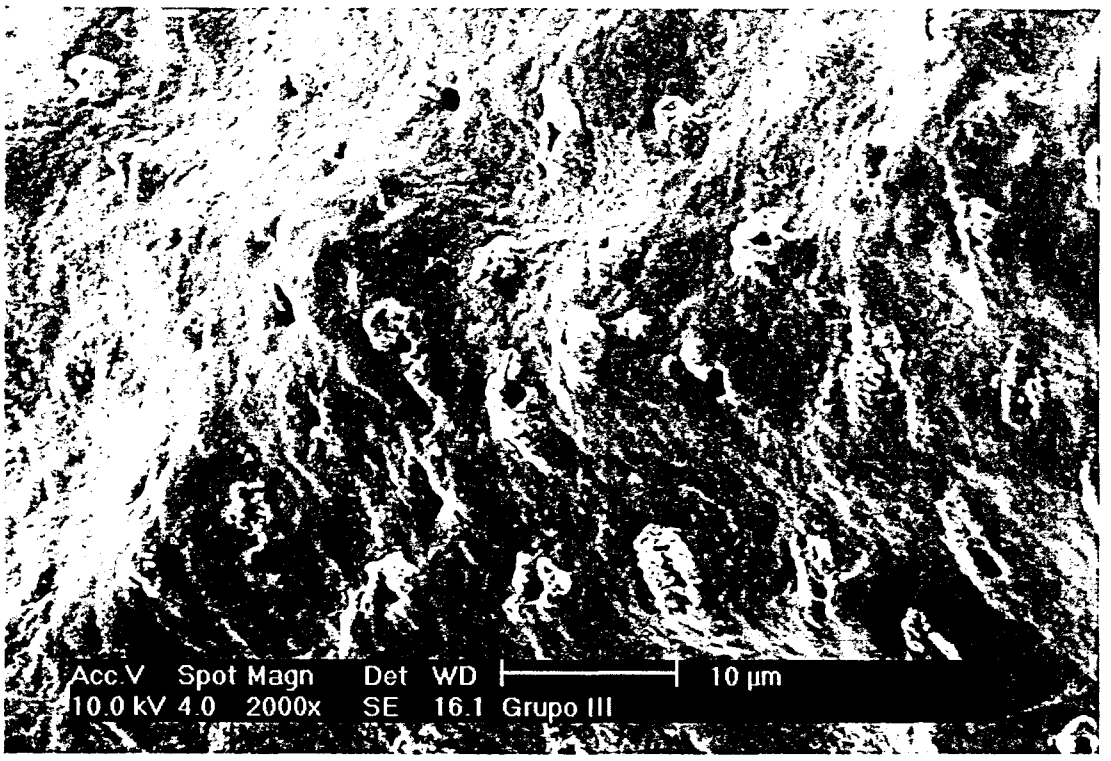


Figura 5.12 - Assoalho do preparo cavitário realizado no espécime do Grupo 3 após condicionamento com Duraphat e imediata irradiação com laser de Er:YAG e submersão em EDTA (500X, 50µm).

A superfície estudada apresenta característica típica de ação do Ácido Etileno Diamino Tetraacético, porém alguns túbulos dentinários apresentam-se obliterados pelo verniz fluoretado, como observado na micrografia 5.12.

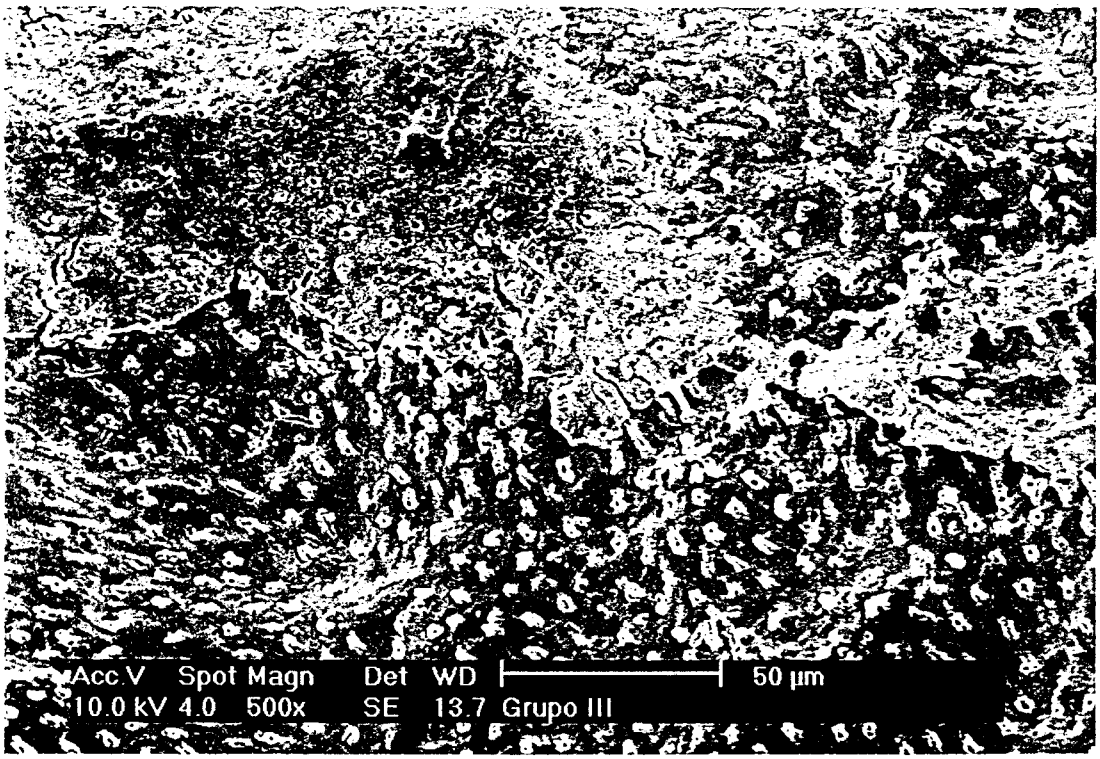


Figura 5.13- Assoalho do preparo cavitário realizado no espécime do Grupo 3 após condicionamento com Duraphat e imediata irradiação com laser de Er:YAG e submersão em EDTA (500X, 50µm).

Nesta micrografia 5.13 é possível observar a ação do ácido EDTA sobre a superfície tratada e a tendência de deslocamento da película de verniz fluoretado. A ação do laser Er:YAG sobre a superfície dentinária pode ser observada através da irregularidade da superfície.

