



BR0645451

INIS-BR--4032

AUTARQUIA ASSOCIADA À UNIVERSIDADE
DE SÃO PAULO

**ESTUDO CLÍNICO COMPARATIVO ENTRE O USO DE LASERS
E MÉTODOS CONVENCIONAIS DE DIAGNÓSTICO E
TRATAMENTO EM DENTES DECÍDUOS DA PRESENÇA DE
LESÃO CARIOSA**

FABIANE GALVÃO PULGA

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

Orientador:

Prof. Dr. Nilson Dias Vieira Júnior

Co-orientador:

Prof. Dr. José Luiz Lage Marques

**São Paulo
2001**





AUTARQUIA ASSOCIADA À UNIVERSIDADE
DE SÃO PAULO

**ESTUDO CLÍNICO COMPARATIVO ENTRE O USO DE LASERS
E MÉTODOS CONVENCIONAIS DE DIAGNÓSTICO E
TRATAMENTO EM DENTES DECÍDUOS DA PRESENÇA DE
LESÃO CARIOSAS**

FABIANE GALVÃO PULGA

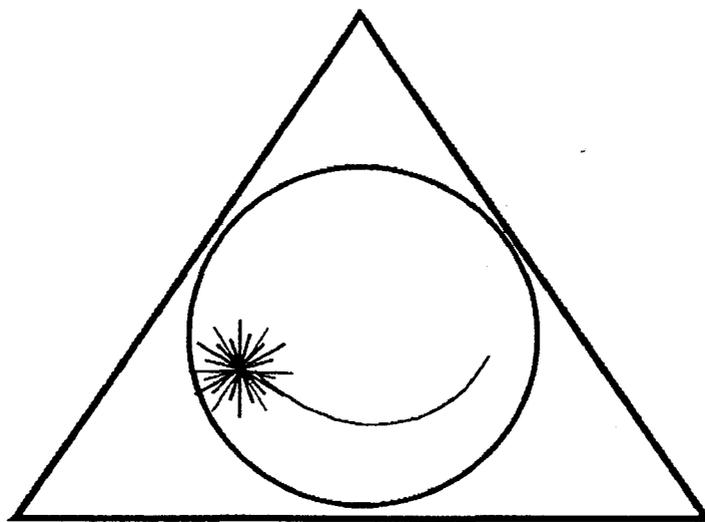
Dissertação apresentada como parte
dos requisitos para obtenção do Grau
de Mestre Profissional na área de
Lasers em Odontologia.

Orientador:
Prof. Dr. Nilson Dias Vieira Júnior

Co-orientador:
Prof. Dr. José Luiz Lage Marques

**São Paulo
2001**





**MESTRADO PROFISSIONALIZANTE
"LASERS EM ODONTOLOGIA"**

INSTITUTO DE PESQUISAS ENERGÉTICAS E NUCLEARES

FACULDADE DE ODONTOLOGIA

UNIVERSIDADE DE SÃO PAULO

MESTRADO PROFISSIONALIZANTE LASERS EM ODONTOLOGIA

**ESTUDO CLÍNICO COMPARATIVO ENTRE O USO DE LASERS E MÉTODOS
CONVENCIONAIS DE DIAGNÓSTICO E TRATAMENTO EM DENTES DECÍDUOS
DA PRESENÇA DE LESÃO CARIOSA**

FABIANE GALVÃO PULGA



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

Orientador:
Prof. Dr. Nilson Dias Vieira Júnior

Co-Orientador:
Prof. Dr. José Luiz Lage Marques

São Paulo

2001

Agradecimientos

Certamente as palavras, por mais bem colocadas que sejam nunca reproduzirão a minha imensa gratidão a aqueles que participam da minha vida e participaram na concretização desta etapa.

A DEUS, pelo DOM da vida e de luz em todos os momentos.

Aos meus pais, Ismael e Neusa, por me colocarem no mundo em suas vidas e por me proporcionarem a possibilidade de realizar este curso, meu imenso AMOR.

Ao meu irmão, Bruno, pela amizade e meu agradecimento pelas estadias em seu apartamento durante o decorrer do Mestrado.

Ao Rafael, meu grande marido, pelo companheirismo partilhado e por todo seu amor e paciência em toda essa jornada, meu eterno AMOR.

Ao Prof. Dr. Nilson Dias Vieira Júnior, pelo exemplo de filosofia de vida e por sua confiança, incentivo e dedicação na orientação desta dissertação, minha imensa GRATIDÃO.

Ao Prof. Dr. José Luiz Lage Marques, pela contribuição e co-orientação neste trabalho.

Ao Prof. Dr. Spero Penha Morato, pela contribuição para o enriquecimento deste trabalho.

A Prof^a. Dr^a. Martha Simões Ribeiro por toda a colaboração no decorrer do curso e pela disponibilidade constante.

Ao Prof. Dr. Carlos de Paula Eduardo e sua equipe pela dedicação e empenho para o crescimento das pesquisas em Lasers em Odontologia.

Aos colegas do curso de Mestrado pela companhia e amizade formada no decorrer do curso.

A todos os professores do IPEN – Instituto de Pesquisas Energéticas e Nucleares e da FOUSP - Faculdade de Odontologia da Universidade de São Paulo pelos ensinamentos transmitidos no decorrer do curso.

Ao IPEN – Instituto de Pesquisas Energéticas e Nucleares e a FOUSP – Faculdade de Odontologia da Universidade de São Paulo pela formação e sucesso do Mestrado Profissionalizante em Lasers em Odontologia.

A Sandra, Maria Aparecida, Fernando e Liliane pela atenção dispensada aos alunos do Mestrado Profissionalizante em Lasers em Odontologia.

As secretárias da CEL – Clínica Especializada em Laser, pela disponibilidade e colaboração.

Aos pacientes que voluntariamente se dedicaram à participação nesta dissertação.

A todos que fizeram da proposta deste curso uma REALIDADE.

**ESTUDO CLÍNICO COMPARATIVO ENTRE O USO DE LASERS E MÉTODOS
CONVENCIONAIS DE DIAGNÓSTICO E TRATAMENTO EM DENTES
DECÍDUOS DA PRESENÇA DE LESÃO CARIOSA**

Fabiane Galvão Pulga

RESUMO

Este estudo clínico teve como objetivo avaliar a eficácia do laser de Er:YAG para preparos cavitários em dentes decíduos, comparados com o instrumento rotatório convencional e também avaliar o aparelho DIAGNOdent como meio de diagnóstico de lesões cáries, comparado com o exame visual-tátil e o raio-X. Foram selecionados 20 molares decíduos de crianças de 5 a 10 anos de idade, com cáries crônicas de fósulas e fissuras. Todos os dentes foram selecionados pelo exame visual, seguido de raio-X periapical e exame com o aparelho DIAGNOdent. Os dentes foram divididos em dois grupos para tratamento, 10 deles tratados com o laser de Er:YAG e 10 deles tratados com instrumentos rotatórios convencionais. A energia utilizada para esmalte foi de 200 a 300 mJ e para dentina de 100 a 200 mJ, a frequência utilizada foi de 2 a 4 Hz. Os resultados mostraram que o tratamento com laser de Er:YAG foi mais aceito entre as crianças do que os instrumentos rotatórios convencionais, e pela avaliação clínica indica-se o uso deste aparelho para remoção de tecido cariado e preparo cavitário. O aparelho DIAGNOdent se mostrou bastante efetivo para diagnóstico da presença da lesão cáries, porém quando se avaliou a mensuração do aparelho após a remoção do tecido cariado para avaliação da ausência de cárie o aparelho foi efetivo somente nos casos tratados com instrumentos rotatórios convencionais, nos casos que foram tratados com laser de Er:YAG, a mensuração do aparelho foi oscilante variando no intervalo completo de valores em todos os casos. Desta maneira indicamos o uso do DIAGNOdent apenas para diagnóstico inicial de cáries.

Unitermos: Laser de Er:YAG; DIAGNOdent; cárie

**CLINICAL STUDY COMPARATIVE BETWEEN THE USE OF LASERS AND
CONVENTIONAL METHODS OF DIAGNOSIS AND TREATMENT IN
DECIDUOUS TEETH WITH PRESENCE OF CARIOUS LESION**

Fabiane Galvão Pulga

ABSTRACT

The aim of this work was to evaluate the efficiency of deciduous tooth cavity preparation by the Er:YAG laser in comparison with the conventional burr rotary instrument. Besides, we have used the laser fluorescence technique (DIAGNOdent equipment) for diagnosis and compared it to the usual tactile and visual examination as well as x-ray diagnosis. For this purpose, 20 chronic occlusal carious deciduous molar teeth from children with the ages between 5 to 10 years old were selected. Selection was made according to visual inspection, x-ray periapical image and measures of the DIAGNOdent. For treatment the teeth were divided in two groups, 10 to be treated by the Er:YAG laser and 10 with conventional burr. For enamel, the laser energy used was in the interval from 200 to 300 mJ; for the dentine the range was from 100 mJ to 200 mJ. In both cases, the laser frequency was in the range from 2 to 4 Hz. The results have shown that the laser treatment was more accepted by the children than the conventional burr. Clinical evaluation of the cavity preparation indicates that the Er:YAG laser treatment is recommend. The DIAGNOdent evaluation method was very effective for diagnosis of carious tissue for initial detection. After successful removal of the carious tissue, confirmed by visual inspection, the DIAGNOdent evaluation method was only effective for the treatment with conventional burr. For evaluation of the tooth after cavity preparation with the Er:YAG laser, the measurements oscillate covering the full range of the equipment. Therefore, the use of the DIAGNOdent equipment is indicated only for initial caries diagnosis.

Uniterms: Er:YAG laser; Diagnodent; caries

SUMÁRIO

	Página
1 INTRODUÇÃO	1
2 OBJETIVO	3
3 REVISÃO DE LITERATURA	4
3.1 Física do laser.....	4
3.2 Cárie dentária.....	7
3.3 Diagnóstico de lesões iniciais de cáries.....	9
3.3.1 Exame clínico.....	10
3.3.2 Exame radiográfico.....	12
3.3.3 Fluorescência induzida por laser.....	14
3.3.4 O laser de Er:YAG.....	19
4 MATERIAIS E MÉTODOS	27
5 RESULTADOS	34
6 DISCUSSÃO	38
7 CONCLUSÃO	42
8 REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS	43
9 ANEXO	47
9.1 Anamnese.....	47

LISTA DE TABELAS

	Página
Tabela 1: Valores medidos com o aparelho DIAGNOdent	35
Tabela 2: Avaliação clínica do preparo da cavidade com laser	36
Tabela 3: Avaliação clínica do preparo da cavidade convencional	37

LISTA DE FIGURAS

	Página
Figura 1: Esquema do diodo laser AsGa	15
Figura 2: Laser de Er:YAG (KaVo KEY Laser 1242)	28
Figura 3: Aparelho DIAGNOdent	28
Figura 4: Dente com cárie crônica	29
Figura 5: Raio-X periapical	30
Figura 6: Peça de mão 2051	31
Figura 7: Dente cariado	31
Figura 8: Preparo com laser de Er:YAG	31
Figura 9: Dente restaurado	31
Figura 10: Dente cariado	32
Figura 11: Preparo convencional	32
Figura 12: Dente restaurado	32

LISTA DE ABREVIATURAS E SIGLAS

LASER	Light Amplification by Stimulated Emission of Radiation
Er:YAG	érbio-ítrio-alumínio-granada
CO ₂	dióxido de carbono
AsGa	arseneto de gálio
ECM	medidor eletrônico de cárie
mJ	Milijoule (energia por pulso)
Hz	Hertz (unidade de frequência)
mW	miliwatt (unidade de potência)
J/cm ²	Joule/centímetro quadrado (unidade-densidade de energia)
µm	micrômetro
nm	nanômetro
µs	microsegundos
rpm	rotações por minuto
OMS	Organização Mundial de Saúde
°C	grau Celsius
H.A.	hidroxiapatita
%	porcentagem
mm ²	milímetro quadrado
mm	milímetro
min	minuto

1.INTRODUÇÃO

As aplicações do laser de Er:YAG, como proposto nesta pesquisa, foram idealizadas por Hibst e Keller e tem as primeiras publicações a partir de 1989, a partir de 1992 começam os primeiros estudos clínicos com este laser.

O laser de Er:YAG, emite no comprimento de onda de 2,94 μm , este comprimento de onda é coincidente com o pico de absorção da água e da hidroxiapatita. Esses cromóforos são os principais componentes do tecido duro do dente, o esmalte e a dentina.

A interação do laser com os tecidos duros do dente promovem o processo de ablação explosiva, onde a luz interagindo com a água promove um aquecimento da mesma e as moléculas de água aquecidas são vaporizadas e se expandem, ocorrendo um aumento da pressão interna gerando micro-explosões levando a ejeção do material em forma de partículas microscópicas.

Keller e Hibst (1989a, 1989b) realizaram os primeiros estudos utilizando o laser de Er:YAG em tecidos duros dentais, observando a efetividade da ablação tanto de tecidos sadios como cariados, e o uso com spray de água evitando a geração excessiva de calor não causando danos térmicos aos tecidos adjacentes.

