



BR0645477J

INIS-BR--4057

AUTARQUIA ASSOCIADA À UNIVERSIDADE DE SÃO PAULO

**ESTUDO IN VITRO DO EFEITO DO LASER DE DIODO
SOBRE A SUPERFÍCIE DE ESMALTE DENTAL HUMANO
DESMINERALIZADO ARTIFICIALMENTE**

PATRÍCIA EBEL

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

Orientadora:

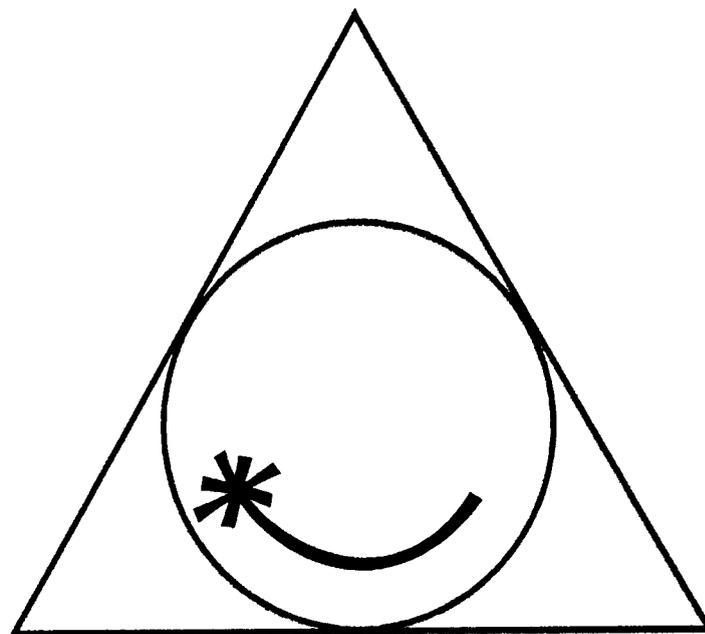
Profa. Dra. Sonia Licia Baldochi

Co-orientador:

Prof. Dr. Eduardo de Bortoli Groth

**São Paulo
2003**





**MESTRADO PROFISSIONALIZANTE DE LASER EM
ODONTOLOGIA**



AUTARQUIA ASSOCIADA À UNIVERSIDADE DE SÃO PAULO

**ESTUDO IN VITRO DO EFEITO DO LASER DE DIODO SOBRE A SUPERFÍCIE DE
ESMALTE DENTAL HUMANO DESMINERALIZADO ARTIFICIALMENTE**

PATRÍCIA EBEL



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

Orientador:
Profa. Dra. Sonia Licia Baldochi

Co-orientador:
Prof. Dr. Eduardo de Bortoli Groth

São Paulo
2003



ESTUDO *IN VITRO* DO EFEITO DO LASER DE DIODO SOBRE A SUPERFÍCIE
DE ESMALTE DENTAL HUMANO DESMINERALIZADO ARTIFICIALMENTE.

DEDICATÓRIA

À Deus que sempre me acompanhou e iluminou o meu caminho.

Aos meus pais, Rodolfo e Wanda, que me guiaram desde a infância , orientando, educando ,incentivando, dialogando, preparando para o mundo. Que a vida inteira torceram pela minha vitória, muitas vezes acreditando mais em mim do que eu mesma.

Ao meu marido Alexandre, que com sua paciência soube suportar todos os momentos difíceis e distantes, que me apoiou , incentivou e teve sempre um conselho tranquilizador para me dar nas horas mais complicadas .

Ao meu filho Fernando que esteve presente em todas as aulas deste curso e que trouxe com a sua chegada conhecimentos que antes eu nem podia imaginar,mudou meus referenciais,meus conceitos, minhas atitudes com relação à vida e me ensinou o real significado da palavra AMOR. Te amo muito, meu filho!

Aos meus irmãos ,Frederico e Ricardo, meus melhores amigos , sempre unidos em todas as etapas da vida, meus maiores motivadores.

A toda minha família, pelo incentivo e carinho.

A Cleusa Abondanza que me inspirou nesta profissão e sempre acompanha minha trajetória torcendo pela minha vitória.

AGRADECIMENTOS

À minha orientadora Sonia Licia Baldochi, pela sua competência, seriedade e lógica na pesquisa, pelo tempo e paciência dedicados em me ensinar, e por me conceder sempre uma palavra amiga e serenidade nos momentos de desânimo.

Ao meu co-orientador Eduardo de Bortoli Groth, pelas orientações nos momentos de decisão no início deste trabalho.

À Professora Denise Maria Zezzel que, com sua brilhante sabedoria soube o momento exato de me despertar novamente para a pesquisa, tomando as rédeas e me conduzindo ao caminho certo, e que gentilmente aceitou o convite para participar da banca examinadora.

À Professora Martha Ribeiro, pelo seu bom humor e "feeling" para aliviar os momentos de tensão durante o curso, pela habilidade em conseguir uma interrelação aluno/professor fantástica, sempre nos tranquilizando, incentivando, animando e nos trazendo ensinamentos objetivos e de qualidade.

Ao Professor Nilklaus U. Wetter, que com seu conhecimento, sempre colaborou com sugestões e esteve presente quando solicitado.

À Silvia Cristina Pedreira, que sempre esteve ao meu lado, ajudando, orientando, apoiando; e que com toda sua inteligência, bom humor e serenidade transformou-se numa grande amiga.

Ao querido Luis Mário de Mello Lopes, meu fiel companheiro de todo o curso, que sempre acreditou no meu potencial, me incentivando e motivando a prosseguir os estudos. Obrigada pela sua amizade.

A todos os meus colegas de turma do mestrado, em especial a Delma, Rosely, Thatyana e Bruno pelo carinho e atenção que recebi durante o curso.

À Sandra, Fernando, Gladys, Cida e Liliane que sempre ajudaram nos bastidores, mas que sem eles não faríamos nada.

Aos meus colegas de consultório, Ana Paula Franchi, Theodora Ortiz Monteiro, Álvaro Pacheco Dutra Jr., Ronaldo Iurovski, e minhas secretárias que seguraram a barra durante as minhas ausências para que eu estivesse presente no curso e conseguisse concluir este trabalho.

Aos meus amigos da Disciplina de Clínica Odontológica Integrada da Universidade Guarulhos, Paula Soldani, Cláudia Regina Joaquim, Ana Cláudia Mós e Roberto Fernandes pelo suporte que me deram durante o curso, que me incentivaram a iniciar e torceram para que concluísse.

Ao meu amigo Flávio W. Carnevale Filho, que desde o começo soube que eu estava no caminho certo e que me ajudou a ampliar a visão do mundo em que vivíamos, me apoiando nos momentos difíceis das mudanças dos paradigmas da disciplina de Dentística da UnG. Sei que demos trabalho, também ficamos exaustos, mas juntos plantamos sementes que um dia, com certeza, germinarão; e no futuro, alguém há de ver que estávamos enxergando além do tempo.

Ao meu amigo Eduardo Makoto Adachi que também participou das grandes mudanças ocorridas nos dois últimos anos na minha vida, e que na hora certa soube me apoiar e orientar, acreditando nas minhas propostas e implantando-as em seu trabalho como docente; pelo interesse neste trabalho e pela gentileza de participar desta banca examinadora.

Ao Professor Isaac Jamil Sayeg e sua equipe do Instituto de Geociências da Universidade de São Paulo, na colaboração com a fase da microscopia e pelas boas idéias que acrescentou neste trabalho.

ESTUDO *IN VITRO* DOS EFEITOS DO LASER DE DIODO SOBRE A SUPERFÍCIE DE ESMALTE DENTAL HUMANO DESMINERALIZADO ARTIFICIALMENTE.

Patrícia Ebel

RESUMO

Encontram-se reportados na literatura científica, por meio de trabalhos experimentais e estudos clínicos, resultados sobre a fusão e resolidificação do esmalte dental irradiado por lasers, os quais seriam capazes de gerar uma superfície de esmalte mais resistente ao ataque ácido. O uso de lasers de diodo de alta potência em áreas desmineralizadas de esmalte dental humano apresenta-se como uma boa alternativa terapêutica na prevenção da cárie dental. O objetivo deste estudo é avaliar as alterações morfológicas produzidas por um laser de diodo de alta potência aplicado sobre a superfície de esmalte dental humano desmineralizado artificialmente, a fim de observar-se à ocorrência de fusão na superfície do esmalte irradiado dentro dos parâmetros analisados. Para esta finalidade foram obtidas 15 amostras de dentes molares humanos recém extraídos, que foram igualmente preparadas e desmineralizadas artificialmente com emprego de ácido láctico. As amostras foram irradiadas com laser de diodo de alta potência (808 nm) utilizando-se fibra de 300 μm de diâmetro. As superfícies de esmalte foram coradas com nanquim a fim de aumentar a absorção superficial no esmalte neste comprimento de onda e receberam irradiação com potências de 1,5W, 2,0W, e 2,3W, ou correspondentemente, densidades de energia de 212,20 mJ/cm^2 , 282,84 mJ/cm^2 , e 325,38 mJ/cm^2 . As alterações morfológicas na superfície foram observadas em relação a uma área controle pré-determinada com emprego de microscópio óptico e com microscopia eletrônica de varredura. Foram observadas alterações morfológicas nas superfícies de esmalte dental em todos os parâmetros utilizados, observando-se uma camada de esmalte resolidificada. Os melhores resultados foram observados com o parâmetro de 2,0W, pois promoveu uma superfície mais uniforme. Conclui-se com este estudo que o laser de diodo dentro dos parâmetros aqui estabelecidos é capaz de promover alterações significativas na morfologia do esmalte dental humano desmineralizado.

Palavras chave: laser, fusão, resolidificação, prevenção de cáries, esmalte dental, desmineralização artificial.

IN VITRO STUDY OF THE DIODE LASER EFFECT ON ARTIFICIAL DEMINERALIZED SURFACE OF HUMAN DENTAL ENAMEL

Patricia Ebel

ABSTRACT

In scientific literature there are many reports about fusion and re-solidification of dental enamel after laser irradiation and their capability to generate surfaces with increased resistance to demineralization compared to non-irradiated areas. The use of high power diode laser on demineralized surfaces of human dental enamel is presented as a good alternative in caries prevention. The purpose of this study is to investigate the morphological changes produced by the use of one high power diode laser on human dental enamel surface after demineralization treatment with lactic acid, under chosen parameters. Fifteen samples of human dental molars were used and divided in four groups: control – demineralization treatment with lactic acid and no irradiation, and demineralization treatment with lactic acid followed of irradiation with 212,20mJ/cm², 282,84 mJ/cm² and 325,38 mJ/cm², respectively. The samples were irradiated with high power diode laser (808 nm) with a 300µm diameter fiber optics. Black ink was used on enamel surface to enhance the superficial absorption. The samples were studied by optical microscopy and scanning electron microscopy. Modifications on the enamel surfaces were observed. Such modifications were characterized by melted and re-solidified region of the enamel. According with our results the best parameter was 2.0 W, presenting the most uniform surface. The use of high power diode laser as demonstrated in this study is able to promote melting and re-solidification on human dental enamel.

Keywords: laser, fusion, resolidification, caries prevention, dental enamel, artificial demineralization

LISTA DE FIGURAS

Figura 1 – Representação esquemática da preparação das amostras.....	30
Figura 2 – Amostras após desmineralização Artificial.....	31
Figura 3– aplicação do fotoiniciador (nanquim) com pincel Microbrush	31
Figura 4 – Aparelho Lasering L808	32
Figura 5 - Porta de calibração do aparelho Lasering e display do aparelho.....	33
Figura 6– Irradiação pelo método de varredura.....	34
Figura 7 - Aferição da potencia com auxilio do medidor de potencia.....	35
Figura 8 -Microscopias ópticas de amostras do grupo G1 (1,5 W) com aumento de 8 vezes.....	37
Figura 9 – Microscopias ópticas de amostras do grupo G2 (2,0 W) com aumento de 8 vezes.....	38
Figura 10 – Microscopias ópticas de amostras do grupo G3 (2,3 W) com aumento de 8 vezes.....	38
Figura 11 - Micrografia de esmalte dental desmineralizado naturalmente em aumento de 300 (a) e 2.500 (b) vezes	40
Figura 12 - Micrografias do grupo de controle com aumentos de 300 (a) e 2.500 (b) vezes.....	40
Figura 13 - Micrografia de amostras de 1,5 W com aumento de 300 vezes (a) e 2.500 (b) vezes.....	41

Figura 14 – Micrografia de amostras de 1,5 W com aumento de 300 vezes (a) e 2.500 (b) vezes.....	41
Figura 15 – Micrografia de amostras de 1,5 W com aumento de 300 vezes (a) e 2.500 (b) vezes.....	41
Figura 16 – Micrografia de amostras de 2,0 W com aumento de 300 vezes (a) e 2.500 (b) vezes.....	42
Figura 17 – Micrografia de amostras de 2,0 W com aumento de 300 vezes (a) e 2.500 (b) vezes.....	42
Figura 18 – Micrografia de amostras de 2,3 W com aumento de 300 vezes (a) e 2.500 (b) vezes.....	43
Figura 19 – Micrografia de amostras de 2,3 W com aumento de 300 vezes (a) e 2.500 (b) vezes.....	43
Figura 20 - Espectro de absorção dos principais cromóforos de tecidos biológicos (Maldonado et al. 2000).....	45

LISTA DE SÍMBOLOS E ABREVIATURAS

mm = milímetro
mm/s = milímetro / segundo
nm = nanômetro
mJ = milijoules
cm = centímetro
 J/cm^2 = Joule / centímetro quadrado
 mm^2 = milímetro quadrado
Nd – Neodímio
Er – Érbio
YAG – itrio – alumínio – granada
CO₂ – Dióxido de carbono
Rb – Rubídio
He:Ne – Helio Neonio
Hz - Hertz
W – Watt
cm² - centímetro quadrado
J – Joule
nm – nanômetro
μm – micrômetro
seg. – segundos
° C – grau Celsius
mW – miliwatts
f – frequência
W/ cm² - watt por centímetro quadrado
J/ cm² - joule por centímetro quadrado
MEV – Microscopia Eletrônica de Varredura
pH – potencial hidrogenionico
APF – Flúor Fosfato Acidulado

SUMÁRIO

1 -INTRODUÇÃO.....	1
2 -OBJETIVOS.....	3
3 -REVISÃO DA LITERATURA.....	4
3.1 – Considerações Gerais da Luz Laser	4
3.2 – Irradiação do Laser no Esmalte.....	6
3.3 – Desenvolvimento da Lesão de Carie Dental.....	26
4 - MATERIAIS E MÉTODOS.....	29
4.1 – Preparo das Amostras.....	29
4.2 – Irradiação Laser.....	32
4.2.1 – Características Técnicas do Lasering L808.....	32
5 - RESULTADOS	37
5.1 – Microscopia Óptica.....	37
5.2 – Microscopia Eletrônica de Varredura.....	39
6 – DISCUSSÃO.....	44
7 – CONCLUSÕES.....	48
ANEXOS.....	49
REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....	51

1. INTRODUÇÃO

O tratamento padrão para a remoção de cáries e preparo do dente para a restauração consiste na escavação manual e no uso de brocas movidas com propulsão a ar e borrifo de água e, nos últimos 30 anos, estes métodos mudaram muito pouco (WHITE et al., 1993). Os métodos modernos para se tratar uma lesão de cárie em dentina, envolvem a remoção mínima necessária tanto de tecido sadio, para se ganhar acesso à lesão da cárie, como também da dentina amolecida infectada (SANT'ANNA, 2001).

