



AUTARQUIA ASSOCIADA À UNIVERSIDADE  
DE SÃO PAULO

**“ESTUDO HISTOPATOLÓGICO DOS EFEITOS DA  
IRRADIAÇÃO LASER EM BAIXA INTENSIDADE  
( $\lambda = 650$  nm) EM TECIDO PULPAR APÓS PREPARO  
CAVITÁRIO”**

**CLÁUDIO BERTELLA**

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

Orientador:

Prof. Dr. José Luiz Lage Marques

Co-Orientadora:

Profa. Dra. Martha Simões Ribeiro

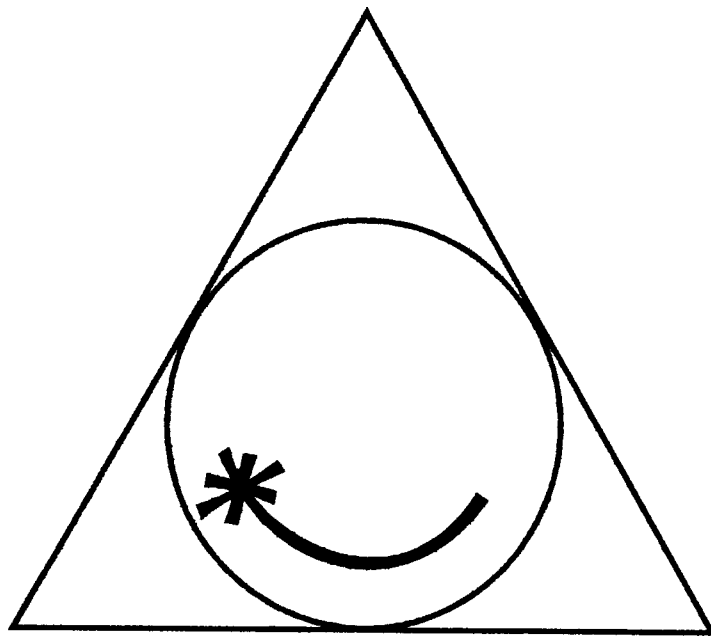
**São Paulo  
2001**



# **Livros Grátis**

<http://www.livrosgratis.com.br>

Milhares de livros grátis para download.



**MESTRADO PROFISSIONALIZANTE DE LASER EM  
ODONTOLOGIA**

**INSTITUTO DE PESQUISA ENERGÉTICAS E NUCLEARES  
FACULDADE DE ODONTOLOGIA DA UNIVERSIDADE DE  
SÃO PAULO**

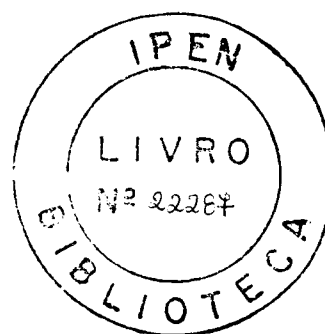
**“ ESTUDO HISTOPATOLÓGICO DOS EFEITOS DA  
IRRADIAÇÃO LASER EM BAIXA INTENSIDADE  
( $\lambda = 650$  nm) EM TECIDO PULPAR APÓS PREPARO  
CAVITÁRIO”.**

**CLAUDIO BERTELLA**

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

Orientador: Prof. Dr. José Luiz Lage Marques

Co-Orientador: Profa. Dra. Martha Simões Ribeiro



São Paulo  
2001

## DEDICATÓRIA,

À minha esposa Silvia e à minha filha Natália, pelo incentivo, colaboração e compreensão, mesmo na minha ausência por motivo deste trabalho.

Aos colegas de turma do curso pelo companheirismo e amizade.

Ao meu orientador Prof. José Luiz Lage Marques, e co-orientadora, Profa. Martha Simões Ribeiro, pela dedicação e colaboração na realização deste trabalho.

A toda equipe de funcionários do curso de mestrado, pela organização e acolhida.

A todos os professores e colaboradores do curso, pelo empenho e dedicação na democratização do saber.

À Prof. Vera Cavalcante de Araújo, pela colaboração e acompanhamento na obtenção das amostras histológicas.

Ao amigo Ricardo Alves de Mesquita pela sua colaboração.

À Prof. Maria Antonieta L. de Souza, pela sua colaboração na avaliação histológicas.

Aos amigos e colegas Eduardo Dall'Magro e Eleonora Verlangieri, companheiros nesta trajetória.

**“ESTUDO HISTOPATOLÓGICO DOS EFEITOS DA  
IRRADIAÇÃO LASER EM BAIXA INTENSIDADE  
( $\lambda = 650\text{nm}$ ) EM TECIDO PULPAR APÓS PREPARO  
CAVITÁRIO”.**

**CLÁUDIO BERTELLA**

**RESUMO**

Este estudo teve a finalidade de avaliar, *in vivo*, os efeitos da aplicação do laser de Arseneto de Gálio e Alumínio em baixa intensidade após preparo cavitário, tipo classe I. Foram selecionados seis pacientes que apresentavam dentes pré molares e molares bilaterais indicados à extração por finalidade ortodôntica. Quatro amostras de dentes receberam preparos cavitários com profundidade média à profunda e duas amostras receberam preparos cavitários profundos e exposição pulpar. As amostras foram constituídas de dois dentes do mesmo paciente e receberam diferentes tratamentos. Um dente de cada amostra, previamente à restauração com cimento de poliacrilato, recebeu irradiação laser no centro da cavidade, o outro, utilizado como controle foi apenas restaurado. Para irradiação foi utilizado o laser de GaAsAl ( $\lambda = 650\text{nm}$ ), 30 mW de potência e fluência de  $1,8 \text{ J/cm}^2$  nos pré molares e  $2,7 \text{ J/cm}^2$  nos molares, emitindo 18 pps no modo contínuo interrompido. Passado sete dias desses procedimentos os dentes foram extraídos e processados histologicamente com coloração em HE para avaliação do tecido pulpar. Na avaliação qualitativa das polpas dentárias, quatro amostras, nos quais os preparos cavitários e o material restaurador não entraram em contato com a polpa, não foram observadas diferenças histológicas da polpa entre os dentes irradiados e não irradiados, e ambas apresentavam características de normalidade. Já as duas amostras com exposição pulpar, nos dentes irradiados o tecido pulpar apresentou ausência de sinais inflamatórios ou sinais inflamatórios leves, quando comparadas às amostras não irradiadas, nas quais foi observado abscesso no interior da polpa e intenso infiltrado inflamatório. Estes resultados indicam que o laser de GaAsAl, nas condições utilizadas neste estudo, pode ser usado como modalidade terapêutica na prática clínica.

# HISTOPATHOLOGICAL STUDY OF THE EFFECTS OF LOW-INTENSITY LASER IRRADIATION ( $\lambda=650\text{nm}$ ) ON DENTAL PULP TISSUE AFTER CAVITY PREPARATION.

CLAUDIO BERTELLA

## ABSTRACT

The purpose of this study was to evaluate (*in vivo*) the effects of low-intensity Arsenide Galium Aluminium laser application post-cavity preparation class I. Six patients with bilateral pre-molars and molars indicated to extraction for orthodontics aim were selected. Four samples of these teeth underwent cavity preparation with deep from medium to high and two samples underwent cavity preparation from high to pulp expositions. The samples were constituted of two teeth of the same patient and received different treatments. One of the teeth underwent laser exposition and the other one was maintained as control, before restorative procedure with polycarboxilate cement. A diode laser ( $\lambda=650\text{nm}$ ), output power 30mW and fluencies of  $1,8\text{J}/\text{cm}^2$  and  $2,7\text{J}/\text{cm}^2$  in pre-molars and molars, respectively, was used for irradiation with repetition rate of 18Hz in interrupted continuous wave mode. After seven days, the teeth were extracted and processed histologically with HE to verify morphological changes in the pulpy tissue. The four samples, which cavity preparation and restorative material were not in contact with the pulp, did not show histological differences between irradiated and non-irradiated teeth. Both of them presented the same characteristics of normality. The two samples with exposed pulpy tissue showed different results. The irradiated teeth presented no or slight inflammatory signs when compared to the control samples, which showed abscess in the coronary pulp interior and intense inflammatory infiltrated. These results suggest that the laser irradiation can be used as a therapeutic modality in clinical trials, in the conditions employed in this study.

## SUMÁRIO

	p.
RESUMO.....	i
ABSTRACT.....	ii
LISTA DE ABREVIATURAS.....	v
1 INTRODUÇÃO .....	1
2 OBJETIVOS .....	3
3 REVISÃO DA LITERATURA .....	4
3.1 CÁRIE DENTÁRIA: DEFINIÇÃO E ETIOLOGIA .....	4
3.2 POLPA DENTAL: CONSIDERAÇÕES GERAIS.....	7
3.3 DOR E INFLAMAÇÃO PULPAR.....	9
3.4 LASER.....	13
3.4.1 HISTÓRICO .....	13
3.4.2 LASERES EM BAIXA INTENSIDADE E SUA INTERAÇÃO COM OS TECIDOS .....	14
3.4.3 HISTÓRICO DA LILT .....	19
4 MATERIAIS E MÉTODOS.....	36
5 RESULTADOS.....	41
6 DISCUSSÃO .....	51
CONCLUSÕES .....	55
REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....	56



BIBLIOGRAFIA RECOMENDADA.....71

## LISTAS DE SIGLAS E ABREVIATURAS

- cAMP: adenosina-monofosfato cíclica  
AsGa: Arseneto de Gálio  
GaAsAl: Arseneto de Gálio e Alumínio  
ATP: adenosina-trifosfato  
ATPase: adenosina-trifosfatase  
ATM: articulação têmporo-mandibular  
cm: centímetro  
cm<sup>2</sup>: centímetro quadrado  
Ca: cálcio  
Ca(OH)<sub>2</sub>: hidróxido de cálcio  
CO<sub>2</sub>: dióxido de carbono  
CW: continuous wave (onda contínua)  
DNA: ácido desoxirribonucleico  
et al.: et alli, e outros  
F: fluência  
FCP: fator de crescimento dos polipeptídeos  
H<sub>2</sub>O<sub>2</sub>: água oxigenada  
He-Ne: Hélio-Neônio  
H: hidrogênio  
Hz: hertz  
I: intensidade  
J: joules  
J/cm<sup>2</sup>: joules por centímetro quadrado  
K: potássio

LILT: *low intensity laser therapy* (terapia com lasers em baixa intensidade)

MASER: *microwave amplification by stimulated emission of radiation* (amplificação de microondas por emissão estimulada de radiação)

mJ: milijoules

mm: milímetro

mm<sup>2</sup>: milímetro ao quadrado

mW: miliwatts

mW/cm<sup>2</sup>: miliwatts por centímetro quadrado

μm: micrômetro

Na: sódio

nm: nanômetro

ns: nanosegundo

P: fósforo

pH: potencial hidrogeniônico

pps: pulsos por segundo

RNA: ácido ribonucléico

rpm: rotações por minuto

s: segundos

t: tempo

W: watts

W/cm<sup>2</sup>: watts por centímetro quadrado

λ: comprimento de onda

## 1 - INTRODUÇÃO

Apesar dos esforços da odontologia preventiva, a cárie continua sendo a doença de maior incidência entre os brasileiros. Uma vez instalada no órgão dental, destrói parte de sua estrutura, não restando outra alternativa a não ser a remoção e posterior restauração do dente.

O processo de evolução da cárie, além de destruir a estrutura mineral do dente, tem forte característica inflamatória, afetando o órgão pulpar em maior ou menor grau, dependendo da extensão e profundidade da mesma.

O órgão pulpar é constituído por tecido conjuntivo diferenciado altamente vascularizado e inervado, sendo responsável pela vitalidade do dente, agindo na proteção contra agentes irritantes do meio externo, através de um mecanismo de defesa que lhe atribui proteção adicional pela formação de dentina esclerosada e reacional.

A preservação da vitalidade e ausência de sintomatologia dolorosa, passam necessariamente pela eliminação da inflamação pulpar provocada pelo processo cárie. O tratamento restaurador visa a eliminação do tecido cariado, descontaminação da cavidade, proteção do complexo dentino-pulpar e reconstrução do dente com material restaurador adequado, tomando cuidados desde: refrigeração adequada dos instrumentos rotatórios na remoção da cárie, isolamento do campo operatório, inserção correta do material à cavidade, ajuste oclusal e proteção da restauração. Estes cuidados são fundamentais para minimizar a agressão durante o processo operatório e possibilitar a

eliminação da inflamação pulpar, visando com isso, manter o dente em condições biológicas ideais.

Outra terapia que vem sendo estudada e proposta por vários pesquisadores é a utilização de lasers emitindo em baixa intensidade, aplicado ao dente durante o procedimento restaurador, principalmente nos casos em que a polpa sofreu maior agressão devido à extensão e profundidade da cárie e/ou procedimento restaurador. Nestes casos, a inflamação pulpar é mais acentuada, a dificuldade de regeneração pulpar aumenta e a sintomatologia dolorosa no pós-operatório é mais freqüente, gerando maior desconforto ao paciente.

As propriedades antiinflamatória, analgésica, antiedematosa e biomoduladora dos lasers em baixa intensidade e as interações com os tecidos biológicos, e neste trabalho em particular com o órgão pulpar, têm justificado a utilização desta terapia, promovendo maior bem estar pós-operatório e também aumentando a probabilidade de recuperação.

Diante de trabalhos e propostas do uso desta modalidade terapêutica na odontologia moderna apresentados por inúmeros pesquisadores, constitui intuito experimental contribuir com o estudo deste protocolo clínico, tendo como objetivo beneficiar os pacientes nos procedimentos odontológicos desta categoria.

## 2 - OBJETIVOS

O objetivo deste estudo foi avaliar os efeitos no órgão pulpar da irradiação laser de Arseneto de Gálio e Alumínio em baixa intensidade, ( $\lambda = 650$  nm) e densidade de energia de 30 mW pós-preparo de cavidades oclusais *in vivo*.

### 3 - REVISÃO DA LITERATURA

#### 3.1 Cárie Dentária: Definição e Etiologia

De acordo com Weyne (1986), a cárie dentária é uma doença infecto contagiosa que tem caráter multifatorial. Seu aparecimento depende da interação de três fatores essenciais: o hospedeiro representado pelos dentes e saliva, a microbiota da região e a dieta consumida. Agregado a estes fatores está a frequência de ingestão em uma dieta rica em sacarose, permanência deste substrato junto ao tecido dentário e colonização por uma microbiota potencialmente cariogênica. Mantida estas condições por algum tempo, teremos a instalação da lesão cariosa.

Segundo Cruz (1987), a cárie é um processo dinâmico, predominante em quase toda a população humana e observado em todas as classes sócio-econômicas, sendo que as pessoas são suscetíveis tão logo os dentes surgem na cavidade bucal. Depende também da interação de três fatores: hospedeiro com tecidos suscetíveis, uma microflora placogênica e acidogênica, agindo num substrato cariogênico, que é uma dieta rica em açúcares refinados. Assim formam-se as placas cariogênicas, nas quais os microorganismos presentes, através de enzimas, transformarão o substrato em ácidos. O autor define a placa bacteriana como uma rede nitrogenada de mucina, células de descamação, polissacarídeos extra-celulares, detritos alimentares e microorganismos. Ela se adere à superfície dental, não é removida em áreas de difícil higienização e tem um comportamento de destaque na etiologia da cárie. Em contato íntimo com o esmalte, esses ácidos

conduzem ao processo de descalcificação da estrutura dentária. Os dentes com maior risco para desenvolvimento da doença seriam aqueles que estão surgindo na cavidade oral, e nos locais anatômicos mais retentivos, como fóssulas e sulcos de difícil higienização, dentes mal posicionados e com contornos anormais.

Segundo **Morrissey apud Cruz (1987)**, antes mesmo da erupção, nutrientes da dieta podem influenciar o processo de maturação do esmalte e a composição química e física do dente, tornando-o mais ou menos resistente à futura ação dos ácidos.

**Krasse (1988)**, define cárie como a destruição do tecido dentário por microorganismos, sendo o *Streptococcus mutans* e o *Lactobacillus* os mais importantes. Estes fermentam os carboidratos, principalmente os açúcares, produzindo ácidos tais como o ácido lático que é o principal destruidor do esmalte. A cárie inicia-se nas fissuras, aonde ocorre acúmulos de microorganismos, a medida que o dente irrompe. Já nas superfícies lisas, é necessário que os microorganismos tenham propriedades exclusivas de aderência, a fim de não serem removidos por ação da saliva e mastigação, este grupo limitado de bactérias é o mais cariogênico.