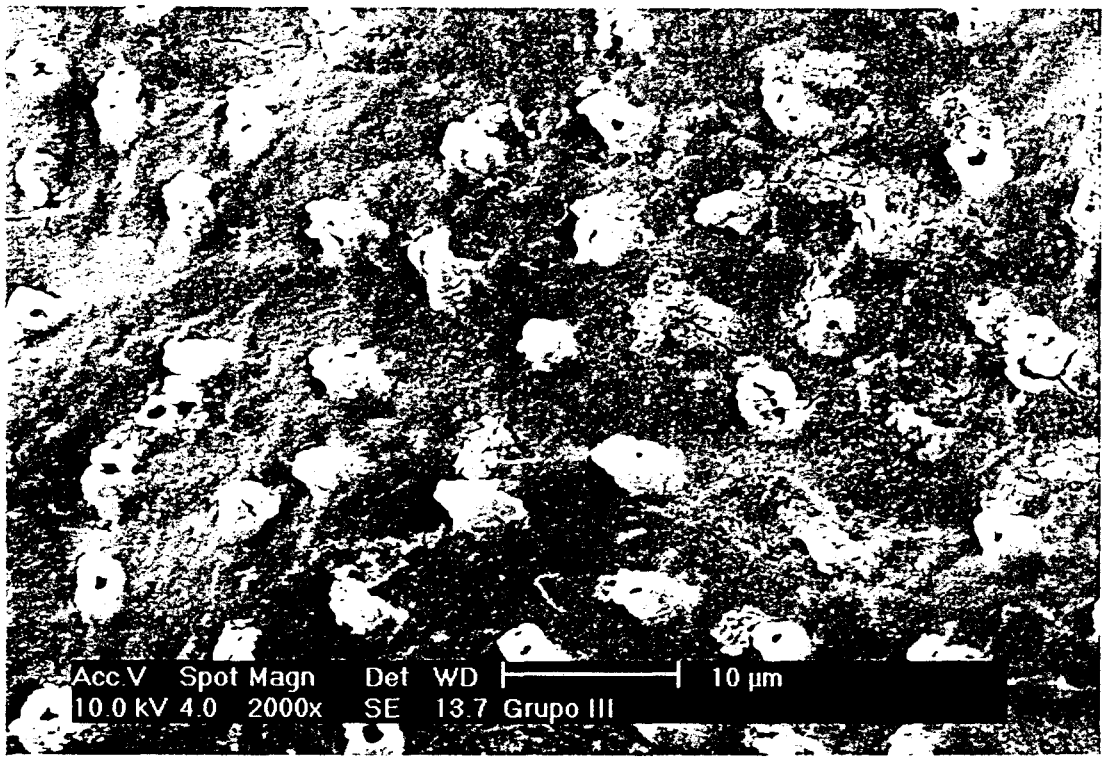


Figura 5.14 - Assoalho do preparo cavitário realizado no espécime do Grupo 3 após condicionamento com Duraphat e imediata irradiação com laser de Er:YAG e submersão em EDTA (2000X, 10µm).

Observa-se na micrografia 5.14 que a aplicação do verniz fluoretado sobre a superfície dentinária proporcionou uma alteração no diâmetro da cavidade, porém o EDTA não mostrou capacidade de remover completamente a cobertura do verniz formada pelo procedimento.

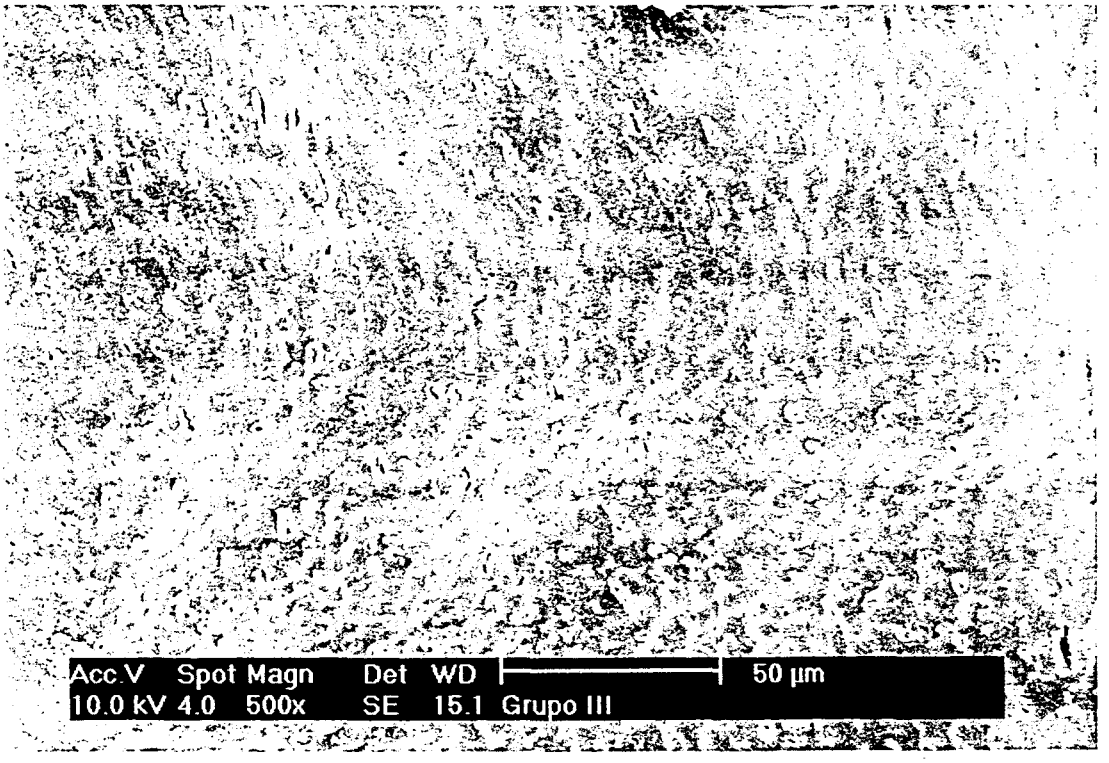


Figura 5.15 - Assoalho do preparo cavitário realizado no espécime do Grupo 3 após condicionamento com Duraphat e imediata irradiação com laser de Er:YAG e submersão em EDTA (500X, 50µm).

A micrografia 5.15 mostra a invasão pelo condicionamento no interior do túbulo dentinário proporcionando uma alteração no seu diâmetro, caracterizando que o acido foi efetivo, porém, sem a capacidade de remover o benefício do procedimento.

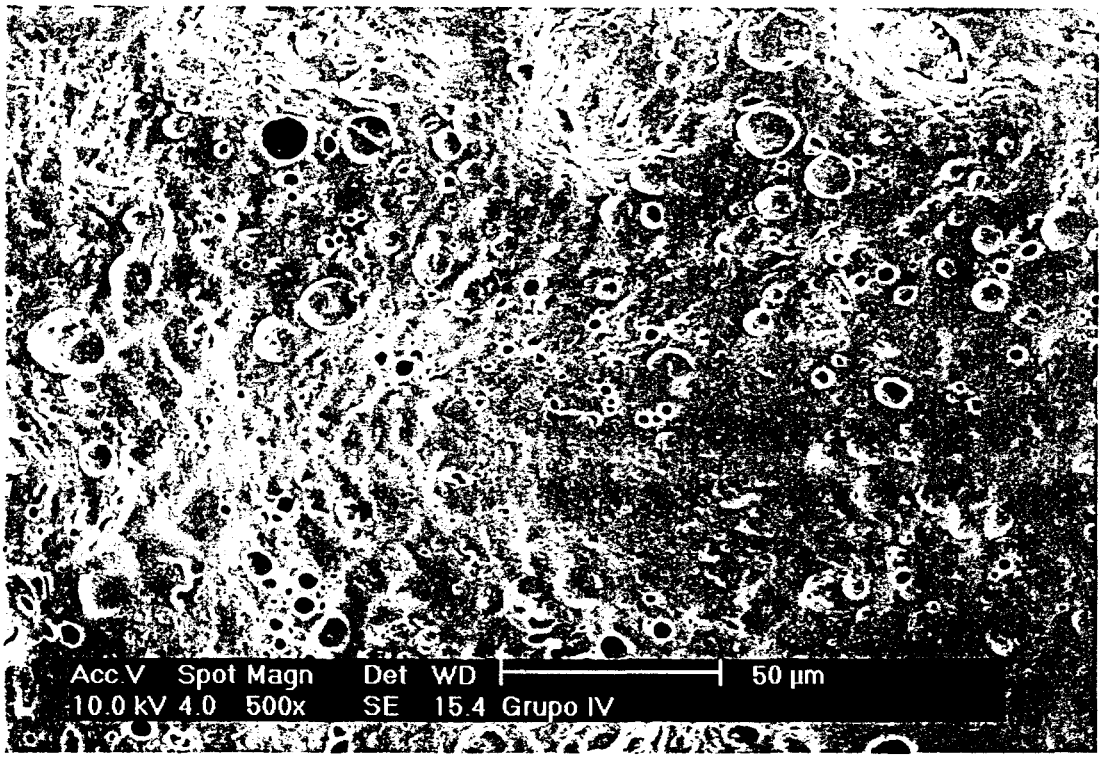


Figura 5.16 - Assoalho do preparo cavitário realizado no espécime do Grupo 4 após irradiação com laser de Er:YAG e imediato condicionamento com Duraphat e submersão em EDTA (500X, 50µm).