A cárie dentária atinge a maioria da população brasileira e é uma doença bacteriana infecto-contagiosa influenciada pelos fatores salivares e da dieta, se manifesta clinicamente pela perda de minerais localizados, processo denominado de desmineralização.

Para o diagnóstico do processo de lesão cariada, além do exame visual a Organização Mundial de Saúde (OMS), em 1991, recomendou que o método de avaliação deveria ser conduzido com um espelho plano, uma sonda exploradora, adotando uma abordagem sistemática. Uma superfície oclusal é considerada cariada quando um sulco ou fissura apresentar tecido amolecido na base, detectado pelo explorador ou pela descoloração do esmalte.

Os critérios propostos pela OMS não correspondem às necessidades clínicas, e as medidas preventivas e o diagnóstico de lesões iniciais são de grande importância, uma vez que a cárie é uma doença.

O uso de fluorescência induzida por laser para tentar quantificar a perda mineral do esmalte foi introduzida através do aparelho DIAGNOdent por Hirst e Gall, em 1998. Este aparelho é um método de diagnóstico quantitativo da cárie por fluorescência induzida por um laser de diodo emitindo na faixa do visível (vermelho) com comprimento de onda de 655 nm. A luz de excitação é transmitida ao dente através de uma fibra óptica e a detecção ocorre através de um feixe de fibras arranjado concentricamente ao redor desta fibra. A cárie fluoresce mais do que o esmalte e dentina saudáveis.

Este estudo foi realizado em dentes decíduos e a literatura ainda é muito escassa nesta área da Odontopediatria. Propusemos introduzir o aparelho DIAGNOdent para quantificar o processo de lesão cáriosa e avaliar o sucesso da remoção deste tecido com o laser de Er:YAG, que é um método promissor para a intervenção em crianças por produzir menos ruído e menor vibração do que os instrumentos rotatórios convencionais, além de produzir leve ou nenhuma sensação de desconforto.

2. OBJETIVO

Constitui objetivo do presente estudo em dentes decíduos, avaliar clinicamente:

1. a eficácia do aparelho DIAGNOdent para diagnóstico de lesão cariosa em comparação com o exame visual-tátil e o raio-x, e avaliar a completa remoção da cárie após o preparo cavitário e após a restauração.

2. a eficiência do laser de Er:YAG para preparos cavitários classe I em dentes decíduos em comparação com instrumentos rotatórios convencionais.

3. REVISÃO DE LITERATURA

3.1 Física do laser

A palavra LASER é formada pelas iniciais de "*Light Amplification by Stimulated Emission of Radiation*", isto é: Amplificação da Luz por Emissão Estimulada de Radiação".

O LASER nada mais é do que uma luz com propriedades especiais. A luz consiste de um campo eletromagnético oscilante, que é uma onda eletromagnética. Esta é descrita por suas propriedades características: comprimento de onda, frequência, potência e coerência, que são fótons de mesmo comprimento de onda se propagando na mesma direção, em fase no tempo e no espaço, e vibrando na mesma taxa. Essa propriedade é importante devido à possibilidade de focalização do laser em regiões diminutas (Maillet, 1987).

A partir das postulações de NIELS BOHR, de que elétrons podem mudar de órbita emitindo ou absorvendo quantidades discretas de radiação (quanta de energia), em 1917, ALBERT EINSTEIN, estudou a interação dos átomos com a luz e introduziu o conceito de emissão estimulada. Os elétrons nos átomos geralmente se encontram em níveis específicos de energia. Um sistema físico em equilíbrio, no seu estado de menor energia, está no seu estado fundamental. Se um de seus elétrons mudar para uma camada mais externa, adquirindo energia, passa para um estado de energia excitado. Esse fenômeno é conhecido como absorção. Quando os elétrons em estado de energia excitado forem em número maior do que do estado fundamental, houve o que é denominado de inversão de população. Essa condição é necessária para que a emissão estimulada ocorra. O processo de emissão estimulada se dá quando um sistema que se encontra em um de seus estados excitados é estimulado por um fóton externo a emitir outro fóton (Maillet, 1987).

Partindo do conceito de emissão estimulada, postulado por Einstein em 1917, TOWNES em 1951 desenvolveu o MASER (Amplificação de Microondas por Emissão Estimulada de Radiação), e em 1958 SHAWLOW e TOWNES

propuseram estender os princípios do MASER para a região do visível do espectro eletromagnético (Maillet, 1987).

Os elementos constituintes de uma fonte laser são:

- Um "meio ativo", que pode ser sólido, líquido ou gasoso.

O laser de Er:YAG possui um meio ativo sólido, é o YAG (*Yttrium Aluminium Garnet*), isto é, uma granada de ítrio e de alumínio, dopada por érbio.

- Um "bombeamento" que produza a "inversão de população". No caso do laser de Er:YAG, é uma lâmpada flash que promove o bombeamento óptico.

- Uma "cavidade ressonante", onde se encontram um espelho totalmente refletor e um espelho parcialmente refletor por onde o feixe laser sai da cavidade (Maillet, 1987).

Um sistema laser pode operar em regime contínuo (CW) ou pulsado. O laser de Er:YAG opera no regime pulsado, a sua emissão tem duração inferior a do funcionamento do flash (Maillet, 1987).

O sistema de entrega de um feixe laser pode ser diretamente, ou através de endoscópios, lentes, microscópios, braços articulados, fibra ótica ou ainda, fibras ópticas. O laser de Er:YAG tem seu sistema de entrega de feixe por meio de fibras ópticas (Maillet, 1987).

Quando a luz laser incide em um tecido biológico, ela interage de quatro formas: reflexão, transmissão, espalhamento e absorção.

Parte da luz que incide em um tecido biológico é refletida, uma parte da luz remanescente e que foi transmitida é espalhada dentro do tecido, ocasionando em alguns casos danos térmicos em regiões distantes da região de aparente propagação da luz. Parte da luz remanescente é absorvida, tanto pela água no tecido ou por algum outro cromóforo absorvedor, levando a uma transferência de energia para o tecido, caso dos processos ressonantes. Finalmente uma parte da luz pode ser transmitida ao longo de toda a espessura do tecido (Fowler, 1984).

Uma vez que o corpo humano é majoritariamente constituído por água, a absorção da luz pela água é de fundamental importância para as aplicações biomédicas dos lasers. Os elementos do tecido que exibem um coeficiente de absorção não nula de um particular comprimento de onda ou por uma região do espectro eletromagnético, são chamados de cromóforos. Além da água, no nosso caso, a hidroxiapatita exerce significativa influência sobre a interação da radiação do laser de Er:YAG e o tecido (Fowler, 1984).

O laser de Er:YAG, emitindo em $2,94\mu\text{m}$, tem pouca penetração no tecido, sendo fortemente absorvido pela água e pela hidroxiapatita. Esta característica faz com que este laser seja uma excelente ferramenta de corte, vaporização e hemostasia (Hibst e Keller, 1989a).

Os mecanismos de interação da luz laser com os tecidos biológicos são:

- Interação fotoquímica
- Interação térmica
- Fotoablação
- Ablação induzida por plasma
- Fotodisrupção

O efeito térmico, no caso de tecidos duros, irá produzir o processo denominado ablação explosiva da água. Para tecidos duros o processo de remoção do tecido se inicia ao se atingir a temperatura de limiar de ablação explosiva (300°C). Por outro lado, a temperatura de vaporização do tecido duro (H.A.) é de cerca de 1250°C (Hibst e Keller, 1989a).

O processo que ocorre com a irradiação do laser de Er:YAG em tecidos duros dentais é a remoção explosiva do tecido mediada pela água, onde a absorção do laser de Er:YAG pela água provoca aquecimento destas moléculas. Essa água aquecida é vaporizada e se expande ocorrendo um aumento da pressão interna, gerando micro-explosões e levando a ejeção do material em forma de partículas microscópicas. Este mecanismo se torna interessante para uso clínico quando os processos são realizados sobre refrigeração hidrocínética (água mais ar sobre pressão) (Miserandino, 1995).

As principais razões para a aplicação da irradiação laser com a finalidade de provocar ablação nos tecidos duros dentais são: a capacidade de reduzir a dor associada com o processo tradicional de desgaste destes tecidos utilizando pontas montadas de alta rotação, a possibilidade de remoção seletiva de tecidos cariados, a possibilidade de um tratamento mais conservador através de uma intervenção mais precisa de lesões pequenas e, por último, o benefício de um tratamento com uma melhor relação custo/benefício. Como vantagem adicional, a ablação dos tecidos dentais através da irradiação laser apresenta a

possibilidade de redução dos ruídos provocados durante o preparo cavitário, apesar deste fator depender das condições de irradiação (Hibst e Keller, 1989a).

3.2 Cárie dentária

A cárie dentária é um processo patológico multifatorial, ou seja, é uma doença bacteriana infecto-contagiosa influenciada pelos fatores salivares e da dieta, que se manifesta clinicamente por perdas minerais localizadas, resultando na destruição de tecidos dentários. Basicamente, esta destruição é resultado de um desequilíbrio do processo dinâmico que ocorre entre as substâncias mineralizadas do dente e o fluido do biofilme dentário adjacente. A prevalência da cárie é cumulativa, aumentando com o evoluir da idade, especialmente quando não controlada (Boari, 2000).

O esmalte dental é considerado o tecido mais duro do corpo humano, é composto de 95% de material inorgânico, 4% de água e 1% de material orgânico. O componente inorgânico consiste principalmente de apatita, em suas formas hidróxi, flúor e carbonato. O cálcio e o fósforo são os dois componentes muito encontrados no esmalte, vê-se pela fórmula química da hidroxiapatita: $\text{Ca}_{10}(\text{PO}_4)_6(\text{OH})_2$. A porção orgânica do esmalte consiste de aminoácidos (proteínas) da família queratina e denominados de amelogenina no esmalte em desenvolvimento e enamelinina no esmalte maduro. A água em conjunto com a matriz orgânica secretada pelos ameloblastos, participa ativamente do processo de desenvolvimento e maturação do esmalte, como no caso da conversão dos fósforos de cálcio amorfo em hidroxiapatita. Os cristais de hidroxiapatita constituem a menor estrutura mineralizada e o conjunto destes cristais, por meio de posicionamentos espaciais específicos, formam a unidade estrutural denominada de prisma ou esmalte prismático, e também os esmaltes interprismático e o aprismático (Corrêa, 1998).

Os prismas, na quantidade de 30000 a 40000 unidades/mm² de esmalte, apresentam-se dispostos lado a lado e circundados pelo esmalte interprismático. No limite entre os esmaltes prismático e interprismático ocorre maior quantidade de espaços (porosidades), por onde ocorre o fluxo de água e matriz orgânica para a maturação contínua do esmalte. O esmalte aprismático ocorre na superfície do esmalte de todos os dentes decíduos e em 70% dos

permanentes. Trata-se do esmalte na porção mais superficial e não apresenta prismas na sua constituição (Corrêa, 1998).

Segundo Gwinnett (1992), a superfície porosa do esmalte permite trocas iônicas e fluxo de água com o meio bucal (permeabilidade) e a alta porcentagem de material inorgânico (hidroxiapatita) confere, também, a propriedade óptica da translucidez que caracteriza a nuance de cor nas diferentes porções da coroa dental.

O esmalte está em constante atividade metabólica, ou seja, está sempre trocando íons com o meio ambiente, através de seus microporos. Este fenômeno dá origem a um processo de desmineralização e remineralização natural de defesa do esmalte contra eventuais ataques ácidos. Portanto, a integridade do esmalte dental depende do equilíbrio dinâmico dos ciclos de desmineralização. O pH bucal crítico é o pH no qual a saliva é saturada no que se refere à apatita do esmalte, e está em torno de 5,3 a 5,5. Quando a acidificação é alta e o pH cai para menos de 5,2 existe a possibilidade de ocorrer a desmineralização e conseqüentemente a ruptura do esmalte e o início da formação da lesão cariosa, ao contrário, o esmalte tende a se remineralizar com o pH acima do valor crítico. O pH crítico depende das concentrações de cálcio e fosfatos na saliva e no fluido do biofilme dental (Larsen e Brun, 1995).

O principal mineral dental consiste em hidroxiapatita de cálcio carbonatado (HA-CaC), esta é diferente da hidroxiapatita de cálcio, devido a substituição do carbonato por uma porção de fosfato na hidroxiapatita de cálcio (HA-Ca). A hidroxiapatita de cálcio carbonatado é mais solúvel que a hidroxiapatita de cálcio, principalmente em $\text{pH} \leq 4$. Apesar de praticamente insolúvel no $\text{pH} > 7$, a hidroxiapatita de cálcio carbonatado torna-se solúvel quando o pH é diminuído (Featherstone *et. al.*, 1990). O processo de formação da cárie passa pela transformação de HA-Ca para HA-CaC.