Para a manutenção dos dentes, o ideal é investir na prevenção da cárie dentária, mas, infelizmente, o que se observa é uma alta incidência de lesões cariosas, levando muitas vezes ao comprometimento pulpar dos dentes, acometendo principalmente os molares decíduos (ROSENBLATT et al., 1999). Conseqüentemente, seria vantajoso o uso de uma técnica terapêutica que pudesse eliminar as bactérias cariogênicas *in situ*, com conseqüente redução da quantidade necessária de remoção de tecido, induzindo uma resposta biológica pulpar na forma de produção de dentina reagente e remineralização da dentina afetada (SANT'ANNA, 2001).

Atualmente, os lasers terapêuticos e cirúrgicos e, também, os lasers usados no diagnóstico, representam uma alternativa eficiente e segura para a odontologia restauradora, pois existe a possibilidade de uma "vitrificação" do esmalte e dentina e da formação de uma dentina secundária mais resistente

(LOPES, 2000a; PINHEIRO e FRAME, 1992). A radiação laser tem características muito especiais que lhe conferem propriedades terapêuticas, emite sempre uma luz pura, sem mistura, diferente da luz comum, formada de vários comprimentos de onda (LOPES, 2000a). A palavra "laser" é a abreviatura para "light amplification by stimulated emission of radiation" cuja tradução é "amplificação da luz por emissão estimulada de radiação" (MYAKI, 2000). De modo geral, os lasers são divididos em duas classes: 1) de baixa potência - uma fonte de energia baixa e fria (atérmica) emitida em comprimentos de onda que, de algum modo, estimulam a atividade celular e, 2) de alta potência (térmicos) - utilizados nas cirurgias por sua fonte de energia para cortar, coagular e vaporizar (MIDDA e RENTON-HARPER, 1991).

Os lasers de baixa potência geralmente utilizam diodos semicondutores para gerar a radiação laser na região do visível ou do infravermelho, de acordo com o tipo de material que for usado na preparação do diodo. Para o tratamento de cáries os lasers mais utilizados são os de dióxido de carbono (CO₂), neodímio (Nd: YAG) e érbio (Er: YAG) (PINHEIRO e FRAME, 1992). O laser de TEA CO₂ têm na odontopediatria uma das suas principais aplicações, a prevenção da cárie dentária (MYAKI, 2000). Os sistemas laser como Nd:YAG e Er:YAG, foram sugeridos para uso no esmalte e na dentina (WHITE et al., 1993).

2. OBJETIVOS

Este estudo tem por objetivo complementar as informações sobre o uso de lasers para a inativação de cáries incipientes no esmalte dental. Para este fim, procurou-se avaliar através de microscopia eletrônica de varredura as alterações ocorridas na superfície de esmalte dental desmineralizado artificialmente, após a irradiação com um laser de diodo de alta potência.

3. REVISÃO DA LITERATURA

3.1. CONSIDERAÇÕES GERAIS SOBRE LASERS

Os princípios que guiaram os desenvolvimento dos lasers, segundo o relato de MIDDIA e RENTON-HARPER (1991), foram propostos por Einstein, em 1917. Em 1958, SCHAWLOW e TOWNES descreveram os princípios físicos dos lasers, e o processo de “amplificação da luz pela estimulação da emissão de radiação”. Em 1960, MAIMAN construiu o primeiro laser, usando uma barra de rubi sintético. STERN e SOGNAES em 1964 e GOLDMAN em 1965, foram os primeiros a investigar os efeitos da luz laser sobre os tecidos dentários duros e moles.

ROSENBLATT et al. (1999) esclareceram que a palavra “laser” é uma abreviatura para “light amplification by stimulated emission of radiation”, ou seja “amplificação da luz por emissão estimulada de radiação”, sendo um instrumento capaz de levar energia aos tecidos com grande precisão. Segundo os autores os vários tipos de laser apresentam diferentes comprimentos de onda para aplicações específicas.

PINHEIRO e FRAME (1992) comentaram que os lasers têm sido classificados de acordo com muitos critérios, sendo a mais ampla aquela que divide os lasers em dois grandes grupos, de acordo com a sua ação terapêutica, em lasers cirúrgicos e lasers clínicos. Os lasers também podem ser classificados

de acordo com a natureza de seu meio ativo, em sólidos, gasosos ou semicondutores e ainda de acordo com o seu funcionamento, em contínuos ou pulsados. No modo contínuo, o feixe do laser permanece ativo durante todo o tempo de exposição. No modo pulsado, o feixe do laser é rapidamente interrompido e reativado durante o tempo de exposição. Cada vez que o laser é ativado durante o período de exposição, esse fato é considerado um pulso.

O sucesso do uso de diferentes tipos de lasers nas diversas especialidades odontológicas tem sido significativa. Em particular, o laser poderá se tornar um importante instrumento na prevenção da cárie dentária, quer pelo seu uso como meio de diagnóstico, sendo este o caso da transiluminação, ou pelo seu uso para o selamento das cicatrículas e fissuras. O aspecto curativo da cárie dentária também poderá ser aumentado pois, existe a possibilidade de uma "vitrificação" do esmalte e dentina e da formação de uma dentina secundária mais resistente.

WHITE et al. (1993) comentam o uso de lasers para a remoção de cáries incipientes no esmalte e na dentina. Diversos sistemas de lasers têm sido estudados para aplicação nos tecidos duros, incluindo o rubídio (Rb), dióxido de carbono (CO₂), neodímio (Nd:YAG) e érbio (Er:YAG).

De acordo com MYAKI (2000), uma das principais aplicações do laser em odontopediatria, é na prevenção da cárie dentária, pois a irradiação do laser Nd:YAG seguida da aplicação tópica do flúor fosfato acidulado 1,23% aumenta a resistência do esmalte dentário ao ataque de ácidos, sendo que os lasers de CO₂

e de Ar apresentam esta mesma propriedade. Na prevenção da cárie dentária, os lasers Nd:YAG e CO₂ podem promover a fusão do esmalte da superfície oclusal, selando fossas e fissuras. A irradiação do laser Nd:YAG sobre o esmalte dentário, particularmente quando pigmentado por coloração negra, com auxílio da aplicação clínica de um foto-iniciador, sendo o nanquim o mais comumente empregado, promove a formação de microporosidades devido à fusão e posterior recristalização do esmalte. Para a confecção de preparos cavitários, o laser Er:YAG é tido como o mais indicado, pois o seu comprimento de onda (2,94 µm) é altamente absorvido pela hidroxiapatita e água, componentes do esmalte e da dentina.

3.2. IRRADIAÇÃO DO LASER NO ESMALTE

Laser de CO₂

PETERS et al. (1990) realizaram um estudo para comparar os tratamentos a laser, não pulsados e pulsados e a redução subsequente da desmineralização abaixo da superfície nas lesões produzidas artificialmente. Para isso, 10 terceiros molares extraídos, foram cobertos com verniz resistente ao ácido, deixando três janelas nas superfícies vestibulares. Uma das janelas foi usada como controle. As outras duas foram tratadas com laser de CO₂ emitindo em 10,6 µm (50 pulsações de 0,01 de segundo em 2,5 W ou pulsações de 0,10 de segundo em 2,5 W). Os dentes ficaram imersos em uma solução de Cate por 12 dias. Em seguida as secções preparadas foram fotografadas sob luz

polarizada. As áreas de desmineralização foram quantificadas com um planímetro em fotos de tamanho padronizado, e os dados analisados pelos testes de ANOVA e de Duncan. Como ambos os tratamentos, com lasers não pulsado e pulsado, resultaram em zonas de desmineralização significativamente menores do que as observadas nos controles, os autores sugeriram que o pré-tratamento do esmalte com a energia do laser de CO₂ em ambos os regimes poderia reduzir a desmineralização abaixo da superfície das lesões cáries iniciais, produzidas artificialmente. Mas, ainda eram necessárias pesquisas adicionais para determinar o parâmetro de exposição requerido para maximizar a redução da desmineralização.

FEATHERSTONE e ZANG ET AL (1991) utilizaram um laser de CO₂ emitindo em 9,3µm juntamente com aplicações de flúor e relataram efeitos de inibição de progressão de carie iniciais em esmalte .

BORAN et al. (1992) estudaram os efeitos da aplicação de flúor e da radiação do laser dióxido de carbono (CO₂) emitindo em 10,6µm na superfície polida do esmalte e a subsequente redução da desmineralização abaixo da superfície em 10 terceiros molares extraídos, cobertos com verniz resistente ao ácido. Foram executadas quatro janelas nas suas superfícies vestibulares, medindo 1 mm de diâmetro cada janela, sendo uma usada como controle; as outras três receberam: somente aplicação de flúor, somente radiação a laser, e a terceira recebeu a combinação de flúor e radiação a laser. O nível de intensidade foi 1,5 W por 0,15s, com 1,5 mm de foco. A solução de flúor foi fluoreto de sódio (2%) com 4 minutos de aplicação. Todas as condições experimentais resultaram

em zonas de desmineralização significativamente menores do que os controles, mas não foi observada diferença significativa entre os vários grupos tratados.

FEATHERSTONE e FRIED ET AL (1996) utilizaram um laser TEA de CO₂, emitindo pulsos de largura temporal de 200ns com emissão de 9,3; 9,6, 10,3 e 10,6 μm, verificaram a função de cada parâmetro laser na prevenção da carie dental pois o efeito de cada um deles e suas associações eram desconhecidas. Neste experimento foram utilizadas duas fluências de energia 2,5 e 5 J/cm², com larguras temporais de 50, 100, 200 e 500 μs. Os autores relataram que a conversão de luz em calor, em micrometros na superfície do esmalte dental, torna a superfície desse ácido resistente se a temperatura atingir aproximadamente um valor de 800 °C. As amostras irradiadas foram submetidas a um processo de descalcificação simulando uma lesão de carie artificial. Os controles tiveram lesões da ordem de 100 μm. As irradiações com fluências entre 2,5 e 5 J/cm², nos comprimentos de onda de 9,3 ; 9,6 e 10,3 μm tiveram reduções de descalcificações entre 40 e 80%. Porém o laser emitindo em 10,6 μm não apresentou os mesmos resultados.

FEATHERSTONE e FRIED et al. (1997) utilizaram amostras de 5X5 mm de esmalte bovino irradiadas com laser de CO₂ emitindo nos seguintes comprimentos de onda: 9,3; 9,6; 10,3 e 10,6 μm com larguras temporais de 100 μs, com 25 pulsos por ponto e fluência de 0 a 6 J/cm². Estas amostras foram avaliadas em espectroscópio de refletância especular antes e depois da irradiação laser, sendo observada perda do carbonato em função do comprimento de onda e fluência. Os melhores resultados foram obtidos com o laser de 9,6 μm

com 4 J/cm^2 causando perda total do carbonato, reduzindo sua solubilidade. Estes resultados apontam uma elevação de temperatura na superfície do esmalte na ordem dos 800°C

Laser de Nd:YAG

MYERS & MYERS (1985) estudaram os efeitos do laser de Neodímio (Nd:YAG) pulsado sobre as fissuras no esmalte. Utilizaram 30 dentes humanos extraídos, com lesões incipientes de cáries. O critério clínico para a escolha foi uma alteração da coloração do dente visível clinicamente com escurecimento da fissura, uma constatação definida de fissura por meio de exploração com sonda e a evidência radiográfica de não haver envolvimento de dentina. Os dentes foram polidos com pedra-pomes e colocados em um banho ultra-sônico por 15 minutos. Foi usado o laser neodímio (Nd:YAG) com comprimento de onda de 1060 nm, energia por pulso de 3,4 mJ e taxa de repetição de uma pulsação/segundo. Este comprimento de onda emite radiação na região do infravermelho do espectro eletromagnético; assim foi empregado como feixe guia um laser de hélio:neônio (632,8 nm) de baixa potência. Cada lesão incipiente foi dividida em duas partes, a primeira metade foi submetida ao laser de Nd: YAG e a segunda metade sem tratamento serviu como controle. Após serem submetidos à radiação, os dentes foram examinados, para verificar as mudanças na superfície, em um microscópio eletrônico de varredura. O laser de Nd:YAG, devido a sua absorção tem potencial para remover resíduos orgânicos e inorgânicos das fósulas e fissuras sem causar injúria à polpa ou ao esmalte. O mesmo não causa danos aos tecidos

circunvizinhos ficando seu efeito restrito a área de irradiação. Cada dente requer de 150 a 350 pulsos para remover os resíduos da fissura. Se o laser fosse capaz de remover o esmalte, isso teria deixado uma depressão contínua na fissura, o que não ocorreu. Além disso, a taxa de repetição dos pulsos do laser de Nd:YAG é de 30 trilionésimos de segundo [$30 \text{ ps } (30^{-12})$]/s e o tempo requerido para iniciar um impulso doloroso é de duas centenas de milésimo de segundo (200 ms). Conseqüentemente, a pulsação do Nd:YAG é de menor duração do que a requerida para iniciar o impulso de dor, resultando em um procedimento sem dor para o paciente.

TAGOMORI e MORIOKA (1989) aplicaram topicamente solução de fluoreto de sódio (NaF) ou flúor fosfato acidulado (APF) antes e após a irradiação a laser de Nd:YAG. A aplicação de flúor fosfato acidulado após a irradiação a laser causou um significativo aumento da resistência do esmalte ao ácido, enquanto a aplicação de flúor fosfato acidulado antes da irradiação a laser mostrou menores efeitos, similares ao uso somente do flúor fosfato acidulado ou ao tratamento com somente a irradiação a laser. Estes resultados foram confirmados pela observação no microscópio eletrônico de varredura. A aplicação de flúor fosfato acidulado após a irradiação a laser produziu uma maior absorção de flúor pelo esmalte do que a aplicação antes da irradiação a laser, o que foi demonstrado pela micro-análise com sonda eletrônica. A aplicação de fluoreto de sódio resultou em menor resistência ao ácido e menor absorção de flúor do que a aplicação de flúor fosfato acidulado, mesmo quando o esmalte foi tratado com a radiação do laser.

