


Universidade de São Paulo
Faculdade de Odontologia de Ribeirão Preto
Departamento de Odontologia Restauradora

Aplicação do Laser em Dentística

Profa. Dra. Regina Guenka Palma Dibb

Emprego da luz

- 1400 – Uso terapêutico da luz – hindus
- Emprego pelos chineses para tratamento de muitas enfermidades

Século XVII: fluxo de minúsculas partículas que eram emitidas por fontes de luz (Newton 1704)

Século XIX: descoberto o caráter ondulatório da luz, de natureza eletromagnética (Young 1804)

Histórico do Laser

- 1905 - Eistein - Argumentos estatísticos: Luz comporta-se como se fosse constituída de corpúsculos - fótons

Explicação do efeito fotoelétrico

- 1917 - Teoria no campo da mecânica Quântica - Eistein

omnis.if.ufrj.br/~ldavid/arquivos/Einstein%20e%20o%20laser.ppt Davidovich - UFRJ

Invenção do laser

- Gordon Gould, 1957 – estudante de doutorado na Universidade de Columbia (ganhou patente em 1977)
- Arthur Schawlow e Charles Townes (1958) - MASER (radiação estimulada de comprimento de onda de 1cm - radiação estimulada na região de microondas)


 Gould


 Schawlow

PHYSICAL REVIEW VOLUME 112, NUMBER 6 DECEMBER 15, 1958

Infrared and Optical Masers

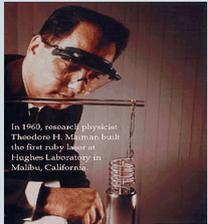
A. L. SCHAWLOW AND C. H. TOWNES*

Bell Telephone Laboratories, Murray Hill, New Jersey

(Received August 26, 1958)

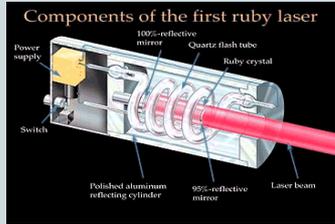
omnis.if.ufrj.br/~ldavid/arquivos/Einstein%20e%20o%20laser.ppt Davidovich - UFRJ

O primeiro laser: Maiman, 1960



In 1960, research physicist Theodore H. Maiman built the first ruby laser at Hughes Laboratory in Malibu, California.

Components of the first ruby laser

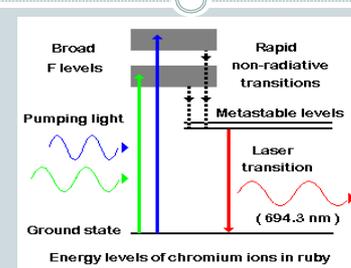


Power supply, 100%-reflective mirror, Quartz flash tube, Ruby crystal, Polished aluminum reflecting cylinder, 95%-reflective mirror, Laser beam, Switch.

T. H. Maiman, Nature. 187, 493, 1960

omnis.if.ufrj.br/~ldavid/arquivos/Einstein%20e%20o%20laser.ppt Davidovich - UFRJ

O truque de Maiman



Broad F levels, Rapid non-radiative transitions, Metastable levels, Laser transition (694.3 nm), Ground state, Energy levels of chromium ions in ruby.

omnis.if.ufrj.br/~ldavid/arquivos/Einstein%20e%20o%20laser.ppt Davidovich - UFRJ

Rápido desenvolvimento

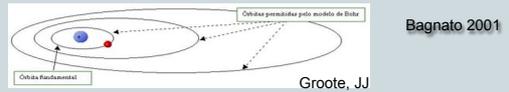
- Fevereiro de 1961, Ali Javan (MIT): Laser contínuo de He-Ne – meio gasoso
- 1962, Robert Hall (GE): Laser de semiconductor
- 1962, N. Bloembergen (Harvard): Ótica não-linear (Nobel 1981)
- 1964, Kumar Patel (Bell Labs): laser de CO₂
- 1964 - Goldman – Laser Rubi em Odontologia
- 1966, Sorokin e Lankard, Schäfer et al.: lasers de corantes (sintonizáveis)
- Steven Strokkel, oftalmologista de NY, 1987 – primeira cirurgia de córnea com laser de excímero (ultravioleta)



omnis.if.ufrj.br/~ldavid/arquivos/Einstein%20e%20o%20laser.ppt Davidovich - UFRJ

Conceitos Básicos

- Atomística
 - Estrutura atômica
 - “todo átomo é uma minúscula partícula material, indestrutível, mantendo massa e dimensão inalteradas; os átomos podem combinar-se produzindo diferentes espécies de matéria”.