**Cury (1997)** cita o fator tempo como muito importante para o desenvolvimento da doença cárie.

**Navarro (1995)** afirma ser a cárie uma doença altamente transmissível, sacarose dependente, multifatorial, sendo o tempo, também, um importante fator.

Segundo **Medeiros (1997)**, a doença cárie é um processo dinâmico de desmineralização, que embora apresente etiologia infecciosa bem definida, é influenciada por numerosos fatores de ordem local e geral que a predispõem. Como ocorrem desde alterações histológicas e ultra-



estruturais até perdas substanciais macroscópicas, a doença apresenta diferentes graus de severidade, que funcionam como base para o seu diagnóstico e tratamento correto.

Mais recentemente, pesquisas realizadas demonstraram que as mães são importantes fontes de transmissão de microorganismos cariogênicos para seus filhos, e que é possível reduzir acentuadamente a incidência de cárie, prevenindo ou reduzindo a colonização de *Streptococcus mutans* nas crianças, na época de erupção dos dentes decíduos e permanentes. Crianças que, antes de dois anos de idade, infectaram-se com streptococos cariogênicos tiveram, em média, 10,6 superfícies cariadas e obturadas aos 4 anos, enquanto aquelas nas quais estes microorganismos não foram detectados até os 4 anos apresentaram, em média, apenas 0,3 superfícies cariadas e obturadas. Crianças de 13 a 14 anos com mais de 250.000 estreptococos cariogênicos por ml de saliva, durante 95% do período no qual o estudo foi realizado, desenvolveram 4 a 5 vezes mais lesões cariosas do que as que nunca tiveram infecção desse porte.

Para Weyne (1997), a doença cárie estabelece-se na boca alguns anos antes do aparecimento de seus sinais clínicos. Isto implica que é possível diagnosticar e interferir no processo carioso, antes que as cavidades apareçam. Em relação às cavidades, a simples remoção física do tecido afetado, seguida pela restauração, não é um processo suficiente para controlar os níveis de infecção e, muito menos, a atividade cariogênica presente no ecossistema da boca. Placas oclusais e proximais foram examinadas por Loesche apud Weyne (1997), em pacientes com alta atividade cariogênica; este autor demonstrou que, logo após as restaurações, as concentrações de *Streptococcus mutans* sofriam reduções

expressivas, porém de efeito passageiro, pois, após poucos dias, as restaurações estavam cobertas por placas altamente cariogênicas.

Segundo **Maltz (1997)**, o esmalte do dente é um sólido microporoso que permitem a liberação de íons minerais do tecido dentário, bem como a aquisição desses íons, conforme a variação do pH do meio bucal envolvendo os dentes. Esta liberação e aquisição de íons se compensam. Contudo, se a liberação de minerais ocorre numa proporção bem maior que a aquisição, o esmalte torna-se poroso e os espaços intercristalinos tornam-se maiores, dando início à lesão de cárie. Estando instalada, a cárie não precisa, necessariamente, progredir até a perda do dente. Os conhecimentos atuais sobre a dinâmica do processo carioso revelam que para a lesão continuar progredindo é necessário que as bactérias cariogênicas mantenham alta atividade metabólica, estando esta relacionada a inúmeros fatores que abrangem desde a saliva, dieta, higiene oral e até o uso do flúor.

### **3.2 Polpa Dental: Considerações Gerais**

Por definição, a polpa é um tecido mole de origem mesenquimal que se situa no interior da câmara pulpar e canais radiculares dos dentes. Na sua periferia, encontra-se uma camada de células altamente especializadas, os odontoblastos. O íntimo relacionamento entre os odontoblastos e a dentina é uma das várias razões para que a dentina e a polpa sejam consideradas uma entidade funcional, algumas vezes chamada *complexo dentina-polpa*. Certas peculiaridades são impostas à polpa devido à rígida dentina mineralizada que a envolve. A polpa está situada em ambiente desfavorável que limita a sua capacidade de

aumentar em volume durante os episódios de vasodilatação e de aumento da permeabilidade vascular. Nesta situação, a regulação cuidadosa do fluxo sanguíneo é de crítica importância.

A polpa dental assemelha-se em diversos aspectos a outros tecidos conjuntivos do corpo, porém suas características especiais merecem especiais considerações. Mesmo a polpa perfeitamente desenvolvida mantém uma forte semelhança com o tecido embrionário conjuntivo, apresenta inclusive em sua periferia uma camada de células altamente sofisticadas, os odontoblastos. A cavidade pulpar é ocupada por nervos, tecido vascular, fibras, substância fundamental, líquido intersticial, odontoblastos, fibroblastos, e outros componentes celulares menores. Como cada um desses constituintes é relativamente incompreensível, o volume total de sangue na cavidade pulpar não pode ser aumentado, embora trocas recíprocas possam ocorrer entre arteríolas e vênulas.

Nem uma artéria ou veia principal entra ou sai da polpa, portanto o sistema circulatório da polpa é de fato um sistema micro-circulatório, cujos maiores componentes vasculares são as arteríolas e vênulas. Diferente da maioria dos tecidos, a polpa necessita de um verdadeiro sistema colateral, e é dependente das relativamente poucas arteríolas que entram através do forame apical e da ocasional arteríola que penetra por um canal lateral. Uma vez que com o passar do tempo existe uma redução gradual na luz desse forame, o sistema vascular da polpa reduz-se progressivamente.

A polpa é também com mais propriedade um órgão exclusivamente sensorial. Estando envolvida por uma camada protetora de dentina, que por sua vez é coberta por esmalte, seria de esperar que ela fosse completamente indiferente à estimulação externa, contudo, a despeito da baixa condutividade térmica da dentina, a polpa é indiscutivelmente

sensível aos estímulos térmicos, tais como os de sorvetes e de bebidas quentes.

Após o desenvolvimento do dente, a polpa detém a capacidade de formar dentina durante toda a vida. Isto habilita a polpa vital a compensar parcialmente a perda de esmalte ou dentina causada por trauma mecânico ou doença. O bom desempenho desta função depende de muitos fatores, entretanto, o potencial para regeneração e reparo é bem mais uma realidade na polpa do que em outros tecidos conjuntivos do corpo.

### **3.3 Dor e Inflamação Pulpar**

Na pulpíte ou inflamação pulpar pode ocorrer dor como também ausência de sintomas, porém a dor, parece ser a exceção em vez da regra. Sabe-se que o limiar de estimulação das fibras nervosas que medeiam a dor é diminuído pela persistência da inflamação. Neste caso, a polpa pode tornar-se hipersensível a todos os estímulos. Clinicamente, tem-se observado que a sensibilidade da dentina é aumentada quando a polpa subjacente se torna muito inflamada, e o dente pode apresentar maior dificuldade para ser anestesiado. Embora a explicação precisa para esta hiperalgesia não tenha sido encontrada, parece que as elevações localizadas na pressão do tecido, que acompanham a inflamação aguda, desempenham papel importante.

A dor associada a uma polpa inflamada ou em degeneração é provocada ou espontânea. A polpa hiperalgésica pode responder a estímulos que, usualmente, não provocam dor, ou a dor pode ser exagerada e persistir por um longo tempo. Por outro lado, o dente às vezes começa a doer espontaneamente na ausência de qualquer estímulo externo. Não há uma explicação satisfatória sobre o motivo pelo qual

uma polpa inflamada, porém assintomática durante semanas ou meses, comece a doer repentinamente às 3:00 horas da manhã. Esta dor espontânea em geral se manifesta como uma sensação de desconforto, surda e sem localização específica, qualitativamente distinta da sensação breve, aguda e bem localizada que se associa ao movimento hidrodinâmico do fluido no interior dos túbulos dentinários.

Por outro lado, o potencial inato da polpa dental é bastante reconhecido. Como em todos os outros tecidos conjuntivos, a cura do tecido lesionado começa com o debridamento pelos macrófagos seguido da proliferação de fibroblastos, brotos capilares e a formação de colágeno. A circulação local é de importância crítica na cura e reparação da lesão. Um suprimento sangüíneo adequado é essencial para transportar elementos inflamatórios para a área da injúria pulpar e para fornecer os fibroblastos jovens com nutrientes que irão sintetizar o colágeno. Ao contrário da maioria dos tecidos, a polpa não tem essencialmente circulação colateral e por este motivo, teoricamente, é mais vulnerável do que a maior parte dos outros tecidos. Portanto, no caso de uma lesão grave, a cicatrização seria prejudicada em dentes com um suprimento sangüíneo limitado. Sabe-se muito bem que a polpa altamente celular de um dente jovem, com um forame apical amplamente aberto e rico suprimento sangüíneo, apresenta um potencial de cura muito melhor do que um dente mais velho, com um forame estreito e suprimento sangüíneo restrito.

**Varella & Paiva (1969)**, justificam bem a necessidade de mantermos a vitalidade pulpar, a fim de impedir a entrada de microorganismos causadores de complicações agudas do periápice e até focos sépticos, muitas vezes de difícil solução mesmo com tratamento endodôntico.

Um dos primeiros autores preocupados em proteger e manter a vitalidade pulpar foi descrito por **Philip Pfaff, em 1756**, utilizando uma placa de ouro para proteger uma polpa exposta.

**Nygreen, em 1838**, introduziu o hidróxido de cálcio na odontologia, porém, foi **Herman, em 1920**, quem estabeleceu um marco histórico para os revestimento pulpares diretos, quando demonstrou cientificamente as qualidades de uma pasta de hidróxido de cálcio, Calxyl neste tipo de tratamento, procurando preservar e recuperar o órgão pulpar.

**Kakehashi, Stanley eFitzgerald, em 1965**, estudaram a influência de microorganismos na exposição experimental da polpa dental, comparando ratos “livres de germes” com ratos convencionais, portadores de flora microbiana. Trinta e seis ratos foram utilizados, onde agrupou 21 livres de germes, e 15 de controle convencional. Após intervalos pré-determinados variando entre 1 a 42 dias, os animais foram sacrificados e os dentes avaliados microscopicamente. Os animais convencionais apresentaram completa necrose pulpar, presença de tecido inflamatório crônico, formação de abscesso e granuloma. Os animais livres de germes apresentaram vitalidade pulpar, e ponte de dentina totalmente formada nos períodos entre 21 e 28 dias. Os autores concluíram que a presença ou ausência da flora microbiana é o maior fator determinante da cicatrização da ferida pulpar.

**Holland, em 1971**, com o objetivo de estabelecer o processo de reparo pulpar, realizou estudo histoquímico e histológico de 48 polpas de cães protegidas com hidróxido de cálcio. Os dentes foram extraídos e analisados após períodos entre 2 horas e 60 dias. Morfologicamente, o processo de reparo foi caracterizado por 4 zonas:

- 1- Zona de necrose, localizada na polpa em contato com o material de proteção;
- 2- Zona de granulação superficial, subjacente à anterior, caracterizada por granulações formadas de frações minerais e orgânicas;
- 3- Zona de granulação profunda, apresentando granulações mais finas, identificadas pelo método de VON KOSSA;
- 4- Zona de reparação celular. Após 7 dias, foram observados odontoblastos jovens na superfície, em 15 dias houve iniciação de barreira de dentina, após 30 e 60 dias esta já estava completa.

**Schoeder, em 1972**, relatou os problemas inerentes ao capeamento pulpar, evidenciando a importância do estado histológico da polpa, e a presença de elementos celulares para o sucesso do tratamento. O insucesso dos tratamentos com hidróxido de cálcio, se deve à atrofia e degeneração do tecido pulpar e ao fato deste material não apresentar a capacidade de controlar a inflamação e a infecção.

**Mc Donald, em 1977**, descreve que o preparo cavitário por si só pode causar injúrias à polpa e a dentina, devendo o cirurgião dentista tomar todas as precauções para minimizar o trauma do seu procedimento operatório, pois na presença de uma patologia pulpar causada por cárie, a adição de um trauma operatório causará irritação suficiente para gerar essa patologia, levando ao estabelecimento de uma lesão irreparável.

Segundo **Mondelli et al. em 1984**, na utilização dos instrumentos rotatórios, grande parte da energia cinética da broca, em contato com o dente, transforma-se em calor. Esse calor por atrito tem relação direta com a pressão de corte e com a velocidade de rotação, dependendo também do tipo, tamanho, quantidade e tempo do uso do instrumento cortante. Quando o instrumento rotatório gira a mais de 4000 rpm deve ser refrigerado para evitar danos ao tecido pulpar.

Para **Mjör, 1990**, recomenda o uso de instrumentos rotatórios em alta velocidade e com spray abundante de água – ar, isto possibilita a dissipação do calor friccional, também atua como agente de limpeza, removendo os detritos acumulados durante a redução da estrutura dental, para minimizar o trauma sobre a polpa. O autor também relata que a inflamação da polpa pode ser crônica ou aguda, dependendo da intensidade e duração do estímulo. Um estímulo de baixa intensidade e de longa duração gera usualmente uma resposta inflamatória crônica, já um estímulo severo súbito produz geralmente uma resposta inflamatória aguda.

### **3.4 Laser**

#### **3.4.1 Histórico**

Os princípios da emissão de radiação eletromagnética dentro do espectro, indo dos raios X às microondas, foram baseados em estudos a partir do século passado por Maxwell, considerando as radiações eletromagnéticas como ondas e Planck, com seu conceito da energia quântica. Einstein, em 1917, registrou a teoria do princípio da emissão estimulada de fótons. Com base nesses princípios, muitos estudos foram feitos até a década de 50, quando Gordon, Zeiger e Townes, em 1955, amplificaram frequências de microondas, dispositivo chamado de maser.

O pioneirismo na construção do laser coube a Theodore Maiman, quando em 1960 desenvolveu o primeiro laser com cristal de rubi, laser de emissão vermelha,  $\lambda = 694 \text{ nm}$ .



A partir dos primeiros experimentos com o laser de rubi demonstrando suas limitações na aplicação em humanos pelo seu efeito térmico, outros lasers, com diferentes comprimentos de onda foram desenvolvidos. Em 1961, surgiram os lasers de Hélio-Neônio (He-Ne) e o de Neodímio (Nd:YAG); em 1962, o laser de Argônio ( $Ar^+$ ); posteriormente outros equipamentos lasers foram desenvolvidos, como o de Dióxido de Carbono ( $CO_2$ ) em 1964, e os lasers de semicondutores, como o Arseneto de Gálio (GaAs) e o Arseneto de Gálio e Alumínio (GaAlAs), sendo estes dois últimos e o laser de He-Ne os mais utilizados na LILT (terapia com lasers em baixa intensidade), com a característica de não gerar efeitos térmicos, chamados lasers de baixa intensidade.

### **3.4.2 Lasers em Baixa Intensidade e sua Interação com os Tecidos Biológicos**

A radiação laser interage com estruturas celulares chamadas de fotorreceptores primários, modificando suas estruturas, ou catalisando algumas reações com os tecidos biológicos através dos fotorreceptores secundários.

**Cheong, Prah e Welch (1990)**, relataram as propriedades ópticas dos tecidos biológicos como a absorção, atenuação total, atenuação efetiva e espalhamento. Vários modelos são propostos como mais adequados para tratar o fenômeno de interação da luz com os diversos tecidos biológicos, em função das suas diferentes características de inhomogeneidades. O modelo de Kubelka-Munk para cálculo dos coeficientes de absorção e espalhamento é um método muito usual, relatando existir um espalhamento isotrópico, limites estreitos e irradiância difusa do laser no tecido. O grande problema é que este

modelo falhou na previsão em algumas medidas experimentais macroscópicas (dimensão de irradiação infinita, sinal de reflexão difusa e dificuldade de obter irradiância uniformemente difusa). Medidas desta natureza são extremamente importantes para a correta determinação da dosimetria empregada. Neste artigo, os autores fornecem uma longa tabela contendo: tipo de tecido testado, comprimento de onda, parâmetros ópticos medidos, tipo de preparação, geometria da amostra e quais os modelos teóricos empregados para explicação.

No emprego do laser, deve-se levar em consideração que a irradiância do feixe tem uma distribuição gaussiana (tridimensional) no modo transversal  $TEM_{00}$  e o espalhamento da luz pode determinar a absorção pelos diferentes cromóforos dos tecidos. O trabalho de **Grossweiner et al. (1990)** relata bons resultados em experimentos utilizando laser com comprimento de onda entre 633 e 1064 nm.