Os efeitos de um laser de Nd:YAG pulsado sobre o esmalte e dentina de dentes humanos extraídos, foi avaliado histologicamente e através de MEV por MYERS em 1990. Antes da irradiação com laser, a superfície do esmalte foi pintada com tinta preta, a fim de aumentar a absorção neste comprimento de onda. O aparelho foi regulado para irradiar com potência de 0,8 W, energia de 80mJ e frequência de 10 Hz, após o qual as amostras foram avaliadas por MEV. As amostras de dentina hígida foram irradiadas com energia de 80mJ, frequência de 10 Hz, sem a necessidade de aplicação do fotoiniciadores na aplicação da radiação. Estas amostras também foram avaliadas por MEV, da mesma maneira que as amostras de esmalte. Já as amostras de dentina cariadas, foram divididas sendo que, metade não foi irradiada e serviu como controle. As amostras irradiadas sofreram cortes histológicos e foram coradas para avaliação em microscópio óptico. Observou-se no esmalte a formação de crateras com profundidade variando entre 15 e 40 μm , sendo que, nenhuma área de carbonização ou fendas foi encontrada. Na dentina, ocorreu a formação de crateras sem a presença de fendas. Histologicamente, o autor não observou a formação de fendas ou separação grosseira dos túbulos dentinários que poderiam estar associados com danos térmicos causados pela radiação laser.

Além de ser empregado em procedimentos cirúrgicos nos tecidos moles bucais, segundo MYERS (1991), o laser de Nd:YAG também pode ser utilizado para a remoção de tecido cariado, permitindo um tratamento bastante conservador, porque o comprimento de onda do neodímio (1.06 μm) não é absorvido pelo esmalte. Para procedimentos de selamento, o laser pode remover os debris orgânicos e inorgânicos presentes nas fôssulas e fissuras, sem injúrias

ao esmalte saudável circundante. No preparo cavitário para a restauração final, observou-se ser necessário utilizar o motor em conjunto com o laser, lembrando que cada pulso do laser vaporiza 40 a 60 μm de substância cariada. Vários estudos mostraram a segurança na remoção de cáries, porque quando o laser é utilizado de acordo com o protocolo não ocorrem reações adversas. No procedimento diretamente relacionado à remoção de cáries, são relatadas altas taxas de sucesso na analgesia em pacientes jovens e, embora o efeito seja temporário, perdura de dez minutos até mais de uma hora. Além disso, o laser de Nd:YAG também mostra resultados excelentes no condicionamento de dentes, podendo ser comparável àquele promovido pelo ácido fosfórico e com a vantagem de não ser necessária a proteção dos tecidos gengival e dentinário, bem como a diminuição do tempo de trabalho.

Para avaliar os efeitos sobre a vitalidade pulpar e sobre as restaurações colocadas após a remoção das cáries, WHITE et al. (1993) convidaram 97 pacientes que, três anos antes, haviam sido submetidos a tratamento com o uso do laser de Nd:YAG para a remoção de tecido cariado do esmalte e da dentina. Da amostra original, 35 pacientes retornaram, sendo submetidos a testes termais e elétricos para avaliação da vitalidade pulpar e indagados sobre suas experiências com as reações à temperatura, mordida e dor espontânea e intermitente. Radiografias interproximais e periapicais avaliaram a presença ou ausência de patologia apical, cáries, a integridade da restauração e a condição do esmalte e da dentina, do ligamento periodontal e do osso. As avaliações clínicas e radiográficas não detectaram cáries em nenhum dos dentes e todas as

restaurações permaneciam intactas. Em uma escala com pontuação máxima de 10, as médias constatadas foram: $8,8 \pm 1,6$ nos contornos das restaurações; $8,9 \pm 1,6$ na integridade marginal; e $9,0 \pm 0,9$ nas superfícies lisas. A aplicação do sistema de laser no esmalte e na dentina, para a remoção de cáries, não apresentou efeitos deletérios à saúde dos dentes.

GROTH e EDUARDO (1993) salientaram que, com finalidade preventiva podem ser utilizados os lasers de baixa, média e altas potências. Os de baixa potência, os semicondutores e o hélio:neônio (He:Ne) podem ser utilizados após o preparo cavitário, com a finalidade de prevenir a dor pós-operatória, devido aos seus efeitos antiinflamatórios, analgésicos e bioestimulantes. Os lasers de média e alta potência, entre eles o Nd:YAG e o dióxido de carbono (CO_2), também podem ser utilizados após preparos cavitários, provocando um selamento superficial dos túbulos dentinários. Ambos os lasers acima citados têm ação na etapa final de remoção do tecido cariado, bem como na redução bacteriana. Vale ainda ressaltar o importante papel do laser na prevenção da cárie dentária. Quando da combinação laser+flúor, ocorre um aumento da resistência do esmalte frente ao ácido (aumento de 95%), devido a uma maior penetração do flúor, causada pelo laser. No selamento dos sulcos, fóssulas e fissuras, a utilização do laser Nd:YAG promove a remoção de detritos e a redução bacteriana, fornecendo condições ideais à prevenção de cáries nessa área. A aplicação do laser, além de limpar o esmalte, pode agir provocando um ataque ao mesmo, em substituição ao ataque ácido.

MYAKI (1995) realizou um estudo com a finalidade de observar as características dos sulcos, fissuras e da superfície do esmalte adjacente à face oclusal de dentes pré-molares superiores humanos, empregando a microscopia eletrônica de varredura. Cada amostra foi dividida em três grupos, sendo que, dois deles foram irradiados com um laser Nd:YAG pulsado com potência média de 2,0 watts, frequência de 20 Hz, 100 mJ de energia por pulso e densidade de energia de $124,3 \text{ J/cm}^2$, durante três minutos e, um terceiro grupo não irradiado, que serviu como controle. Os dados obtidos revelaram que, nas condições experimentais, os sulcos e fissuras foram vedados em várias amostras, enquanto em outras houve vedamento parcial e superficial. Foi observado também que a superfície irradiada dos sulcos e fissuras era rugosa com numerosas formações decorrentes da fusão e posterior recristalização do esmalte fundido. As estruturas superficiais apresentavam formas circulares ou alongadas, com pequenas crateras e grânulos de diferentes tamanhos, observados em aspectos tridimensionais. Além disso, foi constatada a presença de pequenas áreas vitrificadas lisas, entremeadas de forames e estruturas irregulares de esmalte fundido.

EDUARDO et al. (1997) lembraram que, recentemente, passou a ser avaliada a possibilidade do uso da irradiação do laser de neodímio (Nd:YAG) sobre a superfície do esmalte dentário para formar uma superfície áspera e tornar possível a adesão das resinas compostas. Por essa razão, realizaram um estudo a fim de comparar a resistência à força de cisalhamento de uma resina composta aderida à superfície do esmalte dentário após o condicionamento com ácido fosfórico a 35% ou com a irradiação de um laser de Nd:YAG, com densidade de

energia de $165,8 \text{ J/cm}^2$ por pulso. Após o condicionamento e a adaptação da resina a essas superfícies, os espécimes sofreram ciclagem térmica e foram, então, submetidos ao teste de resistência à força de cisalhamento em uma velocidade de 5 mm/min . Os resultados encontrados, após análise estatística pelo teste t de Student, revelaram que a adesão foi significativamente maior no grupo tratado com o ácido fosfórico do que no grupo tratado pelo laser de Nd:YAG, revelando, dessa forma, a necessidade do desenvolvimento de novos estudos, a fim de serem alcançados os parâmetros ideais para o condicionamento da superfície do esmalte, bem como adesivos e resinas compostas específicas, para o emprego do laser de Nd:YAG.

PELINO (1998) realizou um estudo com a finalidade de observar os efeitos do laser de Nd:YAG com emissão no comprimento de onda de $1,064 \mu\text{m}$ na superfície de esmalte, em relação a resistência a desmineralização por ácidos produzidos pelos *Streptococcus mutans*. Para isso utilizou 42 dentes humanos recém extraídos (terceiros molares e pré-molares) íntegros. Os dentes foram separados de suas raízes e, a seguir, divididos em três grupos, recebendo a irradiação da seguinte maneira: I) $1,0 \text{ W}$, 15 Hz , 67 mJ , $83,75 \text{ J/cm}^2$; II) $2,0 \text{ W}$, 15 Hz , 133 mJ , $166,25 \text{ J/cm}^2$; III) $3,0 \text{ W}$, 20 Hz , 150 mJ , $187,50 \text{ J/cm}^2$. Estes foram então subdivididos em dois subgrupos, sendo que o primeiro grupo permaneceu por 15 dias e o segundo por 21 dias no meio de cultura de *S. mutans*. O laser foi aplicado em uma área de $3 \times 4 \text{ mm}$ na face vestibular e, uma outra área de $3 \times 4 \text{ mm}$ na face lingual serviu como controle; sendo o restante da coroa dental protegido por esmalte de unha. Para todos os subgrupos I, II e III as superfícies irradiadas com o laser de Nd:YAG não apresentaram cavitação e a análise de

microscopia eletrônica de varredura revelou fusão e recristalização parcial da superfície de esmalte, mostrando com estes resultados resistência aos ácidos produzidos pelos *S. mutans*. Por outro lado, as superfícies de esmalte da face lingual (controle) apresentaram cavitação, não mostrando, conseqüentemente, resistência aos ácidos.

BOARI (2000) avaliou durante um ano pacientes com idades variando entre seis e quinze anos, de onde escolheu 332 dentes permanentes sem cavitações de cárie ou descalcificações na região dos sulcos. Estes sulcos foram irradiados com laser de Nd:YAG seguido de aplicação de Flúor (APF). Os lados homólogos foram os controles. Inicialmente, foi feito um estudo para escolher um cromóforo absorvedor diferente da tinta nanquim devido a dificuldade de remoção dos resíduos desta tinta dos dentes. Foram estudados além do nanquim, um delineador (maquiagem), uma solução evidenciadora de placa bacteriana e uma mistura de pó de carvão dissolvida em água e etanol. Após a aplicação dos diferentes cromóforos e irradiação com o Nd:YAG, os dentes foram analisados por MEV, concluindo-se que o nanquim e o carvão apresentaram melhores resultados quanto a fusão e ressolidificação da superfície de esmalte dental sendo o carvão o material mais fácil na remoção.

Com estes resultados, a autora utilizou uma mistura de carvão sobre os dentes selecionados e irradiou as amostras usando os seguintes parâmetros: potência média de 0,6W, energia de 60mJ e taxa de repetição de 10 Hz com uma fibra de 300 μm , gerando uma densidade de energia de 85 J/cm^2 , sendo utilizados movimentos de varredura. Após a irradiação foi feita aplicação de flúor, incluindo também o grupo controle. Neste estudo comprovou-se que a técnica de alteração

da superfície de esmalte dental, onde se consegue fusão e recristalização, com posterior aplicação de flúor, é um meio eficaz de auxiliar no combate a cárie.

FERREIRA (2000) realizou um estudo com o objetivo de avaliar a fusão de hidroxiapatita e de esmalte dental, através do efeito térmico ocasionado pela irradiação com o laser de neodímio (Nd:YAG). Como este tipo de laser possui comprimento de onda de 1064 nm e não é bem absorvido pela hidroxiapatita e pelo esmalte dental, foi utilizado como foto-iniciador o carvão vegetal. Para verificar o grau de selamento de sulcos e fissuras, foram utilizadas 15 superfícies lisas de esmalte e 6 superfícies oclusais recobertas com três diferentes substâncias: 1) hidroxiapatita misturada com carvão vegetal na proporção de 3:1 em peso; 2) pó de esmalte misturado com carvão vegetal na proporção de 3:1 em peso e, 3) apenas carvão vegetal. O laser utilizado possuía largura de pulso de 100 μm e era transmitido através de uma fibra ótica. Os parâmetros de irradiação foram: energia de 80 mJ por pulso, taxa de repetição de 15 Hz, gerando uma potência média de 1,2 W, correspondendo à densidade de energia de 113,1 J/cm^2 . Após a análise morfológica, por meio de microscopia eletrônica de varredura, os resultados evidenciaram que ocorreu fusão nas superfícies dentais recobertas com o pó de esmalte tanto quanto nas superfícies recobertas com hidroxiapatita. O selamento completo de sulcos e fissuras não foi possível com o uso desta técnica.

KORYTNICKI (2002) determinou a influência da aplicação ou não de laser de Nd:YAG sobre esmalte dental humano submetido a alto desafio cariogênico in situ. Para tanto, realizou análises microbiológicas da placa bacteriana formada

sobre a superfície do esmalte, observações ao microscópio de luz polarizada e ensaios de microdureza transversal do esmalte. Foram obtidos 96 blocos de esmalte (4 x 4 x 2 mm) de 32 terceiros molares humanos não erupcionados e divididos em 3 grupos: CONTROLE EXTRABUCAL = esmalte intacto, sem aplicação de laser e sem desafio cariogênico; CONTROLE IN SITU = esmalte sem aplicação de laser sob desafio cariogênico e, LASER = esmalte irradiado com laser de Nd:YAG sob desafio cariogênico in situ. Os parâmetros de energia do laser foram: potência média de 0,8 W, taxa de repetição de 10 Hz e densidade de energia de 113 J/cm². O laser foi aplicado com leve contato da fibra no esmalte, sob refrigeração a ar, por 90 s. Oito blocos de esmalte (4 do grupo CONTROLE IN SITU e 4 do grupo LASER) foram fixados em dispositivos palatinos intrabucais e recobertos com uma tela plástica. Os dispositivos foram usados por 8 voluntários durante 28 dias, sob desafio cariogênico simulado pela imersão dos dispositivos em solução de sacarose a 20%, 8 vezes ao dia. O grupo CONTROLE EXTRABUCAL, de esmalte sadio, foi ensaiado quanto a microdureza Knoop em seção transversal. Após a fase experimental, a placa bacteriana formada na superfície foi coletada e analisada. Os blocos de esmalte foram removidos dos dispositivos intrabucais, seccionados e preparados para observação ao microscópio de luz polarizada e ensaio de microdureza Knoop em seção transversal. Foram obtidas impressões a 10, 20, 40, 60, 80, 120 e 180µm da superfície do esmalte. O teste estatístico de Wilcoxon não permitiu detectar diferença significativa na quantidade de microorganismos obtidos (total de viáveis, estreptococos, estreptococos do grupo mutans e lactobacilos) da placa bacteriana formada sobre os blocos de esmalte dos grupos CONTROLE IN SITU E LASER. As observações ao microscópio de luz polarizada permitiram inferir diferença

entre os grupos na densidade mineral das camadas mais superficiais do esmalte. Os resultados de microdureza transversal foram significativamente diferentes entre os grupos, até a profundidade média de 80 μ m. O grupo CONTROLE IN SITU apresentou maior perda mineral se comparado ao grupo CONTROLE EXTRABUCAL. O grupo LASER apresentou menor perda mineral do que o grupo CONTROLE IN SITU. Sob as condições deste estudo, concluiu-se que o emprego do laser de Nd:YAG no esmalte: 1) aumenta os valores de dureza Knoop do esmalte em seção transversal; 2) não altera a composição microbiana do biofilme dental formado sobre os blocos de esmalte após 28 dias de desafio cariogênico e, 3) modifica as características morfológicas das lesões incipientes induzidas, propiciando o menor desenvolvimento das mesmas.