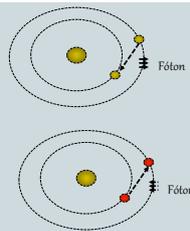


Bagnato 2001

Groote, JJ

Conceitos Básicos

- Estrutura atômica
 - Trajetórias circulares bem definidas - sem emissão de energia pelos elétrons.
 - Quando o elétron passa de uma órbita para outra, ocorre emissão ou absorção de certa quantidade de energia



Bagnato 2001

Teoria Quântica

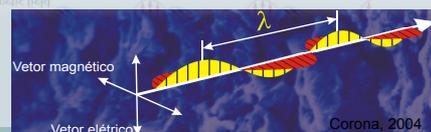
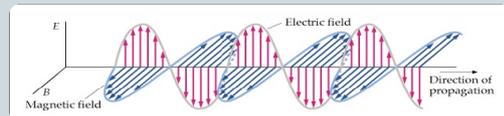
A natureza de partículas da luz surge da observação que a energia das ONDAS é sempre emitida ou absorvida pelos átomos em unidades discretas chamadas QUANTA ou FÓTONS



Natureza da Luz

- Luz - forma de radiação capaz de afetar nosso sentido da visão, que se transmite através de ondas e em linha reta, sendo caracterizadas por força eletromagnética. Seu espectro visível vai do vermelho ao violeta.
- Características
 - É ondulatória e corpuscular, predominando por vezes uma, por vezes outra, mas sua constituição é de ambas características.
 - Combina matéria e energia

Natureza da Luz



Corona, 2004

Princípio da Luz

Reflexão

- Superfície Irregular: Reflexão Difusa
- Superfície Lisa: Reflexão Espécular

Transmissão

- DIFUSA
- DIRETA
- SELETIVA

Absorção

Refração

Incidente, refletido, refratado

material 1, material 2

$\text{sen } \theta_1 = \frac{v_1}{v_2} \text{sen } \theta_2$ (Lei de Snell (1621))

Dispersão

Salles, 2004

Princípio da Luz

- Padrão de Interferência - A luz quando cruza as cristas das ondas, mantém-se a luz, mas quando cruza os vales, permanecem em sombra - reforço e anulação de ondas que chegam em tempos diferentes.

Salles, 2004

Característica da Luz

- Se move em ondas.
- Se propaga em linha reta.
- É formada por partículas de energia chamadas fótons.
- Caminha em uma velocidade de 300.000 km por segundo

Biblioteca Virtual Leite Lopes

Característica da Luz

Onda é uma perturbação que se move através de uma substância (ou meio).

Frequência número de ondas que passam por um ponto em um determinado espaço de tempo.

Biblioteca Virtual Leite Lopes

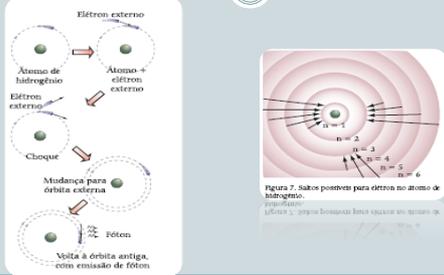
Espectro de Emissão

- Luz branca ao passar por um prisma decompõe-se em diversos componentes - diversos comprimento de onda ou frequência
- Luz branca ao passar por uma ampola de hidrogênio - compostas por determinados comprimento de onda