**Schmitt et al. (1990)** discute que a penetração da luz laser nos tecidos se dá através da difusão de fótons, descrevendo um modelo em que a luz vai sendo transportada pelas várias camadas de tecido de espessuras conhecidas e vai sofrendo desvios do feixe principal, colimado, o que vai determinar as absorções nos diferentes pontos dos tecidos. Os resultados experimentais ficaram bastante próximos das previsões teóricas, tanto para modelos de única camada, como para multicamadas de tecidos. Os experimentos foram realizados por medidas de densidade óptica por fotopletismografia em peles intactas.

O resultado da interação do laser com os tecidos, pode ser chamado de biomodulação celular, induzindo mecanismos de cicatrização tecidual, principalmente na produção de colágeno pelos fibroblastos. Os miofibroblastos são fibroblastos modificados e estão diretamente envolvidos na granulação dos tecidos. A irradiação com laser em baixa

intensidade pode acelerar a diferenciação de fibroblastos em miofibroblastos (**Pourreau-Schneider et al. 1990**).

Outros aspectos da estrutura celular e do metabolismo foram investigados para verificar a possível participação na aceleração do reparo tecidual. **Bosatra, Jucci e Olliaro (1984)** observaram os sinais evidentes de síntese protéica, especialmente do colágeno, por observações dos níveis de RNA mensageiro do procolágeno tipo I e tipo III, notadamente 17 dias após o tratamento com laser. **Tocco, Lê Borgne de Kaouel e Aubert (1985)** também observaram um aumento no retículo endoplasmático rugoso, sugerindo um processo de estimulação do metabolismo de proteínas correlacionado com um aumento das dimensões e número de mitocôndrias das células irradiadas.

No aspecto do metabolismo, a irradiação de mitocôndrias isoladas induziu modificações na homeostasia celular, desencadeando uma série de reações, para as quais **Karu (1988)** sugere que componentes da cadeia respiratória (citocromos, citocromo-oxidase e flavina-oxidase) são fotorreceptores primários ou cromóforos, absorvendo a luz laser em comprimentos de onda adequados. A ativação dos componentes da cadeia respiratória responsáveis pelo transporte de elétrons, altera as características da atividade de óxido-redução no citoplasma, levando a um aumento da síntese de adenosina tri-fosfato (ATP) (**Passarella et al., 1984**). Este mecanismo, acoplado aos carregadores da membrana como sódio e potássio, altera o fluxo de cálcio entre a mitocôndria e o citoplasma, que modula a atividade proliferativa da célula.

Células da linhagem branca do sangue, como monócitos e macrófagos, têm um papel importante na mediação da imunidade corporal e nas respostas inflamatórias, especialmente na liberação de fator de crescimento dos polipeptídeos (FCP) e citoquinas. Quando

ocorre um trauma, as vias homeostáticas são ativadas e tais substâncias têm sido associadas à imunidade e ao reparo tecidual. Um estudo provou que há um envolvimento dos FCP no reparo tecidual ativado pelo laser (Schiels et al., 1991).

As radiações visível e infravermelho, diferenciam-se em suas propriedades fotoquímicas e fotofísicas, acreditando-se que a luz visível desencadeie uma série de efeitos metabólicos pela formação de espécies fotossensíveis reativas ao oxigênio, que estimulam a atividade *redox* da cadeia respiratória, enquanto que a radiação infravermelha reativa as bombas de íons ATPase na membrana celular. Os autores mediram o índice de proliferação fibroblástica enriquecidas com pequenas quantidades de derivados de hematoporfirina e concluíram que a proliferação dos fibroblastos irradiados com o laser no espectro de emissão visível dependia da hematoporfirina exógena, enquanto que aqueles irradiados com laser de emissão infravermelha não (Lubart, et al. 1995).

Sobre os mecanismos de ação primários e secundários dos lasers em baixa intensidade sobre os tecidos, (Karu, et al. 1999), quando da irradiação direta sobre a célula com lasers de emissão vermelha e infravermelha, mostrou que o citocromo oxidase, que é uma enzima terminal da cadeia respiratória nas células eucarióticas, pode ser um possível fotorreceptor, quando as células são submetidas às irradiações. Os mecanismos primários são as alterações nas propriedades redox dos componentes da cadeia respiratória, após a fotoexcitação de seus estados eletrônicos, a geração de oxigênio singlete, o aquecimento transitório dos cromóforos absorvedores e a produção aumentada de ânions superóxidos, com o subsequente aumento da concentração do produto de sua dismutação (processo químico em que um elemento com determinado

número de oxidação se transforma, originando compostos que têm dois ou mais números oxidativos),  $H_2O_2$ . Os mecanismos secundários estão relacionados a uma cascata de reações conectadas a alterações dos parâmetros de homeostase celular (pH, concentração de Ca, AMPc, concentração de ATP e outros). ( Fig.A).

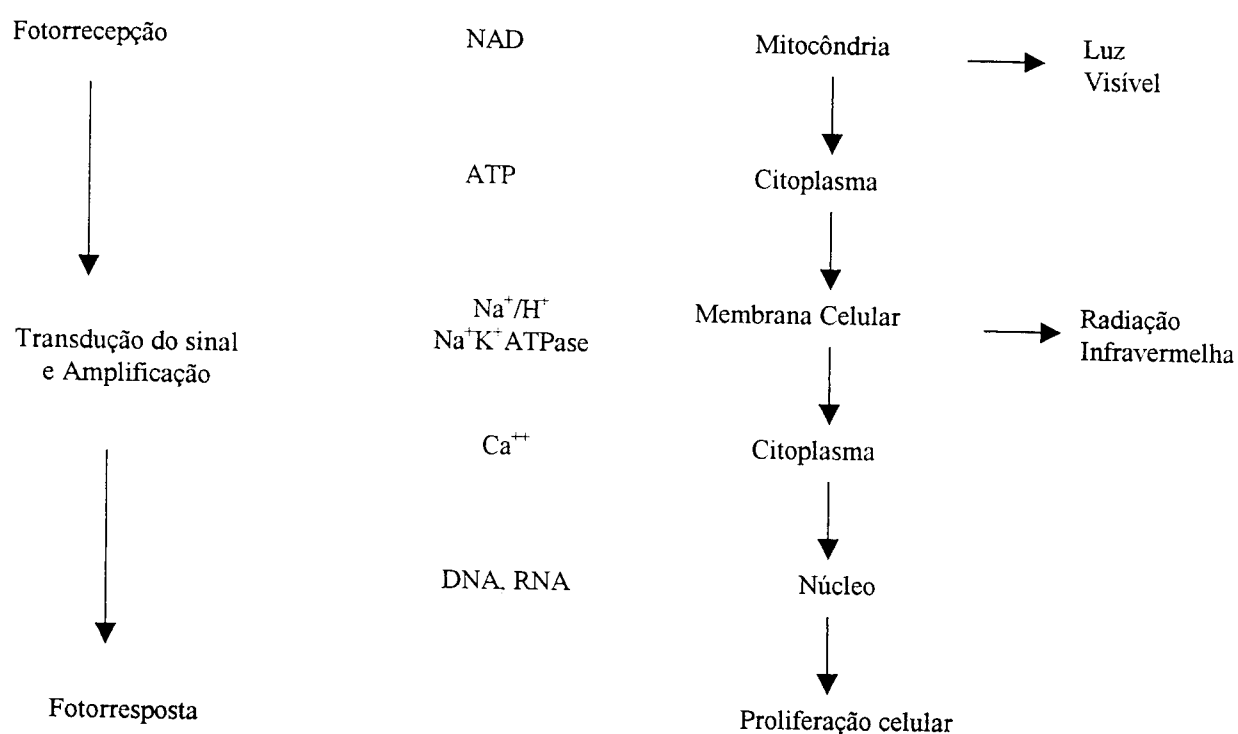


FIGURA. A – Modelo para a modulação de sistemas biológicos através da LILT (Smith, 1991). Traduzido por RIBEIRO, 2000

### 3.4.3 Histórico da LILT

A aplicação da LILT no órgão dental com a finalidade de: regeneração pulpar, hipersensibilidade dentinária, analgesia e antiinflamatória são descritos por vários autores, porém, muitos desses relatam apenas os efeitos da LILT nos tecidos ou células, sem a completa informação sobre o equipamento, parâmetros físicos como densidade de potência, densidade de energia, dificultando a reprodução das pesquisas, criando até um certo ceticismo a respeito dos efeitos da LILT.

Os primeiros relatos da aplicação dos lasers em baixa intensidade foram descritos por **Mester (1968)**, apresentando o termo "bioestimulação", hoje melhor descrito como biomodulação, para os efeitos não térmicos, descritos anteriormente por **Tomberg (1964)**. Ele fez alguns experimentos *in vitro* observando o comportamento celular após a irradiação com potências reduzidas. Posteriormente, em experimentos conduzidos em animais *in vivo*, **Mester (1969)**, observou a aceleração da cicatrização de úlceras tróficas ou aquelas com dificuldade de cicatrização, resistentes aos tratamentos convencionais.

Muitos trabalhos de pesquisa com laser em baixa intensidade foram feitos desde então, descrevendo a ação do laser na função celular, estudos em animais e ensaios em humanos.

**Endre Mester e Jaszgagi-Nagy (1973)**, utilizando como modelos ratos e camundongos, injetaram vários radioisótopos que poderiam se incorporar ao processo de reparo tecidual, especialmente a glicina- $C^{14}$  e prolina- $H^3$ . As irradiações foram feitas com laser de rubi com doses de  $4 J/cm^2$  e aplicadas após diferentes tempos da inoculação. Os animais foram sacrificados e examinados quanto à captação dos aminoácidos ligados aos isótopos radioativos. Os autores concluíram que houve um

processo chamado de bioestimulação, caracterizado pela aceleração de eventos bioquímicos durante o processo de reparo tecidual. A dosimetria não foi claramente definida e por isso é difícil de ser reproduzida.

**Korytny (1978)**, utilizando o laser de He-Ne (632,8nm) em experimentos clínicos, aplicado por 30 segundos e 30 minutos, observou que o laser estimulava o processo de reparação tecidual, aumentava a resistência tecidual, além de atuar como analgésico, sugerindo a utilização do laser para o tratamento de pulpíte, doenças periodontais, estomatite aftosa e glossalgia.

**Lutsyk (1981)** utilizou o laser de He-Ne como parte do tratamento de 21 crianças, com idade entre 1 ano e meio e 15 anos, portadoras de estomatite herpética, eritema multiforme exsudativo e gengivite. Acredita o autor que o efeito benéfico e a indicação clínica do laser em crianças de baixa idade, deve-se por este não apresentar efeitos locais indesejáveis associados à elevada eficácia terapêutica, além de diminuir o curso da doença.

**Benedicenti, et al. (1983)**, utilizando laser com  $\lambda=904$  nm, 6000 Hz de taxa de repetição, 200 ns de duração do pulso e potência pico de 10W, avaliaram o efeito antiálgico, bioestimulante e antiedematoso no tratamento da gengivite ulcerosa, carcinomas, lesões periapicais, periodontites, utilizando tempo de exposição de 2 a 30 minutos ao dia, durante 15 a 30 dias. Nos resultados descritos, observaram elevado efeito antiálgico, resposta óssea favorável, com diminuição do tempo de reparação óssea, em nível periapical e periodontal. Por uma detalhada técnica para dosificação da síntese de ATP intracelular em cultura de linfócitos, observaram que a radiação laser promove um aumento aproximado de 22% na síntese do ATP intramitocondrial. Este fato, segundo os autores, exemplifica a eficácia do uso do laser nos tecidos

irradiados, aumentando o metabolismo celular, favorecendo o processo de reparação tecidual.

**Benedicenti et al. (1983)** relataram diferentes resultados clínicos na área médica e odontológica tratados com laser de 904 nm e 6000 Hz de taxa de repetição. Obtiveram resultados positivos na redução da mobilidade dental em 5 casos de periodontite após 20 a 23 aplicações, realizadas sobre as papilas interdentárias, de 1 minuto e 30 segundos de tempo de exposição. Relataram que em 87% dos casos, houve remissão completa da dor entre a 4<sup>a</sup> e a 6<sup>a</sup> aplicação.

**Benedicenti, Alessio (1983)** mostraram os resultados clínicos de pacientes portadores de periodontite (4 casos), tratados com laser de emissão infravermelha  $\lambda=904$  nm, 10 mW de potência e 200 ns de duração de pulso. Observaram resultados satisfatórios quanto à eliminação da hipersensibilidade dentinária e mobilidade dentária, além da redução do quadro inflamatório.

**Benedicenti, Cucinotta (1983)** apresentaram o resultado clínico de paciente tratado com cirurgia periodontal a retalho e submetido à aplicação do laser de 30 mW de potência e  $\lambda=904$  nm. O tratamento foi realizado diariamente, com 1 minuto de exposição, três pontos ao redor do dente interessado, durante 10 dias. Observaram que houve maior faixa de gengiva inserida e maior radiopacidade do tecido ósseo.

**Benedicenti, Carpi (1983)** apresentaram resultados clínicos de 7 pacientes portadores de hipersensibilidade dentinária, tratados com laser de  $\lambda=904$  nm aplicado diariamente por 2 e 8 minutos de tempo de exposição, durante 30 dias. Demonstraram que houve elevada remissão da dor e do sangramento gengival.



**Benedicenti, Traverso (1983)** apresentaram resultados clínicos de diferentes manifestações clínicas tratadas com raio laser de  $\lambda = 904 \text{ nm}$ . Observaram que o raio laser demonstrou elevado efeito antiálgico com remissão total da dor em 87.5% dos casos de nevralgia do trigêmio, 78.1% dos casos de cárie de colo, 76.6% dos casos de periodontites, 75.8% em gengivites ulceradas e 66.6% em lesões periapicais.

**Borgogna et al. (1984)** apresentaram resultados clínicos utilizando um laser de Arseneto de Gálio, de  $\lambda = 904 \text{ nm}$ , aplicado por 4, 5 e 6 minutos no tratamento de diferentes casos clínicos. Os resultados demonstraram o elevado efeito antiálgico do laser no tratamento de abscessos (80%), periodontite marginal (75%) e distúrbios da ATM (62%).

**Bosatra et al. (1984)** observaram úlceras no lábio inferior, antes e depois do tratamento a laser, em sete pacientes. Num mesmo paciente, metade da úlcera foi irradiada enquanto a outra metade foi deixada para comparação (controle). As úlceras foram submetidas à irradiação laser de He-Ne numa dose diária de  $1 \text{ J/cm}^2$ , durante 20 dias, realizando-se uma biópsia antes e depois do tratamento com laser, bem como os procedimentos de rotina para observação em microscópio eletrônico. Os autores observaram uma síntese aumentada de colágeno, entretanto, foi impossível estabelecer se o processo de regeneração foi devido a um efeito direto do laser sobre os fibroblastos ou se foi uma consequência indireta de outras condições, tais como um melhor suprimento sanguíneo dos tecidos. Demonstrou-se ainda que a irradiação laser estimula uma maior síntese de material fibrilar, embora isto não influencie a organização extracelular. Uma redução da úlcera foi observada em ambas as metades. Em conclusão, os autores puderam afirmar que a evidência morfológica demonstrou uma maior síntese de colágeno nas células

tratadas com irradiação laser tanto no estudo *in vitro* como no estudo *in vivo*.

**Senda et al. (1985)** utilizaram o laser de He-Ne  $\lambda=632,8\text{nm}$  no tratamento de 116 casos clínicos, principalmente de hipersensibilidade dentinária e afta. Observaram que o efeito antiálgico do laser atingiu níveis de aproximadamente 84 a 100% de eficiência dos casos tratados, com aceleração do processo de reparação.

**Peres et al. (1985)** utilizaram o laser de emissão infravermelha de  $\lambda= 904 \text{ nm}$  em 191 doentes submetidos a intervenções cirúrgicas e estudaram o efeito antiálgico. Os autores verificaram uma melhora no pós-operatório e em 89% das exodontias simples, não precisaram recorrer a uma terapêutica analgésica. Mesmo em exodontias complicadas, obtiveram resultados positivos em 80% dos casos, quando comparados com a experiência obtida pela terapêutica tradicional. Nas extrações de dentes inclusos e cirurgias periapicais, apesar das porcentagens inferiores, revelou-se como uma terapêutica muito importante, uma vez que recorreu-se a analgésicos e anti-inflamatórios em cerca de 28% e 30% dos casos, respectivamente. Concluiu-se que a irradiação laser, usada de forma sistemática e sobretudo de forma preventiva, melhora substancialmente o pós-operatório das cirurgias orais, podendo considerar-se como uma modalidade terapêutica na prática cotidiana.