As imagens apresentadas pelo Grupo 4 mostram uma superfície extremamente porosa responsável pela ação do ácido Etileno Diamino Tetraacético.

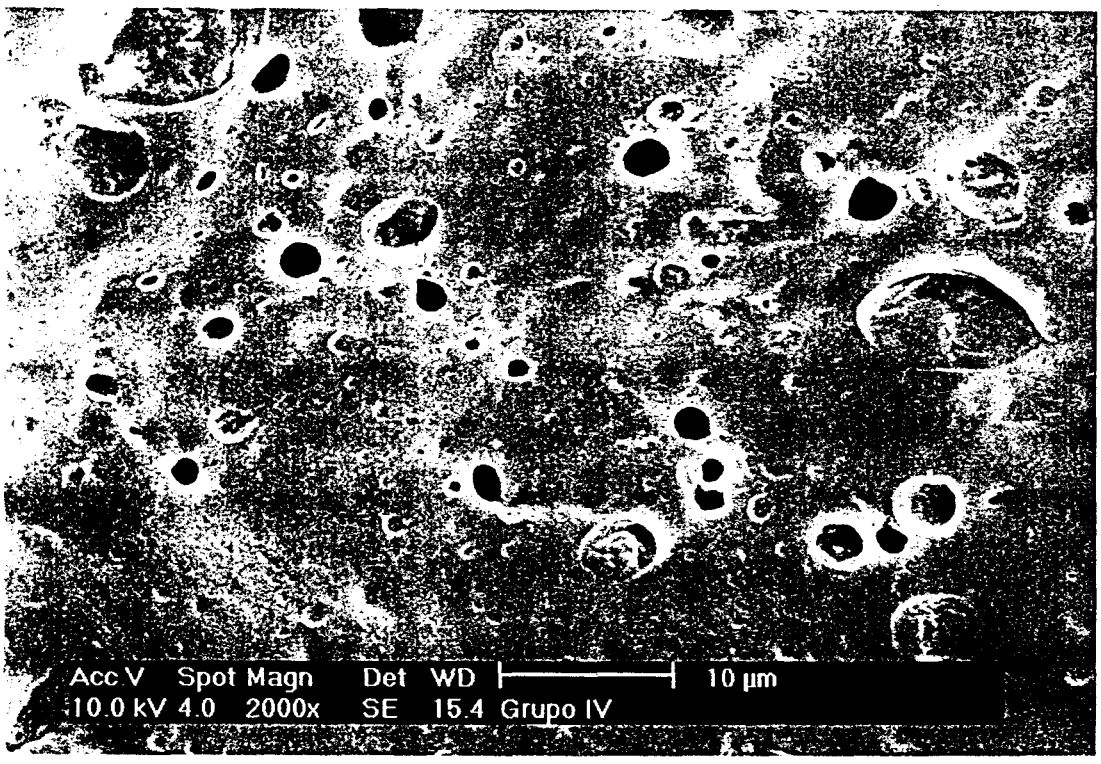


Figura 5.17- Assoalho do preparo cavitário realizado no espécime do Grupo 4 após irradiação com laser de Er:YAG e imediato condicionamento com Duraphat e submersão em EDTA (2000X, 10µm).

Na micrografia 5.17, em maior aumento, é possível observar a grande quantidade de Duraphat recobrindo a superfície juntamente com alguns túbulos revestidos, e parcialmente obliterados pelo fármaco.

COMISSÃO NACIONAL DE ENERGIA NUCLEAR/SP IPEN

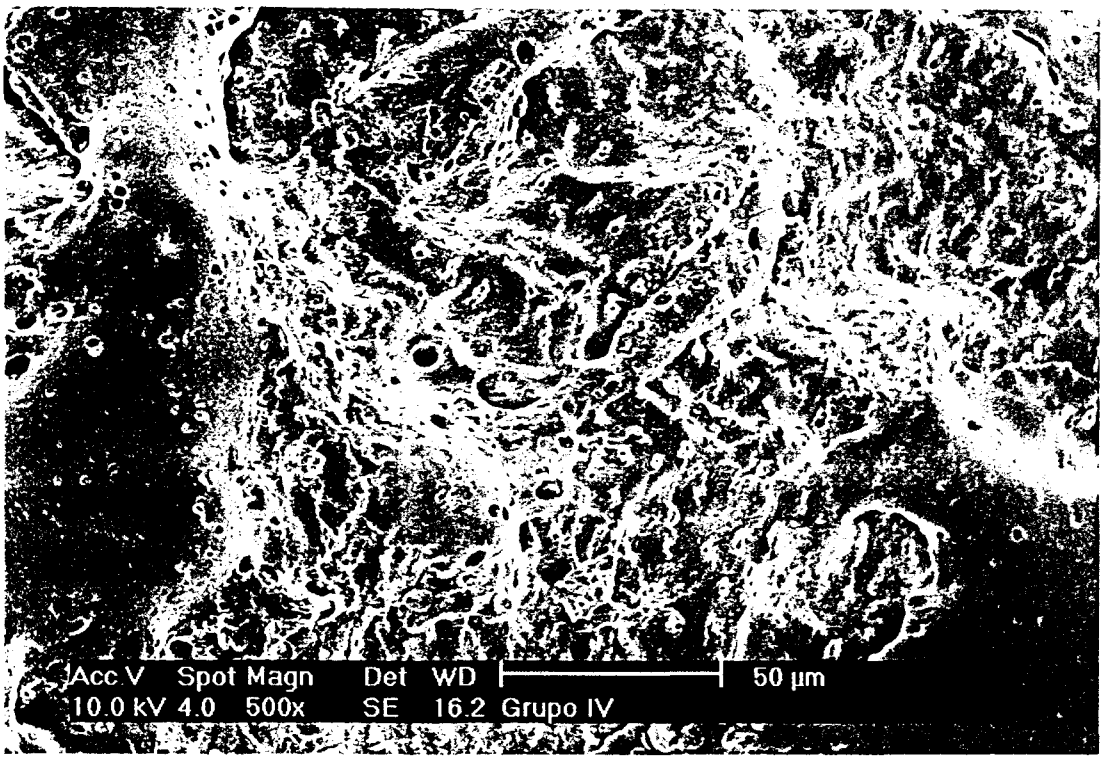


Figura 5.18 - Assoalho do preparo cavitário realizado no espécime do Grupo 4 após irradiação com o laser de Er:YAG e imediato condicionamento com Duraphat e submersão em EDTA (500X, 50µm).

Na micografia 5.18 pode-se observar marcas evidentes da ação do ácido EDTA sobre a superfície através da presença de porosidades.