A microbiota cariogênica e a presença de biofilme dental são consideradas fatores primários para o desenvolvimento da cárie, a dieta e os constituintes salivares são os fatores moduladores (Zanin, 1999). As bactérias se aderem à película dental formando colônias denominadas biofilme dental. Quanto mais precocemente ocorrer esta infecção, maior será a possibilidade de formar grandes quantidades de biofilme dental. As bactérias do tipo *Streptococcus* grupo *mutans* são acidogênicas e acidúricas, produzem e sobrevivem em ambientes

ácidos (Kramer *et. al.*, 1997). Na presença do substrato adequado, os microorganismos prosseguem atuando, produzindo a redução do diâmetro dos cristais de esmalte, que abrem espaço para a ocupação de água e matéria orgânica. Na medida em que esses têm seu diâmetro reduzido são seqüestrados para o meio ambiente bucal e aparece clinicamente a primeira evidência da doença, que é a mancha branca não cavitada (Newbrun, 1988).

Quanto as propriedades físicas do esmalte dentário, devido ao seu alto conteúdo mineral e características estruturais, ele pode ser considerado um sólido microporoso composto por cristais firmemente unidos o que lhe dá uma aparência vítrea (Ten Cate, 1988). A translucidez característica do esmalte permite, de acordo com a variação de sua espessura, que o dente apresente a cor da dentina. Embora a união dos cristais seja muito firme em nível macroscópico, cada cristal é separado de seu vizinho por finos espaços intercristalinos preenchido com água ou material orgânico. Estes espaços juntos formam uma fina rede de vias de difusão, que são chamadas de microporos ou poros do esmalte (Thylstrup e Fejerskov, 1995).

Thylstrup e Fejerskov (1995), explicando este fato, descrevem que os espaços intercristalinos podem ser preenchidos por ar (índice de refração=1) ou por água (índice de refração=1.33) fato este que promove alteração no grau de translucidez do esmalte (que é um fenômeno óptico). O índice de refração da hidroxiapatita é de 1.62. Se os espaços intercristalinos do esmalte são preenchidos com uma solução aquosa, cujo índice de refração (1.33) é próximo à da hidroxiapatita (1.62), é como se todos os espaços intercristalinos "desaparecessem", assim o esmalte mantém sua translucidez e sua propriedade óptica não é alterada. Quando secamos uma superfície dental descalcificada de tal forma que os espaços intercristalinos sejam preenchidos por ar (índice de refração=1.0) teremos uma grande diferença entre o índice de refração da hidroxiapatita e dos espaços vazios. Assim, o mesmo tecido, quando estiver descalcificado, perde sua translucidez e conseqüentemente, parece opaco.

3.3 Diagnóstico de lesões iniciais de cáries

Segundo Gondahl (1995) o processo de diagnóstico visa separar indivíduos que possuem a doença cárie daqueles que não a possuem, ou separar

os diversos estágios da doença num mesmo indivíduo ou ainda traçar objetivos quanto ao plano de tratamento. Sendo assim o diagnóstico é utilizado com as seguintes finalidades:

- Estabelecer presença de lesões cariosas em dentes com suspeita de cárie.
- Determinar a extensão da lesão.
- Selecionar o tratamento visando o melhor prognóstico.
- Monitorar a eficiência do tratamento preconizado e avaliar a sua eficácia.
- Verificar a presença de lesões cariosas numa população sem sinais e sintomas, para um procedimento de seleção.
- Pesquisar a presença de indivíduos de alto risco para futuras cáries, tentando imprimir de antemão um tratamento preventivo.

Grandes lesões cariosas são de simples diagnóstico, até por leigos, pois a destruição bastante acentuada dos tecidos dentais favorece a visualização das cavidades nos dentes envolvidos. No entanto, sendo a cárie dentária um processo de doença que se desenvolve desde estágios com níveis de destruição submicroscópicos a sinais e sintomas clínicos óbvios, o grande mérito está em se conseguir diagnosticar lesões cariosas nos seus estágios mais precoces. Todos os procedimentos para um correto diagnóstico devem ser dirigidos para as tentativas de revelar fatores que favoreçam o desenvolvimento do processo da cárie dentária (Gondahl, 1995).

Diferentes métodos foram desenvolvidos e testados com a finalidade de se diagnosticar o mais precocemente possível às perdas minerais ocorridas durante o processo evolutivo da lesão cariiosa. Serão descritos a seguir os métodos que serão utilizados neste trabalho, que são os métodos mais comumente utilizados e estudados.

3.3.1 Exame clínico

O exame clínico pode ser dividido em inspeção visual e exame tátil.

Inspeção visual

A inspeção visual se baseia na cuidadosa e esmerada observação das superfícies do esmalte dental com a finalidade de se detectar alterações visíveis

tais como manchas brancas, descolorações e ou cavitações. Deve ser realizado com as superfícies dos dentes limpas, secas e bem iluminadas (Kramer *et. al.*, 1997).

A primeira manifestação clínica da cárie dental é a mancha branca, que somente poderá ser detectada em superfícies de dentes bem limpas e secas. A sua aparência física é resultante dos diferentes índices de refração da luz da hidroxiapatita, água e ar. A mancha branca poderá apresentar-se brilhante ou opaca. Quando se apresentar brilhante significa que já houve remineralização dos tecidos lesionados e quando se apresentar opaca significa que a lesão cariosa está em franca atividade (Kramer *et. al.*, 1997).

A presença dessa opacidade do esmalte na entrada das fissuras está mais próxima de um indicador para o diagnóstico preciso em dentes com cáries e sem cavitação macroscópica (Lussi *et. al.*, 1995a). Com o tempo, essa lesão por ser mais porosa tende a se pigmentar e mudar de cor, que pode variar do cinza ao marrom. Nesse caso, o diagnóstico se torna difícil, pois às vezes poderá ocorrer uma remineralização do esmalte e a cor permanecer alterada, o esmalte está novamente sadio tratando-se de uma lesão inativa, houve um selamento biológico, que não apresenta progressão da lesão (Kramer *et. al.*, 1997).

Mesmo sob condições ideais, há o risco da ordem de 20 a 48% de se fazer um subdiagnóstico, com apenas o exame visual, das lesões de cáries oclusais com avanço em dentina (Kidd, *et. al.*, 1993).

Exame tátil

A inspeção tátil consiste na exploração de todas as fossas e fissuras com uma sonda exploradora de ponta bem afiada (0,7mm), que quando aplicada sobre a fissura e ficando retida, indica a presença de cavitação (Kramer *et. al.*, 1997). O seu uso é controverso, uma vez que não melhora a capacidade de diagnóstico verdadeiro positivo e ainda pode comprometer o tecido (Kidd, *et. al.*, 1993).

No entanto pode-se recomendar o uso de uma sonda exploradora com ponta romba (0,4mm), sem pressão, com a finalidade de se promover à limpeza dos sulcos e fissuras após a profilaxia, para facilitar a inspeção visual (Kramer *et. al.*, 1997).

A Organização Mundial de Saúde em 1991 recomendou que o método de avaliação da cárie dentária deveria ser conduzido com um espelho plano, uma sonda exploradora, adotando uma abordagem sistemática. Dentro dos critérios utilizados, os estágios iniciais da doença que precedem à formação de cavidades, não são levados em consideração. Também não são considerados cariados dentes com sinais de manchas esbranquiçadas, descolorações rugosas, e todas lesões questionáveis, como sulcos e fissuras manchados em que o explorador prender, mas não apresentar uma base amolecida ou esmalte socavado. Uma superfície oclusal é considerada cariada quando um sulco ou fissura apresentar tecido amolecido na base, detectado pelo explorador ou pela descoloração do esmalte.

Chan (1993) descreveu que os critérios da Organização Mundial de Saúde medem cárie somente quando a cavitação está presente, o que não corresponde às necessidades clínicas. O autor lembrou que, com a administração efetiva de medidas preventivas, o diagnóstico das lesões iniciais é de grande importância, uma vez que a cárie dentária deve ser considerada um processo de doença, e não um simples evento em um estágio particular.

3.3.2 Exame radiográfico

O exame radiográfico como auxiliar do diagnóstico de lesões cariosas tem se mostrado um excelente recurso e vários são os fatores que contribuíram para se tornar freqüente o uso deste método (Kolmakow *et. al.*, 1984).

- diagnóstico radiográfico torna possível o estudo das partes inacessíveis dos dentes, por exemplo, às lesões cariosas proximais;
- pode-se avaliar por este meio a extensão da lesão e sua relação com a polpa;
- constitui um método não invasivo, diferentemente da sondagem que pode danificar a sub-superfície da lesão;
- fornece documentação definitiva, o que permite acompanhamento da atividade da doença ao longo do tempo (Tenovuo *et. al.*, 1995).

As diferenças anatômicas entre dentes e a distribuição da perda mineral numa lesão cariosa nem sempre aparecem na mesma proporção da situação real, quando impressas numa película radiográfica. Essas diferenças fazem com que se torne claro que somente pela radiografia não se pode

determinar com precisão o estado real das lesões cáries (Gondahl, 1995). Diagnósticos falso positivo e falso negativo podem ocorrer (Lussi *et. al.*, 1995b; Nyttun *et. al.*, 1992; Wenzel *et. al.*, 1991).

Portanto, para obtermos as informações necessárias de uma radiografia com a finalidade de auxiliar no diagnóstico, deve-se ter em mente que:

- a qualidade do exame radiográfico é fundamental;
- os primeiros estágios da lesão cáries não podem ser observados;
- a radiografia não distingue com precisão as superfícies proximais sadias das superfícies que protegem as lesões na sub-superfície ou das superfícies com cavitação;
- de certo modo as radiografias subestimam a extensão da desmineralização, mas na dependência do ângulo de projeção podem ocorrer super estimativa do tamanho destas lesões;
- a interpretação da radiografia pode ser diferente entre diferentes observadores (Gondahl, 1995; Lussi *et. al.*, 1995b).

Sendo assim, a radiografia somente vai fornecer parte das informações necessárias para se tomar decisões sobre o diagnóstico da lesão cáries.

Sensibilidade seria a capacidade do método de diagnosticar corretamente a presença da doença; já a especificidade avalia a capacidade do método de diagnosticar corretamente a ausência da doença.

A validade do método visual e radiográfico na detecção da cárie oclusal foi o objetivo de Toledo *et. al.* (1998) estudando 33 molares decíduos que sofreram esfoliação, com ou sem sinal de cárie incipiente. Slides coloridos foram realizados para registrar a superfície oclusal e, de forma padronizada, foram executadas as tomadas radiográficas. Após o exame pelos dois métodos, os dentes foram seccionados para a análise microscópica. Os resultados, comparando os achados visual e radiográfico com o microscópio, revelaram que dos 22 dentes considerados sadios tanto visual como radiograficamente, 19 estavam sadios, três apresentavam lesão, sendo uma limitada ao esmalte e duas em nível de dentina. Quanto aos 11 dentes com sinais de lesão oclusal incipiente, nove mostraram a presença da lesão, sendo quatro no esmalte e cinco na dentina. Dois dentes considerados com lesão estavam sadios. Assim concluíram que o uso do exame visual e radiográfico não foi fidedigno para

mostrar a verdadeira condição de cárie dentária na fissura, como o exibido na avaliação histológica.

Featherstone (1996) descreveu a necessidade de novos métodos para detectar cáries. A cárie dental continua sendo o maior problema para adultos assim como em crianças, mesmo que ótimos avanços tenham sido feitos em métodos preventivos nos últimos 20 anos. Novos métodos para a prevenção do avanço de cáries funcionarão melhor se lesões puderem ser detectadas em um estágio inicial.

Featherstone (1999), afirmou em seus estudos que a detecção clínica de cáries nos EUA é feita com exame visual, tátil com o "explorador", e radiografias convencionais, e que todos são inadequados para diagnosticar as superfícies oclusais dos dentes, onde a maioria das cáries ocorre. Muitas vezes o Cirurgião-Dentista tem que explorar a cárie perfurando o dente com broca.

3.3.3 Fluorescência induzida por laser

As desmineralizações do esmalte podem ser verificadas através da monitoração das propriedades físicas do mesmo. O grau de alteração destas propriedades está diretamente relacionado à quantidade de desmineralização ocorrida (Stookey e Analoui, 1998; Zandona, 1997). O uso de fluorescência induzida por laser para se tentar quantificar a perda mineral do esmalte é uma possibilidade de diagnóstico e foi introduzida por BJELKHAGEN em 1982 (Al-Khateeb *et. al.*, 1997).

Nos estudos de Hibst e Gall (1998) tanto o comprimento de onda do espectro violeta ao verde (Laser de Argônio) como o do laser de diodo emitindo na faixa do espectro vermelho foram utilizados para excitação e posterior detecção da fluorescência. Assim, foi desenvolvido um novo método de detecção de cáries pela medida da fluorescência excitada por um laser de diodo emitindo na faixa do visível (vermelho) com comprimento de onda de 638 ou 655 nm. Com o desenvolvimento do aparelho DIAGNOdent, que possui um laser emitindo no comprimento de onda de 655 nm, observou-se que a cárie fluoresce com mais intensidade do que o esmalte ou dentina saudável, e por isso é mais fácil a sua detecção. Outra vantagem do laser de diodo sobre o laser de Argônio é o custo

mais baixo, facilidade operacional e tamanho, permitindo uma utilização clínica mais fácil.