**Pradelli (1985)**, utilizando um laser de He-Ne  $\lambda=632,8\text{nm}$  em feridas resultantes de cirurgias bucais e exodontias, observou clinicamente processo de reparação mais acelerado. Na aplicação do laser por 2 a 3 minutos o resultado era melhor, sendo difícil quantificar o fenômeno. Salientou ainda que o processo pode ser controlado na avaliação clínica da qualidade cicatricial da ferida cirúrgica.

**Dupeyrat, Neyman (1986)** utilizaram o raio laser de Arseneto de Gálio  $\lambda = 904$  nm, para demonstrar o seu efeito, aplicando diferentes taxas de repetição. Resultados clínicos excelentes foram observados no tratamento de alveolite, aftas, gengivites, alterações ósseas, empregando taxa de repetição de 190-380 e 3000 Hz. Nos casos de afta, os resultados atingiam nível máximo de 100% da reparação mais rápida e favorável. Em cirurgia de dentes inclusos notaram que em 95%, de 127 casos, houve aceleração do processo de reparação, 85% dos casos mostraram redução da dor pós-operatória. Nos estudos de 70 casos de gengivite, em 80% houve diminuição considerável de sangramento e do processo inflamatório, quando realizadas de três a quatro aplicações laser de 2 a 5 minutos.

**Gomi et al. (1986)** estudaram um laser de  $\lambda = 632$  nm em 131 casos de hipersensibilidade dentinária e em 120 casos de dor durante cimentação de incrustações, comparando-o com o aparelho "Stomalaser" (fornecido por SEDATEC Co.) e com um equipamento experimental "E-750", fornecido pelos próprios autores. Na cimentação de incrustações, a efetividade no alívio da dor foi aparente em 79% do grupo tratado com "Soft laser 632", 71% do grupo tratado com o "Stomalaser" e em 49% do grupo que foi tratado com o "E-750". Na hipersensibilidade dentinária, a irradiação pelo "Soft laser 632", mostrou efetividade no alívio da dor em 71% do grupo que sofreu apenas uma aplicação, em 79% do grupo que sofreu duas aplicações e em 100% do grupo que sofreu três aplicações. No grupo de hipersensibilidade dentinária tratada com o "Soft laser 632" houve poucos casos de recorrência, sendo que os sintomas foram leves.

**Chomette et al. (1987)** estudaram o efeito do laser de baixa potência de 632,6 mW em 14 pacientes com periodontopatias. Biópsias

de controle foram realizadas nos mesmos pacientes em áreas gengivais não irradiadas, após biópsia inicial. A cicatrização ocorreu de maneira semelhante nos tecidos irradiados e dos não-irradiados, quando da ausência de inflamação. Depois de um crescimento inicial vascular, cilindros conjuntivos se formaram acompanhados por um aumento na atividade enzimática, e formou-se uma cicatriz de aspecto longitudinal. O laser induziu uma cicatrização mais precoce (14 dias) do que a observada nos controles (21 dias). Na presença de inflamação houve retardo na cicatrização e, com freqüência, ocorreram cicatrizes quelóides. Nestes casos, quando houve irradiação com laser seguiu-se uma cicatrização melhor e mais rápida.

**Takahashi et al. (1987)** estudaram o efeito do laser de Arseneto de Gálio e Alumínio de  $\lambda=790$  nm, 10 mW de potência, para tratamento de 30 casos de aftas e de 30 casos de hipersensibilidade dentinária, aplicado com exposição de 40 segundos.

**Hallman et al. (1988)** estudaram a capacidade do laser em replicar fibroblastos. Culturas de fibroblastos humanos foram divididas ao acaso em grupos tratado e não tratado. Foi utilizado um laser de He-Ne, com 0,9 mW de potência e  $\lambda=633$  nm, usado no modo contínuo. As culturas tratadas foram irradiadas diariamente com 60 segundos de exposição. Os autores concluíram que a irradiação com laser nessas condições não alterou a proliferação de fibroblastos humanos cultivados, por não terem encontrado nenhuma diferença estatisticamente significativa entre os grupos irradiado e não irradiado. Segundo os autores, para que a proliferação estimulada realmente exista, as especificações do tratamento tais como comprimento de onda, duração, potência e intensidade, devem ser cuidadosamente estabelecidas. A aceleração da cicatrização de feridas relatadas em experimentos

anteriores a este deveriam ser atribuídas a outros mecanismos tais como síntese de colágeno e metabolismo celular alterados.

**Kondo et al. (1988)** utilizaram o “Soft laser 632” no estudo histológico da mucosa bucal, pele do dorso, articulação de joelho e articulação temporomandibular de ratos, e sobre a polpa dentária de humanos. Os resultados permitiram concluir que este tipo de irradiação pareceu segura para aqueles tecidos.

**Howell et al. (1988)** utilizaram o laser de He-Ne de  $\lambda = 632,8$  nm, com 100 mW de potência, para tratamento de aftas, aplicado com exposição de 30 segundos ao dia, durante 3 dias consecutivos e densidade de energia total de  $0,34$  J/cm<sup>2</sup>. Foram selecionados 112 pacientes, dos quais 66 não receberam irradiação laser, enquanto 46 foram submetidos ao tratamento com laser. Os resultados demonstraram que não houve diferença significativa no tempo de reparação das úlceras, no efeito antiálgico e no tamanho das lesões tratadas ou não com raio laser.

**Bihari e Mester (1989)** utilizaram laser em pacientes portadores de úlceras. Os autores trabalharam com três grupos. Um grupo foi irradiado com laser de He-Ne, outro com a associação de laser de He-Ne e um laser de diodo emitindo na região do infravermelho próximo e outro com uma luz não coerente, com  $\lambda = 632$  nm. Em todos os grupos a fluência utilizada foi de  $4$  J/cm<sup>2</sup>. Os autores demonstraram a eficácia terapêutica da associação dos diferentes tipos de laser, que mostraram melhores resultados quando comparados aos demais grupos.

**Mester, A. (1989)** publicou um acompanhamento clínico de 2167 pacientes portadores de úlceras cutâneas ou de mucosas, confirmando a fluência ideal para a terapia desse tipo de úlcera de  $4$  J/cm<sup>2</sup>, fluência que havia sido preconizada como ideal por seu pai em 1966 (Mester, 1966).

**Kawakami et al. (1989)** utilizaram um laser semi condutor de arseneto de gálio-alumínio (GaAlAs), para avaliar a efetividade na diminuição da dor imediatamente após a irradiação. Ocorreu diminuição da dor em todos os 35 casos de hipersensibilidade dentinária moderada e forte, porém tolerável. Também foi efetiva na dor após exodontia, de gengivite, estomatite e úlceras gengivais após anestesia de infiltração e na dor própria de periodontite depois de obturação de canal.

**Enwemeka et al. (1990)** utilizaram o laser He-Ne irradiando transcutaneamente tendões de Aquiles após sua incisão cirúrgica, observando o seguimento da cicatrização. Os autores observaram o número de fibroblastos e de fibras colágenas e concluíram que foram mais abundantes e seguiram um bom alinhamento no eixo longitudinal nos tendões irradiados em relação ao controles não irradiados.

**Kurumada (1990)** utilizou um laser de Arseneto de Gálio (GaAs) no estudo de sua aplicação em endodontia, verificando o efeito da irradiação na ativação de macrófagos e fibroblastos para determinar a taxa de utilização de glicose dentro da célula e a atividade de lactatode hidrogenase em cultura sobrenadante. Os macrófagos (preparados a partir de células de exsudato peritoneal), não demonstraram qualquer intensificação quando irradiados, enquanto linhagens de células de fibroblastos (célula "Gin") foram ativadas pelo laser, registrando por este estudo que a irradiação laser foi efetiva no crescimento de fibroblastos e induziu efeitos supressores para os macrófagos. Também foram investigados os efeitos da aplicação do laser na pulpotomia vital, verificando que o mesmo promoveu um aumento de tecido calcificado na superfície da ferida. Estes resultados permitiram ao autor sugerir o uso do laser em baixa intensidade na pulpotomia vital.

**Brugnera Jr et al. (1991)** citaram os efeitos terapêuticos da irradiação laser em baixa intensidade, tendo influência nas mudanças de caráter metabólico, energético e funcional, havendo o aumento da resistência e da vitalidade celular, levando as células à sua normalidade funcional com rapidez, havendo também, transformações de prostaglandinas em prostaciclina e ativação de respiração da microcirculação tecidual. Confirmando o efeito anti-inflamatório, anti-edematoso e normalizador circulatório da irradiação laser.

**In de Braekt et al. (1991)** utilizaram um diodo laser emitindo no infravermelho próximo com fluência de  $1 \text{ J/cm}^2$ . Foram provocadas feridas no palato de cães de raça *beagle* e feitas tatuagens em ambos os lados das feridas para observar seu grau de contração durante a cicatrização. Não observaram alterações significativas em relação ao grupo controle não-irradiado, com aplicações em três vezes por semana, durante três semanas.

**Silva et al. (1992)** utilizaram um laser em baixa intensidade de semicondutor (GaAlAs) com  $\lambda=790 \text{ nm}$  e uma potência de pico de 30 mW em aproximadamente 300 aplicações, durante um período de 10 meses para avaliar o seu efeito clínico. Aplicou-se o laser em casos de hipersensibilidade dentinária e em preparos extensos, nos quais o paciente relatou sensibilidade além do normal. Foram irradiadas diversas áreas e os resultados, de acordo com a avaliação clínica, classificadas como eficiente e ineficiente. Obteve-se sucesso em 100% dos casos de preparos cavitários inibindo o processo de dor. Em endodontia, após instrumentações dos canais radiculares com irradiações na região apical dos condutos em 33 pacientes, mostrou-se eficiente em 5 casos. Nos casos onde foram detectados inflamação gengival e abscesso, os resultados foram bastante satisfatórios. Nas cirurgias periodontais foram

feitas aplicações durante a cirurgia e imediatamente após o seu término, havendo redução significativa no nível de inflamação. Em implantes dentários, nos casos não-irradiados, o paciente relatou dor intensa em toda região da intervenção por cerca de 10 dias. Nos casos irradiados, foram feitas aplicações antes, durante e depois da cirurgia, não havendo relato de sensibilidade dolorosa. Tendo como base estes resultados, os autores concluíram ser o laser de Arseneto de Gálio e Alumínio um auxiliar nos casos de endodontia, periodontia, casos de dor pós-preparo cavitário e pós-cirurgias dentárias pelo seu efeito analgésico, antiinflamatório e bioestimulador.

**Terribile et al. (1992)** utilizaram um laser de He-Ne e uma luz hológena não coerente, que foi filtrada para obter o  $\lambda = 633$  nm, utilizando fluência de  $3,6 \text{ J/cm}^2$  para estudar a evolução de feridas padronizadas em dorso de ratos fêmeas. Observaram que nos grupos irradiados com luz coerente (laser de He-Ne), a velocidade de fechamento da ferida foi muito maior e estatisticamente significativa em relação ao grupo controle e irradiados com luz não coerente.

**Groth (1993)** utilizou um laser em baixa intensidade semicondutor de Arseneto de Gálio e Alumínio (GaAsAl), com  $\lambda = 790$  nm, e 30 mW de potência fixa, para avaliar a redução no grau de hipersensibilidade em 25 dentes irradiados durante quatro minutos em cada sessão, sendo que a irradiação foi repetida por mais de duas vezes com intervalos de 72 horas. Diante dos resultados, os autores concluíram que houve diminuição no grau de hipersensibilidade dentinária entre o pré-operatório e após 15 e 30 dias da irradiação.

**Wakabayashi et al. (1993)** utilizaram um laser semicondutor de Arseneto de Gálio e Alumínio (GaAsAl; de  $\lambda = 830$  nm ; 350 mW de



potência), chamando atenção para o fato de que o mecanismo neurofisiológico através do qual ocorre redução da hipersensibilidade dentinária pelo efeito da irradiação laser de baixa intensidade não estava ainda esclarecido. Realizando estudos eletrofisiológicos em ratos *wister* com o laser semiconductor sobre as respostas em neurônios caudais trigeminais pela estimulação da polpa dentária, aplicou-se o laser sobre a face cervical de um incisivo inferior eletricamente estimulado durante 120 segundos. A potência do laser atingindo a polpa foi 10% da emitida pelo aparelho (aproximadamente 30 mW). O estudo sugeriu que o laser em baixa intensidade teria um efeito supressor sobre a excitação das fibras aferentes na polpa dentária, inibindo a excitação de fibras amielínicas da polpa sem afetar fibras mielínicas finas, parecendo ser este o mecanismo de alívio da dor da dentina hipersensível em humanos obtido com irradiação laser em baixa intensidade.

**Noguerol et al. (1994)** estudaram o efeito da irradiação laser de He-Ne nas alterações ultraestruturais periodontais em ratos, por meio de microscopia eletrônica de varredura. Os animais foram divididos em três grupos: um irradiado com fluência de  $10,5 \text{ J/cm}^2$ , outro irradiados com fluência de  $51,5 \text{ J/cm}^2$ , outro controle não irradiado. Os animais foram sacrificados imediatamente e aos 10 dias após a irradiação. Os autores observaram que nos grupos irradiados com fluências mais altas, houve maiores alterações celulares no epitélio, duas diferentes populações de fibroblastos presentes no tecido conjuntivo bucal, além de duas diferentes subpopulações de osteócitos.

**Thwe et al. (1994)** utilizaram o laser de Hélio-Neônio (He-Ne; de  $\lambda=632 \text{ nm}$  e  $6 \text{ mW}$  de potência), com o objetivo de determinar o efeito de cura sobre o tecido pulpar pulpotomizado. Conduziram um experimento em primeiros molares superiores em desenvolvimento de

ratos *Wister* jovens, com massa corpórea aproximadamente de 50g. A irradiação laser de He-Ne foi aplicada sobre a polpa amputada em 30 molares, com tempo de um minuto. Em seguida à irradiação, o tecido pulpar remanescente foi coberto com hidróxido de cálcio puro misturado com solução salina esterilizada. Em 30 dentes não irradiados foi colocada a pasta de hidróxido de cálcio sobre o tecido pulpotomizado. Todas cavidades foram restauradas com amálgama de prata. Exame histológico foi feito após a operação e duas semanas após a realização do procedimento. Na polpa irradiada houve uma grande quantidade de barreira calcificada formada como dentina na polpa remanescente. Nos dentes não irradiados foi notada uma menor quantidade de barreira calcificada ou nenhuma ocorrência de formação de ponte de dentina. Sugerindo que a irradiação laser de He-Ne sobre a polpa amputada pode ser útil para pulpotomia de dentes em desenvolvimento.

**Kameya et al (1995)** utilizaram um diodo laser emitindo diferentes comprimentos de onda de ( $\lambda=632,8$ ;  $\lambda=680$  e  $\lambda=830\text{nm}$ ) para estudar feridas padronizadas em ratos. Nos grupos irradiados, observaram diferenças macroscópicas significativas em relação aos controles, embora não fossem estatisticamente significante entre os diferentes grupos irradiados. Os três grupos irradiados histologicamente, apresentaram maior proliferação de tecido conjuntivo e maior presença de vasos sanguíneos quando comparados ao grupo controle.

**Ribeiro (1996)** avaliou a resposta pulpar em dentes de cães, 7, 15 e 30 dias após a realização de pulpotomias seguida da irradiação com laser de Arseneto de Gálio e Alumínio, aplicado sobre a polpa por 60 segundos, em uma densidade de energia de  $135,61 \text{ J/cm}^2$ . Em seguida os dentes foram restaurados com cimento de óxido de zinco e eugenol e

sobre esta camada foi acrescentado ionômero de vidro. O grupo I, analisado após 7 dias, a resposta pulpar foi melhor nos dentes irradiados, diminuindo a diferença no grupo II com 15 dias. No grupo III, com 30 dias,, houve um agravamento das condições da polpa radicular com necrose total encontrada em 60% desses elementos.

**Garcia et al. (1997)** estudaram *in vitro* a ação do laser de AsGa com  $\lambda=904\text{nm}$ , 3,5mW de potência média de saída e com 3, 6 e 12 minutos de exposição sobre colônias de *Streptococcus* e *Staphylococcus*, para avaliar a sua ação bactericida. Os resultados comprovaram a ação bactericida desse laser, levando à alterações na viabilidade das células bacterianas irradiadas e demonstraram que o efeito bactericida foi mais eficiente com tempo de 12 minutos.