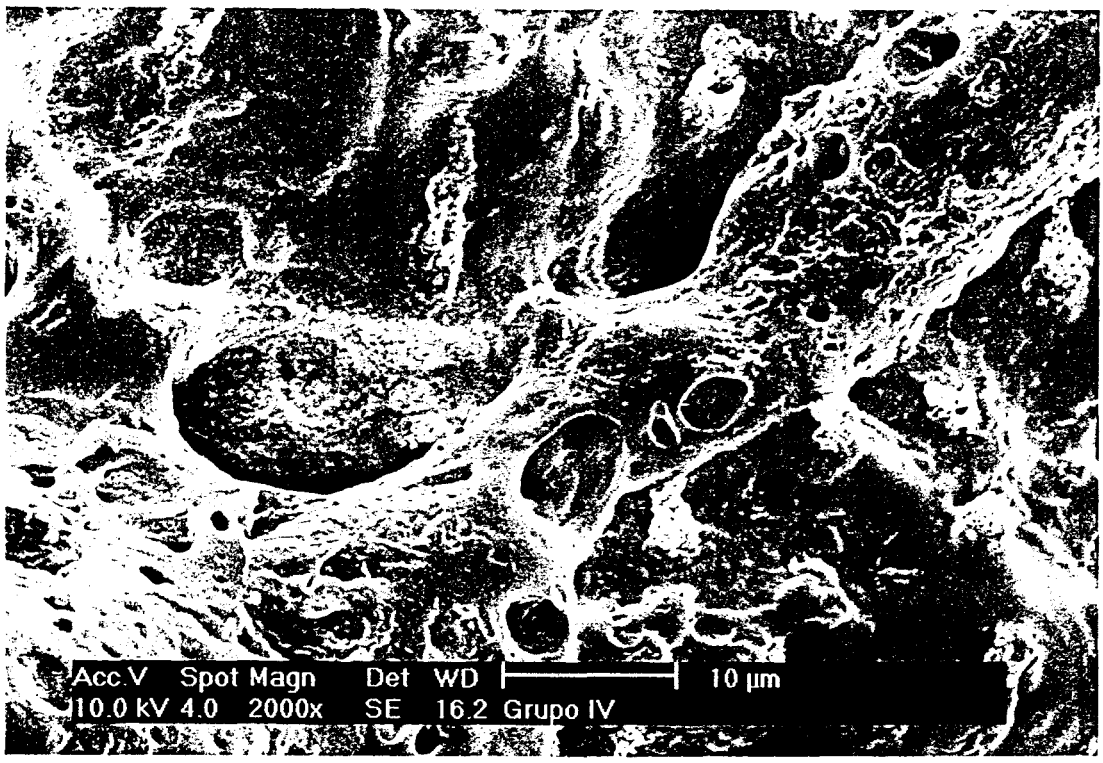


Figura 5.19- Assoalho do preparo cavitário realizado no espécime do Grupo 4 após irradiação com laser de Er:YAG e imediato condicionamento com Duraphat e submersão em EDTA (2000X, 10µm).

É possível observar a presença do verniz fluoretado recobrindo a superfície nesta micografia 5.19, através da visualização de inúmeros túbulos dentinários obliterados.

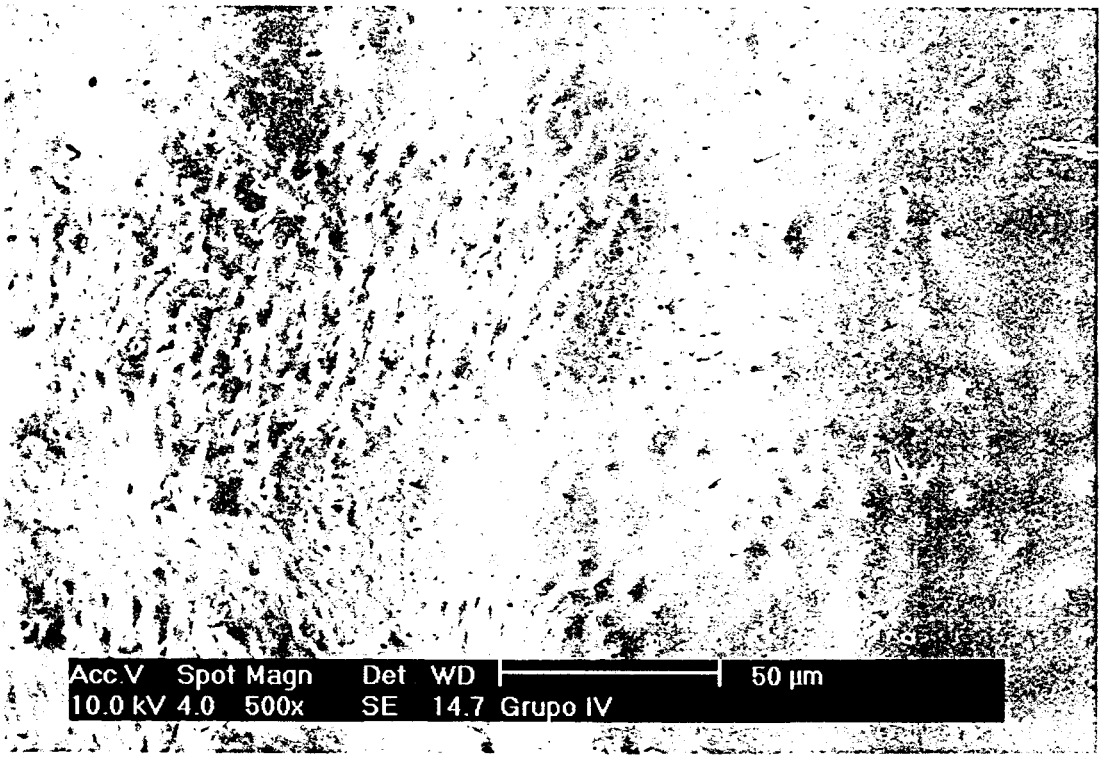


Figura 5.20- Assoalho do preparo cavitário realizado no espécime do Grupo 4 após irradiação com laser de Er:YAG e imediato condicionamento com Duraphat e submersão em EDTA (500X, 50µm).

Na micrografia 5.20 pode-se observar a irregularidade da superfície devido a ação do laser de Er:YAG, e a presença do verniz fluoretado Duraphat mesmo após a ação do ácido Etileno Diamino Tetraacético.

6. DISCUSSÃO

6. DISCUSSÃO

A indicação de um tratamento conservador associado a uma restauração tem por objetivo a limpeza da região envolvida e o selamento do cavitário eliminando a possibilidade de troca de líquidos, microrganismos e produtos metabólicos entre o meio externo e o interno.

A prevenção de doenças que atinjam o sistema de canais e os tecidos periodontais pode ser realizada pela realização de terapêutica, que tenha por base os objetivos citados, além de, devolver estética e função ao dente tratado. A cárie dentária continua sendo o problema principal da odontologia e deve receber muita atenção na prática diária, não só em relação ao tratamento restaurador como também em termos de técnicas preventivas planejadas para conduzir o problema. Embora tenhamos observado um declínio na prevalência da cárie dentária durante muitos anos, é claro que ela continua sendo a doença que mais acomete os seres humanos.

A cárie é causada por ácidos resultantes da ação de microrganismos sobre carboidratos, caracterizando-se por uma descalcificação da porção inorgânica e sendo acompanhada em seguida por uma desintegração da estrutura orgânica do dente (Ramos, 1995).

Diversos microrganismos podem produzir ácido suficiente para descalcificar a estrutura dentária, particularmente estreptococos acidúricos, lactobacilos, difteróides, leveduras e certas cerpas de sarcinas. Nos últimos anos o *Streptococcus mutans* tem sido responsabilizado como o principal e mais virulento dos microrganismos cariogênicos (Guimarães, 1995).

Assim, o desenvolvimento da cárie dentária pode ser considerada um processo dinâmico-contínuo envolvendo períodos repetidos de desmineralização por ácidos orgânicos fracos de origem microbiana e subseqüente remineralização pela saliva. Diversos outros fatores influenciam no grau de vulnerabilidade do dente.

Portanto, uma vez que a doença cárie se instala em um indivíduo, ela pode gerar perdas de estrutura dentária sendo irreversível, dependendo da profundidade, e trazendo diversos prejuízos para a cavidade bucal como um todo.

Devido a esses fatores, a prevenção na clínica odontológica vem assumindo importância cada vez maior no controle do desenvolvimento e controle da cárie dentária, procurando contribuir sobremaneira para um prognóstico de saúde mais favorável. Deste modo quanto maior for o número de técnicas de prevenção eficientes, disponíveis para o cirurgião-dentista lançar mão e tentar adequá-las a cada paciente em particular, maiores serão as possibilidades de diminuir a incidência desta doença.

Um método de prevenção ideal seria aquele que apresentasse um alto índice de sucesso, atingisse um grande número de indivíduos, apresentasse durabilidade efetiva não necessitando de repetições periódicas, economicamente acessível a vários segmentos da população, aplicação fácil e rápida, e indolor.