Laser de Er:YAG

CECCHINI, R.C.M (2001) observou os efeitos da radiação do laser de Er:YAG sobre a superfície de esmalte visando aumento da sua resistência em solução ácida através de análise quantitativa dos íons cálcio e fósforo. Foram avaliadas e comparadas seis diferentes condições de irradiação com laser de Er:YAG, com 10 amostras cada grupo: I) 60 mJ por pulso, 2 Hz de frequência, densidade de energia de 33,3 J/cm² empregando a ponta 2051 - não contato; II) 80 mJ por pulso, 2 Hz de frequência, densidade de energia de 44,4 J/cm² empregando a ponta 2051 - não contato; III) 120 mJ por pulso, 2 Hz e frequência, densidade de energia de 66,6 J/cm² empregando a ponta 2051 - não contato; IV) 64 mJ por pulso, 2 Hz de frequência, densidade de energia de 20 J/cm² empregando a ponta 2055, fibra 50/10 -fibra 50/10 - contato; V) 86,4 mJ por pulso,

2 Hz de frequência, densidade de energia de 26,9 J/cm² empregando a ponta 2055, fibra 50/10 - contato; VI) 135 mJ por pulso, 2 Hz de frequência, densidade de energia de 42,2 J/cm² empregando a ponta 2055, fibra 50/10 - contato. As energias mencionadas nos grupos IV, V e VI são as de saída na ponta da fibra a calculadas após a aplicação de fator de transmissão. Foram reservadas 10 amostras que serviram como controle (grupo VII). Todas as amostras foram imersas em 2 ml de solução tampão de acetato 2,0 M, pH 4,5 por 8 horas a esta solução foi posteriormente analisada a quantificada em relação aos íons cálcio e fósforo. A análise foi realizada por espectrometria de emissão atômica a as amostras irradiadas foram analisadas morfológicamente através de microscopia eletrônica de varredura. A análise de cálcio a fósforo revelou decréscimo na desmineralização do esmalte nos grupos irradiados com 60 mJ por pulso e 80 mJ por pulso, 2 Hz com a peça de mão 2051, não contato (grupo I e II respectivamente) a 64,8 mJ por pulso, 2 Hz com a peça de mão 2055, fibra 50/10, contato (grupo IV). Os resultados da análise morfológica das amostras irradiadas mostraram superfície com prismas de esmalte expostos, superfície áspera a em forma de crateras maiores ou menores variando de acordo com a fluência utilizada, mas presente em todas as amostras.

Lasers de Diodo

QUINTO JUNIOR (2001) verificou as alterações estruturais morfológicas, bem como, as variações térmicas produzidas por um laser de diodo de alta potência aplicado sobre a superfície de esmalte dental humano. Uma série de quatorze amostras obtidas de dentes terceiros molares humanos recém extraídos

foram preparadas de maneira semelhante. As amostras foram irradiadas com laser de diodo operando em 960nm, utilizando-se fibra de 365 μ m. Foi aplicado nanquim como cromóforo absorvedor previamente a aplicação do laser. Em uma primeira etapa do experimento foi determinado o melhor parâmetro para a largura temporal, o qual foi de 10 ms, e a potência necessária para produzir fusão que ficou entre 4,6 e 5,4W. A segunda fase do experimento foi aplicada à mesma densidade de energia, mas com diferentes taxas de repetição, com a finalidade de avaliar-se a variação de temperatura produzida. A temperatura foi monitorada por um termopar. A morfologia das amostras foi avaliada em um microscópio eletrônico de varredura. Como resultado alterou-se a morfologia das amostras irradiadas e obteve-se uma camada de esmalte resolidificada e de aspecto homogêneo. Os resultados da variação de temperatura mostraram uma relação direta da taxa de repetição do feixe com a alteração da temperatura produzida. Para frequências de 1,5 e 2,5 Hz não foram registrados aumentos de temperatura acima de 4,6°C, o que evidenciou a segurança na aplicação do laser de diodo utilizado neste estudo pois, esta variação de temperatura não causa danos à polpa dental.

PELINO, et al. (2002) avaliaram o comportamento térmico do laser de diodo em dentes de antílope, livres de cárie, utilizando parâmetros seguros e eficientes. Foram utilizados dezesseis dentes de antílope anteriores nos quais foram realizadas abertura e instrumentação endodôntica até a lima 45. Termopares tipo T (cobre-estanho) foram acoplados no interior da câmara pulpar, terço médio e ápice radicular, e também na região externa do cemento próximo a gengiva marginal livre dos dentes, que ficaram imersos (na face lingual) numa

cuba térmica à 37°C. A irradiação foi feita com um laser de diodo Softlaser – da Zap Lasers – EUA (808 nm, ± 5 nm – onda contínua, fibra óptica de quartzo de 400 μ m). Os dentes foram distribuídos em 8 grupos descritos a seguir: Grupo 1: 1,5W, sem produto clareador; Grupo 2: 2,5W, sem produto clareador; Grupo 3: 1,5W, com produto clareador; Grupo 4: 2,5W, com produto clareador; Grupo 5: 1,5W no ápice radicular; Grupo 6: 1,5W no terço médio radicular; Grupo 7: 1,5 W a 0° na região da gengiva marginal livre; Grupo 8: 1,5 W a 90° na região da gengiva marginal livre. O produto clareador utilizado foi o Opalescence Extra (Ultradent, EUA) para testar a segurança no tratamento do clareamento dental. Os resultados demonstraram que todos os grupos não apresentaram aumento superior a 5,6°C. Este estudo fornece uma importante indicação para o uso de lasers de diodo de forma segura.

KOHARA et al. (2002) avaliaram ao microscópio eletrônico de varredura (MEV) os efeitos da irradiação de um laser de diodo de alta potência sobre o esmalte de dentes decíduos, utilizando dois tipos de corantes iniciadores de absorção. Foram selecionados 7 molares decíduos que apresentaram as faces vestibulares clinicamente híginas, que foram seccionadas com instrumento cortante rotatório. Cada face foi dividida aleatoriamente em duas metades (G1 e G2) e irradiada por um laser de diodo emitindo em 960 nm com potência de 8 W, frequência de 10Hz e 80mJ de energia por pulso. No grupo G1 (n=7), utilizou-se carvão ativado em pó como iniciador de absorção e no G2 (n=7), tinta nanquim. Os fragmentos foram desidratados em série crescente de soluções alcoólicas e montados em bases metálicas e cobertas com ouro para serem observadas no microscópio eletrônico de varredura. A análise das eletromicrografias

demonstraram, em ambos os grupos, áreas de fusão com posterior ressolidificação e outras de ablação de esmalte dentário, com maior intensidade no G2, tratado com tinta nanquim. Os autores concluíram que para os parâmetros utilizados, observa-se interação do laser de diodo de alta potência com o esmalte de dentes decíduos, especialmente quando é utilizada tinta nanquim como fotoiniciador.

AZEVEDO et al, (2002) demonstraram o potencial do laser no campo da prevenção. O objetivo foi observar os efeitos do laser de diodo associado ou não ao fluorofosfato acidulado (FFA) na superfície de esmalte dental em relação à morfologia. Foram utilizados 10 elementos dentários humanos divididos em cinco grupos com duas amostras cada: Grupo I - FFA (face V) e nenhum tratamento (face L/P); Grupo II - irradiação com diodo (face V) e nenhum tratamento (face L/P); Grupo III - FFA (face V) e nenhum tratamento (face L/P) – ácido láctico nas duas faces; Grupo IV - irradiação com diodo (face V) e nenhum tratamento (face L/P) – ácido láctico nas duas faces; e Grupo V - irradiação com diodo + FFA (face V) e nenhum tratamento (face L/P) – ácido láctico nas duas faces. O laser utilizado nesse experimento foi o Opus 10, com comprimento de onda de 808nm, potência de 2,0W e 200J/cm². Todas as amostras foram analisadas através da microscopia eletrônica de varredura. Foram observadas alterações na morfologia das amostras irradiadas, obtendo-se uma camada de esmalte resolidificada e de aspecto homogêneo. Foram encontradas nas amostras em que foram aplicadas o FFA produtos de reação. As superfícies do esmalte do grupo irradiado com laser e/ou flúor foram menos afetadas morfologicamente pelo desafio ácido em relação ao controle (somente com ácido láctico). A combinação da irradiação e o uso do

FFA sugere menos ataque na superfície do esmalte do que o controle e também em relação aos demais grupos.

KATO et al. (2002) Avaliaram a eficácia do tratamento diodo laser (960nm) associado à aplicação de Duraphat no esmalte dental para fins preventivos através da análise da razão cálcio sobre fósforo pelo espectrômetro de energia dispersiva. Foram preparadas 6 amostras de esmalte dental humano hígido, sendo que em cada espécime foram realizadas duas marcações, uma no meio, visando a divisão das espécimes em duas metades e outra em um dos cantos, para a identificação da metade irradiada. Desta maneira, dois grupos foram formados: (G1) controle, metade não irradiada das amostras (sem marcação) tratadas com Duraphat por 12 horas e com ácido láctico por 3 horas e (G2) metade irradiada das amostras (com marcação) com densidade de energia $5,45 \text{ J/cm}^2$ e taxa de repetição 10 Hz, tratadas com Duraphat por 12 horas e com ácido láctico por 3 horas. Previamente à irradiação, foi aplicada uma camada de fotoiniciador constituído de carvão vegetal diluído em etanol 50% sobre as amostras do grupo G2. Todas as amostras foram preparadas para análise semiquantitativa no espectrômetro de energia dispersiva e para observação da morfologia ao microscópio eletrônico de varredura. A análise comparativa das razões Ca/P por meio do método de Tukey comprovou que a alteração causada nas metades irradiadas são significativamente maiores do que nos controles. As fotomicrografias mostram ausência de áreas de fusão e resolidificação. A associação diodo-laser e Duraphat constitui um método efetivo para prevenção de cárie, proporcionando ao esmalte maior resistência à desmineralização.

Lasers de Baixa Intensidade

SANT'ANNA (2001) destacou que a terapia fotodinâmica (TFD) com fotossensibilização letal (FLL), usando laser de baixa potência de He:Ne e InGaASP (Índio Arsenido de Gálio e Fósforo), pode ser uma alternativa ao alcance da Odontopediatria, como forma de abordagem conservadora em casos de lesões de cáries com desenvolvimento agudo. O termo fotossensibilização letal usando laser, refere-se ao processo por meio do qual a radiação emitida por um laser de baixa potência ativa um corante que, por sua vez, demonstra um efeito letal em células, particularmente em bactérias. Desta forma, bactérias cariogênicas em situações de cárie com desenvolvimento agudo poderiam ter seu número reduzido, a fim de favorecer o restabelecimento do equilíbrio do meio bucal. A vantagem potencial deste tratamento para a doença cárie, sobre o convencional, seria a habilidade para matar as bactérias *in situ*, possibilitando, então, o restabelecimento do local, sem remover a dentina amolecida e desmineralizada. Isto reduziria a quantidade de tecido dentário, cuja remoção seria exigida pelo tratamento convencional e teria óbvia relevância clínica no tratamento de lesões profundas de cárie em dentina. A habilidade para esterilizar rápida e efetivamente o assoalho de lesões de cáries profundas sem calor significativo possibilitaria o uso de abordagens mais conservadoras para remover a estrutura dentária infetada e desmineralizada.

3.3. DESENVOLVIMENTO DA LESÃO DE CÁRIE DENTAL

Das doenças crônicas que afetam a raça humana a cárie é a mais prevalente. Não existem praticamente áreas geográficas no mundo cujos habitantes não apresentem alguma evidência da cárie dentária. Ela afeta pessoas de ambos os sexos, de todas as raças, todos os níveis socioeconômicos e todos os grupos etários.

A cárie dentária pode ser considerada como uma doença da civilização moderna, de vez que o homem pré-histórico raramente apresentava a doença (SHAFER, W.G. et al). A cárie dental é uma doença infectocontagiosa, resultante de uma perda localizada de minerais dos dentes afetados, causada por ácidos provenientes da fermentação microbiana dos carboidratos da dieta (MARSH e MARTIN 1984).

Para que ocorra a carie é necessário a interação de três fatores essenciais: 1. Hospedeiro (dentes e saliva); 2. Microbiota bucal; 3. Dieta. Não somente estes fatores devem estar presentes como também devem interagir em situações críticas: um hospedeiro (dente), colonizado por uma microbiota cariogênica, consumindo uma dieta rica em sacarose em intervalos freqüentes. Nestas condições desenvolvem-se as placas bacterianas, dominadas por bactérias cariogênicas e após determinado período surgem as lesões cariosas. A associação de fatores ligados ao hospedeiro, como a qualidade e a quantidade de microorganismos cariogênicos, a composição da dieta, os hábitos de higiene, o fluxo salivar, a viscosidade da saliva, a anatomia dental, são determinantes para o estabelecimento e velocidade de instalação da doença (QUINTO JUNIOR, 2001).

Não são todas as bactérias da placa bacteriana que causam a cárie dentária. As bactérias acidúricas e acidogênicas, os *Streptococcus* do grupo mutans e os lactobacilos tem sido relacionados com a doença cárie. Os *Streptococcus mutans* estão associados com o início do desenvolvimento da lesão e com o consumo da sacarose, enquanto que os lactobacilos com o desenvolvimento da lesão de cárie e o consumo de carboidratos (IKEDA .et al 1973).

Com relação ao meio bucal, o dente não apresenta um comportamento estático e sim altamente dinâmico. Quando o pH da cavidade oral atinge um índice maior que 5,5, a tendência do dente é ganhar Ca e P do meio bucal. Desta maneira, o pH 5,5 é chamado de pH crítico, pois até este limite o produto iônico das concentrações de Ca e P da saliva da maiorias das pessoas é maior do que a dos íons em equilíbrio em uma suspensão HA (10^{-117}). Esta mesma condição, embora seja indesejável, ocorre na presença de placa bacteriana.