**Ribeiro et al. (1997)** utilizaram o laser de He-Ne linearmentepolarizado,  $\lambda=632,8\text{nm}$  com intensidade de  $6\text{mW}/\text{cm}^2$  na cicatrização das feridas de pele em ratos e concluíram que as feridas irradiadas ficaram completamente cicatrizadas após 17 dias quando comparada as feridas controle e às feridas irradiadas com He-Ne polarizado.

**Lopes et al. (1999)** apresentaram um estudo clínico em pós operatório de 150 pacientes submetidos a cirurgia oral menor. Os pacientes foram divididos em três grupos: um controle não irradiado, um irradiado com um laser de diodo operando em  $\lambda=635\text{nm}$  e outro com um laser de diodo operando em  $\lambda=780\text{nm}$ . As irradiações foram feitas no pós- operatório imediato, aos 7 dias e 14 dias após intervenção cirúrgica, quando necessário. A fluência utilizada foi de  $2\text{J}/\text{cm}^2$ . Os grupos irradiados apresentaram cicatrização significativamente mais rápida além de qualidade estética superior quando comparados ao grupo controle. Não

houve diferença significativa entre os grupos irradiados com diferentes comprimentos de onda.

**Silveira (2000).** Verificou o comportamento dos mastócitos, importante fator na reação inflamatória, no tecido gengival da parede da bolsa periodontal supra-óssea, submetida à radiação laser em baixa intensidade. Foram selecionados 20 pacientes com doença periodontal, necessitando tratamento cirúrgico. Parte dos tecidos removidos cirurgicamente, receberam radiação com laser de GaAsAl,  $\lambda = 688\text{nm}$  e  $\lambda = 785\text{nm}$  em baixa intensidade, potência de 50 mW e fluência de  $8\text{J}/\text{cm}^2$ , a ou tra parte não foram irradiadas. As amostras foram analisadas histologicamente após processadas e coradas em HE e azul de toluidina. O autor observou nos resultados que, dos mastócitos presentes, a proporção de desgranulação foi maior nas amostras irradiadas se comparadas às não-irradiadas. Entre os lasers com diferentes comprimentos de onda não houve diferença. Com relação às medidas de largura e comprimento dos vasos, não houve diferença entre as amostras irradiadas ou não.

**Simunovic et al. (2000)** num estudo clínico aleatório em 74 pacientes que sofreram lesões corpóreas em acidentes de trânsito e em práticas desportivas verificaram os efeitos da terapia laser em baixa intensidade sobre a cicatrização dos ferimentos. Os autores citam os efeitos bioquímicos e bioestimuladores do laser de baixa intensidade como efeitos celulares que já foram estabelecidos. Entre esses efeitos estão: estimulação da atividade mitocondrial, acentuada produção de ATP, estimulação e síntese de DNA e RNA, aumento da produção de proteínas, modulação da atividade enzimática, variação de pH intra e extracelular e aceleração do metabolismo celular. Está cientificamente determinado que nos níveis histológico microscópico do ferimento, são as

houve diferença significativa entres os grupos irradiados com diferentes comprimentos de onda.

**Silveira (2000).** Verificou o comportamento dos mastócitos, importante fator na reação inflamatória, no tecido gengival da parede da bolsa periodontal supra-óssea, submetida à radiação laser em baixa intensidade. Foram selecionados 20 pacientes com doença periodontal, necessitando tratamento cirúrgico. Parte dos tecidos removidos cirurgicamente, receberam radiação com laser de GaAsAl,  $\lambda = 688\text{nm}$  e  $\lambda = 785\text{nm}$  em baixa intensidade, potência de 50 mW e fluência de  $8\text{j/cm}^2$ , a ou tra parte não foram irradiadas. As amostras foram analisadas hiltologicamente após processadas e coradas em HE e azul de toluidina. O autor observou nos resultados que, dos mastócitos presentes, a proporção de desgranulação foi maior nas amostras irradiadas se comparadas às não-irradiadas. Entre os lasers com diferentes comprimentos de onda não houve diferença. Com relação às medidas de largura e comprimento dos vasos, não houve diferença entre as amostras irradiadas ou não.

**Simunovic et al. (2000)** num estudo clínico aleatório em 74 pacientes que sofreram lesões corpóreas em acidentes de trânsito e em práticas desportivas verificaram os efeitos da terapia laser em baixa intensidade sobre a cicatrização dos ferimentos. Os autores citam os efeitos bioquímicos e bioestimuladores do laser de baixa intensidade como efeitos celulares que já foram estabelecidos. Entre esses efeitos estão: estimulação da atividade mitocondrial, acentuada produção de ATP, estimulação e síntese de DNA e RNA, aumento da produção de proteínas, modulação da atividade enzimática, variação de pH intra e extracelular e aceleração do metabolismo celular. Está cientificamente determinado que nos níveis histológico microscópico do ferimento, são as

seguintes alterações provocadas pela LILT: aumento da microcirculação e neovascularização sobre a superfície do ferimento, redução do microedema que ocorre nos tecidos subjacentes (como a melhoria do fluxo sanguíneo), aumento significativo do tecido de granulação, aumento da atividade e número de fibroblastos, aumento do número e atividade de mastócitos e macrófagos e aumento significativo da reepitelização das margens da ferida. Após resultados promissores em animais, focalizaram suas investigações em humanos, notando que a LILT, após um procedimento cirúrgico, acelera a cicatrização. Observou também que a cicatrização em ferimentos humanos, possui importância estética, evitando deformações e o aparecimento de quelóides. Em humanos, o uso da LILT sobre a cicatrização de ferimentos com dosagens adequadas (4 a 10J/cm<sup>2</sup>) melhoram o processo de cicatrização, reparação funcional e alívio da dor. As dosagens ideais devem ser individualmente determinadas e aplicadas, porque uma dosagem acima ou abaixo dos limites, podem inibir os efeitos ou não obtê-los, sendo a causa principal dos tratamentos mal sucedidos. Os efeitos sistêmicos nos tecidos moles tratados num curto período de tempo não foram integralmente determinados e comprovados, entretanto, efeitos mínimos da LILT sobre o nível de microcirculação local encorajou fortemente estudos complementares, tanto em humanos como em animais. Os lasers aplicados como monoterapia podem melhorar significativamente a cicatrização e, subseqüentemente, acelerar o processo de recuperação funcional, que aumentou entre 25 a 35% nos pacientes irradiados.

**De Sousa (2001)** avaliou a influência da radiação laser em baixa intensidade na velocidade de reparação óssea de lesões periradiculares de elementos dentários. Foram estudados quinze pacientes num total de 18 lesões divididos em dois grupos. Um grupo foi submetido a tratamento ou

retratamento endodôntico e/ou cirurgias periapicais, o outro grupo recebeu o mesmo tratamento e a irradiação com laser em baixa intensidade com  $\lambda = 904\text{nm}$ , potência média de  $11\text{mW}$ , sistema de entrega por fibra óptica, com fluência de  $9\text{J}/\text{cm}^2$ , empregados em 10 sessões de forma pontual e modo contato, com intervalos de 72 horas entre as aplicações. A velocidade de reparação óssea foi avaliada através de medidas das lesões obtidas nas imagens fotográficas das radiografias com tela milimetrada, obtidas em relação ao tempo de reparação e analisadas estatisticamente. O autor concluiu que no grupo irradiado houve diferenças significativas no reparo das lesões, comparadas ao grupo não-irradiado.

**Amorim (2001)** em um estudo em sete pacientes utilizando laser em baixa intensidade de Arseneto de Gálio e Alumínio com  $\lambda = 685\text{nm}$ ,  $50\text{mW}$  de potência e fluência de  $4\text{J}/\text{cm}^2$ , modo varredura, aplicado à gengiva marginal na região de pré-molares após gengivectomia. Foram feitas avaliações clínicas por fotografias no pré-operatório, pós-operatório imediato, 3 dias, 7 dias, 14 dias, 21 dias, 28 dias e 35 dias. A avaliação clínica mostrou uma melhora na qualidade da reparação tecidual principalmente, após o terceiro dia, sendo melhor os resultados do grupo irradiado comparado ao grupo controle sem irradiação.

## 4 - MATERIAIS E MÉTODOS

Foram selecionados seis voluntários, sendo cinco com idade entre 12 e 17 anos e um com 28 anos, que apresentavam pré-molares e terceiros molares erupcionados, bilaterais, indicados para extração por finalidade ortodôntica, selecionados pelos respectivos ortodontistas responsáveis.

Os voluntários receberam todas as informações necessárias e solicitadas para o seu consentimento, sendo avaliados o seu estado geral de saúde, nos quais não foram observadas contra-indicações para realização dos procedimentos.

Os dentes bilaterais selecionados de cada voluntário foram previamente radiografados, anestesiados, sendo feito o isolamento do campo operatório com dique de borracha. Logo após receberam um preparo cavitário na face oclusal com profundidade média à profunda, utilizando uma broca carbide (245) em alta rotação sob máxima refrigeração. A padronização das cavidades foi determinada pela dimensão da broca, tomando como referência o sulco central oclusal e as arestas proximais.

Concluídos os preparos, as cavidades foram lavadas com solução de clorexidina a 2%, em seguida um dos dentes recebeu irradiação por 60s nos pré-molares e 90s nos molares, com laser de diodo semiconductor (GaAsAl),  $\lambda=650$  nm e 30mW de potência, *spot size* de 2 mm<sup>2</sup>. O diodo encontra-se na extremidade da caneta, portanto sua emissão é direta sendo a irradiação aplicada no centro da cavidade e no sentido do longo eixo do dente. A densidade de energia aplicada nos pré-molares foi de 1,8 J/cm<sup>2</sup>, nos molares de 2,7 J/cm<sup>2</sup>, no modo pulsado com taxa de repetição



de 18 Hz. A densidade de energia foi maior no dente molar, por apresentar massa pulpar maior. Foi preconizado que os dentes do lado direito do arco recebessem radiação e os do lado esquerdo não recebessem radiação.

Após a aplicação do laser em um dos dentes preparados, as duas cavidades foram restauradas com cimento de poliacarboxilato<sup>2</sup>. A oclusão foi verificada para evitar contato prematuro nos dentes restaurados, em seguida o paciente foi dispensado e agendado para retornar após sete dias, sessão na qual, foi realizado a exodontia dos dois dentes, seguindo a técnica preconizada de extração, utilizando o mesmo anestésico, e quantidade iguais para ambos os dentes, cuidados estes, também observados quando da realização dos preparos cavitários.

Removidos os dentes, as raízes foram imediatamente seccionadas no terço apical, para facilitar a fixação do tecido pulpar pelo formol a 10%, onde foram mantidos até serem encaminhados ao departamento de patologia da FOUSP para serem processados histologicamente.

Duas amostras foram desmineralizadas em ácido fórmico a 60%, em quatro amostras a polpa foi removida da câmara pulpar após secção da coroa dentária por meio de broca diamantada em alta rotação e refrigeração. Após este procedimento as amostras foram desidratadas em cadeia ascendente de etanol, incluídas em parafina e seccionadas em série com espessura de 6 micrômetros e corados pelas técnicas da hematoxilina/eosina.

Após a seleção, as lâminas foram fotografadas com aumentos de: 32x, 125x e algumas amostras com 250x.

## Procedimentos Clínicos



**Figura B** – Dente de uma das amostras após preparo cavitário, sob isolamento absoluto



**Figura C** – O mesmo dente recebendo a irradiação laser



**Figura D** – O mesmo dente da fig. C, concluída a restauração após a irradiação.

Os procedimentos mostrados nas fig. B,C e D, foram realizados sob anestesia infiltrativa previamente ao isolamento absoluto.

As amostras controle receberam os mesmos procedimentos acima com exceção da irradiação. As figuras E e F mostram o laser utilizado neste estudo.



Figura E – Laser de GaAsAL ( $\lambda=650$  nm) utilizado no estudo

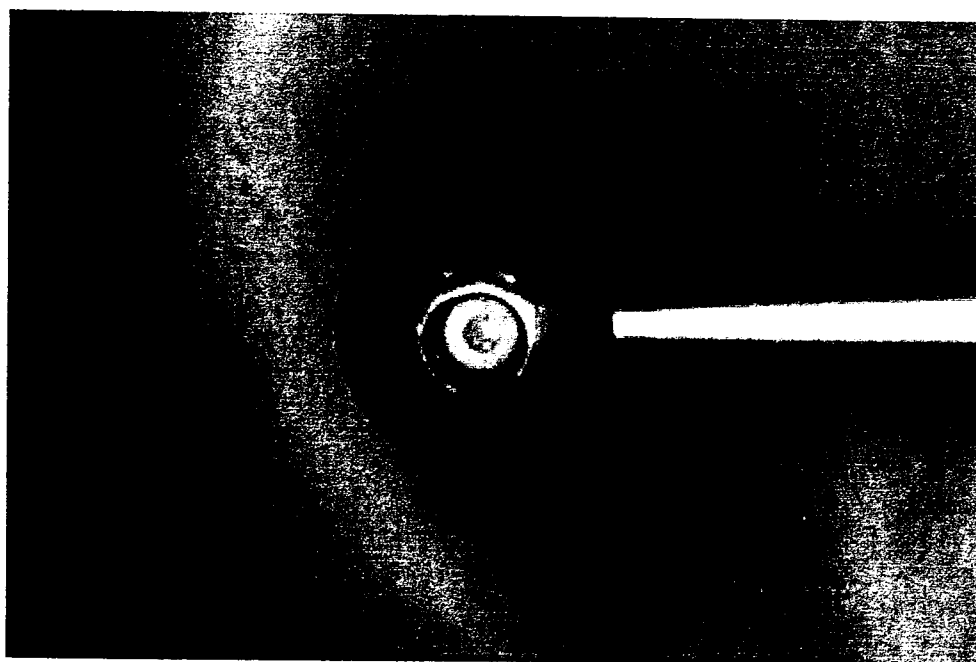


Figura F- Extremidade da caneta laser, onde está localizado o diodo, transmitindo a luz diretamente ao tecido

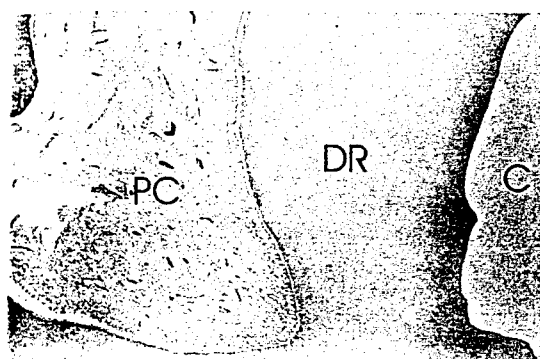
## 5 - RESULTADOS

Foi realizado o relato individual de cada amostra de dentes irradiados e não irradiados após preparo cavitário, analisando qualitativamente a característica do tecido pulpar passado sete dias dos procedimentos.

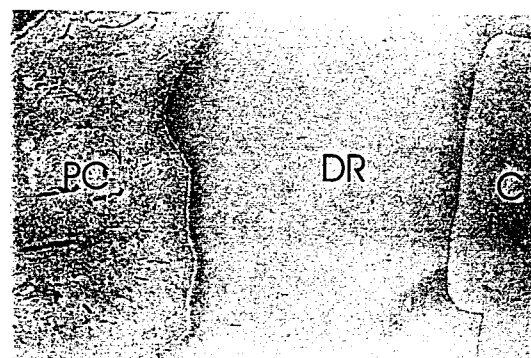
Os resultados dos achados histológicos das polpas coronárias nos diferentes aumentos estão descritos a seguir.

## AMOSTRA 01

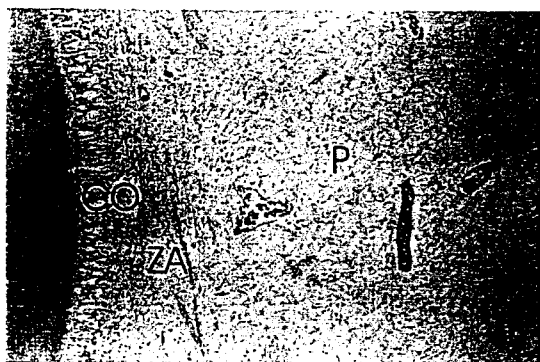
Dentes 18 e 28 sete dias após preparos cavitários com profundidade média, voluntário com 28 anos, coloração HE.