O laser de diodo é um chip semiconductor que funciona como um diodo (Fig.1). A região ativa do diodo lembra um sanduíche de materiais semicondutores; as duas estruturas cristalinas são dotadas com certa quantidade de material para que possam apresentar características elétricas diferentes, a saber; uma camada de material condutor de carga elétrica positiva (camada p): AsGa (Arseneto de Gálio) tipo p – dopado com zinco (Zn); e outra camada de material condutor de cargas negativas (camada n): AsGa (Arseneto de Gálio) tipo n – dopado com telúrio (Te). As duas camadas condutoras são separadas por uma camada não condutora.

Quando uma voltagem é aplicada à camada p e à camada n, ocorre um fenômeno de troca que faz com que os elétrons passem de uma camada a outra, emitindo fótons no restabelecimento de seu equilíbrio.

Embora estas cavidades sejam extremamente pequenas, podem produzir vários Watts de potência. Os diodos possuem comprimento de onda no espectro vermelho e infravermelho (620 a 1500 nm). Os quais são determinados pelo tipo de material semiconductor utilizado (Zanin, 1999).

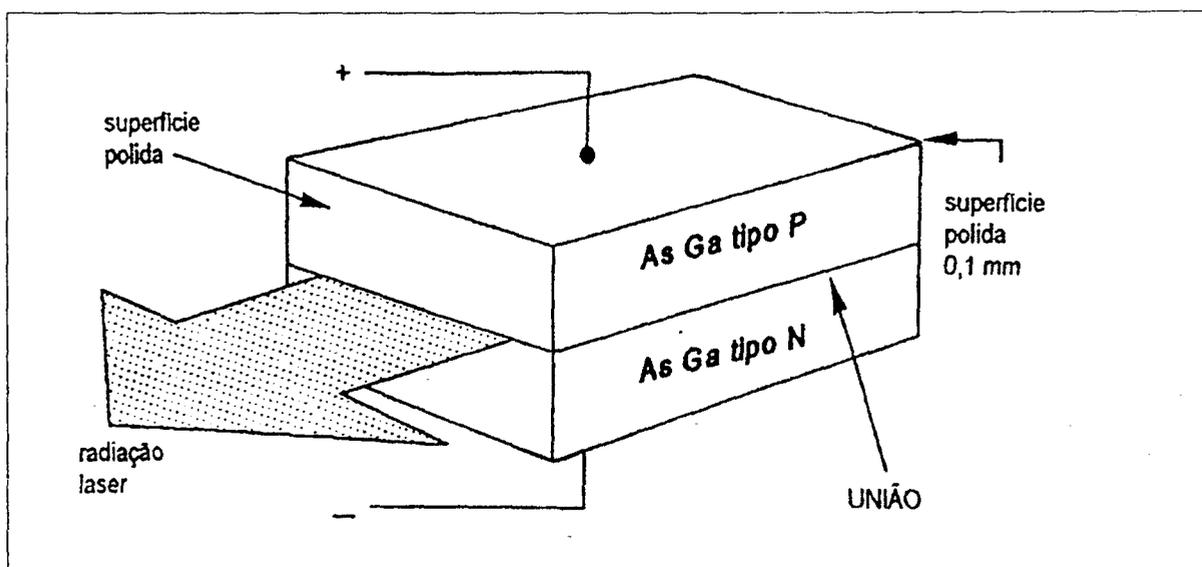


Fig.1 - Esquema do diodo laser AsGa

De acordo com o manual de instrução "DIAGNOdent: princípio de funcionamento" fornecido pela KaVo Company Germany, foi relatado que substâncias duras alteradas como tártaro, placa e cáries, quando expostas à luz com um comprimento de onda de 655 nm, emitem uma luz fluorescente após

serem absorvidos pela luz do laser. Danos à substância do dente podem ser excluídos com segurança, em vista da intensidade do laser utilizado. A luz laser penetra vários milímetros para dentro do dente, e a profundidade de penetração depende do tipo e condição da substância do dente. A luz laser emitida por uma fibra óptica penetra no dente. A luz fluorescente emitida pelos defeitos é coletada no dispositivo através de fibras luminosas adicionais na circunferência da fibra óptica. Esta informação é processada pelos componentes eletrônicos no interior do instrumento. O resultado da medição aparece no visor, como um valor entre 1 e 99. A tendência deste valor está em relação direta com o tamanho da lesão. Opcionalmente, a detecção da radiação fluorescente, pode ser indicada por meio de um sinal auditivo. Assim, o DIAGNOdent é a primeira ferramenta de diagnóstico a fornecer resultados reproduzíveis e quantitativos no exame de substância dura alterada, o que é muito vantajoso para o monitoramento da condição do dente. Este método também permite diagnosticar lesões no estágio inicial mesmo que apresentem uma superfície macroscopicamente intacta. O aparelho consiste de uma unidade estacionária portátil com uma fibra óptica em cuja ponta se localiza a sonda. O diodo laser e os componentes eletrônicos encontram-se no interior da unidade. No painel frontal existem dois visores digitais que indicam os valores medidos. O visor à esquerda indica o valor medido instantâneo numa escala de 0 – 99. O visor à direita indica o valor máximo medido durante um ciclo de medições. O instrumento possui também a função de calibração. A calibração é desejável em casos onde se deve obter medições exatas por um período de tempo extenso, por exemplo, ao monitorar cáries por vários meses. A calibração é efetuada com auxílio de um padrão externo – um disco cerâmico. Este padrão externo pode ser utilizado para calibrar a unidade em intervalos regulares a fim de garantir a reprodutibilidade dos resultados. A unidade é fornecida com três sondas extras, duas em forma de cone truncado (sonda A) e uma plana (sonda B). Estas diferentes sondas permitem exames de áreas como fissuras oclusais e superfícies lisas vestibulares e linguais, respectivamente. Uma terceira sonda (C) está em desenvolvimento para ser utilizada em superfícies proximais.

Hibst e Gall (1998) demonstraram que a excitação com luz vermelha, de comprimento de onda entre 630 e 655 nm, é adequada para fins de detecção de cáries. A fluorescência emitida por excitação com comprimento de onda mais

longo foi reduzida nos tecidos mineralizados do dente e assim a cárie agora fluoresce significativamente com mais intensidade do que o esmalte saudável ou a dentina. Esta descoberta permitiu a concepção de um detector de cáries com um diodo de laser emitindo no âmbito espectral vermelho (servindo de fonte de luz), com o fotodiodo servindo como detector, e podendo ser energizado com baterias. A luz de excitação é transmitida ao dente através de uma fibra óptica. A detecção ocorre através de um feixe de fibras arranjado concentricamente ao redor desta fibra. O sistema foi testado em vários dentes humanos avulcionados. Isto forneceu a medição quantitativamente reproduzível e a detecção de cáries não apenas na superfície, mas também abaixo dela (cáries solapantes), sendo a profundidade da detecção de 1mm aproximadamente. Este sistema também pode ser utilizado para verificar o êxito do trabalho de prevenção.

Reich *et. al.* (1997) avaliando a evolução clínica de um sistema a laser de 655 nm para diagnóstico de cárie, relataram que numa comparação entre os exames clínicos e com laser em dentes de 140 crianças de 10 a 12 anos de idade, cerca de 15% dos valores marcados pelo laser indicavam uma progressão de cáries que no exame visual não tinha sido detectada. Existiu, porém uma certa quantidade de falso positivo devido à sensibilidade do sistema. Concluíram que o novo sistema a laser parece oferecer um diagnóstico melhor quando comparado com o exame clínico; ele tem sensibilidade que permite detectar um grande número de cáries ocultas.

Reich *et. al.* (1998) relataram que o diagnóstico de cáries tem se tornado mais difícil nos últimos anos, pois há clinicamente maior número de cáries ocultas que não são diagnosticadas. O objetivo deste estudo foi avaliar a precisão do DIAGNOdent na detecção clínica da cárie. 24 pacientes foram examinados clinicamente, radiograficamente e com sistema a laser. Eles tinham 55 dentes posteriores com diagnóstico a laser positivo, mas diagnóstico clínico da cárie duvidoso. As fissuras duvidosas foram cuidadosamente abertas com uma broca diamantada para avaliar o diagnóstico. Duas pontas de laser com angulações diferentes foram avaliadas com repetidas medições. 13% das lesões foram restritas ao esmalte, 87% foram em dentina. Para as lesões de esmalte o diagnóstico com o laser deu medições médias de 29% em escala de porcentagem, com mínimo de 15% e máxima de 47%, enquanto que nas lesões de dentina a média foi de 56%, com variável de 20 a 99%. Estas diferenças foram

estatisticamente significantes ($p < 0,05$). A ponta de menor angulação foi aproximadamente 30% mais sensível do que a ponta maior. Enquanto este estudo planejado pode avaliar somente superfícies classificadas como cárie, o sistema a laser foi capaz de detectar cáries em todos os casos, e a ponta menor melhorou a sensibilidade para detecção de cáries, *in vivo*, porém mais dados são necessários para se diferenciar lesões de esmalte e dentina.

Lussi *et. al.* (1998) visou o desenvolvimento de um sistema de fluorescência a laser para a quantificação de cáries. Para testá-lo em superfícies intactas e para destaque dos melhores pontos para os diferentes estágios da cárie, antes da medição, os dentes foram rigorosamente lavados com água e hipoclorito de sódio (2,5%, 2min) e então polidos com pedra pomes. O sistema foi comparado com o medidor eletrônico de cáries (ECM). Após a avaliação de 91 molares humanos avulsionados, os dentes foram preparados histologicamente, seccionados perpendicularmente à face oclusal em série, e foram avaliadas as extensões das cáries. Os melhores limites destacados foram determinados, e estabelecendo-se qualquer cárie com mais que a metade da espessura do esmalte (D_2), ou cáries envolvendo a dentina (D_3).

As seguintes especificidade e sensibilidade foram encontradas (%):

	Laser no dente úmido	Laser no dente seco	ECM
- Especificidade			
D_2	80	74	63
D_3	86	79	77
- Sensibilidade			
D_2	84	79	84
D_3	64	76	88

Foi concluído que o novo sistema de fluorescência a laser pode ser um instrumento útil na detecção de cáries. Contudo, o número indicado no visor deve ser confirmado em outros dentes. Mais parâmetros, como a influência da placa ou cálculo na fissura, e reprodutibilidades ainda devem ser avaliadas.

Shi *et. al.* (2001) fizeram um estudo comparando o DIAGNOdent e o exame radiográfico relacionando a precisão de diagnóstico para detecção de cáries oclusais. 76 dentes molares e pré-molares extraídos foram avaliados duas vezes sob ambas condições, molhados e secos, com tempo de intervalo de duas

semanas. Raio-x convencional foi tirado. Uma excelente reprodutibilidade do DIAGNOdent foi encontrada, $R= 0.97$ e 0.96 , sob condições molhadas e secas, respectivamente. Uma diferença estatisticamente significativa ($p= 0.046$) foi encontrada entre condições secas e molhadas quando a cárie dentária foi avaliada com o DIAGNOdent. O exato diagnóstico do DIAGNOdent foi significativamente melhor do que a radiografia ($p\leq 0.001$). Os autores concluíram que, o diagnóstico realizado para detecção de lesão cáriosa oclusal *in vitro*, foi melhor com o KaVo DIAGNOdent do que a radiografia bite-wing.

3.3.4 O Laser de Er:YAG

Os primeiros estudos da utilização do laser em odontologia foram realizados a partir de 1964 por Goldman *et. al.* analisando os componentes inorgânicos de tecidos calcificados irradiados com o laser de rubi, e por Stern e Sognnaes (1964), que reportaram as alterações no esmalte como fusão e vitrificação, e na dentina apresentando crateras mais definidas com indícios de carbonização, após irradiação laser.

Hibst e Keller (1989a), realizaram os primeiros estudos utilizando o laser de Er:YAG em tecidos duros dentais, observando a efetividade da ablação tanto de tecidos sadios como cariados, sem danos térmicos aos tecidos adjacentes. Estudaram a eficiência da irradiação do laser de Er:YAG a $2,94\mu\text{m}$ no esmalte e na dentina e compararam os resultados com a aplicação do laser de CO_2 . A temperatura na superfície dos dentes foi medida através de uma termocâmara. Os autores concluíram que o laser de Er:YAG é efetivamente absorvido nas estruturas duras do dente, pela água e pelos componentes inorgânicos, e causa um aquecimento pequeno e rápido. O esmalte e a dentina foram removidos, em parte, pelo processo contínuo de vaporização e, em parte, em forma de micro-explosões, promovendo uma boa qualidade das paredes da cavidade. As medidas de temperatura indicaram que durante a irradiação com o laser de Er:YAG, uma quantidade mínima de aquecimento é transmitida aos tecidos adjacentes por difusão térmica quando comparada às medidas encontradas com o laser de CO_2 .