Os lasers têm sido amplamente aplicados na Medicina e áreas afins com grande sucesso. Lasers com meio ativo diferentes produzem, conseqüentemente, luz com comprimento de onda diferentes, e este é um dos fatores mais importantes no processo de interação da luz laser com determinado tecido biológico.

O comprimento de onda específico dos diferentes tipos de lasers, apresentam maior ou menor afinidade por um dado tecido biológico, dependendo da água, pigmentos e outros constituintes presentes em sua estrutura. A partir de então, foram desenvolvidos novos tipos de lasers com diferentes meios ativos (Nd:YAG, Nd:YAP, Nd:YLF, CO_2 , He-Ne, Er:YAG, Hólmio, Argônio) e conseqüentemente a emissão de outros comprimentos de onda foi possível, permitindo que esses feixes de luz fossem utilizados em diversas finalidades no dia à dia do cidadão comum, como também possibilitou a introdução de técnicas que se utilizam da precisão desta luz nas diferentes áreas médicas.

De modo geral, o laser interage sobre um determinado tecido biológico de quatro maneiras diferentes, sendo refletido, absorvido, espalhado ou transmitido para o interior do tecido. As propriedades ópticas de cada tecido biológico, combinadas com um comprimento de onda, determinarão se a energia laser será ou não absorvida pelo tecido alvo. Assim, cada laser terá sua aplicação clinica preferencial de acordo com a sua capacidade de interação com aquele tecido em particular. A densidade de energia e o tempo de exposição administrada irão determinar a quantidade e extensão da interação.

Alguns tipos de lasers têm se mostrando bastante eficientes na prevenção de cáries e têm sido exaustivamente estudados por diferentes pesquisadores no mundo todo desde que Stern e Sognnaes (1964) comprovaram que amostras de esmalte dental irradiadas apresentaram maior ácido resistência do que as amostras do grupo controle.

As alterações físicas, químicas e morfológicas que ocorrem no esmalte dental após a sua irradiação com alguns tipos de lasers, são responsáveis pelo aumento de sua dureza superficial e pela diminuição do grau de desmineralização na presença de substancias ácidas, resultando, deste modo, um esmalte mais resistente a ação dos sub-produtos ácidos originários da placa bacteriana e, assim, gerando uma proteção à doença cárie. A ação do laser também se manifesta na redução do conteúdo bacteriano das superfícies irradiadas.

Oho e Morioka (1991) sugeriram que pela perda de substancias interprismática e intraprismática do esmalte dental irradiado com laser de Nd:YAG, haveria perda de conteúdo orgânico do esmalte, e que o aumento da birefrigência do mesmo a luz polarizada sugeria a presença de micro-espaços ou "lojas" que poderiam servir de sítios de depósitos para íons flúor, fosfato ou cálcio durante o processo de desmineralização ácida.

Os íons de flúor penetram mais profundamente quando aplicados sobre o esmalte irradiado com o laser de Nd:YAG do que quando aplicados sobre o esmalte que não sofreu irradiação, o mesmo acontece com os íons de cálcio, ocorrendo o inverso com os íons de fosfato. Os mesmos autores também comprovaram que o flúor fosfato acidulado é mais efetivo do que o fluoreto de sódio para prevenir cáries, se aplicado depois do esmalte ser irradiado com o laser de Nd:YAG.

Existem alguns mecanismos que podem contribuír para a diminuição da solubilidade do esmalte na presença de substâncias ácidas, como a alteração na composição da hidroxiapatita que resolidifica com o aumento do tamanho dos prismas irradiados, aumento da quantidade e profundidade de penetração do flúor na superfície do dente irradiado, a diminuição da quantidade de carbonatos na superfície do esmalte irradiado e devido a presença de microporos que reteriam íons de flúor no esmalte irradiado.

No entanto os mecanismos exatos que ocorrem no esmalte quando este sofre irradiação pelo laser ainda não foram totalmente elucidados. Possivelmente

todos esses fatores favoreçam para a formação de um esmalte mais resistente tanto química quanto fisicamente, influenciando no resultado positivo da prevenção de cáries.

O laser de Nd:YAG também atua na remineralização de cáries incipientes de esmalte, com aumento da microdureza, mostrando que a remineralização atua desde o fundo da cavidade até a sua superfície.

Myaki (1995) observou vedamento parcial ou total de sulcos de pré-molares irradiados com laser de Nd:YAG na dependência do tipo de sua abertura e profundidade. Cecchine *et. al.* (1997) também constataram, "in vitro", aumento da ácido resistência do esmalte quando irradiados com o laser de Nd:YAG. Outros lasers também têm apresentado resultados bastante promissores na área da prevenção.

Desde os primeiros estudos de Hibst *et al.* (1988); Hibst & Keller (1989) e Keller & Hibst (1989) foi observada a efetividade do laser de Er:YAG, na ablação dos tecidos duros dentais, devido ao seu comprimento de onda de emissão (2,94μm) ser bem absorvido pela água presente na composição dos tecidos mineralizados, sendo maior a absorção pela água confinada nos cristais de hidroxiapatita, do que pelo radical hidroxila (OH^-) da hidroxiapatita, que apresenta pico máximo de absorção em 2,79μm; o esmalte e dentina humanos mostram um pico de absorção máximo de 3μm, coincidente com a emissão do laser de Er:YAG.

No presente estudo, o laser de Er:YAG foi utilizado com parâmetros de energia de condicionamento, promovendo alterações morfológicas superficiais dentinária, suficiente para promover aumento da porosidade e micro-retenção superficial, com abertura dos túbulos dentinários, ausência da "smear layer" (Bispo, 2000; Navarro, 2001), e assim, maior penetração e permeabilidade ao verniz fluoretado Duraphat.

A irradiação das amostras foi realizada com o laser de Er:YAG, sob refrigeração com "spray" de ar/água (Visuri *et al.*, 1995; Glockner *et al.*, 1998; Bispo, 2000; Navarro, 2001), com intuito de reduzir o aumento da temperatura, a ocorrência de alterações térmicas, como trincas, carbonização ou fusão, o risco de danos térmicos pulpares e tornar a ablação mais efetiva (Hibst & Keller, 1992; Paghdiwala *et al.*, 1993; Arcoria & Cozean, 1994; Schilke & Geurtsen, 1994; Visuri *et al.*, 1996).

Análises histológicas do tecido pulpar, em dentes irradiados pelo laser de Er:YAG, mostram alterações morfológicas semelhantes quando da utilização da alta-rotação, mantendo a vitalidade do tecido (Wigdor *et al.*, 1993; Gimble *et al.*, 1994; Sekine *et al.*, 1994); de acordo com Paghdiwala *et al.* (1993) não houve aumento da temperatura pulpar maior que 5°C, quando da utilização do laser de Er:YAG, estando dentro do limite de segurança para manutenção da vitalidade pulpar (Zach e Cohen, 1965).

O limiar de ablação do tecido cariado, com o laser de Er:YAG, é menor em relação à dentina sadia, que por sua vez, é menor que o esmalte sadio; havendo uma remoção seletiva do tecido cariado e preservação do tecido sadio remanescente (Hibst & Keller, 1989; Gimble *et al.*, 1994).

Utilização clínica do laser de Er:YAG, nos tecidos duros dentais, apresenta grande aceitabilidade pelos pacientes, devido a ausência de contato e vibração, ruído reduzido, substituindo o temível ruído da alta-rotação pelo "popping" da ablação explosiva, ausência ou redução da sensibilidade dolorosa, levando ao uso reduzido de anestesia; tornando o tratamento menos traumático e mais confortável ao paciente, com grande aplicabilidade em Odontopediatria (Keller & Hibst, 1992; Gimble *et al.*, 1994; Cozean *et al*, 1997; Eduardo *et al.*, 1998), devendo-se destacar a redução bacteriana ou descontaminação do preparo cavitário (Blay, 2001) e prevenção ao processo de cáries, com aumento da resistência ácida (Tanji *et al.*, 1997; Kayano *et al.*, 1991; Morioka *et al.*, 1991; Fried *et al.*, 1996; Watanabe *et al.*, 1998; Hossain *et al.*, 2000), após irradiação dental com laser de Er:YAG.