**Figura 1:** Dente 18 irradiado (pequeno aumento)



**Figura 2:** Dente 28 não irradiado (pequeno aumento)



**Figura 3:** Dente 18 irradiado (aumento médio)



**Figura 4:** Dente 28 não irradiado (aumento médio)

Fotomicrografia do dente 18 irradiado:

Fig. 1. Pode ser observado à direita cavidade preparada(C), ao centro a dentina remanescente (DR) e a esquerda a polpa coronária.(PC)

Fig. 3.Em maior aumento da fig 1, observa-se polpa com características de normalidade onde a camada de odontoblastos(CO), a zona acelular(ZA) e a celular subjacente estão organizadas. Zona central da polpa sem manifestação inflamatória(P).

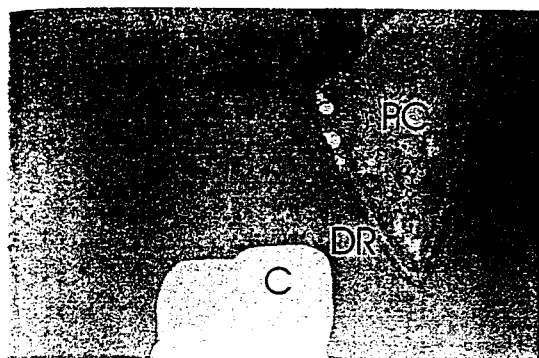
Fotomicrografia do dente 18 não-irradiado::

Fig. 2. A direita nota-se o término da cavidade(C), ao centro dentina remanescente(DR)e a esquerda a polpa coronária(PC).

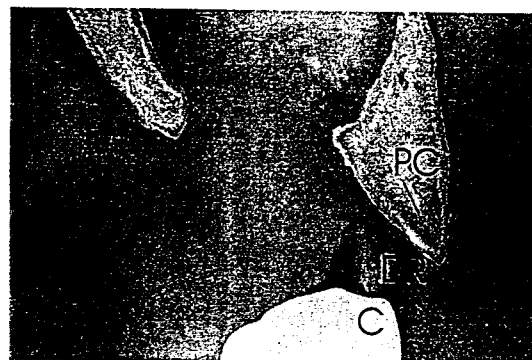
Fig. 4 .Em maior aumento da fig. 2, observa-se polpa com característica de normalidade em todas as camadas, sem manifestação inflamatória..

## AMOSTRA 02

Dentes 14 e 24 sete dias após preparos cavitários profundos, voluntário com 16 anos, coloração HE.



**Figura 5:** Dente 14 irradiado (menor aumento)



**Figura 6:** Dente 24 não irradiado (menor aumento)



**Figura 7:** Dente 14 irradiado (aumento médio)



**Figura 8:** Dente 24 não irradiado (aumento médio)

Fotomicrografia do dente 14 irradiado:

Fig. 5. Pode ser observado o término da cavidade(C), dentina remanescente(DR) e parte da polpa coronária(PC).

Fig. 7. Em maior aumento da fig. 5. observa-se parte do corno pulpar da polpa coronária, com características de normalidade e em todas as zonas da polpa sem manifestação inflamatória..

Fotomicrografia do dente 24 não-irradiado:

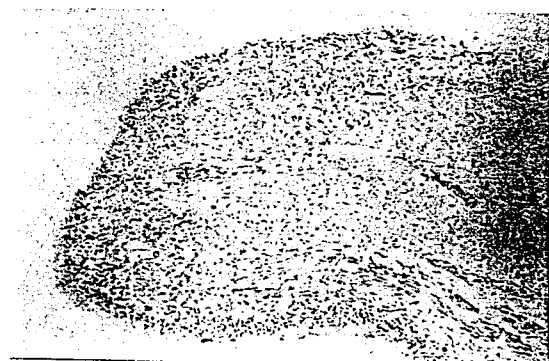
Fig. 6. Na parte superior o término do preparo cavitário(C), ao centro a dentina remanescente(DR) e baixo desta parte da polpa coronária(PC).

Fig. 8. Em maior aumento da fig. 6 pode ser observado parte do corno pulpar com características de normalidade e em todas as zonas não observa-se manifestação inflamatória

### AMOSTRA 03

Polpa coronária dos dentes 14 e 24 sete dias após preparos cavitários profundos, voluntário com 12 anos, coloração HE.

Polpas removidas após fixação, por meio de corte e secção dos dentes..



**Figura 9:** Polpa coronária do dente 14 irradiado, (aumento médio)



**Figura 10:** Polpa coronária do dente 24 Não- irradiado, (aumento médio)

Fotomicrografia de parte da polpa coronária do dente 14 irradiado:

Fig. 9. Com aumento médio é possível observar parte da polpa coronária da região mais próxima do preparo cavitário, apresentando tecido pulpar com características de normalidade, embora sem a presença de odontoblastos

Fotomicrografia de parte da polpa coronária do dente 24 não irradiado:

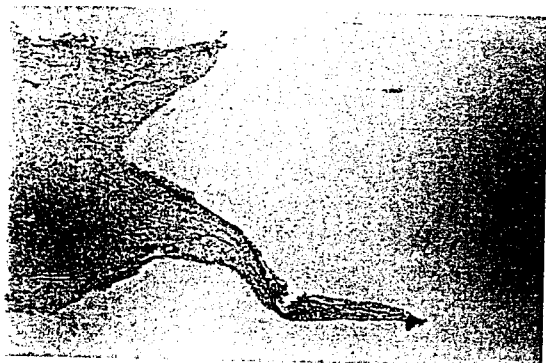
Fig. 10. Com aumento médio é possível observar parte da polpa coronária cujo tecido pulpar apresenta características de normalidade, e alguns odontoblastos permaneceram aderidos ao tecido pulpar.\*

Obs. A camada dos odontoblastos está ausente em quase toda a extensão do tecido pulpar em decorrência da ruptura destas células quando da remoção do interior da câmara pulpar.

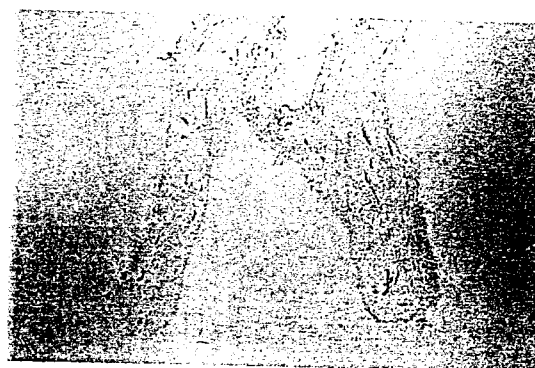


## AMOSTRA 04

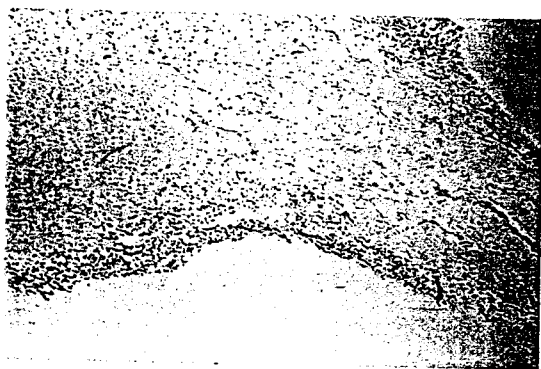
Polpa coronária dos dentes 14 e 24 sete dias após preparos cavitários profundos, voluntário com 14 anos, coloração HE.



**Figura 11:** Dente 14 polpa coronária irradiado (menor aumento)



**Figura 12:** Dente 24 polpa coronária não- irradiado (menor aumento)



**Figura 13:** Dente 14 polpa coronária irradiado (aumento médio)



**Figura 14:** Dente 24 polpa coronária não- irradiado (aumento médio)

Fotomicrografia da polpa coronária do dente 14:

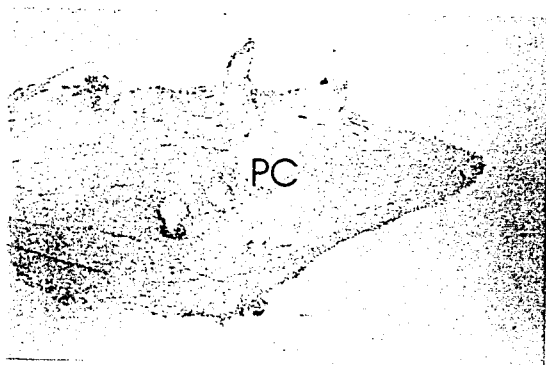
Fig. 11. Em menor aumento observa-se os cornos da polpa coronária removida, e na figura 13, em médio aumento, pode ser observado parte de um corno pulpar cujo tecido apresenta características de normalidade, sem qualquer hiperemia ou edema.

Fotomicrografia da polpa coronária do dente 24 não-irradiado

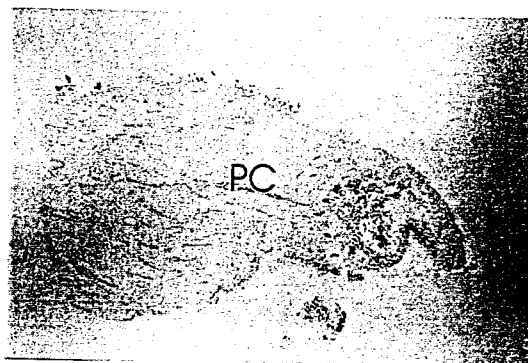
Fig. 12. Em menor aumento observa-se a polpa coronária com os dois cornos pulpares, e figura 14, com aumento médio, podemos observar o corno pulpar cujo tecido conjuntivo da polpa apresenta características de normalidade, sem qualquer hiperemia ou edema..

**AMOSTRA 05**

Polpa coronária dos dentes 44 e 34 sete dias após preparos de cavidades profundas e exposição pulpar, voluntário com 17 anos, coloração HE.



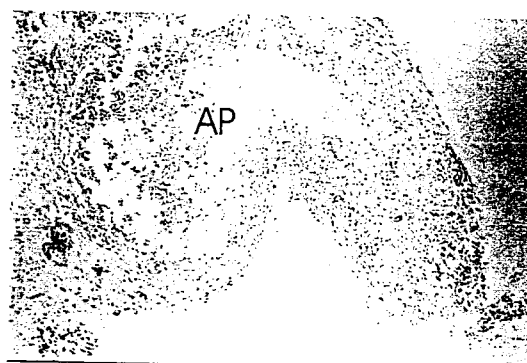
**Figura 15:** Dente 44 polpa coronária irradiado (menor aumento)



**Figura 16:** Dente 34 polpa coronária não- irradiado (menor aumento)



**Figura 17:** Dente 44 polpa coronária irradiado em aumento médio



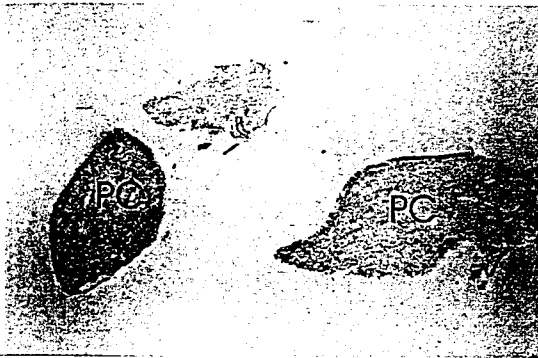
**Figura 18:** Dente 34 polpa coronária não- irradiado em aumentomédio



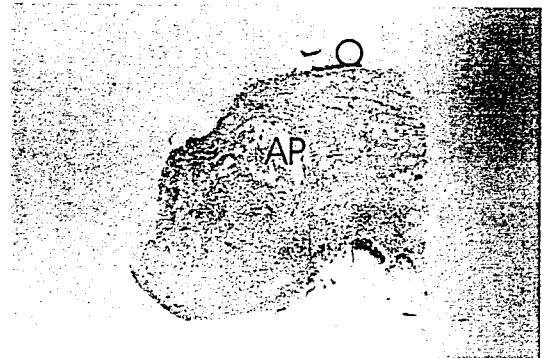
**Figura 19:** Dente 34 polpa coronária não- irradiado em maior aumento

## AMOSTRA 06

Polpa coronária dos dentes 44 e 34 sete dias após preparos de cavidades profundas, com exposição pulpar, voluntário com 14 anos, coloração HE.



**Figura 20:** Dente 44 polpa coronária irradiado (menor aumento)



**Figura 21:** Dente 34 polpa coronária não- irradiado (menor aumento)



**Figura 22:** Dente 44 polpa coronária irradiado (aumento médio)



**Figura 23:** Dente 34 polpa coronária não irradiado (aumento médio)



**Figura 24:** Dente 44 polpa coronária irradiado (maior aumento)



**Figura 25:** Dente 34 polpa coronária não- irradiado (maior aumento)

*Descrição dos achados encontrados na amostra irradiada-*

**Amostra 5. Fotomicrografia da polpa coronária do dente 44 irradiado.**

Fig. 15. Em menor aumento, observa-se a polpa coronária (C) do dente 44 após preparo cavitário profundo, exposição pulpar e irradiação. O tecido conjuntivo não mostra qualquer evidência de inflamação.

Fig. 17. Em aumento médio, observa-se corno pulpar desprovido da camada de odontoblastos. Na superfície, zona celular bem organizada e parte central da polpa ocupada por tecido conjuntivo frouxo sem manifestação de processo reacional.

*Descrição dos achados encontrados na amostra não-irradiada-*

**Amostra 5. Fotomicrografia da polpa coronária do dente 34 não-irradiado.**

Fig. 16. Em menor aumento, observa-se a polpa coronária (C) do dente 34, após preparo cavitário profundo e exposição pulpar, evidenciando abscesso no seu interior.

Fig. 18. Em médio aumento é possível observar o abscesso (AP) presente na região coronária da polpa do dente 34, que não foi irradiado após o preparo cavitário.

Fig. 19. Pode ser observado, com grande aumento, o abscesso pulpar (AP) e a presença de inúmeras células inflamatórias.

*Descrição dos achados encontrado na amostra irradiada-*

**Amostra 6. Fotomicrografia da polpa coronária do dente 44 irradiado.**

Fig. 20. Em menor aumento, a polpa coronária (PC) do dente 44 irradiado, sete dias após preparo cavitário profundo e exposição pulpar.

Fig. 22. Em médio aumento, é possível observar que a celularidade está exacerbada.

Fig. 24. Com grande aumento, é possível identificar uma predominância de células inflamatórias, particularmente neutrófilos e linfócitos (CI).

*Descrição dos achados encontrados na amostra não irradiada-*

**Amostra 6. Fotomicrografia da polpa coronária do dente 34 não-irradiado.**

Fig. 21. Em menor aumento, a polpa coronária do dente 34, não-irradiado, sete dias após preparo cavitário profundo e exposição pulpar. Pode ser observado a presença de abscesso na região central (AP) e a presença de odontoblastos em áreas isoladas (O).

Fig. 23. Detalhe do abscesso pulpar mostrado na fig. 21, em médio aumento.

Fig. 25. Em maior aumento, é possível identificar intenso infiltrado inflamatório na zona evidenciada na fig. 23.

A tabela 1 resume os achados histológicos encontrados neste trabalho. Nas amostras 1, 2, 3 e 4, que receberam preparos cavitários na categoria média à profunda, sem exposição pulpar, não foram observadas diferenças significativas de reação inflamatória da polpa entre as amostras irradiadas e não irradiadas.

Nas amostras 5 e 6, cujo material restaurador entrou em contato com o tecido pulpar em decorrência da exposição da polpa no preparo cavitário, observou-se uma reação inflamatória acentuada, com presença de abscesso no interior da polpa coronária, nas amostras que não

receberam irradiação. As amostras irradiadas mostraram ausência e/ou menor quantidade de células inflamatórias.

**Tabela 1: Resumo dos resultados histológicos**

<b>TIPO DE PREPARO CAVITÁRIO</b>	<b>AMOSTRA IRRADIADA</b>	<b>AMOSTRA NÃO-IRRADIADA</b>
Médio a profundo	Ausência de reação inflamatória	Ausência de reação inflamatória
Profundo com exposição pulpar	Ausência e/ou leve infiltrado inflamatório	Presença de abscesso e intenso infiltrado inflamatório

## 6 - DISCUSSÃO

Ficou evidente que o trauma gerado pelos procedimentos nos preparos cavitários e restauradores, mesmo na ausência do processo cárie, podem gerar uma patologia pulpar (Mc Donald, 1977; Mondelli, 1984) e, dependendo da irritação gerada, pode ser debelada pelo processo de reparo tecidual pulpar, conforme observado nas amostras 1, 2, 3 e 4. No entanto, o trauma gerado pelos procedimentos dos preparos cavitários e restauradores nas amostras 5 e 6, analisadas após sete dias, induziu alterações inflamatórias mais severas, principalmente nas amostras não irradiadas.