Hibst e Keller (1989b), fizeram um estudo adicional ao anterior utilizando microscopia óptica e microscopia eletrônica de varredura para avaliação

das alterações provocadas pela irradiação de esmalte e dentina com o laser de Er:YAG e CO₂, com os mesmos parâmetros do trabalho anterior. Os resultados observados em microscópio óptico, mostraram crateras de diferentes configurações causadas pelo laser de CO₂. Dependendo da combinação do tempo de exposição e potência, uma menor ou maior zona de fusão esbranquiçada com margem saliente foi observada no esmalte, e também zonas de carbonização ao redor das cavidades, com diferentes profundidades em dentina. As paredes das cavidades demonstraram numerosas fissuras. O exame dos espécimes tratados com o laser de Er:YAG sobre microscopia óptica não revelaram nenhuma zona de carbonização ou fusão como as observadas pelos espécimes tratados com o CO₂, nem fissuras ou fraturas ao redor dos tecidos duros dos dentes. As cavidades produzidas pelo laser de Er:YAG se apresentaram com aspecto rugoso sem sinais de injúrias térmicas sérias e sem modificações na disposição dos cristais de hidroxiapatita do esmalte e da dentina, contrariando as tratadas com laser de CO₂. Os autores concluem que a maior parte da energia incidente é consumida pelo processo de ablação, sendo que apenas uma pequena fração energética resulta em aquecimento do tecido remanescente.

Kayano *et. al.* (1991) avaliaram o efeito do laser de Er:YAG no esmalte superficial de dentes humanos extraídos. Avaliaram também a possibilidade do esmalte adjacente aos defeitos da ablação adquirir resistência ácida, e ainda, o efeito da ablação do laser sobre esmalte, dentina e cimento. Os dentes foram analisados em microscópio e os autores chegaram às seguintes observações: a) o laser de Er:YAG removeu por ablação o tecido dental nitidamente, sem promover fraturas, usando o método contato ou não contato; b) o tamanho dos defeitos ficou limitado à área irradiada, e pode estar relacionado às condições de irradiação e espessura do dente; c) o laser promoveu resistência ácida ao esmalte marginal adjacente aos defeitos promovidos pela ablação.

Também em relação à análise de resistência ao ácido no esmalte dental irradiado com laser, Morioka *et. al.* (1991), realizaram um experimento irradiando o esmalte dental com o laser de Er:YAG. A superfície do esmalte foi pintada com tinta preta ou branca para examinar o efeito da tinta. Os autores concluíram que o laser de Er:YAG causou aumento da resistência do esmalte

dental. A tinta preta produziu resistência maior, entretanto a branca causou menor dano ao esmalte.

Keller e Hibst (1992a), foram os primeiros a realizar um estudo clínico com o laser de Er:YAG em 33 pacientes, totalizando 67 dentes. Foram realizados preparos classe I, II, III e IV nos dentes com lesões de cáries incipientes e restauradas com resina composta. O laser de Er:YAG foi focalizado em 0,8mm de diâmetro de foco, 4Hz de taxa de repetição e 150 à 450 mJ/pulso de energia, sob refrigeração de spray de água. Os resultados indicaram que nenhum dos dentes perdeu a vitalidade e em nenhum deles ocorreu sensibilidade à percussão. Somente em um caso foi necessária anestesia local. Os autores observaram que os preparos dos dentes com o laser de Er:YAG promoveram menor sensação de dor do que os preparos com turbina de alta-rotação ou baixa-rotação. Houve diferença entre a percepção dolorosa dos preparos realizados próximos e distantes da polpa. Os autores concluíram que o laser de Er:YAG foi o primeiro sistema para remoção de cárie que não utilizou o método mecânico convencional com brocas; o preparo cavitário foi possível, sem danos térmicos à polpa; o laser de Er:YAG foi indicado para remoção de cárie na prática clínica.

Keller e Hibst (1992b) utilizaram o laser de Er:YAG em dentes humanos extraídos com o propósito de quantificar o efeito térmico de pulsos simples do laser de Er:YAG, e melhor entender o mecanismo básico de aquecimento, as interferências causadas pelos parâmetros definidos no laser e do tipo de tecido utilizado. Para pulsos repetitivos, o efeito da temperatura irá somar de acordo com o intervalo de tempo entre dois pulsos. Medidas com o termopar revelaram que, para pulsos seqüenciais, a taxa de repetição é o parâmetro mais importante para determinar a temperatura acumulada.

Um laser pulsado de Er:YAG foi usado para determinar a profundidade da ablação em cortes transversais no esmalte e dentina de dentes humanos extraídos (Zhao-Zhang *et. al.* 1992). Foi utilizada energia por pulso variando de 25 a 364 mJ e taxa de repetição de 2 Hz e 5 Hz em dentes humanos extraídos. Utilizaram o laser de Er:YAG pulsado, com duração de pulso de 200 μ s, sob refrigeração de spray de água para minimizar a alteração térmica durante a ablação. As alterações causadas pelo aumento de temperatura também foram avaliadas. A profundidade de ablação foi medida com um micrômetro ocular. Os autores concluíram que o laser de Er:YAG pode, efetivamente, promover a

ablação do esmalte e dentina com mínimo efeito térmico, quando se utiliza taxas de repetição de 2 e 5 Hz, com densidades de energias menores que 80 J/cm^2 para o esmalte e 74 J/cm^2 para a dentina.

Um experimento utilizando o laser de Er:YAG em tecidos duros foi realizado por Gimble *et. al.*(1994), onde foram realizados tratamentos das fóssulas e fissuras, a remoção de cárie, o condicionamento ácido e o preparo cavitário em pacientes, entre 12 e 60 anos, 352 procedimentos, com 165 procedimentos realizados a laser e 187 tratados de maneira convencional, servindo como grupo controle. A energia variou de 15 mJ para tratamento das fóssulas e fissuras, a 250 mJ para o preparo cavitário. A frequência variou de 5 a 10 Hz. Para cada procedimento, foram utilizadas as seguintes energias: para fóssulas e fissuras – 47 mJ e 59 segundos; para remoção de cárie e preparo cavitário – 159 mJ e 71 segundos; condicionamento com laser – 118 mJ e 43 segundos. Os dentes foram extraídos e os resultados dos procedimentos indicaram que o laser foi tão eficiente quanto às turbinas de alta-rotação para remoção de cárie e preparo cavitário. A visualização no microscópio eletrônico de varredura e testes de adesão mostraram que o condicionamento ácido, combinado com condicionamento com laser, foi melhor que apenas o condicionamento ácido. Os estudos histológicos e de temperatura da polpa indicaram nenhum dano no tratamento com laser. Quanto à opinião dos pacientes, eles foram mais favoráveis à utilização do laser do que com a turbina dental convencional.

Dostálová *et. al.*(1997), realizaram um estudo *in vivo* em pré-molares humanos com indicação ortodôntica para exodontia. Antes da extração do dente, um preparo cavitário em forma oval foi realizado com o laser de Er:YAG com energia de 345mJ/pulso e taxa de repetição de 2 Hz. 172 secções foram preparadas e examinadas em microscópio óptico. Os resultados demonstraram que após a aplicação do laser de Er:YAG houve uma redução da camada de dentina e que os túbulos dentinários tinha um curso radial em direção à superfície. Nenhuma fratura ou injúria à superfície foi observada e nenhuma reação inflamatória foi verificada na polpa dental, a qual apresentou vascularização normal. Concluíram por este experimento *in vivo* que o laser de Er:YAG é eficiente e seguro para a ablação de esmalte e dentina quando é utilizado sob as condições descritas.

Pelagalli *et. al.*(1997), realizou um estudo clínico utilizando o laser de Er:YAG em dentes com indicação para exodontia. Também foi utilizado o instrumento rotatório convencional para preparo cavitário e remoção de tecido cariado, com a finalidade de se realizar um estudo comparativo entre as duas técnicas. Utilizaram como parâmetros à avaliação histológica da polpa, a imagem da morfologia da superfície do dente através de microscópio eletrônico de varredura, penetração de corantes, medidas de força de adesão e a habilidade do laser de remover cáries e preparar cavidades. Foram selecionados 60 pacientes e 106 dentes indicados para extração e o tratamento foi realizado durante um ano. Os dentes foram tratados *in vivo* e extraídos imediatamente, após dois dias, um mês e um ano, para verificar a resposta pulpar, a morfologia da superfície e a qualidade do preparo, restauração e dor. O laser de Er:YAG foi utilizado com os seguintes parâmetros: para remoção de cárie – 80 mJ, 5 a 10 Hz; para o preparo – 120 mJ, 5 a 10 Hz, utilizando jato de água. Os preparos com alta-rotação foram feitos com brocas de carbeto de tungstênio ou pontas diamantadas a 400.000 rpm. Os procedimentos realizados com o laser mostraram ser iguais ou melhores do que os procedimentos realizados com o instrumento de alta rotação para a remoção de cáries, preparo de cavidades e condicionamento da superfície antes do tratamento com ácido. A microscopia eletrônica de varredura não revelou nenhuma microrachadura, os autores observaram ainda túbulos abertos e efetivo condicionamento com o laser. Os testes histológicos demonstraram que não houve nenhum comprometimento da polpa quando se utilizou o laser, com valores de 0 para hemorragia; 0,47 para hiperemia e 0,12 para inflamação, utilizando uma escala de 0 a 3, onde 0 é nenhum efeito. Os autores concluíram que nenhuma complicação ocorreu e nenhum dente foi comprometido nos pacientes tratados com o instrumento de alta-rotação como confirmaram os estudos histológicos e as microscopias eletrônicas de varredura.

Moriya *et. al.*(1998) realizou um estudo clínico da aplicação do laser de Er:YAG para preparo cavitário em crianças. A energia utilizada foi de 200 a 300 mJ/pulso no esmalte e de 100 a 200 mJ/pulso na dentina. As cavidades preparadas com laser foram restauradas com resina composta, seguindo a aplicação do agente adesivo, mais sem o condicionamento ácido com ácido fosfórico. Os dentes foram avaliados várias vezes, por um período de 2 anos após o tratamento. A avaliação clínica foi seguida de um relatório:

Capacidade de remoção do tecido duro

A: remoção de ambos, esmalte e dentina, é possível

B: remoção somente da dentina mole é possível

C: preparo da cavidade é impossível

Dor

A: nenhuma

B: leve

C: moderada

D: intensa

Cooperação durante o tratamento

A: excelente

B: boa

C: choro

D: sinal de movimento de inquietação e choro

Descoloração ou fratura da substância dental

A: nenhuma

B: leve

C: moderada

D: intensa

Os resultados mostraram que as crianças foram boas colaboradoras e raramente se queixaram de qualquer dor ou sensação desagradável. Todos os dentes tratados com laser não tiveram efeitos colaterais indesejáveis ou complicações durante o período de observação. Como conclusão os autores sugerem que o laser de Er:YAG pretende ser um método alternativo útil para preparo de cavidades em crianças.

Zennyu *et. al.* (1998) avaliaram em estudo a influência das direções de irradiação do laser de Er:YAG nas alterações das características morfológicas do esmalte e da dentina. Utilizou os parâmetros de 180 mJ de energia, com 10 Hz e 10 segundos de duração para o esmalte e de 2 segundos de duração para a dentina com os mesmos parâmetros. As direções de irradiação foram: 1- perpendicular aos prismas de esmalte; 2- paralelo aos prismas de esmalte; 3- perpendicular aos túbulos dentinários; 4- paralelo aos túbulos dentinários. As observações ao microscópio eletrônico de varredura do esmalte irradiado perpendicularmente à direção dos prismas mostraram a aparência de uma "flor". A quantidade de água ao redor dos prismas de esmalte é maior que a da dentina, com a ablação seletiva da água executada com o laser de Er:YAG, a destruição ao redor dos prismas é maior o que cria a aparência de "flor". A irradiação paralela aos prismas de esmalte cria a aparência de que os prismas tenham sido "raspados". Tal fato é facilmente imaginado, pois a irradiação paralela aos prismas atinge uma superfície de contato maior desses prismas. Com relação à dentina, mudanças morfológicas não foram encontradas, criou-se uma camada de esfregaço e a embocadura dos túbulos dentinários ficaram mais abertas do que

quando comparadas com o procedimento executado com o instrumento rotatório convencional.

Keller *et. al.* (1998) realizaram um estudo clínico em cinco centros odontológicos. Os autores realizaram 206 preparos em 194 dentes de 103 pacientes, sendo que metade dos preparos foi realizado com laser e a outra metade com alta-rotação convencional. Foi utilizado o laser de Er:YAG, com 2,94 μm de comprimento de onda, duração do pulso de 250 μs e jato de água. Para o esmalte, a energia de pulso utilizada foi entre 250 mJ a 400 mJ, repetição de 2 Hz a 4 Hz. Para a dentina, energia entre 150 mJ e 300 mJ, repetição de 1 Hz a 3 Hz. Os preparos com brocas foram realizados em alta-rotação. Os dentes foram restaurados com amálgama ou resina composta. Imediatamente após, foi feito a teste de vitalidade pulpar com gelo e a percussão. A avaliação dada pelo paciente foi feita utilizando 3 respostas: confortável, desconfortável e muito desconfortável. Os resultados mostraram que o tratamento com laser foi mais confortável que o tratamento convencional. Durante o tratamento, a necessidade de anestesia local foi de 11% para o preparo convencional e 6% para o preparo com laser. 80% dos pacientes disseram ser o preparo convencional menos confortável e 82% dos pacientes preferiram o preparo com laser para futuros tratamentos. Os autores concluíram que a aplicação do laser de Er:YAG para preparos de cavidades foi mais confortável do que o método convencional com alta-rotação.