Quando o meio bucal atinge um pH menor que 5,5 a composição Ca x P da saliva torna-se inferior em relação aos produtos HA², e deste modo a tendência físico-química é o esmalte perder Ca e P para o meio bucal tentando atingir o novo estado de equilíbrio em função do pH atingido. Isto ocorre na placa dental toda vez que se ingere açúcar ocorrendo dissolução do esmalte, fenômeno este chamado desmineralização.

O período de tempo que o pH permanecer inferior a 5,5 fará o dente perder Ca e P para o meio bucal através de um sistema de fluxo unidirecional. Dinamicamente, após decorrido um certo tempo, o pH retornara ao normal e na cavidade bucal as condições físico-químicas são restabelecidas e a tendência é o esmalte ganhar Ca e P do meio bucal tentando repor o perdido pela desmineralização. Este fenômeno, se efetivo, é chamado de remineralização do esmalte (LARSEN e BRUUN 1986).

Portanto a cárie dental é consequência do desequilíbrio entre os fatores de desmineralização⇔remineralização sendo função direta das condições que mantém o pH crítico (< 5,5) na cavidade oral. Logo, o potencial de desenvolvimento de cárie tem que ser discutido em termos de risco, em relação a:

- Fator hospedeiro que possibilite a formação e retenção de placa dental,
- Fatores salivares em termos de capacidade tampão e fluxo salivar
- Fatores microbiológicos em termos de induzir um pH mais crítico
- Dieta em termos de frequência e/ou retenção de açúcar na cavidade oral.

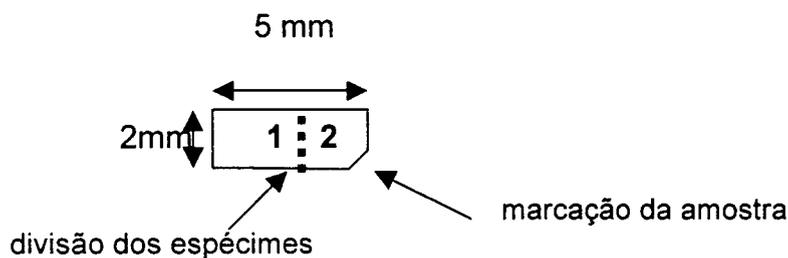
3 - MATERIAIS E MÉTODOS

4.1 – Preparo das Amostras

O projeto de pesquisa foi encaminhado ao Comitê de Ética em Pesquisa e foi aprovado sob protocolo nº 265/02, parecer nº 241/02 e também foi aprovado pelo Comitê de ética em Pesquisa do IPEN com o parecer – projeto nº 074/CEP.

Para este estudo foram selecionadas 8 amostras de esmalte dental humano obtidas a partir de terceiros molares recém extraídos por indicação ortodôntica, sem destruição de esmalte nem manchas em toda sua extensão. As amostras foram mantidas sob hidratação em soro fisiológico, sendo selecionadas as faces vestibular ou lingual de acordo com a integridade das mesmas; estas faces foram cortadas no sentido longitudinal do dente de mesial para distal com auxílio de um disco de carborundum, marca Carbodent, montado em micromotor Kavo.

As amostras de esmalte foram cortadas com dimensões de 2 x 6 mm. Obtivemos 15 amostras que foram divididas em três grupos G1, G2 e G3 a serem irradiados com as potências de 1,5, 2,0 e 2,3 W respectivamente e um grupo de controle (C). Cada amostra foi dividida em duas metades. A metade que recebeu a irradiação foi marcada em um dos cantos com ponta diamantada marca KG Sorensen nº 1090 em alta rotação com refrigeração. A figura número 1 é uma representação esquemática das características da amostra.



área 1 :controle

área 2: irradiada

Figura 1 . Representação esquemática das amostras preparadas.

As amostras foram coladas com adesivo a base de Cianocrilato (Super Bonder -3M do Brasil) em uma de base porcelana com a finalidade de facilitar o seu manuseio. Em sua superfície foi realizada profilaxia com pedra pomes e água com taça de borracha. Após a limpeza, as amostras foram lavadas com jatos de ar e água (spray) durante 30 segundos provenientes da seringa tríplice e em seguida secos com jatos de ar por 15 segundos.

Após este procedimento, as amostras de esmalte foram submetidas a tratamento para induzir a desmineralização artificial. Para isto, foi aplicado sobre os fragmentos uma bolinha de algodão embebida em ácido láctico 0,1 mol/l, pH 4,8 ,durante 6 horas. (EDUARDO 2001).

Obtida a desmineralização, as superfícies de esmalte foram lavadas com água abundante proveniente da seringa tríplice durante 40 segundos e secas com jatos de ar até observar-se o esbranquiçado na superfície do esmalte dental. A figura 2 demonstra o aspecto esbranquiçado do esmalte.

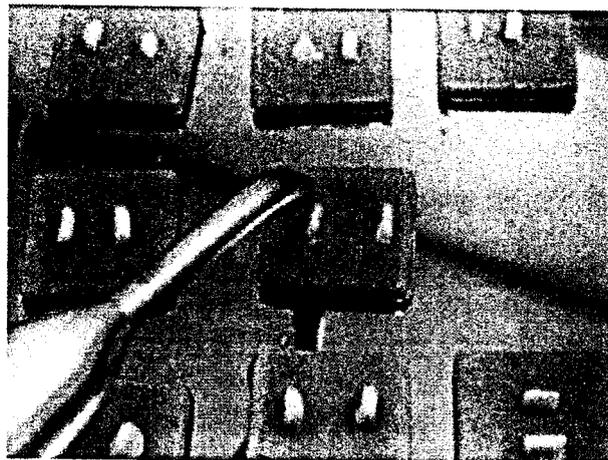


Figura 2 – Amostras após desmineralização Artificial

As amostras foram, então, acondicionadas em soro fisiológico e mantidas em geladeira até o momento da irradiação.

Sobre a superfície de esmalte a ser irradiada aplicou-se como fotoiniciador tinta nanquim com auxílio de um aplicador tipo Microbrush (Microbrush Corporation – USA) em uma única aplicação de espessura bem fina .Este procedimento tem como objetivo aumentar a absorção superficial da radiação incidente. Optou-se pelo nanquim, devido a sua facilidade operacional e comprovada eficiência *in vitro*.(KORARA 2002).A figura 3 ilustra este processo.



Figura 3– aplicação do fotoiniciador (nanquim) com pincel Microbrush

4.2 - IRRADIAÇÃO LASER

A irradiação foi realizada com um laser de diodo modelo L808 Lasering do Brasil (figura 4) com comprimento de onda de 808 nm, taxa de repetição de 10 Hz, densidades de energia de $212,20\text{mJ}/\text{cm}^2$, $282,84\text{ mJ}/\text{cm}^2$, e $325,38\text{ mJ}/\text{cm}^2$, com entrega através de fibra óptica de $300\mu\text{m}$.

A irradiação foi realizada no LELO (Laboratório Experimental de Lasers em Odontologia) da Faculdade de Odontologia da Universidade de São Paulo.

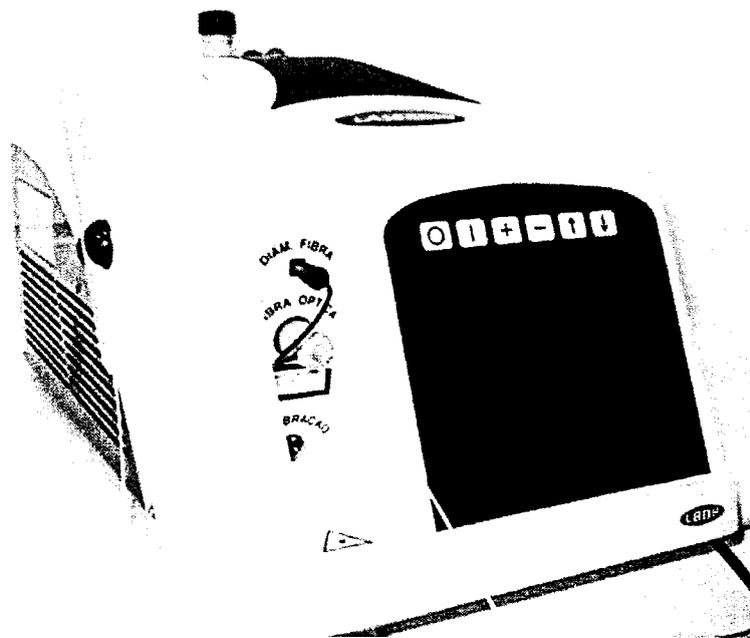


Figura 4 – Aparelho Lasering L808

4.2.1 -CARACTERÍSTICAS TÉCNICAS DO LASERING 808

- Frequência : 50/60 Hz
- Comprimento de onda : $808\pm 10\text{ nm}$
- Potencia de saída :

- 15 Watt com fibra de 600 μ m
- 10 Watt com fibra de 300 μ m
- 7 Watt com fibra de 200 μ m
- Incremento de potencia :0,1 W
- Laser guia : 635 nm – 3mW
- Portátil e leve (8,5 kg)
- Reconhecimento da presença da fibra
- Reconhecimento do diâmetro da fibra
- Porta de calibração de emissão laser.

Este aparelho pode ser operado com diferentes fibras (200, 300 e 600 μ m) e possui uma porta de calibração, a qual consiste em um dispositivo de reconhecimento da fibra em uso conforme podemos observar na figura 5. Caso o equipamento não reconheça a fibra utilizada o mesmo indica o problema acionando um sistema de alarme que impede o funcionamento do mesmo.

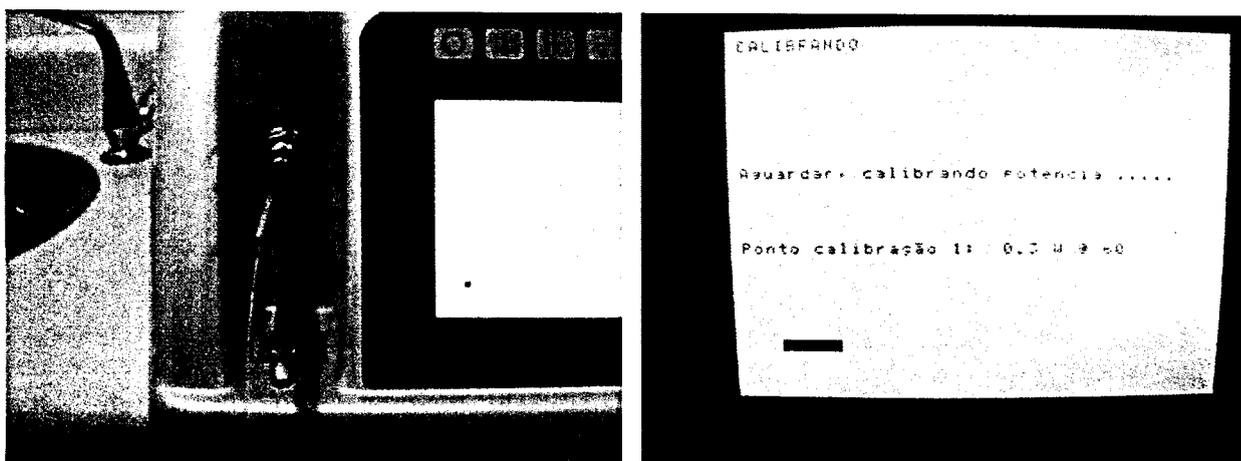


Figura 5 - Porta de calibração do aparelho Lasering e display do aparelho

Selecionou-se em seguida no display do aparelho os parâmetros desejados:

Diâmetro da fibra: 300 μm

Potência: 1,5, 2,0 ou 2,3 W

Modo de emissão: Seqüencial

Duração do impulso: 0,5s

Seqüência de impulsos: 10

Pausa na seqüência: 0,5s

A irradiação foi feita em modo contato com a superfície dental, utilizando-se o método de varredura. Neste processo a fibra foi mantida perpendicular em relação à superfície do esmalte, conforme se verifica na figura 6.



Figura 6– Irradiação pelo método de varredura

Nas irradiações para a aferição da potência da saída do feixe laser foi utilizado um medidor de potencia (powermeter) como se verifica na figura 7. Nas condições deste estudo foi necessária uma constante verificação da potência de

saída do feixe, possivelmente por deposição de tinta nanquim na ponta da fibra, ou por desgaste excessivo da mesma durante a irradiação sendo observada a necessidade de clivagem da fibra após a irradiação de áreas de aproximadamente 5 mm.



Figura 7– Aferição da potencia com auxilio do medidor de potencia

Todas as normas de biosegurança, bem como as normas de segurança referentes ao uso de lasers Classe IV foram observadas e respeitadas durante a fase experimental (Norma da ABNT 601.2.22).

Após a irradiação, as amostras foram liberadas da base de porcelana, limpas de qualquer resíduo de cola e novamente acondicionados em soro fisiológico até o momento da desidratação.

O preparo das amostras para a análise em microscópio eletrônico de varredura, foi feito em duas etapas. Na primeira etapa, foi feita a desidratação em soluções etanólicas de concentração crescente: 70%, 80%, 90% e 100%

durante 30 minutos em cada solução . Este procedimento é realizado 24 horas antes da realização da segunda etapa.

Após a desidratação as amostras foram secas sob papel de filtro por 15 minutos, acondicionadas em navículas identificadas e fechadas com papel filme transparente e mantidas num dessecador ate o momento da metalização.

Todas as amostras foram numeradas em sua lateral com caneta para retroprojctor e examinadas brevemente em um microscópio óptico em um aumento de 8 vezes. Estas imagens serviram como guia para a microscopia eletrônica de varredura. Apos a metalização foram mantidas num dessecador ate o momento da MEV.

O aparelho utilizado foi o Stereomicroscópio óptico SV 11 da marca Zeiss, do Instituto de Geociências da Universidade de São Paulo (USP).

Na segunda etapa da preparação das amostras os espécimes foram fixados com cola prata sobre "stubbs", identificados com a mesma numeração da microscopia óptica e foram metalizados com aplicação de camadas de ouro no aparelho Sputter Coater K550 , da marca Emitech, realizado no Instituto de Geociências da USP. O microscópio eletrônico de varredura utilizado foi o LEO 440i também do Instituto de Geociências da USP. O objetivo desta análise foi a verificação de fusão nas superfícies de esmalte desmineralizado artificialmente.