Com relação à profundidade das cavidades, podemos destacar que a permeabilidade da dentina, número e diâmetro dos túbulos dentinários aumentam a medida que nos aproximamos da polpa (Pashley, 1989), favorecendo a penetração de bactérias ou seus subprodutos e até mesmo a toxicidade de materiais restauradores, podendo ser difundidos pelo líquido dos túbulos dentinários até a polpa provocando reações inflamatórias (Mc Donald et al., 1977; Mjör, 1990; Carvalho et al., 1995).

O material restaurador escolhido para o vedamento das cavidades foi o cimento de policarboxilato, adequado para vedamento por sete dias das cavidades médias à profundas, cujas propriedades de quelação ao dente e tamanho de suas moléculas, não se difunde pelo líquido dentinário (Mjör, 1990). É considerado menos tóxico que o cimento de zinco por não interferir nas reações de sensibilidade dolorosa após restauração, como no caso do óxido de zinco e eugenol. (Mlör, 1990; Mc Doanald et al., 1997).

A possibilidade de contaminação bacteriana da polpa é maior nos casos de exposição pulpar, agravando o estado inflamatório do tecido pulpar e dificultando a cicatrização. O uso do laser em baixa intensidade com ação bactericida tem sido citado por pesquisadores como um instrumento capaz de inviabilizar a atividade celular das bactérias, quando associado a um fotossensibilizador. (Garcia et al., 1997).

A terapia com lasers em baixa intensidade sobre os tecidos e órgão pulpar, utilizando os lasers de Arseneto de Gálio (GaAs), Hélio-Neônio (He-Ne) e Arseneto de Gálio e Alumínio (GaAsAl), vem sendo preconizada e comprovada por vários pesquisadores devido o seu potencial analgésico, antiinflamatório e biomodulador celular. Relatos de estudos anteriores foram feitos na área do metabolismo celular (Mester, 1968; Bosatra et al., 1984; Kuramada, 1990; Karu et al., 1996; Mester, 1968; Bosatra et al., 1984; Kuramada, 1990; Karu et al., 1995; Ribeiro et al., 1997); estudos em animais (Annerth et al., 1988; Takeda, 1988; Honmura et al., 1992; Thwe et al., 1994; Ribeiro, 1996; Halevy et al., 1997) e ensaios em humanos (Mester, 1969; Bosatra et al., 1984; Chomette et al., 1987; Groth, 1993; Rodrigues et al., 1999; Silva et al., 1999; Amorin, 2001; De Sousa, 2001). O comprimento de onda de 650 nm, utilizado neste estudo, apresenta maior profundidade de penetração (Vieira Jr. et al., 2000), a luz sendo absorvida mais especificamente pelas mitocôndrias das células (Karu, 1999). Os trabalhos de pesquisa *in vivo*, referentes à aplicação desta terapia sobre o órgão pulpar e outros tecidos comprovam a eficiência da irradiação, facilitando e acelerando o processo de reparo tecidual e estimulando a formação de dentina reparadora ou secundária (Kondo et al., 1988; Kuramada, 1988; Wakabayashi et al., 1990;



Twhe et al., 1994; Ribeiro, 1996; Simunovic et al., 2000; Amorim, 2001).

Com relação aos resultados dos exames histológicos obtidos neste trabalho, observou-se que nas amostras de números 1, 2, 3 e 4, sete dias após o preparo cavitário, apresentaram o tecido pulpar com características de normalidade, sem nenhuma diferença significativa entre as amostras irradiadas e não irradiadas. É possível supor que as injúrias provocadas pelo procedimento restaurador foram neutralizadas pelo órgão pulpar em todas as amostras. Um fator favorável à regeneração pulpar observada pode ser por tratar-se de dentes jovens, com grande volume pulpar, o que facilitou a regeneração frente às injúrias inflamatórias. Na amostra 5, a reação inflamatória da polpa não irradiada mostrou infiltrado inflamatório intenso e presença de abscesso pulpar. Já na polpa irradiada, foi observado no tecido pulpar características de normalidade. A amostra 6, com avaliação sete dias pós-preparo cavitário, na polpa coronária do dente não irradiado, além do abscesso, observou-se que a presença de infiltrado inflamatório é mais acentuada, quando comparada à polpa do dente irradiado.

Portanto, nos dentes 5 e 6, que receberam irradiação, pudemos observar ausência e/ou leve indicação inflamatória, quando comparados àqueles não irradiados. A ação antiinflamatória do laser sobre os tecidos facilita o reparo tecidual, aumentando o índice de cura das lesões. Os efeitos da LILT nos eventos celulares é importante no entendimento dos mecanismos que agem nesse processo. Estes estimulam a atividade celular, conduzindo ao aumento da população e desgranulação de mastócitos. O mastócito é uma célula especializada, rica em histamina, heparina, proteínas e enzimas ativas, responsável, entre outras alterações, pela dilatação dos vasos. (Benedicenti, 1983; Dupeyrat, Neyman, 1986;

**Brugnera et al., 1991; Ribeiro, 1996; Simunovic et al., 2000; Silveira, 2000; Amorim, 2001).**

Todos os pacientes das seis amostras realizadas não relataram sintomatologia dolorosa desde os procedimentos restauradores até sete dias após, quando foram realizadas as extrações dos dentes.

A diminuição, e até a ausência de sintomatologia dolorosa para os pacientes após os procedimentos operatórios na odontologia, vem sendo mais facilmente alcançada com a aplicação da LILT. O potente efeito analgésico da irradiação laser sobre os tecidos injuriados tem sido descrito e defendido por vários pesquisadores (**Benedicenti, Travesso, 1983; Borgogna et al., 1984; Senda et al., 1985 Gomi et al., 1986; Kawakami et al., 1989; Silca et al., 1992; Groth, 1993;**)

Tendo em vista a metodologia experimental executada e os resultados encontrados, julga-se necessário a realização de novos estudos no intuito de contribuir com a terapêutica do preparo cavitário e a seqüela pulpar. Por se tratar de experimento clínico, os resultados deste estudo podem contribuir para o aperfeiçoamento do procedimento e caracterizá-lo como promissor para a prática clínica da LILT.

Os resultados encontrados nas amostras tratadas permitem inferir a eficiência do modelo apresentado e a ação do procedimento no controle das injúrias ao órgão pulpar.

## CONCLUSÃO

Tendo em vista os resultados obtidos, podemos concluir que:

- Nas amostras 1, 2, 3 e 4, com cavidades médias à profundas, a análise do quadro histológico mostrou não haver diferenças significativas das condições pulpares, entre as amostras irradiadas e não irradiadas.
- Nas amostras 5 e 6, cujos preparos e material restaurador entraram em contato com o tecido pulpar, as amostras irradiadas apresentaram melhores condições do quadro inflamatório, quando comparadas às amostras não irradiadas.
- Os resultados obtidos sugerem que o modelo aplicado contribui para o aperfeiçoamento do procedimento e o situa como promissor para a prática clínica da LILT, dentro das condições utilizadas no pós-preparo cavitário.

## REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ALMEIDA-LOPES, L., VÉLEZ-GONZÁLEZ, M., BRUGNERA, A. JR., PINHEIRO, A.B. The use low level laser therapy for wound healing: Clinical study. In: *Annual Meeting-Lasers in surgery and Medicine, Proceedings...* Florida, EUA 1999. p.16-18.

AMORIM, J.C.F. *Avaliação da influência do laser de Arseneto de Gálio e Alumínio emitindo em baixa intensidade na reparação gengival após gengivectomia. Estudo in anima nobile.* São Paulo SP (2001): Dissertação mestrado profissionalizante lasers em odontologia. IPEN-FOUSP.

ANNEROOTH, G., HALL, G., RUDEN, H., ZETTERQVIST, L. The effects of low-energy infra-red laser radiation on wound healing in rats. *Br J Oral Maxillofac Surg*, v.26, p.12-17, 1988

BENEDICENTI, A., ALESSIO, G. Protocolli clinici di applicazione di laserterapia 904 nm del cavo orale (Presentazione de casi clinici e discussione di resultatti. *Paradont. Stomat. (Nuova)*, v.22, n.1, p.131-142, 1983.

BENEDICENTI, A. CARPI, G. Utilizzazione dell laser I.R. 904 nm a semiconduttore nella terapia delle forme atrofiche e del cavo orale (Presupposte sperimentali e casi clinici). *Paradont. Stomat. (Nuova)*, v.22, n.1, p.187-196, 1983.

BENEDICENTI, A., CUCCINOTTA, F. L'utilizzazione dell'effetto biostimolante della luce laser 904 nm in Chirurgia padontale. *Paradont. Stomat. (Nuova)*, v.22, p.61-78, 1983.

BENEDICENTI, A., TRAVERSO, M. Rilevamenti statistici clinici su varie forma patologiche del cavo orale trattate in laser terapia 904 nm infrared. *Paradont. Stomat.*, p.201-226, 1983.

BENEDICENTI, GOLA, G., CINGANO, L., LUPI, L. La valutazione del metoeo radioimmunologico dell livello di beta endorfina nel liquor prima e dopo erradiazione con luce laser 904 nm nella nevralgia trigeminale. *Paradont. Stomat. (Nuova)* v.22, n.1 p.109-120, 1983a.

BENEDICENTI, A., PURRO, C., MENINI, F. Effeto antalgico e biostimolante della luce laser I.R. 904 nm (Prezentazione di alcuni casi clinici). *Paradont. Stomat. (Nuova)*, v.22, n.1, p.121-129, 1983b.

BIHARI, J., MESTER, A. R. The biostimulative effect of low level laser therapy on longstanding crural ulcers using Helium Neon laser, Helium Neon laser Plus infrared lasers, and noncoherent light: preliminary report of a randomized double blind comparative study. *Laser Therapy*, v.1, n.2, p.97, 1989.

BORGONA, E., BARBERO, A.M., RE, F. Contributo clinico-statistico sull'impiego del laser I.R. in odontostomatologia. *Minerva Stomal.*, p.287-290., 1984.

BOSATRA, M., JUCCI, A., OLLIARO, P., QUACCI, D., SACCHI, S. *In vitro* fibroblast and dermis fibroblast activation by laser irradiation at low energy. *Dermatologica*, v.168, n.4, p.157-162, 1984.

BRÄNNSTRÖM, M. *Dentin an pulp in restorative dentistry*. London: Wolfe Medical Publications, 1982. 125p.

BRUGNERA Jr., A., VILLA, R.G., GENOVESE, W.J. *Laser na odontologia*. São Paulo: Pancast, 1991. p. 29-46.

CARVALHO, R. C. *Ionômero de vidro, MAXI -ODONTO DENTÍSTICA*. Volume I, Fascículo 05, Set/out, 1995.

CENTOLA, A. L.B., NASCIMENTO, T. N., TURBINO, M.L. Preparos cavitários para amálgama e resina composta. Edusp: 1997. p. 23-24.

CHEONG, W.F., PRAHL, S.A. e WELCH, A.J. A review of the optical properties of biological tissues. *Ieee J. Quantun Electron*. 26 (12): 2166-2185, 1990.

COX, C.F., SÜBAY, R.K., OSTRO, E., SUZUKI, S., SUZUKI, S.H. Túnel defects in dentin bridges: their formation following direct pulp camping. *Oper Dent*, v.21, n.1, p.4-11, Jan./Feb. 1996.

CHOMETTE, G., AURIOL, M., ZEITOUN, R., MOUSQUES, T. Effect du soft-laser sur le tissu conjonctif gengival II- Effect sur la cicatrization. Etude in microscopie optique, histoenzymologie et microscopie electronique. *J. Biol. Buc.*, v.15, p.51-57, 1987.

CRUZ, Carlos Alberto dos Santos; ADABO, Luis Gelson. Cárie dental: etiologia e aspectos preventivos. *Revista de Odontologia Clínica*. v., n.2, p.13-16, jan./jun., 1987.

CURY, Jaime Aparecido. Controle químico da placa dental. In: Kriger, Léo (coord.) *Revista da APCD*. São Paulo, v.49, n.1, p.40-45, jan./fev.,1997.

DE SOUSA, G.R. *Avaliação radiográfica da reparação óssea em lesões periradiculares de elementos dentários submetidos à radiação com laser de baixa intensidade de  $\lambda=904\text{nm}$* . São Paulo (SP): 2001. Dissertação mestrado profissional lasers em odontologia- IPEN-FOUSP.

DUPEYRAT, J., NEYMAN, P. Soft laser on laser doux infrarouge dans la pratique quotidienne d'un service dentaire. *Chir. Dent. France*, v.56, n.330, p.37-46, 1986.

ENWEMEKA, C. S., RODRIGUEZ, O., GALL, N., WALSH, N. Morphometries of collagen fibril populations in He-Ne laser photostimulated tendons. *J Clin Laser Med Surg*, p.47-52, Dic. 1990.

GARCIA, V.G., PACCA, C.A.D., PINTO, R.S., TOSCANO, M.D.P.O., MANTOVANI, A.V.R., TEODORO, L.H. Estudo *in vitro* da ação dos raios Laser de bioestimulação em amostras de *Streptococcus* e *Estaphylococcus*. *Revista da Faculdade de Odontologia Lins*. v. 10, n.2, p. 16-22, 1997.

GOMI, A., KAMIYA, K., YAMASHITA, H., BAN, Y., SENDA, A., HARA, G., YAMAGUCHI, M., NARITA, T., HASEGAWA, J. A clinical study on "soft laser 632", a He-Ne low energy medical laser. *Aichi Gakuin Daigaku Shigakkai Shi*, v.24, n.3, p.390-399, sept 1986.

GROSWEINER, L.I., KARAGIANNES, J.L., JOHNSON, P.W. E ZHANG, Z. – Gaussian beam spread in biological tissue. *Applied Optics* 29(3): 379-383, 1990.

GROTH, E.B. *Contribuição para o estudo da aplicação do laser de baixa potência de Ga-Al-As no tratamento da hipersensibilidade dentinária*. São Paulo, 1993. 60p.

HALEVY, S., LUBART, R., REUVENI, H., GROSSMAN, N. Infrared (780 nm) low level laser therapy for wound healing: in vivo and in vitro studies. *Laser Therapy*, v.9 p. 159-164, 1997.

HALLMAN, H. O., BASFORD, JR., O'BRIEN, J.F., CUMMINS, L.A. Does low- energy helium-neon laser irradiation alter *in vitro* replication of human fibroblast? *Lasers Surg Med*, v.8, n.2, p.125-129, 1988.

HERMAN, W. Apud CASTAGNOLA, L. IORLAY, H. G. Direct capping of the pulp and vital amputation. *Brit.dent. J.*, 88.

HOLLAND, R. Histochemical response of amputated pulp to calcium hydroxide. *Rev. Bras. De Pesquisas Méd. Biol.*, volume 4, nº ½, pág. 83-95, 1971.



HONMURA, A., YANASE, M., OBATA, J., HARUKI, E. Therapeutic effect of Ga-Al-As diode laser irradiation on experimentally induced inflammation in rats. *Lasers surg Med*, v. 12, n. 4, p. 441-449, 1992.

HOWELL, R.M., COHEN, D.M., POWELL, G.L., GREEN, J.G. The use of low energy therapy to treat aphtous ulcers. *Ann Dent*, v.47, n.2, p.16-18, Winter 1988.

IN DE BRAEKT, M.M.H., VAN ALPHEN, F.A.M., KUIJPERS-JAGTMAN, A.M.; MALTHA, J.C. effect of low level laser therapy on wound healing after palatal surgery in beagle dogs. *Lasers Surg Med*, v.11, n.5, p.462-470, 1991.

KAMEYA, T., IDE, S. H., ACORDA, J. A., YAMADA, H., TAGUCHI, K., ABE, N. Effects of different wavelengths of low level laser therapy on wound healing in mice. *Laser therapy*, v.7, p.33-36, 1995.

KARU, T.I.- Molecular mechanism of the therapeutic effect of low intensity laser irradiation *Laser Life Sci.* 2: 53-74, 1988.

KARU, T. Photobiology of low power laser effects. *Health phys*, v.56, n.5, p.691-704, May 1989, apud TIPHLOVA, O.; KARU, T. Role of primary photoacceptorw in low power laser effects: action of He-Ne laser radiation on bacteriophage T4- *Escherichia coli* interaction. *Laser Surg Med*, v.9, n.1, p.67-69, 1989.