DenBesten *et. al.*(2000), fizeram um trabalho utilizando o laser de Er:YAG para remoção de cáries e preparo cavitário em crianças. A energia média utilizada no tratamento de remoção de cárie foi de 147 mJ e 10Hz e para preparo cavitário foi de 170 mJ e 10 Hz. Não houve nenhuma diferença significativa de dor entre os pacientes tratados com broca ou laser, e nenhuma complicação foi relatada após o tratamento ou durante o intervalo do estudo. A determinação do sucesso foi baseada em quatro critérios: 1- remoção de cárie satisfatória, 2- preparo cavitário satisfatório, 3-conservação da vitalidade pulpar, e 4- restauração íntegra. Os autores obtiveram bons resultados em 59 dos 60 procedimentos realizados com laser.

Gouw-Soares *et. al.* (2001) fizeram um estudo do aumento de temperatura de cavidades preparadas com o laser de Er:YAG. Foram divididos em dois grupos (G1 e G2) com 4 dentes cada, e os preparos classe V foram feitos nas superfícies bucais e linguais. Os parâmetros utilizados foram os seguintes:

G1 – 10 Hz, 500 mJ e G2 – 10 Hz, 850 mJ. O estudo demonstrou que a temperatura aumenta menos que 3 °C em todos os preparos classe V em ambos os grupos.

4. MATERIAIS E MÉTODOS

Métodos

A proposta do trabalho foi apresentada e aprovada pelo Comitê de Ética e Pesquisa do IPEN.

Todas as restaurações foram realizadas com isolamento relativo, pelo fato de termos tratado de crianças e a dificuldade dessas de aceitar o isolamento absoluto, além de muitas vezes este necessitar de anestesia local, a qual não era proposta inicialmente para o tratamento.

Características do Laser de Er:YAG

O equipamento de laser de Er:YAG utilizado, é da marca KaVo (KaVo KEY Laser 1242 – Alemanha – Fig.2). Este é um laser de estado sólido, classe IV, com as seguintes características:

- **emissor:** cristal de Er:YAG.
- **comprimento de onda:** 2,94 μm (infravermelho).
- **duração de pulso:** variável entre 250 e 500 μs .
- **modo de operação:** pulsado.
- **energia por pulso:** variável de 60 a 500 mJ.
- **freqüência do pulso:** variável de 1 a 15 Hz.
- **feixe guia:** laser de diodo 635 nm (vermelho)

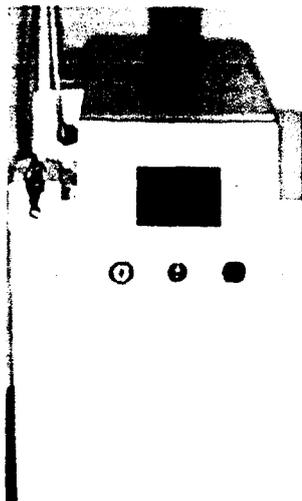


Fig. 2: Laser de Er:YAG (KaVo KEY Laser-1242)

Características do DIAGNOdent

O aparelho DIAGNOdent (Fig.3) utilizado é da marca KaVo, é um laser classe 2 com as seguintes características:

- **emissor:** laser de diodo
- **comprimento de onda:** 655 nm
- **potência:** $\leq 1\text{mW}$
- **regime de operação:** contínuo
- **entrega do feixe:** duas pontas, uma plana e outra de cone truncado

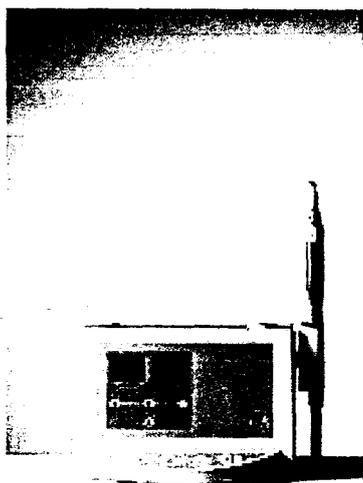


Fig. 3: Aparelho DIAGNOdent

Seleção dos pacientes

Foram utilizados no presente trabalho, 20 dentes molares decíduos, superiores e inferiores, de crianças com idade entre 5 e 10 anos. Os dentes foram selecionados por exame clínico visual e tátil e apresentaram a superfície oclusal com cáries crônicas de fóssulas e fissuras (Fig.4). Os pacientes foram submetidos a uma anamnese prévia (Anexo), por meio de um questionário apropriado, a fim de avaliar suas condições clínicas e histórico dental progressivo.



Fig. 4: Dente com cárie crônica

Exame Clínico e Radiográfico

Os pacientes após serem triados pelo método clínico visual e tátil, foram posteriormente, nos casos indicados, examinados por radiografias periapicais dos dentes a serem tratados (Fig.5), para avaliação da profundidade da lesão cariosa na superfície oclusal.

Foi feita uma profilaxia com pedra pomes e escova de Robinson e os dentes foram fotografados e avaliados com o aparelho DIAGNOdent.

O aparelho DIAGNOdent foi utilizado como meio de diagnóstico da cárie dental, visando confirmar numericamente os dados obtidos pela radiografia periapical e pelo diagnóstico visual subjetivo e limitado. Os valores máximos obtidos com o DIAGNOdent foram registrados.

A interpretação dos valores medidos seguiu a escala de valores do fabricante:

- 0 a 10 – dente sadio
- 11 a 20 – lesão de esmalte
- 21 a 30 – lesão de dentina na metade externa
- A partir de 31- lesão de dentina na metade interna
- Próximo de 99 – comprometimento pulpar



Fig. 5: Raio-x periapical

Os pacientes foram divididos aleatoriamente em dois grupos, um de controle com preparo cavitário convencional, e um para a utilização do laser.

Preparo Cavitário com Laser

Dos 20 dentes selecionados, 10 dentes foram tratados com o laser de Er:YAG (Figs. 7 a 9). Os preparos cavitários obedeceram ao seguinte protocolo:

- **peça de mão:** nº 2051 (vide Fig.6)
- **forma de aplicação para o laser:** sem contato, cerca de 12 a 15 mm de distância, até a área estar focalizada.
- **energia:** esmalte – 200 a 300 mJ
dentina – 100 a 200 mJ.
- **freqüência:** 2 a 4 Hz.

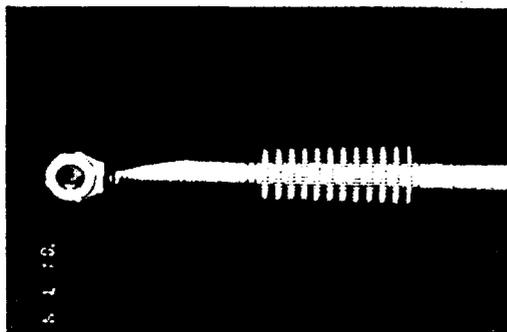


Fig.6: Peça de mão 2051

Após a remoção de todo o tecido cariado os dentes foram novamente mensurados com o DIAGNOdent e fotografados.

Em seguida os dentes foram condicionados com ácido ortofosfórico a 35%, lavados, secos, seguidos da aplicação do Prime & Bond – Dentisply, e restaurados com resina composta Z100 na cor P, fotopolimerizados por 40 segundos.



Fig. 7: Dente cariado



Fig.8: Preparo com laser de Er:YAG

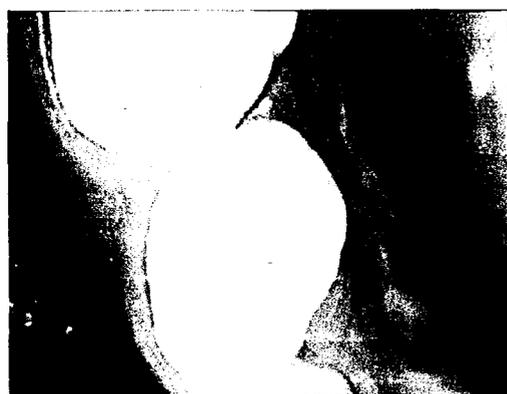


Fig. 9: Dente restaurado

Preparo Cavitário Convencional

Dos 20 dentes selecionados, 10 foram tratados como controle pelo método convencional, utilizando alta-rotação e micro motor. Foi utilizada uma broca esférica diamantada. Após a remoção de todo o tecido cariado, foi feita uma nova medida com o DIAGNOdent e o preparo foi fotografado. A restauração foi realizada da mesma maneira para ambas as formas de preparo (Figs. 10 a 12).

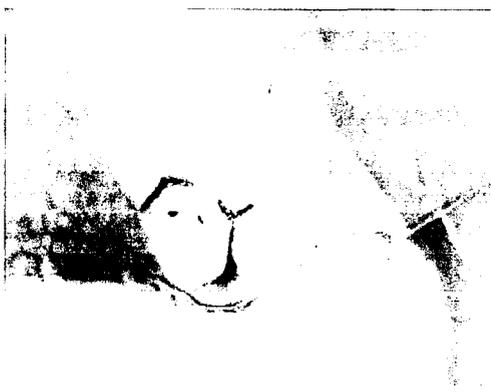


Fig. 10: Dente cariado



Fig.11: Preparo convencional

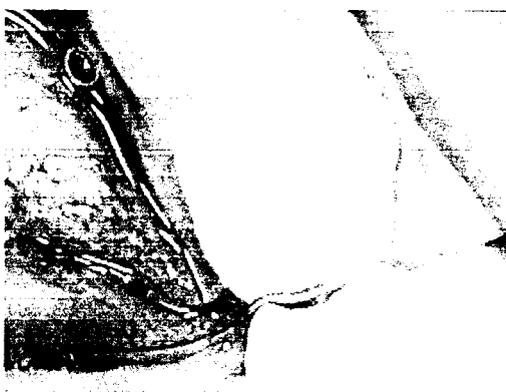


Fig.12: Dente restaurado

Avaliação dos Resultados

Clinicamente, os dentes dos pacientes submetidos à pesquisa foram avaliados através do DIAGNOdent, pela medida obtida para diagnóstico da lesão e seguindo o relatório preconizado por Moriya *et. al.* (1998) para avaliação dos resultados dos preparos cavitários, que foram questionados em quatro aspectos:

Capacidade de remoção do tecido duro

A: remoção de ambos, esmalte e dentina, é possível

B: remoção somente da dentina mole é possível

C: preparo da cavidade é impossível

Dor

A: nenhuma

B: leve

C: moderada

D: intensa

Cooperação durante o tratamento

A: excelente

B: boa

C: choro

D: sinal de movimento de inquietação e choro

Descoloração ou fratura da substância dental

A: nenhuma

B: leve

C: moderada

D: intensa

5. RESULTADOS

I – Diagnóstico

Os dados obtidos com o aparelho DIAGNOdent, antes do preparo da cavidade, após a remoção do tecido cariado e depois de realizada as restaurações estão na tabela 1.

Os valores mensurados antes do preparo cavitário variaram de 11 a 32, e concordaram com o que foi observado clinicamente durante o preparo, em relação à profundidade da cavidade.

Os valores encontrados após toda a remoção do tecido cariado observado pela experiência clínica do profissional, quando foram avaliados com o aparelho DIAGNOdent após a utilização de instrumentos rotatórios convencionais variaram de 2 a 6, concordando com o observado clinicamente, acusando o dente com ausência de cáries.

Já quando o DIAGNOdent foi utilizado após o preparo da cavidade com o laser de Er:YAG, o aparelho apresentou grandes alterações de valores intervalo de variação entre 10– 99), porém ao ser avaliado pelo método visual – tátil a ausência de cárie era comprovada, o que talvez seja explicado por mudanças ocorridas na estrutura da hidroxiapatita alterando a fluorescência dos defeitos pelos receptores do dispositivo.

Quando foi realizada a mensuração com o DIAGNOdent após a término da restauração com resina composta, independente do preparo ter sido realizado com o laser de Er:YAG ou com instrumentos rotatórios convencionais, os valores variaram de 0 a 3, comprovando que os dentes estavam saudáveis.