5 - RESULTADOS

5.1 - MICROSCOPIA ÓPTICA

As figuras 8, 9 e 10 apresentam as fotos obtidas na análise por microscopia óptica após a irradiação nas diversas amostras (G1,G2,G3 e controle). Com a observação no microscópio óptico já foi possível verificar que houve fusão em todos os grupos, porém verifica-se que nas amostras G1 (1,5 W), existem áreas praticamente inalteradas, nas amostras G2 (2,0 W) observa-se uma superfície com regiões fundidas e não fundidas e nas amostras G3 (2,3 W) verificou-se uma superfície lisa, de maior brilho com aparência mais vítrea.

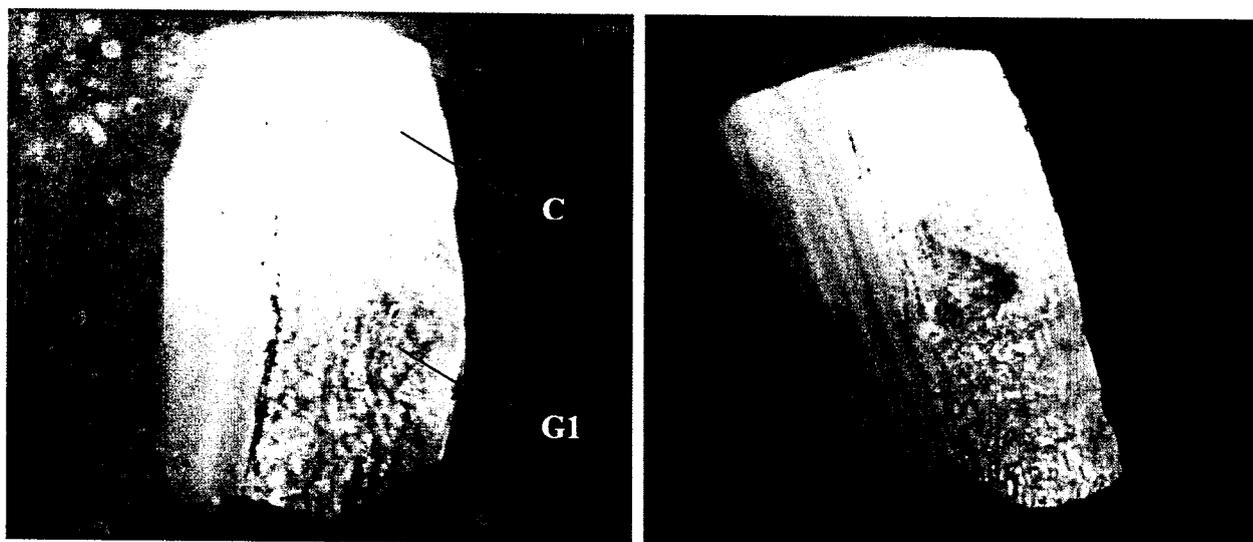


Figura 8 - Microscopias de amostras do grupo G1 com aumento de 8 vezes.

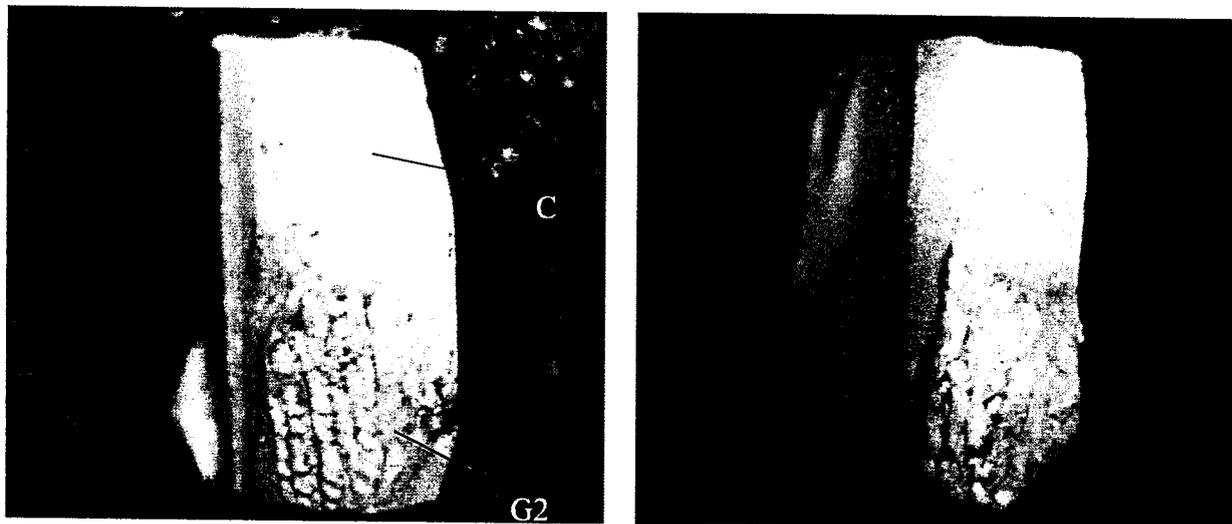


Figura 9 - Microscopias de amostras do grupo G2 com aumento de 8 vezes.

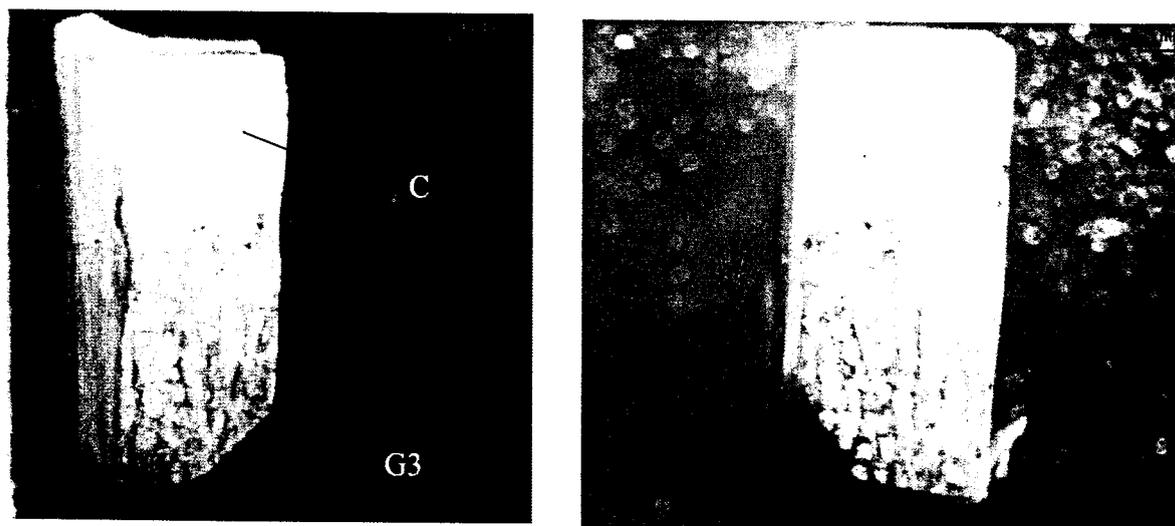


Figura 10- Microscopias de amostras do grupo G3 com aumento de 8 vezes.

5.2 - MICROSCOPIA ELETRÔNICA DE VARREDURA

A figura 11 apresenta a microscopia eletrônica de varredura de uma amostra de esmalte dental desmineralizado naturalmente (mancha branca) de um dente recém extraído. A figura 12 apresenta as elétron-micrografias do grupo controle após a realização do processo de desmineralização artificial.

Não é possível determinar o tempo que os fatores microbiológicos agiram sobre a superfície natural no ambiente bucal induzindo um pH crítico ($< 5,5$) para produzir esta desmineralização no esmalte, entretanto, esta amostra serve como exemplo do processo natural de desmineralização, permitindo uma comparação com o processo de desmineralização artificial efetuado neste trabalho. Na amostra desmineralizada artificialmente observa-se uma alteração morfológica na estrutura do esmalte decorrente da ação do ácido láctico, embora em menor grau do que a observada na amostra natural.

As figuras 13, 14 e 15 apresentam as elétron-micrografias obtidas na análise por MEV após a irradiação no grupo G1. É possível verificar áreas de fusão; há nitidamente uma modificação da superfície desmineralizada artificialmente (figura 6,7). Observamos a presença de estruturas diversas com diferentes formas como crateras, micro elevações de esmalte fundido e recristalizado, interligados por outras micro elevações, apresentando assim um aspecto tridimensional como se pode verificar na figura 8. Observamos também a formação de uma área vitrificada com microporosidades conforme se pode verificar na figura 9. Verificamos também algumas áreas de superfície vitrificada, um pouco mais lisas com pequenos forames, conforme a figura 10.

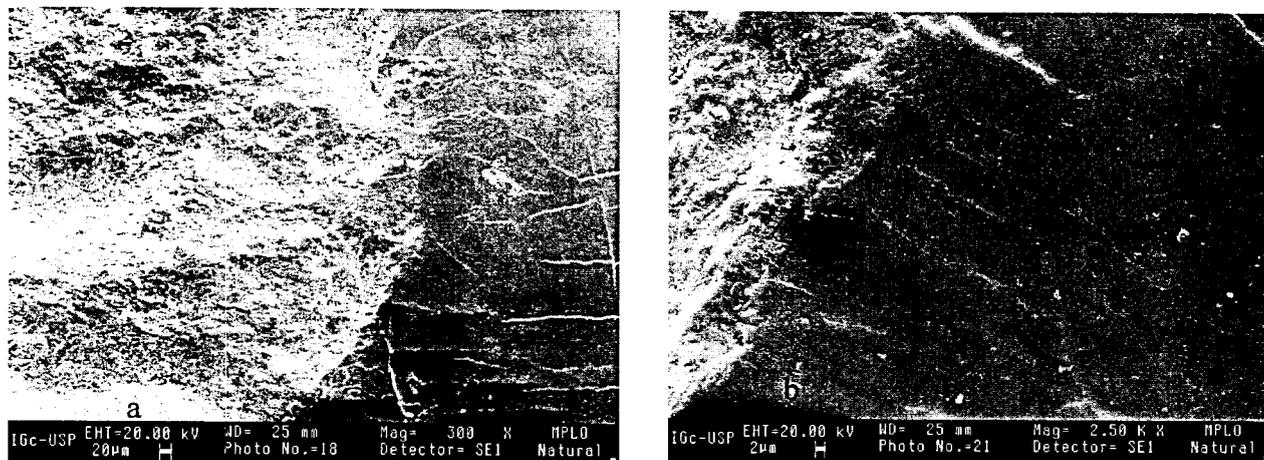


Figura 11 – Esmalte dental desmineralizado naturalmente em aumento de 300 (a) e 2.500(b) vezes.

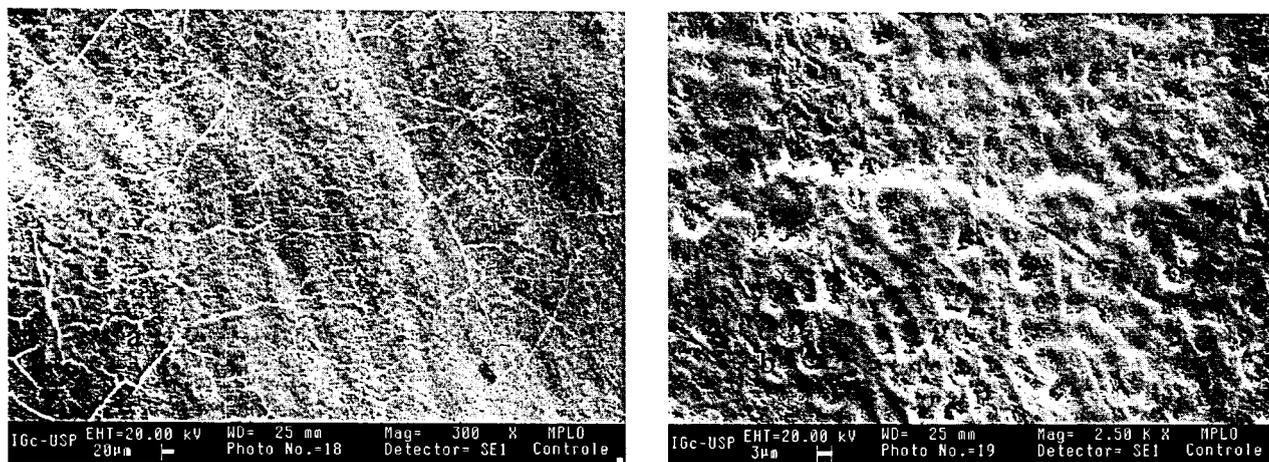


Figura 12 – Micrografias do grupo controle com aumentos de 300 (a) e 2.500(b) vezes.