KARU, T. I., PYATIBRAT, L. V., KALENDO G. S., Irradiation with He-Ne laser increases ATP level in cells cultivated in vitro. *J Photochem Photobiol B: Biol*, v.27, p.219-233, 1995.

KARU, T. Primary and secondary mechanisms of action of visible to near-IR radiation on cells. *Journal of Photochemistry and Photobiology B: BIOL*, v. 49, p. 1-17, 1999.

KAWAKAMI, T., IBARAKI, Y., HARAGUCHI, K., ODACHI, H., KAWAMURQ, H., KUBOTA, M., MIYATA, T., WATANABE, T., IIOKA, A., NITTONO, M., ODACHI, T., OHNUMA, S., SEKIGUCHI, N., YOKOUCHI, A., MATSUDA, K. The effectiveness of Ga-Al-As semi conductor laser treatment to pain decrease after irradiation. *Higashi Nipon Shigaku Zasshi*, v.8, n.1, p.57-62, June 1989.

KONDO, M., KAMIYA, K., GOMI, A., SENDA, A., HARA, G., MAEDA. H., TAKEHANA, S., MABUCHI,R., KAMEYAMA, Y. A histological study of the effects of laser irradiation by "soft laser 632"on de oral mucosa, dorsal skin, knee joint, temporomandibular joint of rats and the dental pulp of humans. *Aichi Gakuin Daigaku Shigakkai Shi*, v.26, n.4, p.795-804, Dec. 1988.

KORYTNY, D.L. Use of He-Ne laser in therapeutic stomatology. *Stomatologiia (Moscow)*, v.57, p.21-26, 1978.

KRASSE. B. *Risco de cárie*. 2 ed. São Paulo, SP: Quintesseno Books, 1988.

KURUMADA, F. A study on the application of Ga-As semiconductor laser to endodontics. The effects of laser laser irradiation on the activation of inflammatory cells and the vital pulpotomy. *Ohu Daigaku Shigakushi*, v.17, n.3, p.233-244, Nov. 1990.

LUBART, R., FRIEDMANN H., SINYKOV M., GROSSMAN N. Biostimulation of photosensitized fibroblasts by low incident levels of visible light energy. *Laser Therapy*, v.7, p. 101-106, 1995.

LUTSYK, L.A., RYBERT, I.A., SVISHEH, M.P. Use of a helium-neon laser in the combined treatment of oral mucosal diseases in children. *Stomatologia (Moscow)*, v.60, p.15-16, 1981.

MAIMAN, T. H. Stimulated optical radiation in rubi. *Nature*, v.187, p.493-494, Aug. 1960.

MALTZ, Marisa, CARVALHO, Joana. Diagnóstico da doença cárie. In: Kriger, Léo (Coord.) *Promoção de saúde bucal*, ABOPREV, São Paulo, 1997; Artes Médicas, p.71-91, 1997.

MC DONALD, Ralph E. et cols. *Odontopediatria*. Guanabara Koogan, p.135-154, 189-198, 1977.

MEDEIROS, Urubatan Vieira de, ALVES, Alessandra Castro. Avaliação do tratamento intensivo com verniz fluoretado. *Jornal da ABOPREV*, viver em saúde, Rio de Janeiro, Ano VII, nov/dez p.3, 1996.

MESTER, E. LUDANY, G., SELLYEI, M., SZENDE, B., TOTA, J.G.  
The stimulating effect of low power laser rays on biological systems.  
*Laser Rev.*, v.1, p.3, 1968.

MESTER, E. Experimentation on interaction between infrared laser and  
wound healing. *Exper Chirurg.*, v.2, p.94, 1969.

MESTER, E., JASZSAGI-NAGY, E. The effect of laser radiation on  
wound healing and collagen biosynthesis. *Stud. Biophys.*, v.35, p.227-  
230, 1973.

MESTER, E. MESTER, A. F., MESTER, A. The biomedical effects of  
laser application. *Laser Surg Med*, v.5, n.1, p.31-39, 1985.

MESTER, A. F, MESTER, A. Wound healing. *Laser Therapy*, v.1, n.1,  
p.7, 1989.

MJÖR, I.A. *Dentística Operatória moderna*. Livraria Editora Santos,  
p.114-132, 1990.

MONDELLI, j. et al *Dentística Operatória*. Sarvier, São Paulo, cap.3-5-  
6-7, 1977.

MONDELLI, J et al. *Dentística Restauradora- tratamento Clínicos  
integrados*. Quintessence, p.9-13, 73-115, 1984.

- NAVARRO, Maria Fidela de Lima. Avaliação e tratamento do paciente com relação ao risco de cárie. In: *Maxi Odonto: Dentística*, Bauru. São Paulo, v.1, n.4, p.88, jul./ago., 1995.
- NYGREEN, J. A. Apud MARTIN, D. M. & CRABB, H. S. M. Calcium hydroxide en noot therapy. A review *Brit. Dent. J.* , 142: 277-83, jan-jun. 1977.
- NOGUEROL, B.F., ALÁNDEZ, F.J., CÑIZAREZ, J., SICILIA, A., SANZ, CAMPOS, A., TRELLES, M.A. Ultrastructural change of the mouse periodontum after He-Ne laser radiation: a transmission electron microscopic study. *Laser therapy*, v.6, p.95-100, 1994.
- OHSIRO, T. - *Low Reactive-Level laser Therapy: Practical Application*. John Wiley & Sons, Chichester, p.242, 1991.
- PASHLEY, D.H. Dentin permeability: theory and practice. In Spangberg L, ed: *Experimental endodontics*, Boca Raton, Fla, 1989, CRC Press.
- PASSARELLA, S., CASAMASSIMA, E., MOLINARI, S., CARETTO, G. e JIRILLO, E. - Increase of proton electrochemical potential and ATP syntesis in rat liver mitochondria irradiated *in vitro* by helium-neon. *FEBS Lett.* 175: p.95-99, 1984.
- PERES, F., FELINO, A., CARVALHO, J.F.C. Efeito anti-álgico da radiação lalser (IL) 904 nm em cirurgia oral. *Ver Port Estomatol Cir. Maxilofac.*, v.26, n.3, p.205-217, jul./set. 1985.

- PFAFF, PH. Apud CASTAGNOLA, L. La conservation de la vitalidad de la pulpa. Buenos Aires, Mundi. 1956.
- POURREAU-SCHNEIDER, N., SOUDRY, M., REMUSAT, M., FRANQUIN, J.C. MARTIN, P.M. Modifications of growth dynamics and ultrastructure after helium-neon laser treatment of human gingival fibroblast. *Quintessence Int*, v.20, n.12, p.887-893, Dec. 1989.
- PRADELLI, P. De l'utilisation des lasers Helium-Neon. *Chir. Dent. France*, v.55, n.296/297, p.37-39, 1985
- RIBEIRO, M.S., ZECELL, D.M., CARBONE, K., PELLEGRINE, C.M.R., ZORN, T.M.T. Effects of He-Ne polarized laser radiation on skin wounds repair: a morphological study. *Spie*. v.3198, p.31-36, 1997.
- RIBEIRO, R.A. *Resposta pulpar de dentes decíduos pulpotomizados e irradiados, ou não, por um laser de baixa potência semicondutor de Arseneto de Gálio-Alumínio. Estudo conduzido em cães*. São Paulo, 1996. 110p. Dissertação mestrado profissionalizante lasers em odontologia. IPEN-FOUSP.
- RODRIGUES R. C., ELGELMANN, E., BRUGNERA, A., ALMEIDA-LOPES, L., DUARTE, D.A.. Clinical study of the lasertherapy antinflammatory action on the tissues reparation after iatrogenics trauma. In: ANNUAL MEETHING-LASERS IN SURGERY AND MEDICINE, Proceedings...Flórida, EUA. 1999.

- SÁ, F. C. , Curetagem pulpar. Bauru, 1989, 16-17 p. Dissertação (mestrado) – Faculdade de Odontologia de Bauru, Universidade de São Paulo.
- SCHMITT, J.M., ZHOU, G.X., WALKER, E.C. e WALL, R.T.- Multilayer model of photon diffusion in skin. *J. Opt. Soc. Am. A* 7(11): 2141-2153, 1990.
- SENDA, A., GOMI, A., TANI, T., YOSHINO, H., HARA, G., YAMAGUCHI, M., MATSUMOTO, T., NARITA, T., HASEGAWA, J. A clinical study on “soft laser 632”, a He-Ne low energy medical laser. 1 report: the effects in relieving pain just after irradiation. *Aichi Gakuin Daigaku Shigakkai Shi*, v.23, n.4, p.773-780, Dec. 1985.
- SILVA, C. M. Proteções pulpares diretas. Bauru, 1991, 08-09 p. Dissertação (mestrado) – Faculdade de Odontologia de Bauru, Universidade de São Paulo.
- SILVA, N.M.M., CECCHINI, R.C.M., EDUARDO, C.P. Aplicações clínicas do “soft laser” em Odontologia. *Ver Paul Odont.*, v.14, n.4, p.30-32, jul./ago. 1999.
- SILVEIRA, L.B. Verificação do comportamento dos mastócitos na parede não-mineralizada da bolsa periodontal supra-óssea submetida à radiação laser de baixa intensidade. São Paulo, 2000 Dissertação mestrado profissionalizante lasers em odontologia. IPEN-FOUSP.
- SIMUNOVIC, Z., IVANKOVICH, A.D., DEPOLO, A. Wound healing of animal and traffic accident injuries using low-level laser therapy

treatment: A randomized clinical study of seventy-four patients with control group. *Journal of Clinical Laser Medicine & Surgery*, v.18, p.67-73. 2000.

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

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

TAKAHASHI, K., ONODA, C., SUGIYAMA, S., NORO, A., MIKIISHI, T., ISHIKAWA, T. Clinical evaluation of Ga-Al-As semiconductor laser diode (UNI-LASER) Irradiation in treatment of solitary aphtha, erosin and hypersensitive dentine. *Shikwa Gakko*, v.87, n.2, p.295-303, 1987.

TAKEDA, Y. Irradiation effect of low-energy laser on rat submandibular salivary gland. *Proc Finn Dent Soc*, v.86, n.1, p.23-27, 1990.

TERRIBILE W. M. V., CORTI, L., VELUSSI, C., CECCERELLI, F., BOSO, C., BELFONTALI, S. Experimental wound healing with coherent and non-coherent radiation. *Laser Techno.*, v.2, n.3, p.121-134, 1992.

THWE, T.T., KATO, J., HASHIMOTO, M., NAGAI, Y., HASHIMOTO, H. Pulp reaction after pulpotomy with He-Ne laser irradiation. In: INTERNATIONAL CONGRESS ON LASERS IN DENTISTRY, 4 Singapore, Aug. 6-10, 1994. *Abstract of papers*. Singapore, 1994, p.108.

[Resumo]



TOCCO, G., LE BORGNE DE KAOUEL, C. E AUBERT, C. – He-Ne and IR mid-laser influences in skin cells *in vitro*- preliminary results. *Proceedings Intern. Congress Lasers Surgery Medicine* p. 175-182, 1985.

UTSUNOMIYA, T. A histopathological Study of de Effects of low-Power Laser irradiation on Wound Healing of Exposed Dental Pulp Tissue in Dogs, with Special Reference to Lectins and Collagens. *Journal of Endodontics*, v. 24, n.3, p. 187-193. March 1998.

WAKABAYASHI, H., HAMBA, M., MATSUMOTO, K., TACHIBANA, H. Effect of irradiation by semiconductor laser on responses evoked in trigeminal caudal neurons by tooth pulp stimulation. *Lasers Surg Med.*, v.13, n.6, p.605-610, 1993.

WEYNE, Sérgio de Carvalho. Curso de atualização e educação continuada em Odontologia Preventiva: estudo da cárie, o diagnóstico da atividade da cárie. A descoberta do paciente de alto risco. *Revista Brasileira de Odontologia*, v.43, n.5, p.34-49, set/out, 1986.

WEYNE, Sérgio de Carvalho. A construção do paradigma de promoção de saúde- um desafio para as novas gerações. In: Kriger, Léo (Coord). *Promoção de saúde bucal*, ABOPREV, 1997. São Paulo: Artes Médicas, p.3-25, 1997.

WILDER-SMITH, P. The soft laser: therapeutic tool or popular placebo? *Oral Surg Oral Med Pathol.*, v.66, n.6, p.654-658, Dec. 1988.

VARELLA, J.A. & PAIVA, J.G. *Manual de Endodontia*. São Paulo, Atheneu, p.335, 1969.

YAMAGUCHI, M., ITO, M., MIWATA, T., HORIBA, N., MATSUMOTO, T., NAKAMURA, H., FUKAYA, M. Clinical study on the treatment of hypersensitive dentin by Ga-Al-As laser diodo using a double blind test. *Aichi Gakuin Daigaku Shigakkai Shi*, v.28, n.2, p.703-707, June 1990.

YOSHIO, N. et al Stimulative Effect of He-Ne laser Irradiation of Cultures Fibroblasts Derived from Human Dental pulp. *Lasers in the Life Sciences*, v. 4(4), p. 249-256 sep. 1991.

## BIBLIOGRAFIA RECOMENDADA

VIEIRA JÚNIOR, N.D.; ZECELL, D.M.; NOGUEIRA, G.E.C.; VIEIRA, M.M.F.; MIRAGE, <sup>a</sup>; MALDONADO, E.P.; WETTER, N. U.; ROSSI, W.; RIBEIRO, M.S. Apostilas do curso de Mestrado Profissionalizante em Lasers em Odontologia- IPEN-FOUSP, S.P, 2000.

Laser de Baixa Potência em Odontologia. Manual do Usuário  
Laser Beam Indústria e Tecnologia Ltda.

DE DEUS, A.D. *Tratamento conservador da polpa dental* In: Endodontia 5, ed. Rio de Janeiro, Guanabara Koogan, 1992.

BENEDICENTE, A.; *Manuale di Laserterapia Del Cavo Orale* .Castello. Itália: Editora Maggioli, 1982.

STEPHEEN COHEN; RICHARD C. BURNS. *Caminhos Da Polpa: 6* ed.. Rio de Janeiro, Guanabara Koogan, 1997.



M22287



***Instituto de Pesquisas Energéticas e Nucleares***

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

Fone (0XX11) 3816-9000 - Fax (0XX11) 3812-3546

SÃO PAULO - São Paulo

[Http://www.ipen.br](http://www.ipen.br)

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

# Livros Grátis

( <http://www.livrosgratis.com.br> )

Milhares de Livros para Download:

[Baixar livros de Administração](#)

[Baixar livros de Agronomia](#)

[Baixar livros de Arquitetura](#)

[Baixar livros de Artes](#)

[Baixar livros de Astronomia](#)

[Baixar livros de Biologia Geral](#)

[Baixar livros de Ciência da Computação](#)

[Baixar livros de Ciência da Informação](#)

[Baixar livros de Ciência Política](#)

[Baixar livros de Ciências da Saúde](#)

[Baixar livros de Comunicação](#)

[Baixar livros do Conselho Nacional de Educação - CNE](#)

[Baixar livros de Defesa civil](#)

[Baixar livros de Direito](#)

[Baixar livros de Direitos humanos](#)

[Baixar livros de Economia](#)

[Baixar livros de Economia Doméstica](#)

[Baixar livros de Educação](#)

[Baixar livros de Educação - Trânsito](#)

[Baixar livros de Educação Física](#)

[Baixar livros de Engenharia Aeroespacial](#)

[Baixar livros de Farmácia](#)

[Baixar livros de Filosofia](#)

[Baixar livros de Física](#)

[Baixar livros de Geociências](#)

[Baixar livros de Geografia](#)

[Baixar livros de História](#)

[Baixar livros de Línguas](#)

[Baixar livros de Literatura](#)  
[Baixar livros de Literatura de Cordel](#)  
[Baixar livros de Literatura Infantil](#)  
[Baixar livros de Matemática](#)  
[Baixar livros de Medicina](#)  
[Baixar livros de Medicina Veterinária](#)  
[Baixar livros de Meio Ambiente](#)  
[Baixar livros de Meteorologia](#)  
[Baixar Monografias e TCC](#)  
[Baixar livros Multidisciplinar](#)  
[Baixar livros de Música](#)  
[Baixar livros de Psicologia](#)  
[Baixar livros de Química](#)  
[Baixar livros de Saúde Coletiva](#)  
[Baixar livros de Serviço Social](#)  
[Baixar livros de Sociologia](#)  
[Baixar livros de Teologia](#)  
[Baixar livros de Trabalho](#)  
[Baixar livros de Turismo](#)