Paciente	Número do dente	Valor antes da intervenção	Valor após remoção cárie	Valor após restauração	Tratamento
P1	65	16	Variável	2	Laser Er:YAG
P2	54	17	Variável	2	Laser Er:YAG
P2	64	19	Variável	2	Laser Er:YAG
P2	85	21	Variável	2	Laser Er:YAG
P2	84	15	Variável	2	Laser Er:YAG
P2	74	13	Variável	2	Laser Er:YAG
P2	75	25	Variável	2	Laser Er:YAG
P3	55	25	Variável	2	Laser Er:YAG
P3	54	18	Variável	2	Laser Er:YAG
P4	65	22	Variável	2	Laser Er:YAG
P5	75	32	4	3	Convencional
P5	65	16	4	3	Convencional
P6	74	11	3	2	Convencional
P6	65	24	5	3	Convencional
P6	55	32	5	3	Convencional
P3	85	21	5	3	Convencional
P3	65	17	2	0	Convencional
P3	75	28	4	0	Convencional
P6	55	12	6	3	Convencional
P7	74	23	4	2	Convencional

Tabela 1: Valores medidos com o aparelho DIAGNOdent

II – Preparo com Laser

A avaliação clínica do preparo da cavidade com o laser de Er:YAG é mostrado na tabela 2.

Os 10 dentes tratados com laser mostraram a capacidade deste aparelho de remover esmalte e dentina cariada. Todos os pacientes foram bons colaboradores e em nenhum caso houve queixa do paciente em relação à dor ou sensação desagradável. Nenhum dente dos pacientes tratados apresentou um

efeito colateral ou complicações como descoloração ou fratura da substância dental.

Durante observação clínica dos preparos realizados com o laser de Er:YAG pode se observar crateras formadas pelos pulsos e o aspecto esbranquiçado do preparo. O tamanho do preparo foi relativo ao tecido cariado, mostrando um preparo conservador.

	A	B	C	D
Capacidade de remoção do tecido duro	10	0	0	-
Dor	10	0	0	0
Cooperação durante o tratamento	5	5	0	0
Descoloração ou fratura da substância dental	10	0	0	0

Tabela 2: Avaliação clínica do preparo da cavidade com laser

III – Preparo Convencional

Os valores obtidos na avaliação clínica dos dentes tratados pelo método convencional estão na tabela 3.

Nos casos dos pacientes tratados com instrumentos rotatórios convencionais, esses foram bons colaboradores e em alguns casos houve queixa de dor e desconforto. O preparo se mostrou efetivo tanto em esmalte como em dentina. Dos 10 dentes dos pacientes tratados com ponta montada, os dentes não apresentaram nenhum efeito colateral ou dano como descoloração ou fratura.

Na observação clínica dos preparos com instrumentos rotatórios observou-se uma maior rapidez em relação aos preparos realizados com o laser de Er:YAG, porém cavidades maiores mostrando ser um preparo menos conservador. A parede e o assoalho da cavidade se mostraram lisos e o preparo regular.

	A	B	C	D
Capacidade de remoção do tecido duro	10	0	0	-
Dor	4	5	1	0
Cooperação durante o tratamento	5	5	0	0
Descoloração ou fratura da substância dental	10	0	0	0

Tabela 3: Avaliação clínica do preparo da cavidade convencional

Para avaliarmos a significância da dor apresentada pelos pacientes iremos atribuir a seguinte escala de valores:

A – 100% - (1) – nenhuma dor

B – 75% - (0.75) – leve dor

C – 50% - (0.5) – moderada dor

D – 25% - (0.25) – intensa dor

O valor médio para os pacientes tratados pelo método convencional é de 82,5% com um desvio padrão de $\pm 17\%$, desta maneira nenhum paciente relatou ausência total de dor.

A estatística entre os dois tipos de remoção de tecido cariado mostra diferença apenas para o fator dor. No preparo com o laser de Er:YAG, 100% dos pacientes não tiveram nenhum tipo de dor, assim estatisticamente os pacientes tratados com o laser de Er:YAG tiveram menos sensibilidade dolorosa do que os pacientes tratados pelo método convencional.

6. DISCUSSÃO

Existe hoje, uma nova abordagem sobre a saúde bucal, onde o princípio fundamental é "PRESERVAR PARA PREVENIR", e não "estender para prevenir". Assim sendo, a detecção precoce de mudanças na estrutura dental é um pré-requisito indispensável para que as medidas preventivas sejam iniciadas no tempo devido.

A cárie dentária, como uma doença bacteriana infecto-contagiosa e multifatorial, influenciada pelos fatores da saliva e da dieta se manifesta clinicamente por perdas minerais localizadas, resultando na destruição de tecidos dentários. Basicamente, esta destruição é resultado de um desequilíbrio do processo dinâmico que ocorre entre as substâncias mineralizadas do dente e o fluido do biofilme dentário adjacente (Boari, 2000).

A aparência da lesão inicial em esmalte, ou seja, a mancha branca opaca, segundo Thylstrup e Fejerskov (1995), é resultante das diferenças nos índice de refração da luz entre a hidroxiapatita (1,62), água (1,33) e ar (1,0), além da diferente granulação que cada tipo de tecido apresenta. O esmalte, que é um sólido microporoso, em condição de desmineralização torna-se mais poroso, o que conduz a uma alteração da sua propriedade óptica, de tal forma que a luz se espalha. Este quadro torna-se mais perceptível quando a estrutura dental é desidratada e os espaços intercristalinos, que se encontram ampliados, são preenchidos com ar. Isto resulta em uma área com aparência menos translúcida ou mais opaca, podendo-se concluir que há uma mudança na porosidade do esmalte nessa área, indicando perda mineral ou hipomineralização durante a formação do dente.

Estas desmineralizações do dente também podem ser medidas através do aparelho DIAGNOdent.

Hibst e Gall (1998), desenvolveram o DIAGNOdent, um detector de cárie fluorescente por um laser de diodo emitindo no comprimento de onda de 655 nm. Em seus estudos observaram que a cárie fluoresce com mais intensidade do que o esmalte ou dentina saudável em certo intervalo espectral, sendo assim possível sua detecção. Esses resultados corroboram com Reich *et. al.* (1997), que

afirmam que o DIAGNOdent oferece uma detecção melhor das cáries de fissura quando comparado com outros diagnósticos clínicos.

O diagnóstico convencional se baseia na avaliação visual do dente, na utilização da sonda e no exame radiográfico, no nosso estudo introduzimos a utilização do DIAGNOdent e concordamos com Hibst e Gall (1998), Lussi *et. al.* (1995a, 1995b), Reich *et. al.* (1997, 1998), Shi *et. al.* (2001), que é possível se obter um diagnóstico quantitativo das cáries, e a quantificação exata dos valores medidos torna viável a intervenção de remoção do tecido cariado.

Hibst e Gall (1998) citam que este sistema também pode ser utilizado para verificar o êxito do trabalho de prevenção e neste trabalho foi também utilizado para se verificar o êxito da restauração. Porém, quando há uma intervenção com o laser de Er:YAG, ocorre alterações na morfologia da hidroxiapatita, ou na sua dissociação em outros componentes, ou a presença de materiais orgânicos e os valores medidos através do DIAGNOdent apresentam uma variação. O aparelho ainda não foi utilizado em trabalhos científicos após a remoção do tecido cariado por ablação com laser, assim são necessárias pesquisas posteriores para a comprovação dos resultados obtidos clinicamente.

Nessa avaliação clínica, os valores mensurados pelo DIAGNOdent antes da intervenção, mostraram significância maior do que o exame radiográfico, pela dificuldade da observação de cáries de fissura, e após a abertura da cavidade foi comprovado clinicamente os valores mensurados no início.

Após a remoção de todo o tecido cariado, o método de diagnóstico foi eficaz somente nos preparos realizados com alta-rotação, pois nos preparos realizados com o laser de Er:YAG os resultados do aparelho DIAGNOdent apresentaram grandes alterações de valores, tendo em vista que as modificações provocadas na hidroxiapatita induzidas pelo laser alteravam a fluorescência do equipamento de diagnóstico (intervalo de variação de 10-99). Nenhum outro trabalho até o momento mostra a associação do DIAGNOdent com o laser de Er:YAG após o preparo cavitário.

Temos observado na literatura que os métodos de fluorescência tem se tornado um requisito importante na detecção precoce do processo de cárie dental, principalmente por ser um sistema não-invasivo de muita precisão.

Além da remoção dos tecidos cariados, alterações físicas, químicas e morfológicas ocorrem no esmalte dental após a sua irradiação com alguns tipos

de lasers, que são responsáveis pelo aumento de sua dureza superficial e pela diminuição do grau de desmineralização na presença de substâncias ácidas, resultando, em um esmalte mais resistente a ação dos subprodutos ácidos originários da placa bacteriana, e assim, protegendo o dente da doença cárie. A ação dos lasers também se manifesta na redução do conteúdo bacteriano das superfícies irradiadas.

O laser de Er:YAG, emite no comprimento de onda de 2,94 μ m, que coincide com o pico de absorção dos cromóforos absorvedores do esmalte e da dentina, que são a água e a hidroxiapatita. Durante a remoção do tecido cariado, ocorre o processo de ablação explosiva, que pode ser explicado pela absorção da irradiação laser pela água, provocando o aquecimento das moléculas de água que vaporizadas se expandem, ocorrendo aumento da pressão interna e gerando micro explosões que levam a ejeção do material em forma de partículas microscópicas.

Os nossos resultados corroboram com os encontrados no estudo realizado por Kayano *et. al.* (1991), quando afirmam que: o laser de Er:YAG removeu por ablação o tecido dental, nitidamente, sem promover fraturas, usando o método não contato; o tamanho dos defeitos ficou limitado a área irradiada, e pode estar relacionada às condições de irradiação e espessura do dente.

Os primeiros estudos clínicos realizados com o laser de Er:YAG datam de 1992, por Keller e Hibst. Os preparos foram comparados com os realizados com turbinas de alta-rotação, e os autores observaram que os preparos dos dentes com o laser de Er:YAG promoveram menor sensação de dor. A conclusão foi que o laser de Er:YAG foi o primeiro sistema para remoção de cárie que não utilizou o método mecânico convencional; o preparo cavitário foi possível, sem danos térmicos a polpa; e que o laser de Er:YAG foi indicado para remoção de cárie na prática clínica. Nossos resultados corroboram com os encontrados pelos autores quanto do uso do laser de Er:YAG para a prática clínica.

Em relação ao aumento da temperatura podemos afirmar baseado na literatura de), Keller e Hibst (1989, 1992a, 1992b), Zhao-Zhang *et. al.* (1992), Gouw-Soares *et. al.* (2001) que o laser de Er:YAG com spray de água causa mínimo aquecimento a estrutura dental, não provocando danos térmicos aos tecidos vizinhos.

Como foi observado neste estudo, o laser de Er:YAG mostrou uma aceitação maior pelas crianças do que a alta-rotação, pelo pouco barulho, menor vibração e mínima experiência de dor, além de ser um método seguro e eficaz, fato que corrobora com os encontrados por Kolmakow *et. al.* (1984), Keller e Hibst (1992a), Moriya *et.al.* (1998), DenBesten *et. al.* (2000).

Os parâmetros utilizados neste trabalho foram baseados na literatura, considerando que o trabalho foi realizado em dentes decíduos, o que representa uma literatura escassa.

Os parâmetros utilizados por Moriya *et. al.* (1998), foram reafirmados por nós como efetivo para remoção de tecido cariado em esmalte e dentina, os resultados obedeceram a uma avaliação e mostrou que o comportamento dos pacientes infantis foi controlado durante o tratamento, provavelmente devido a ausência de sensação de desconforto.

Este trabalho é importante para que sejam feitos estudos futuros em Odontopediatria com a utilização do laser de Er:YAG, pois este é efetivo na remoção de tecido cariado e o nível de aceitação entre as crianças é maior do que com instrumentos rotatórios convencionais. A associação do aparelho DIAGNOdent para diagnóstico de lesão cáriosa e do laser de Er:YAG para remoção de tecido cariado é de grande valia e demonstra a eficiência de novos métodos para prevenção e preservação do tecido duro sadio.

7. CONCLUSÃO

Como conclusão do presente estudo avaliamos clinicamente que:

1. O aparelho DIAGNOdent para diagnóstico inicial de tecido cariado se apresentou efetivo, porém os valores de cárie em dentina são subjetivos em relação a profundidade. Quando o aparelho foi utilizado após a remoção de tecido cariado para a comprovação da ausência deste, nos casos tratados com instrumentos rotatórios convencionais o aparelho mensurou ausência de cáries, comprovando com o encontrado clinicamente, já nos casos em que foi utilizado o laser de Er:YAG para a remoção do tecido cariado, o DIAGNOdent não obteve leitura de ausência de cárie e apresentou valores extremos variando entre 10 e 99, o que não indica o uso deste aparelho para a confirmação de remoção do tecido cariado. Já quando o DIAGNOdent foi utilizado após a restauração foi indicado que o dente estava ausente de cáries. Desta maneira, achamos válido indicar o uso do aparelho DIAGNOdent somente para o diagnóstico inicial de cárie antes de qualquer intervenção e em casos de leitura de cárie em dentina aconselhamos o uso de técnicas conjugadas como o raio-x para comprovação antes de qualquer intervenção.
2. O laser de Er:YAG se mostrou efetivo para remoção de tecido cariado em dentes decíduos. Desta forma, indicamos o uso do laser dentro dos parâmetros utilizados para a remoção de tecido cariado em dentes decíduos.

8. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

1. AL-KHATEEB, S.; OLIVEBY, A.; DE JONG, E. J.; ANGMAR-MANSSON. Laser fluorescence quantification of remineralization in situ of incipient enamel lesions: influence of fluoride supplements. *Caries Res.* v.31, p.132-142, 1997.
2. BOARI, H.G.D. **Avaliação clínica 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. Dissertação (Mestrado) – Instituto de Pesquisas Energéticas e Nucleares, São Paulo.
3. CHAN, D. C. N. Current methods and criteria for diagnosis in North America. *J. Dent. Educ.*, v.57, n.6, p.422-427, 1993.
4. CORRÊA, M.S.N.P. **Odontopediatria na primeira infância.** 1ª ed., São Paulo: 1998.
5. DENBESTEN, P. K.; WHITE, J. M.; PELINO, J.; LEE, K.; PARKINS, F. A randomized prospective parallel controlled study of the safety and effectiveness of Er:YAG laser use in children for caries removal. In Lasers in Dentistry VI, *Proceedings of SPIE*, v. 3910, 2000.
6. DOSTÁLOVÁ, T.; JELÍNKOVÁ, H.; KREJSA, O.; HAMAL, K.; KUBELKA, J.; PROCHÁZKA, S.; HIMMLOVÁ, L. Dentin and pulp response to Erbium:YAG laser ablation: a preliminary evaluation of human teeth. *J. Clin. Laser Med. Surg.*, v.15, n.3, p.117-121, 1997.
7. FEATHERSTONE, J. D. B.; GLENA, R.; SHARIATI, M.; SHIELDS, C. P. Dependence of in vitro demineralization of apatite and remineralization of dental enamel on fluoride concentration. *J. Dent. Res.*, 69 (special issue): 620-5. 1990.
8. FEATHERSTONE, J. D. B. Clinical implications: New strategies for caries prevention, **1st Indiana Conference on the Early Detection of Caries**, Indianópolis, USA, p.285-293, 1996.
9. FEATHERSTONE, J. D. B. Need for new caries detection methods, *Proceedings* from BIOS 99, SPIE, San Jose, California, USA, v.3593, 1999.
10. FOWLER, G.R. **Introduction to modern optics.** Ed. Holt, Rine Hart, Winston, inc., 2ª ed., 1984
11. 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, p.267-271, 1994.
12. GONDAHL, H. J. Diagnóstico radiológico no tratamento da cárie dentária. In THYLSTRUP, A.; FEJERSKOV, O. **Cariologia clínica.** 1ª ed. 1995.

13. GOUW-SOARES, S.; PELINO, J. E. P.; HAYPEK, P.; BACHMAN, L.; EDUARDO, C.P. Temperature rise in cavities prepared by Er:YAG laser. Supplement to the first edition of the Journal of Oral Laser applications. **Abstracts**, v.1, p.8, Viena, Austria, 2001.
14. GWINETT, A. J. Structure and composition of enamel. **Oper. Dent.** , v.5, p.10-17, Suplemento 5, 1992.
15. HIBST, R.; KELLER, U. Experimental studies of the application of the Er:YAG laser on dental hard substances: I. Measurement of the ablation rate. **Lasers Surg. Med.**, v.9, n.4, p.338-344, 1989a.
16. HIBST, R.; KELLER, U. Experimental studies of the application of the Er:YAG laser on dental hard substances: II. Light microscopic and SEM investigations. **Lasers Surg. Med.**, v.9, n.4, p.345-351, 1989b.
17. HIBST, R.; GALL, R. Development of a diode Laser – Based fluorescence caries detector. **Caries Res.**, v. 32, p.294, 1998.
18. 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.**, v.13, n.2, p.147-150, 1991.
19. KELLER, U.; HIBST, R. Erbium:YAG laser in caries therapy: Indications and first clinical results. In: INTERNATIONAL CONGRESS ON LASERS IN DENTISTRY, 1992, Salt Lake City. **Proceedings...** Salt Lake City: International Society of Lasers in Dentistry, p.151-152, 1992a.
20. KELLER, U.; HIBST, R. Dental Er:YAG laser application: evaluation of thermal side effects. In: INTERNATIONAL CONGRESS ON LASERS IN DENTISTRY, Salt Lake City. **Proceedings...** Salt Lake City: International Society of Lasers in Dentistry, p.231-232, 1992b.
21. KELLER, U.; HIBST, R.; GEURTSSEN, W.; SCHILKE, R.; HEIDEMANN, D.; KLAIBER, B.; RAAB, W. H. M. Erbium:YAG laser application in caries therapy. Evaluation of patient perception and acceptance. **J. Dent.**, v.26, n.6, p.649-656, 1998.
22. KIDD, E. A. M.; RICKETTS, D. N. J.; PITTS, N. B. Occlusal caries diagnosis: a changing challenge for clinicians and epidemiologists. **J. Dentistry**, v.21, n.6, p.323-331, 1993.
23. KOLMAKOW, S. *et. al.* Determining the caries risk child. Part II: assessment of initial caries on the permanent dentition of children. **J. Pedod.**, v.9, p.67-76, 1984.
24. KRAMER, P. F.; FELDENS, C. A.; ROMANO, A. R. **Promoção de saúde bucal em odontopediatria.** Editora Artes Médicas. 1997.

25. LARSEN, M.J.; BRUN, C. A química da cárie dentária e o flúor – mecanismo de ação. In THYLSTRUP, A.; FEJERSKOV, O. **Cariologia Clínica**. 2ª ed. Livraria Editora Santos. 1995.
26. LUSSI, A.; FIRESTONE, A.; SCHOENBERG, V.; HOTZ, P.; STICH, H. In vivo diagnosis of fissure caries using a new electrical resistance motor. **Caries Res.**, v.29, p.81-87, 1995a.
27. LUSSI, A.; LAZARCHIK, D. A.; FIRESTONE, A. R.; HEAVEN, T. J.; FILLER, F. S. Radiographic evaluation of occlusal caries effect of training and experience. **Caries Res.**, v.29, p.355-358, 1995b.
28. LUSSI, A.; IMWINKELRIED, S.; LONGBOTTOM, C.; REICH, E. Performance of a laser fluorescence system for detection of occlusal caries. **Caries Res.**, v.32, n.87, p.297, 1998.
29. MAILLET, H. **O Laser – Princípios e Técnicas de Aplicação**. Ed. Manoele, 1987.
30. MISERANDINO, L. J.; LEVY, G.; MISERANDINO, C. A. "Laser Interaction with Biological Tissue" in **Lasers in Dentistry**, MISERANDINO, L.; PICK, R. M. editors. Quintessence Publishing. Carol Stream, 1995.
31. MORIOKA, T.; TAGOMORI, S.; OHO, T. Acid resistance of lased human enamel with Erbium:YAG laser. **J. Clin. Laser Med. Surg.**, p.215-217, 1991.
32. MORIYA, K.; KATO, J.; TAKAGI, Y. A clinical application of Erbium:YAG laser for restorative dentistry in children. In: 6th **INTERNATIONAL CONGRESS ON LASERS IN DENTISTRY**, p.199-201, 1998.
33. NEWBRUN, E. **Cariologia**. 1ª ed. Livraria Editora Santos, 326p. 1988.
34. NYTUN, R. B.; RAADAL, M.; ESPELID, I. Diagnosis of dentin involvement in occlusal caries based on visual and radiographic examination of the teeth. **Scan. J. Dental Res.**, v.100, n.3, p.144-148, 1992.
35. ORGANIZAÇÃO MUNDIAL DA SAÚDE. **Levantamento Epidemiológico Básico de Saúde Bucal**: manual de instruções. Trad. de WAGNER, C.; LAMAS, N.; CHIANCA, T. 3ª ed., São Paulo: Santos, 53p., 1991.
36. PELAGALLI, J.; GIMBELL, C.B.; HANSEN, R. T.; SWETT, A.; WINN II, D. W. Investigational study of the use of Er:YAG laser versus dental drill for caries removal and cavity preparation – Phase I. **J. Clin. Laser Med. Surg.**, v.15, n.3, p.109- 115, 1997.
37. REICH, E.; AL MARRAWI, A.; LUSSI, A. Clinical evaluation of a laser – diagnostic system for caries, **J. Dent. Res.**, 1997.
38. REICH, E.; AL MARRAWI, F.; PITTS, N.; LUSSI, A. Clinical validation of laser caries diagnosis system. **Caries Res.**, v.32, n.89, p.297, 1998.

39. SHI, X. Q.; WELANDER, U.; ANGMAR-MANSSON. Occlusal caries detection with KaVo DIAGNOdent compared with bite-wing radiography. *J. Dent. Res.*, Abstracts. v.79, n.5, p.55-58, 2001.
40. STERN, R. H.; SOGNAES, R. F. Laser beam effect on dental hard tissues. In: INTERNATIONAL ASSOCIATION FOR DENTAL RESEARCH. General Session & Exhibition, 42. Los Angeles. Abstracts. Los Angeles. *J. Dent. Res.*, v.43, p.873, 1964.
41. STOOKEY, G. K.; ANALOUI, M. Use of laser fluorescence for early detection of dental caries. *SPIE*, v.3248, p.126-129, 1998.
42. TEN CATE, A. R. **Histologia Bucal. Desenvolvimento, Estrutura e Função**, 2ª ed, Rio de Janeiro: Editora Guanabara, 395p., 1988.
43. TENOVUO, J.; LAGERLOF, F.; In THYLSTRUP, A.; FEJERSKOV, O. **Cariologia clínica**. 2ª ed. Livraria Editora Santos, 1995.
44. THYLSTRUP, A.; FEJERSKOV, O. Características clínicas e patológicas da cárie dentária. In: THYLSTRUP, A.; FEJERSKOV, O. **Cariologia Clínica**. Trad. de Sonia Regina de Lima Maíke. 2ª ed. São Paulo: Santos, p. 111-157, 1995.
45. TOLEDO, O. A.; PIMENTEL, D. A.; BEZERRA, A. C. Visual, radiographic and microscopic analysis of deciduous molars occlusal fissures. *J Dent Res*, v.77, IADR abstracts, p.713, 1998.
46. WENZEL, A.; HINTZE, H.; MIKKELSEN, L.; MOUYEN, F. Radiographic detection of occlusal caries in noncavited teeth. *Oral Surg.*, v. 72, n.5, p.621-626, 1991.
47. ZANDONA, A. G. F. **Detection of demineralization on occlusal pits and fissures**. Tese (Doutoramento). Indiana U.S.A. Oct/1997.
48. ZANIN, F. A. A. **Laser Diodo 655nm no diagnóstico da cárie oclusal**. São Paulo, 1999. Dissertação (Mestrado Dentística Restauradora) – Faculdade de Odontologia da Universidade Camilo Castelo Branco.
49. ZENNYU, K.; SHIRAISHI, M.; INOUE, M.; KUMAZAKI, M. Influences of irradiating directions of Er:YAG laser on morphology of hard dental tissues. In: INTERNATIONAL CONGRESS ON LASERS IN DENTISTRY, 1998, Maui. **Proceedings...** Hawaii, Maui: International Society of Lasers in Dentistry, p.197-198, 1998.
50. ZHAO-ZHANG, L.; CODE, J.E.; VAN DE MERVE, W. P. Er:YAG laser ablation of enamel and dentin of human teeth: Determination of ablation rates at various fluences and pulse repetition rates. *Lasers Surg. Med.*, v.12, p.625-630, 1992.

9. ANEXOS

9.1. FICHA DE ANAMNESE

Data: ___/___/_____

Nome: _____

Nome do responsável: _____

Data de nascimento: ___/___/_____ Sexo: _____

Naturalidade: _____ Profissão: _____

Endereço: _____

Bairro: _____ Fone: _____

1. Está fazendo algum tratamento médico atualmente? Sim () Não ()

Qual? _____

2. Já teve alguma reação à anestesia dental? Sim () Não ()

Qual? _____

3. Já teve alguma reação alérgica quando tomou:

Antibióticos? _____

Antiinflamatórios? _____

Algum outro medicamento? _____

4. Já realizou algum tratamento odontológico, anteriormente? Sim () Não ()

Há quanto tempo? _____

5. Algum dentista já lhe ensinou como escovar os dentes? Sim () Não ()

Quantas vezes por dia você escova os dentes? _____

6. Já teve alguma ferida, ou bolha no interior da boca, face ou lábios?

Sim () Não () Em que lugar, e qual a duração? _____

7. Já passou flúor nos dentes alguma vez? Sim () Não () Quantas vezes? ()

8. Além da escova de dente, você utiliza o fio dental? Sim () Não ()

Com que frequência você utiliza o fio dental? _____

9. Apresenta, atualmente, algum dente doendo? Sim () Não ()

Qual? _____

Em que condições a dor se manifesta? _____



M22511



Instituto de Pesquisas Energéticas e Nucleares

**Centro do Reator Nuclear de Pesquisas - CRPq
Av. Prof. Lineu Prestes, 2.242 Cidade Universitária
São Paulo CEP: 05508-000**

Tel.: (0XX11) 3816 - 9084 Fax: (0XX11) 3816 - 9068

e-mail: sac@net.ipen.br

<http://www.ipen.br>

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