Alterações morfológicas na superfície do esmalte e da dentina com o laser de Er:YAG, criando padrão de condicionamento, tem sido estudado por vários estudos (Kumazaki, 1992; Hibst & Keller, 1993; Keller e Hibst, 1993; Visuri *et al.*, 1995; Kataumi *et al.*, 1996; Tanji *et al.*, 1997; Zezell *et al.*, 1997; Bispo, 2000; Navarro, 2001).

Na superfície dentinária ablacionada pelo laser de Er:YAG pode-se verificar ausência da "smear layer", a dentina intertubular "escavada" e a dentina peritubular "elevada", provavelmente, devido à diferença de mineralização destes tipos de dentina, e portanto diferença de absorção da irradiação e ablação, havendo um aspecto de corte ou clivagem mecânica, criando uma superfície irregular e com padrão microretentivo, como observado nos estudos de Hibst &

Keller, 1993; Keller e Hibst, 1993; Levy & Rizoiu, 1994; Schilke & Geurtsen, 1994; Sakakibara *et al.*, 1994; Visuri *et al.*, 1995; Kataumi *et al.*, 1996; Tanji *et al.*, 1997; Zezell *et al.*, 1997; Navarro, 2001.

Mais recentemente, o laser de Er:YAG tem sido pesquisado no seu potencial de redução da desmineralização do esmalte. Hossain *et. al.* (2000) comprovaram "in vitro" que a irradiação do esmalte dental com laser de Er:YAG causou alterações sobre o esmalte dental e propiciaram maior ácido resistência em relação às amostras do grupo controle. Fried *et. al.* (1996) também comprovaram o potencial do laser de Er:YAG e Er:YSGG tanto para remoção de tecido cariado como para prevenção de cáries, em diferentes condições de energia.

Morioka *et. al.* (1991) também comprovaram que o laser de Er:YAG produziu alterações no esmalte dental semelhantes àquelas produzidas pelo laser de Nd:YAG, e que a ácido resistência adquirida foi maior com o laser de Er:YAG quando comparado ao laser de Nd:YAG.

Suzaki *et al.* (1998) mostraram que o laser de Er:YAG aumentou a resistência ácida do esmalte bovino, causando alterações microestruturais nas áreas ablacionadas pelo laser.

A associação do aumento da resistência ácida, redução bacteriana, remoção conservadora do tecido cariado e criação de uma superfície com um padrão microretentivo para materiais, sejam eles restauradores ou preventivos, promovidos pelo laser de Er:YAG na superfície dentinária, nos incentivou no desenvolvimento deste estudo "in vitro", associando, o verniz fluoretado, como um material consagrado na prevenção da cárie dental, com o laser de Er:YAG, como uma recente e promissora tecnologia.

No presente estudo pode-se observar que o laser de Er:YAG promoveu alterações morfológicas na superfície dentinária condicionada pelo Duraphat, deslocando o material e desobstruindo alguns túbulos dentinários (grupo 1).

Quando o laser de Er:YAG foi aplicado previamente ao Duraphat (grupo 2) pode-se observar a manutenção da superfície protegida pelo fármaco, possivelmente bem aderida a uma superfície irregular e com micro porosidades criadas pelo laser.

As amostras que receberam o condicionamento com Duraphat e posterior irradiação com laser Er:YAG, e imediata submersão em Ácido Etileno Diamino

Tetraacético EDTA (grupo 3), apresentaram invariavelmente a característica de ação do ácido, porém, com a manutenção de inúmeros túbulos obliterados.

A irradiação com laser de Er:YAG antes da aplicação do Duraphat (grupo 4) promoveu uma nova situação de aderência, pela alteração da morfologia da superfície, sendo observada grande quantidade de Duraphat, recobrindo a superfície, juntamente com alguns túbulos dentinários parcialmente obliterados pela ação do fármaco. Em algumas ocasiões deixa de ser lisa pela irregularidade produzida pela irradiação do assoalho, porém, sempre com uma película de fármaco o recobrindo. A finalidade do EDTA é somente promover uma agressão na superfície estudada e este estudo avaliou exclusivamente as alterações morfológicas da superfície dentinária.

Finalizando, desnecessário expressar o desejo de encontrar a maneira capaz de selar definitivamente a superfície em quaisquer das situações já descritas, que envolvem o emprego de métodos mecânicos físicos e químicos; porém, o advento de um procedimento capaz de aliar a desinfecção (ação do laser) e a inserção de fármaco à dentina remanescente (Duraphat) deve ser analisado com otimismo.

Sendo assim, e baseados nos resultados experimentais apresentados e discutidos, é lícito afirmar a necessidade da execução de novos estudos buscando com o primor avaliar a conservação do tecido remanescente do preparo cavitário na dentina com vistas à manutenção da sua integridade biológica, estética e funcional.

COMISSÃO NACIONAL DE ENERGIA NUCLEAR/SP

7. CONCLUSÕES

7. CONCLUSÕES

Diante das condições experimentais executadas, foi possível concluir que:

1- O condicionamento com Duraphat produziu uma alteração morfológica, observada por microscopia eletrônica de varredura, capaz de obliterar a entrada dos túbulos dentinários em todas as amostras dos grupos experimentais estudados.

2 - As amostras condicionadas com Duraphat e irradiadas com o laser de Er:YAG e tratadas com o EDTA (grupo 3) apresentaram uma superfície uniformemente protegida, mantendo grande quantidade de Duraphat disposto a redor das entradas dos túbulos dentinários, de modo a obliterá-los parcialmente, mesmo após a ação do EDTA.

3 – O conjunto de características morfológicas obtidas mostra que o procedimento feito nas amostras do Grupo 3 é apropriado para a realização.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

1. ADRIAN, J. C.; BERNIER, J. L.; SPRAGUE, W. G. Laser and the dental pulp. **J Am Dent Assoc**, Chicago, v. 83, n. 1, p. 113-117, July 1971.

2. ARCORIA, C.; COZEAN, C. Hard-tissue effects using multiple wavelength lasers. In: INTERNATIONAL CONGRESS ON LASERS IN DENTISTRY, 4., 1994, Singapore. **Proceedings...**Singapore: Bologna: Monduzzi, 1994. p. 131-134.

3. BAHAR, A; TAGAMORI, S. The effect of normal pulsed Nd:YAG laser irradiation on pits and fissures in human teeth. **Caries Res,** v. 28, p. 460-467, 1994.

4. BISPO, L. B. **Condicionamento do esmalte com Er:YAG laser e ácido fosfórico: resistência à tração e microscopia eletrônica de varredura.** 2000. 144 f. Dissertação (Mestrado em Dentística) - Faculdade de Odontologia da Universidade de São Paulo, São Paulo.

5. BLANKENAU, R. J.; POWELL, L.; ELLIS, R. W.; WESTERMAN, G. H. "In vivo" caries-like lesion prevention with Argon laser: pilot study. **J Clin Laser Med & Surg.**, v. 17, n. 6, p. 241-243, 1999.

6. BLAY, C. **Análise comparativa da redução bacteriana com irradiação do laser de Er:YAG ou ponta montada em alta-rotação convencional após remoção de tecido cariado em dentina: estudo em *anima nobile*.** 2001. 110 f. Dissertação (Mestrado Profissionalizante Lasers em Odontologia) - Instituto de Pesquisas Energéticas e Nucleares/Faculdade de Odontologia da Universidade de São Paulo, São Paulo.

7. . BOARI, H. D. **Avaliação clinica da eficiência do laser de Nd:YAG associado ao flúor fosfato acidulado na prevenção de cáries de sulcos e fissuras de crianças e adolescentes**. 2000. 143 f. Dissertação

(Mestrado em Ciências na Área de Tecnologia Nuclear Materiais) – IPEN, São Paulo.