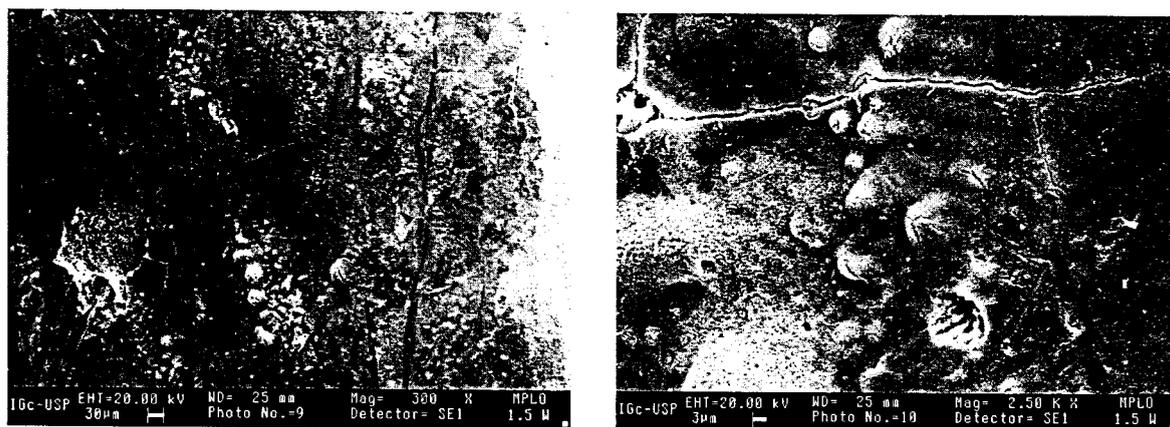


Figura 13 - Micrografia de amostras de 1,5W em aumento de 300(a) e 2.500 (b) vezes

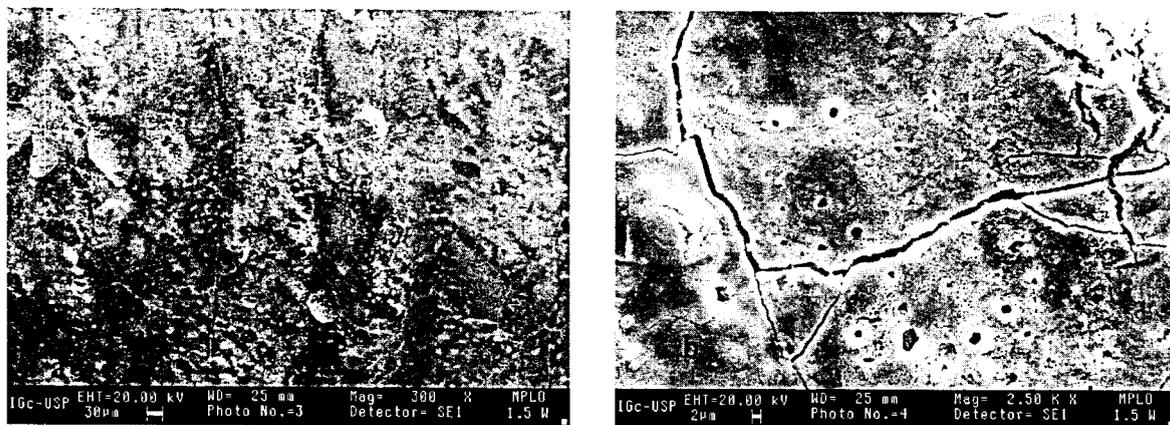


Figura 14- Micrografia de amostras de 1,5W em aumento de 300(a) e 2.500 (b) vezes

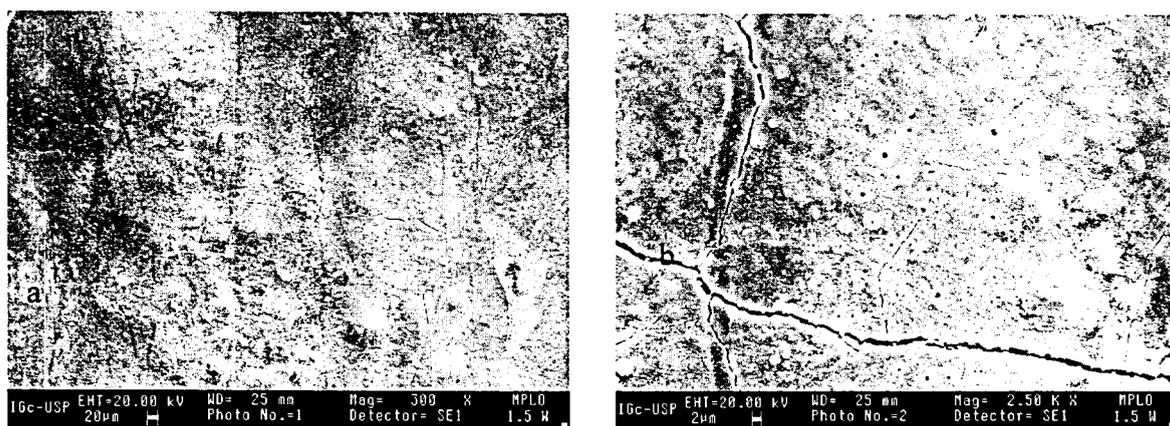


Figura 15 - Micrografia de amostras de 1,5W em aumento de 300(a) e 2.500 (b) vezes

As figuras 16 e 17 apresentam as elétron-micrografias obtidas na análise por MEV após a irradiação no grupo G2. Na irradiação com potência 2,0 W, observa-se nitidamente uma superfície de esmalte fundida com maior uniformidade, mais plana, formando placas de áreas vitrificadas, com a presença de pequenas porosidades (figura 16). Nota-se também pequenas crateras e a presença de grânulos devido a fusão e posterior recristalização do esmalte dental (figura 17).

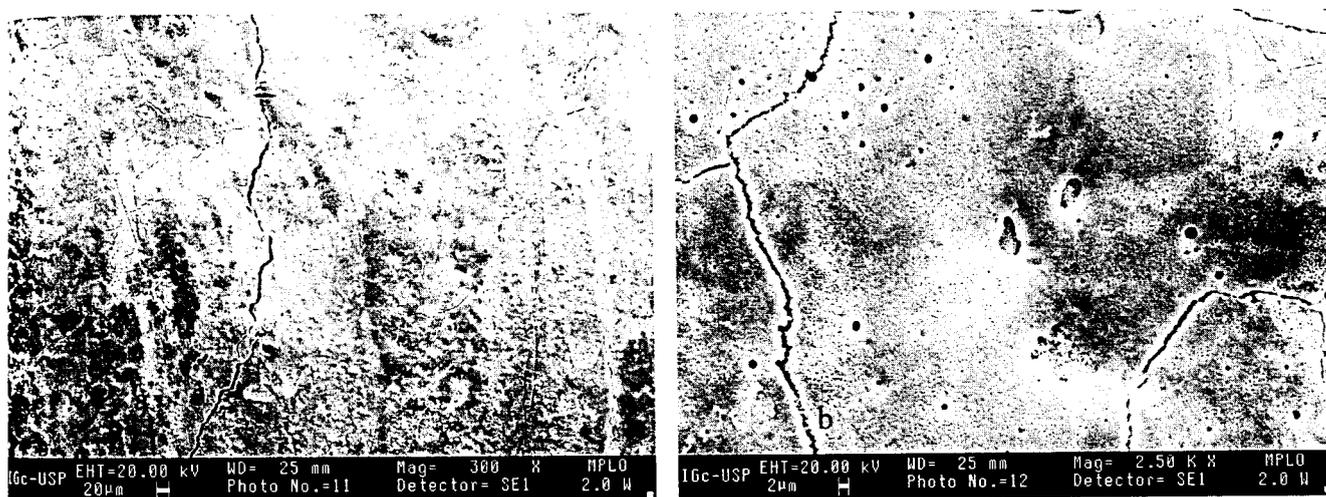


Figura 16- Micrografia de amostras de 2,0W em aumento de 300 (a) e 2.500 (b) vezes

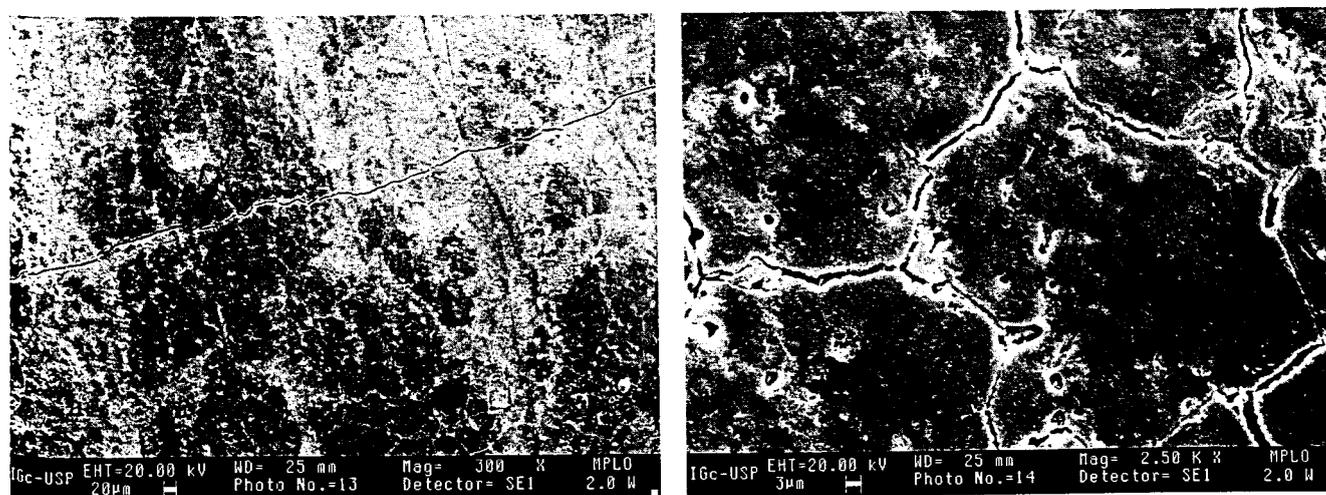


Figura 17- Micrografia de amostras de 2,0W em aumento de 300 (a) e 2.500 (b) vezes

As figuras 18 e 19 apresentam as elétron-micrografias obtidas na análise por MEV após a irradiação no grupo G3. Com o maior parâmetro utilizado (2,3W), observa-se nas micrografias uma superfície de esmalte formando placas de áreas vitrificadas com a presença de porosidades, conforme se pode verificar na figura 18. Na figura 19 podemos observar áreas de ablação circundadas por áreas de fusão com pequenas crateras, rugosidades e granulações.

Observa-se o aumento de intensidade de áreas rugosas, superfícies vitrificadas, forames maiores e menores, esmalte fundido e recristalizado proporcionalmente ao aumento da potência aplicada a estas superfícies.

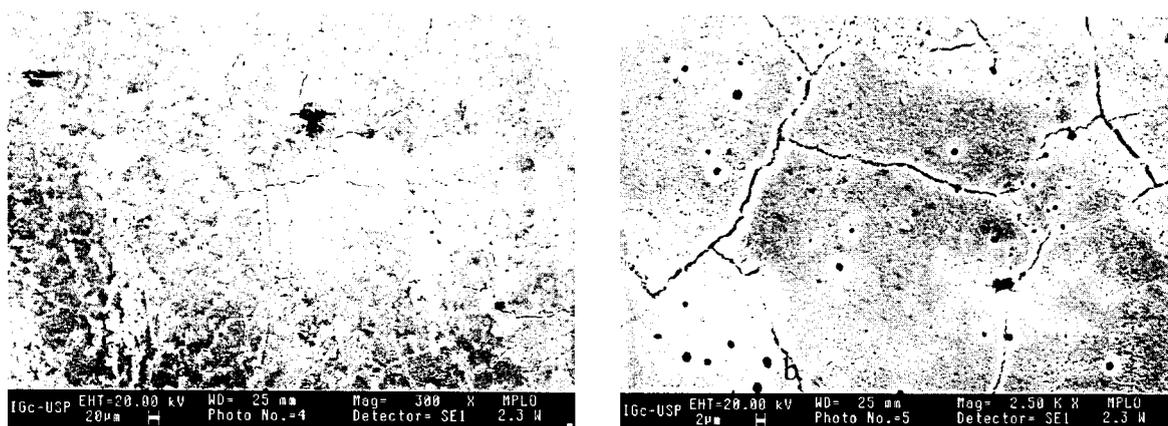


Figura 18- Micrografia de amostras de 2,3W em aumento de 300 (a) e 2.500 (b) vezes

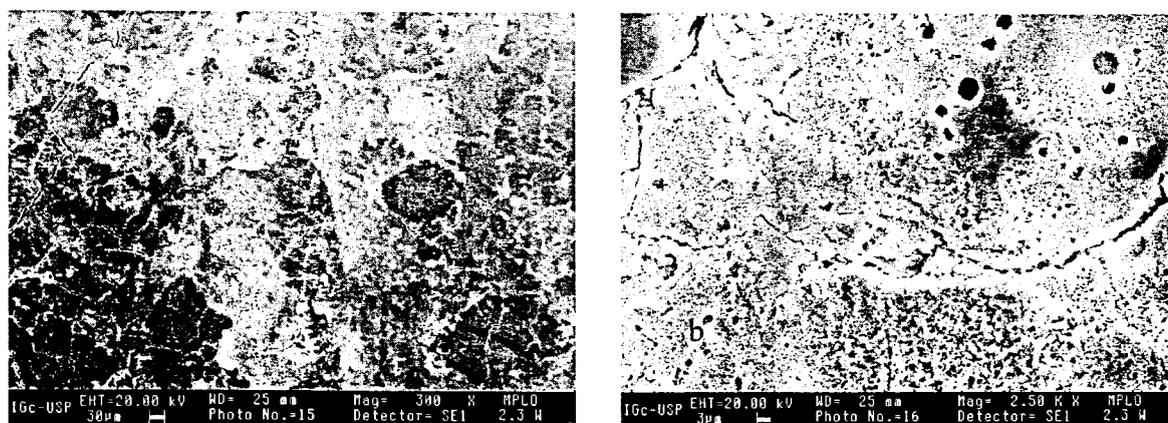


figura 19 - Micrografia de amostras de 2,3W em aumento de 300 (a) e 2.500 (b) vezes

6 - DISCUSSÃO

Inúmeras pesquisas comprovam que o esmalte dental humano sofre alterações em sua superfície após a irradiação por um feixe laser. Estas modificações das características morfológicas do esmalte basicamente provocam ou a remoção do tecido ou a sua fusão, recristalização e formação de uma área vitrificada com microporosidades. Neste estudo estes aspectos foram observados em todas as amostras e estão de acordo com os relatos de MYERS (1990), PINHEIRO e FRAME (1992), MYAKY (1995), PELINO (1998), MYAKY (2000), FERREIRA (2000), QUINTO JUNIOR (2000) e LOPES (2000).

Segundo TAGOMORI e MORIOKA (1989), BORAN (1992), GROTH & EDUARDO (1993), PELINO (1998) e MYAKY (2000), quando se produz uma fusão e recristalização do esmalte dental, ocorre um aumento da resistência deste a desmineralização, o que significa que o tratamento com o laser representa um importante papel na prevenção da cárie dental.

Com o objetivo de complementar as informações sobre o uso de lasers para a redução de cáries incipientes no esmalte dental este estudo avaliou as alterações ocorridas na superfície de esmalte dental desmineralizado artificialmente, após a irradiação com um laser de diodo de alta potência com comprimento de onda de 808nm. A desmineralização artificial visou simular manchas brancas de desmineralização encontradas rotineiramente na clínica geral.

experimentos. Este dado está em concordância com os estudos de BOARI(2000), FERREIRA (2000) e KOHARA (2002).

O melhor parâmetro para nossos experimentos seria o que promovesse fusão, empregando-se um valor de potência, que não resultasse em grande aumento de temperatura do elemento dental e, que ao mesmo tempo, resultasse na aplicação da menor densidade de energia. Alguns autores já demonstraram que a partir de parâmetros adequados a irradiação laser do esmalte dental não promove uma elevação de temperatura acima de 5,6 °C (WHITE et al. 1993), (QUINTO JUNIOR 2001), evitando assim danos térmicos no dente. A maior dificuldade na realização de experimentos desta natureza, entretanto, é determinar estes parâmetros ideais do feixe laser.