8. BORGGREVEN, J. M. P.; DUK, J. W.; DRIESSENS, F. C. M. Effect of laser irradiation on the permeability of bovine dental enamel. **Arch oral biol**., v. 25, p. 74-79, 1980.

9. BURKES, E. J.; HOKE, J.; GOMES, E.; WOLBARSHT, M. Wet tissue versus dry enamel ablation by Er:YAG laser. **J Prosthet Dent**, St. Louis, v.67, n.6, p.847-851, June 1992.

10. CECCHINI, R. M. **Estudo "in vitro" do efeito do laser de Nd:YAG em esmalte dental: análise de fluorescência de raios-X e microscopia eletrônica de varredura.** 1997, 108f. Tese (Mestrado em Dentística)-Faculdade de Odontologia da Universidade de São Paulo, São Paulo.

11. COZEAN, C.; ARCORIA, C. J.; PELAGALLI, J.; POWELL, G. L. Dentistry for the 21st century? Erbium:YAG laser for teeth. **J Am Dent Assoc**, Chicago, v. 128, n. 8, p. 1080-1087, Aug. 1997.

12. EDUARDO, P. L. P.; RAMOS, A. C. B.; EDUARDO, C. P. The use of the Er;YAG laser in cavity preparation - Clinical cases. In: INTERNATIONAL CONGRESS ON LASERS IN DENTISTRY, 6., 1998, Maui. **Proceedings...** Maui: ISLD, 1998. p. 202-205.

13. EINSTEIN, A. Zur quantentheorie der strahlung. **Phis Z,** Zürich, v. 18, p. 121-128, März 1917.

14. FEATHERSTONE, J. D. B.; BARRET–VESPONI, N. A.; FRIED, D.; KANTAROWITZ, Z.; SIKA, W. CO_2 inibition of artificial caries-like lesion progression in dental enamel. **J Dent Res**, v. 7, n.6, p.1397-1403, 1996.

15. FRIED, D.; FEATHERSTONE, D. B.; SISURI, S. R.; SEKA, W.; WALSH, J. T. The caries inhibition potential of laser Er:YAG and Er:YSGG laser

irradiation. **SPIE Procedings of Lasers in Dentristy II**, v. 2672, p. 73-77. 1996

16. GIMBLE, C.; HANSEN, R.; SWETT, A.; WINN, D.; PELAGALLI, J.; COZEAN, C. Er:YAG clinical studies for hard tissue applications. In: INTERNATIONAL CONGRESS ON LASERS IN DENTISTRY, 1994, Singapore. **Proceedings...** Bologna: Monduzzi, 1994. p. 267-271.

17. GLOCKNER, C.; RUMPER, J.; EBELESEDER, K.; STÄDTLER, P. Intrapulpal temperature during preparation with the Er:YAG laser compared to the conventional burr: an in vitro study. **J Clin Laser Med Surg**, New York, v. 16, n. 3, p. 153-157, June 1998.

18. GOLDMAN, L.; HORNBY, P.; MEYER, R.; GOLDMAN, B. Impact of laser on dental caries. **Nature**, London, v. 203, n. 4943, p. 417, 1964.

19. GUIMARÃES, A.M.R. Aplicação de vernizes contendo fluoreto de sódio a 5%: influência na contagem de microrganismos da saliva e da placa dental. 1995. 154f. Dissertação (Mestrado em Saúde Plública). Faculdade de Odontologia da Universidade de São Paulo, São Paulo.

20. HARGREAVES, J. A; PISKO-DUBIENSKY, R. P. Changes in surface enamel using three diferents methods of laser application. **J Dent Res,** v.63, n. 4, p. 506. 1984

21. HIBST, R.; KELLER, U. Experimental studies of the application of Er:YAG laser on dental hard substances: I. Light microscopic and SEM investigations. **Lasers Surg Med**, New York, v. 9, n. 4, p. 338-344, 1989.

22. HIBST, R.; KELLER, U. Dental Er:YAG laser application: effect of water spray on ablation. In: INTERNATIONAL CONGRESS ON LASERS IN

DENTISTRY, 3., 1992, Salt Lake City. **Proceedings...**Salt Lake City: ISLD, 1992. p. 229-230.

23. HIBST, R.; KELLER, U. Dental Er:YAG laser application: evaluation of thermal side effects. In: INTERNATIONAL CONGRESS ON LASERS IN DENTISTRY, 3. 1992. Salt Lake City. **Proceedings...**Salt Lake City: ISLD, 1992. p. 231-232.

24. HIBST, R.; KELLER, U. Dental Er:YAG laser application: evaluation of thermal side effects. In: INTERNATIONAL CONGRESS ON LASERS IN DENTISTRY, 3. 1992. Salt Lake City. **Proceedings...**Salt Lake City: ISLD, 1992. p. 231-232.

25. HIBST, R.; KELLER, U. The mechanism of Er:YAG laser induced ablation of dental hard substances. In: INTERNATIONAL SOCIETY FOR OPTICAL ENGINEERING, 1993. Los Angeles. **Proceedings...** Los Angeles: SPIE 1880, 1993. p. 153-162.

26. HIBST, R.; KELLER, U.; STEINER, R. Die wirkung gepulster Er:YAG Laserstrahlung auf zahngewebe. **Lasers Med Surg**, New York, v. 4, p. 163-165, 1988.

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

28. HOSSAIN, M.; NAKAMURA, Y.; KIMURA, Y.; YAMADA, Y.; ITO, M.; MATSUMOTO, K. Caries-preventive effect of Er:YAG laser irradiation with or without water mist. **J Clin Laser Med Surg**, New York, v. 18, n. 2, p. 61-65, 2000.

29. KATAUMI, M.; YAMADA, T.; INOKOSHI, S.; TAGAMI, J.; ANDO, Y.; AOKI, A.; WATANABE, H.; ISHIKAWA, I. SEM observations of Er:YAG laser

irradiated dentin-resin interface. In: INTERNATIONAL CONGRESS ON LASERS IN DENTISTRY, 5., 1996, Jerusalem. **Proceedings...** Bologna: Monduzzi, 1996. p. 63-66.

30. KAYANO, T.; OCHIAI, S.; KIYONO, K.; YAMAMOTO, H.; NAKAJIMA, S.; MOCHIZUKI, T. Effect of Er:YAG laser irradiation on human extracted teeth. **J Clin Laser Med Surg,** New York, v. 4, p. 147-150, Apr. 1991.

31. KELLER, U.; HIBST, R. Experimental studies of the application of the Er:YAG laser on dental hard substances: II. Light microscopic and SEM investigations. **Lasers Surg Med,** New York, v. 9, n. 4, p. 345-351, 1989.

32. KELLER, U.; HIBST, R. Erbium:YAG laser in caries therapy: indications and first clinical results. In: INTERNATIONAL CONGRESS ON LASER IN DENTISTRY, 3., 1992, Salt Lake City. **Proceedings...** Salt Lake City: ISLD, 1992. p. 151-152.

33. KELLER, U.; HIBST, R. Effects of Er:YAG laser on enamel bonding of composite materials. In: INTERNATIONAL SOCIETY FOR OPTICAL ENGINEERING, 1993, Los Angeles. **Proceedings...**Los Angeles: SPIE, 1993. p. 163- 168.

34. KUMAZAKI, M. Results of etching with the Er:YAG laser. In: INTERNATIONAL CONGRESS ON LASERS IN DENTISTRY, 3., 1992, Salt Lake City. **Proceedings...**Salt Lake City: ISLD, 1992. p. 141-142.

35. KELLER, U.; HIBST, R. Effects of Er:YAG laser on enamel bonding of composite materials. In: INTERNATIONAL SOCIETY FOR OPTICAL ENGINEERING, 1993, Los Angeles. **Proceedings...**Los Angeles: SPIE, 1993. p. 163- 168.

36. LEVY, G.; RIZOIU, I. Morphological changes of dentin and enamel after ablation with an experimental laser system. In: INTERNATIONAL SOCIETY

FOR OPTICAL ENGINEERING, 1994. Los Angeles. **Proceedings...** Los Angeles: SPIE 2128, 1994. p. 282-285.

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

38. MYAKI, S. I. **Efeitos da irradiação da luz laser Nd:YAG nos sulcos e fissuras de pré-molares humanos: estudo "in vitro", empregando o MEV**. 1996, 101f. Tese (Mestrado em Odontopediatria)- Faculdade de Odontologia da Universidade de São Paulo, São Paulo.

39. MORIOKA, T.; TAGOMORI, S.; TSUTSUNI, H. Effect of laser irradiation on fluoride uptake in enamel – by EPM surface scanning. **J Jap Soc Laser Dent**. Abstract, 1986.

40. MORIOKA, T.; TAGAMORI, Y.; KIMURA, Y.; YAMARA, Y.; MATSUMOTO ,K. Acid resistance of lased human with laser Er:YAG. **J Clin Laser Med Surg**, June 1991.

41. 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, 127f. Tese (Mestrado em Dentística) - Faculdade de Odontologia da Universidade de São Paulo, São Paulo.

42. OHO, T.; MORIOKA, T. A possible mechanism of acquired acid resistence of human dental enamel by laser irradiation. **Caries Res.**, v. 24, p. 86-92, 1990.

43. PAGHDIWALA, A. F.; VAIDYANATHAN, M.; PAGHDIWALA, M. F. Evaluation of Erbium:YAG laser radiation of hard dental tissues: analysis of temperature changes, depth of cuts and structural effects. **Scann Microscop**, Chicago, v. 7, n. 3, p. 989-997, Sept. 1993.

44. RAMOS, S. B. **Efeito de bochechos fluoretados NaF 0,2% e da aplicação do verniz fluoretado na prevenção da cárie dentária: estudo comparativo em escolares da região norte do cidade de São Paulo.** 1995. 97f. Dissertação (Mestrado em Saúde Pública). Faculdade de Odontologia da Universidade de São Paulo, São Paulo.

45. RODRIGUEZ, M. M.; GALLEGO, R. J.; ELÍAS AVILA, L; ALBUERNE DIHIGO, R.; ALFONSO LAGUARDIA, D. Comparative study of increasing enamel resistence to acid dissolution by various treatments with fluorides, **Rev. Cuba. Estomatol.**; 25(3): 22-7, Sept. 1998.

46. SAKAKIBARA, Y.; ISHIMARU, K.; ASANO, S.; TAKAMIZU, M.; GOTOH, S.; KOHNO, A. Morphological change of tooth surface irradiated by Er:YAG laser. In: INTERNATIONAL CONGRESS ON LASERS IN DENTISTRY, 4., 1994, Singapore. **Proceedings...** Bologna: Monduzzi, 1994. p. 163-166.

47. SCHAWLOW, A. L.; TOWNES, C. H. Infrared and optical masers. **Phys Rev,** Woodbury, v. 112, n. 6, p. 1940- 1949, Dec. 1958.

48. SCHILKE, R.; GEURTSEN, W. SEM-analysis of dental tissues irradiated by Er:YAG lasers. **J Dent Res**, Chicago, v. 73, p. 145, 1994. (Resumo IADR n. 352)

49. SEKINE, Y.; EBIHARA, A.; TAKEDA, A.; SUDA, H. Erbium:YAG laser application to cavity preparation: light microscopy investigation of the tooth pulp. In: INTERNATIONAL CONGRESS ON LASERS IN DENTISTRY, 4., 1994, Singapore. **Proceedings...** Bologna: Monduzzi, 1994. p. 167-171.

50. SIMONATO,C.A.S.; GUEDES-PINTO,A.C.; SANTOS,N.P. Uso clínico dos vernizes com flúor – Duraphat e Flúor Protector. Enciclopédia Brasileira de Odontologia, v.4, p.161-167, 1992.

51. STERN, R. H.; SOGNNAES, R. F. Laser beam on dental hard tissues. **J Dent Res,** Chicago, v. 43, n. 5, p. 873, 1964. (Resumo IADR n. 307)

52. SUZAKI, A. et al. Er:YAG laser irradiation effect on acid resistance of human enamel. **J Dent Res**, v. 77, p. 820, 1998. (Abstract 1509).

53. TANJI, E. Y.; MATSUMOTO, K.; EDUARDO, C. P. Scanning electron microscopic observations of dentin surface conditioned with the Er:YAG laser. **Deuts Gesellschaft Laser Newsletter**, Frankfurt, v. 8, p. 6, Jan./Feb.1995. (Resumo DGL n. 6)

54. VISURI, S. R.; GILBERT, J. L.; WALSH Jr., J. T.; WIGDOR, H. A. Shear test of composite bonded to dentin: Er:YAG laser versus dental handpiece preparations. **J Dent Res,** Chicago, v. 75, n. 1, p. 599-605, Jan. 1995.

55. VISURI, S. R.; WALSH Jr., J. T.; WIGDOR, H.A. Erbium:laser ablation of dental hard tissue: effect of water cooling. **Lasers in Surgery and Medicine,** New York, v. 18, n. 3, p. 294-300, 1996.

56. WATANABE, H.; YAMAMOTO, H.; KAWAMURA, M.; OKAGAMV, Y.; KATAOKA, K.; ISHIKAWA, I. Acid resistance of the human teeth enamel irradiated by Er:YAG laser. In: INTERNATIONAL CONGRESS ON LASERS IN DENTISTRY, 6., 1998, Maui. **Proceedings...** Maui: ISLD, 1998. p. 163-166.

57. WIGDOR, H.; ABT, E.; ASHRAFI, S.; WALSH Jr., J. T. The effect of lasers on dental hard tissues. **J Am Dent Assoc**, Chicago, v. 124, n. 2, p. 65-70, Feb. 1993.

58. YAMAMOTO, H.; SATO, K. Prevention of dental caries by acoust-optically Q-switched Nd:YAG laser irradiation. **J Dental Res**, v. 59, n. 2, p. 137, fev. 1980.

59. ZACH, L.; COHEN, G. Pulp response to externally applied heat. **Oral Surg Oral Med Oral Pathol,** St. Louis, v. 19, n.46, p. 515-530, April 1965.

60. ZEZELL, D.M.; BONK, P.A.; SALVADOR, V. L. R.; ROSSI, W.; RANIERI, I. M.; BACHMANN, L.; EDUARDO, C. P.; VIEIRA, J. R.; MORATO, S.P. Combined effect of holmium laser and fluoride in prevention of dental caries in vitro. **Simposion on laser and their Applications**, p.162-164, Campinas-SP, Brazil, December 3-5, 1997.

61. ZEZELL, D. M.; TANJI, E. Y.; HAYPEK, P.; EDUARDO, C. P. Scanning electron microscopic and rx fluorescence of class I cavity preparation with Er:YAG laser. **Deuts Gesellschaft Laser Newsletter**, Frankfurt, v. 8, p. 8, Jan/Feb.1996. (Resumo DGL n. 11).

62. ZHANG, S.; FEATHERSTONE, J. D.; SHARIATI, M.; McCORMACK, S. M.; Inhibition of demineralization of enamel fissures by combinated laser/fluoride treatment. In: International Association for Dental Research. General Session & Exhibition, 70. Glasgow, July 1-4, 1992. Abstract. **J Dent Res**, v. 71, p. 727. 1992.

COMISSÃO NACIONAL DE ENERGIA NUCLEAR/SP IPEN

M22603

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 do Estado de São Paulo, gerida técnica, administrativa e financeiramente pela Comissão Nacional de Energia Nuclear, orgão do Ministério da Ciência e Tecnologia, e associada à Universidade de São Paulo.