Em todas as irradiações com o laser de diodo (808nm) o esmalte desmineralizado foi nitidamente alterado. Tanto no grupo G1 (1,5W) quanto nas amostras do grupo G2 (2,0W) obteve-se claramente a fusão do esmalte dental. Apenas as amostras do grupo G3 (2,3 W), além de fusão apresentaram também pequenas áreas de ablação (remoção do tecido dental irradiado) o qual não foi o objeto deste estudo.

Comparando-se os efeitos observados na superfície do esmalte após irradiação com o laser em 808nm com as alterações relatadas em trabalhos na literatura com outros sistemas lasers, como por exemplo: TAGOMORI e MORIOKA (1989), PETERS et al (1990), BORAN (1992), PELINO (1998), MYAKI (2000), AZEVEDO et al (2002), KATO (2002), acreditamos que os efeitos de ácido-resistência que outros lasers promovem na estrutura do esmalte dental, devido a fusão e resolidificação do esmalte, também poderão ser observados

para o caso deste estudo. Entretanto, estudos adicionais com o laser em 808nm são necessários para a comprovação deste fato.

7 - CONCLUSÕES

- Nas condições deste estudo, observaram-se áreas de fusão com áreas de vitrificação e a presença de forames (poros) na superfície do esmalte dental humano desmineralizado artificialmente , após a irradiação com o laser de diodo de alta potencia operando em 808 nm com nanquim como fotoiniciador.



Parecer - Projeto Nº 074/CEP-IPEN/SP

Com base nos pareceres apresentados pelos relatores, o protocolo de pesquisa "Estudo *in vitro* do efeito do laser de diodo sobre a superfície de esmalte dental humano desmineralizado artificialmente", de responsabilidade da pesquisadora Patricia Ebel, sob orientação da Professora Doutora Sonia Lícia Baldochi, foi considerado **APROVADO**.

São Paulo, 21 de fevereiro de 2003

Profa. Dra. Martha Marques Ferreira Vieira
Coordenadora do CEP-IPEN



UNIVERSIDADE DE SÃO PAULO
FACULDADE DE ODONTOLOGIA

PARECER nº 241/02
Protocolo 265/02

O Grupo de Trabalho indicado pelo Comitê de Ética em Pesquisa, **APROVOU** o protocolo de pesquisa "*Estudo in vitro do efeito do laser de diodo sobre a superfície de esmalte dental humano desmineralizado artificialmente*", de responsabilidade da pesquisadora **Patrícia Ebel**, sob orientação da Doutora **Sonia Licia Baldochi**.

Tendo em vista a legislação vigente, devem ser encaminhados a este Comitê relatórios referentes ao andamento da pesquisa em 13 de junho de 2003 e em 13 de dezembro de 2003. Ao término da pesquisa, cópia do trabalho deve ser encaminhada a este CEP.

São Paulo, 13 de dezembro de 2002


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

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

AZEVEDO, L. H.; EL MURR, I.; RODRIGUES, C. R. M. D., FONOFF, R. N. Avaliação dos efeitos do laser de diodo associado ou não ao flúor na superfície do esmalte dental: estudo *in vitro* - **Pesquisa Odontológica Brasileira**, São Paulo, v. 16, supl., p. 74, res. Ib111 , ago./set. 2002.

BORAN, T.L. et al. Effects of fluoride and CO₂ laser radiation on enamel demineralization. **J Dent Res**, v. 71, p.201, Mar. 1992

BOARI, H.G.D. Avaliação clínica da efetividade do laser de Nd:YAG associado ao flúor fosfato acidulado na prevenção de caries de sulcos e fissuras de crianças e adolescentes. São Paulo, 2000. Dissertação (Mestrado) **Instituto de Pesquisas Energéticas e Nucleares**.

CECCHINI, R.C.M. Estudo *in vitro* do efeito da radiação do laser de Er:YAG em esmalte dental: análise de espectrometria de emissão atômica e microscopia eletrônica de varredura. Tese (Doutorado) São Paulo, 2001. **Faculdade de Odontologia da Universidade de São Paulo**

EDUARDO, C.P.; OLIVEIRA Jr., W.T.; MYAKI, S.I.; ZECELL, D.M. Comparative study of the shear bond strength of composite resin to dental enamel conditioned with phosphoric acid or Nd:YAG laser. **Rev Odont Univ São Paulo**, v. 11, n. 4, p. 245-248, out./dez. 1997.

EDUARDO, P.L.P. Estudo *in vitro* das alterações morfológicas e químicas do esmalte dental bovino irradiado pelo laser de Hólmio. 2001. Dissertação (Mestrado) **Instituto de Pesquisas Energéticas e Nucleares**.

FEATHERSTONE, J.B.; ZHANG, S.H.; SHARIATI, M.; McCORMACK, S.M. Carbon dioxide laser effects on caries like lesions of dental enamel. In: **Laser in Orthopedic Dental and veterinary medicine**, Stephen N. Joe e Kazuhito Atsumi (eds) Proc:1424:145-9, 1991

FEATHERSTONE, J.D.B.; FRIED, D.; McCORMACK, S.M.; SEKA, W. – Effect of pulse duration and repetition rate on CO₂ laser inhibition of caries progression, **Lasers in Dentistry II**, Harvey A. Wigdor, John D. B. Featherstone, Joel M. White, Joseph Neev (eds) . Proc. SPIE 2672, 79-87 1996

FEATHERSTONE, J.D.B.;FRIED, D.;BITTEN, E.R. Mechanism of laser induced solubility reduction of dental enamel, in **Lasers in Dentistry III**, Harvey A. Wigdor, John D. B. Featherstone, Joel M. White, Joseph Neev (eds) Proc. SPIE 2973,73-8,1997.

FERREIRA, M.V.L.F. Estudo in vitro da fusão de hidroxiapatita e esmalte em superfícies de esmalte humano pelo laser de Nd:YAG. São Paulo, 2000. 94p. Dissertação (Mestrado) **Instituto de Pesquisas Energéticas e Nucleares**.

GOLDMAN,L.,GRAY,J.A. ,GOLDMAN,J.,GOLDMAN,B.,MEYER,R.,Effects of laser impacts on teeth.**J.Am.Dent.Ass.**,1965,70:601-6

GROTH, E.B., EDUARDO, C.P. Laser em prevenção. **Rev Ass Paul Cirurg Dent**, v. 47, n. 2, p. 1005-1006, mar./abr. 1993.

HOUSSAIN,I.M.M. Caries preventive effect of CO2 laser irradiation with diamine silver fluoride solution. **Journal of oral Laser Application Summer 2001 VI.1 N° 1**

IKEDA,T.et all Changes in Streptococcus mutans and lactobacillus in relation to the initiation Ries in negro children.**Arch Oral Biol.**,18:555-66,1973

KATO, I. T.; WETTER, N. U. Determinação da eficácia do tratamento diodo laser e Duraphat para fins preventivos através da análise pelo EDS **Pesquisa Odontológica Brasileira**, São Paulo, v. 16, supl., p. 224, res. Pc067 , ago./set. 2002.

KOHARA, E. K., MYAKI, S. I., WETTER, N. U Efeitos da irradiação do laser de diodo de alta potência sobre o esmalte de dentes decíduos **Pesquisa Odontológica Brasileira**, São Paulo, v. 16, supl., p. 41, res. la 069 , ago./set. 2002.

KORYTNICKI,D.L. Esmalte irradiado ou não com laser de Nd:YAG. Análise microbiológica do biofilme dental, mensuração da dureza knoop em seção transversal e observação ao microscópio de luz polarizada :estudo in situ. Tese (Doutorado) São Paulo, 2002. 108 p **Faculdade de Odontologia da Universidade de São Paulo** .

LARSEN, M.J.;BRUUN,C. Enamel/Saliva inorganic chemical reactions. In **Thylstrup. A. & Fejerskov, O Textbook of cariology, Munksgoard**, 1986,pp.181-203

Lasering do Brasil Ltda. L808 Medical Laser – User Manual

LOPES, L.A. Orientando o paciente. **Rev Ass Paul Cirurg Dent**, v.54, n.1, p.41, jan./fev. 2000a.

- LOPES, L.A. Lasers de diodo na odontologia. **Rev Ass Paul Cirurg Dent**, v.54, n.4, p.312, jul./ago. 2000b.
- MAIMAN, T.H. Stimulated optical radiation in ruby. **Nature**, v.187, n.4736, p.493-4, Aug. 1960.
- MALDONADO, E., RIBEIRO, M., ZEZZEL, D. **Interação da Luz com os Tecidos Biológicos**. Apostila (M.P.L.O) IPEN/FOUSP 2001
- MARSH, P. & MARTIN, M. Oral Microbiology, Washington, D. C., **Am.Soc.Microbiol.**, 75-98, 1984
- MIDDA, M., RENTON-HARPER, P. Lasers in dentistry. **Brit Dent J**, v.170, p.343-6, May. 1991.
- MORIOKA, T., TAGOMORI, S., NARA, Y. Application of Nd:YAG laser and fluoride in prevention of dental caries. In: **INTERNATIONAL CONGRESS ON LASERS IN DENTISTRY**, 1, 1988, Tokyo. Proceedings. Amsterdam: Excerpta Médica, 1989. p.55-61.
- MYAKI, S.I. Efeitos da irradiação da luz laser Nd:YAG nos sulcos e fissuras de pré-molares humanos: estudo "in vitro", empregando o microscópio eletrônico de varredura. São Paulo, 1995. 94p. Dissertação (Mestrado) Faculdade de Odontologia da Universidade de São Paulo.
- MYAKI, S.I. A utilização do laser em odontopediatria. **J Bras Odontoped Odont Bebê**, v. 1, n. 4, p. 62-64, 2000.
- MYERS, T.D. Lasers in dentistry: their application in clinical practice. **J Am Dent Ass**, v. 122, n. 1, p. 46-50, Jan. 1991.
- MYERS, T.D. Effects of a pulsed Nd:YAG laser on enamel and dentin. In: **Laser Surgery: Advanced Characterization Therapeutics and Systems II**, 1, 1990, Los Angeles. *Proceedings*. Los Angeles: SPIE- The International Society for Optical Engineering, 1990, p.425-8
- MYERS, T.D. Lasers in dentistry: their application in clinical practice. **J Am Dent Ass**, v. 122, n. 1, p. 46-50, Jan. 1991
- MYERS, T.D.; MYERS, W.D. The use of a laser for debridement of incipient caries. **J Prosth Dent**, v. 53, n. 6, p. 776-779, Jun. 1985.

PELINO, J.E.P. Estudo *in vitro* do laser de Nd:YAG sobre o esmalte dental humano: análise por microscopia óptica e microscopia eletrônica de varredura. São José dos Campos, 1998. 161p. Dissertação (Mestrado) **Faculdade Estadual Paulista "Júlio de Mesquita Filho"**.

PELINO, J. E. P.; HAYPEK, P., GOUW-SOARES, S. C., BACHMANN, L., ZECELL, D. M., EDUARDO, C. P. Análise do comportamento térmico do laser de diodo no esmalte, dentina e cimento dental – estudo *in vitro* **Pesquisa Odontológica Brasileira**, São Paulo, v. 16, supl., p. 15, res. H006, ago./set. 2002.

PETERS, J.F.M.; ZAKARIASEN, K.L.; BORAN, T.L.; BARRON, J.R. Effects of pulsed and non pulsed CO2 laser energy on enamel desmiration. **J.Dent. Res.**, 69:302, 1990.

PINHEIRO, A.L.B.; FRAME, J.W. Laser em odontologia. **Rev Gaúcha Ortod**, v. 40, n. 5, p. 327-332, set./out. 1992

QUINTO JÚNIOR, J. Estudo *in vitro* do esmalte dental irradiado com laser de diodo de alta potência em 960 nm: Análise morfológica da superfície dental pós irradiada e análise do comportamento térmico na câmara pulpar devido a aplicação do laser. São Paulo, 2000. 90p. Dissertação (Mestrado) **Instituto de Pesquisas Energéticas e Nucleares**

ROSENBLATT, A. et al. Uso do laser de baixa potência em exposições pulpares acidentais de molares decíduos. **J Bras Odont Clin**, v. 2, n. 10, p. 58-63, 1999.

SANT'ANNA, G.R.B. **Caderno de Odontopediatria**, São Paulo, Santos, 2001. p. 64-66.

SCHAWLOW, A. L., TOWNES, C.H. Infrared and optical masers. **Phys.Rev.**, v 112, n.6, p.1940-9, Dec.1958

SHAFFER, W.G., HINE, M.K., LEVY, B.M. **Tratado de Patologia Bucal**. Tradução de: Sylvio Bevilacqua Rio de Janeiro, Guanabara, 1987 4. ed., Cap.7, Carie Dentaria .P.376-433 Titulo original: A textbook of oral pathology.

STERN, R.H., SOGNAES, R.F. Laser beam effect on dental tissues. **J.Dent.Res.**, v.43, n.5, p.873 1964

TAGOMORI, S.; MORIOKA, T. Combined effects of laser and fluoride on acid resistance of human dental enamel. **Caries Res**, v. 23, n. 4, p. 225-231, July/Aug. 1989.

WETLER, N. U.; OLIVEIRA, M. V. ; KATO, I. T.; ZECELL, D.M.; EDUARDO, C.P; VIEIRA JUNIOR, N.D._Estudo *in vitro* das alterações morfológicas do esmalte dentário irradiado com laser de diodo de alta potência :análise por microscopia eletrônica de varredura. **Revista Brasileira de Pesquisa e Desenvolvimento**, v.4, n. 1, p. 14-19, abr. 2002.

WHITE, J.M.; GOODIS, H.E.; SETCOS, J.C.; EAKLE, W.S.; HULSCHER, B.E.; ROSE, C.L. Effects of pulsed ND:YAG laser energy on human teeth: a three-year follow-up study. **J Am Dent Ass**, v. 124, n. 7, p. 45-51, July 1993.

ZAKARIASEN, K.L. New and emerging technologies: promise achievement and deception. **J Am Dent Ass**, v.125, n.2, p.163-168, Feb. 1995.

ZAKARIASEN, K.L.; DEDERICH, D.N.; TULIP, J. Lasers in dentistry. **J Canad Dent Ass**, v.54, n.1, p.27-30, Jan. 1988.

ZAKARIASEN, K.L. et al. Spotlight on lasers – A look at potential benefits. **J Am Dent Ass**, v. 122, p. 58-62, July 1991.



M22719



Ministério
da Ciência
e Tecnologia

Instituto de Pesquisas Energéticas e Nucleares

Diretoria de Ensino & Informação Científica e Tecnológica

Av. Prof. Lineu Prestes, 2242 Cidade Universitária CEP: 05508-000

Fone/Fax(0XX11) 3816 - 9148

SÃO PAULO - São Paulo - Brasil

<http://www.ipen.br>

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