Bagnato 2001

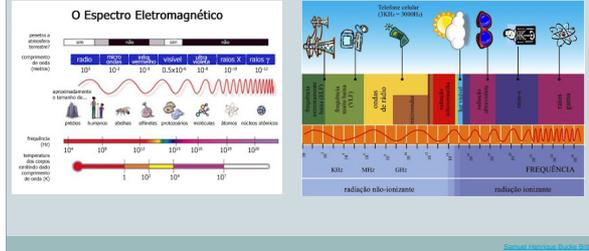
Luz Policromática

Espectro de Emissão



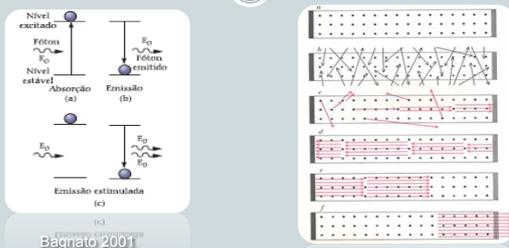
Bagnato 2001

Espectro Eletromagnético



Bagnato 2001, Pinheiro, 2010

Processo de Emissão Estimulada



Bagnato 2001

Elza Vasconcelos

Constituintes do Laser

- Meio Ativo – Contém átomos ou moléculas – elétrons – fótons – luz laser
 - Posicionado dentro da cavidade laser, num tubo internamente polido, com espelhos co-axialmente posicionado de cada lado envolto externamente por um mecanismo de bombeamento.

Bagnato 2001, Pinheiro, 2010

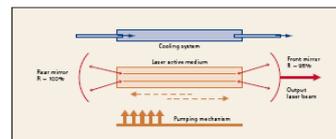
Constituintes do Laser

- Bom meio ativo – pelos menos 10^{-4} s em estado excitado
 - Gasoso (excitação por energia elétrica)
 - Químicos (reação química entre dois átomos)
 - Corantes ou líquido (corante orgânico diluído em solvente químico)
 - Vapor de metal (aquecimento do metal)
 - Sólido (meio ativo sólido e semicondutora)
 - Semicondutores (junção p-n)

Bagnato 2001, Pinheiro, 2010

Constituintes do Laser

- Fonte externa de energia
 - Atua no meio ativo - emitindo fótons sobre ele - grande número de átomos fiquem no estado excitado - Inversão de população.
 - Descarga elétrica, outro laser

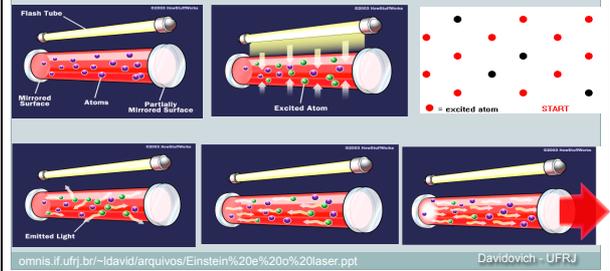


Parker, 2006

Constituintes do Laser

- Caverna ótica ou ressonador
 - Permite amplificar apenas a intensidade de fótons com o mesmo comprimento de onda, direção e polarização
 - Constituído de espelhos nos extremos da caverna – refletem a luz originando ondas estacionárias
 - Os fótons não sofrem interferência destrutiva
 - Os fótons são amplificados originando um reservatório de radiação coerente na caverna

Laser



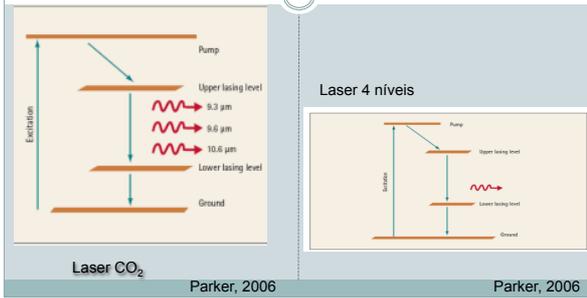
Modo de emissão da luz laser

- Ondas contínuas
- Ondas pulsátil
- Pulso livre – pulso ocorre entre 100 e 200 µsegundos

Working Mode		Typical pulse length
Continuous	...is the continuous emission wave D (cw)*	> 0.25 s
Pulsed mode I	...is the short-term single or periodically repeated emission of the laser radiation.	> 1 µs to 0.25 s
Giant pulsed mode R	... is like pulsed mode, but the pulse length is very short.	1 µs to 1 ns
Modelocked M	... is the emission of laser radiation with all the energy stored in the laser medium released within the shortest possible time.	< 1ns

http://www.lasersafety.com/laser_facts.html

Emissão do Comprimento de Onda

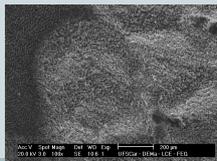


L A S E R

Light Amplification by Stimulated Emission of Radiation

Interferência construtiva – soma das energias dos fótons

- LUZ**
- Monocromática
 - Colimada
 - Coerente
 - Colimação de divergência
 - Polarização



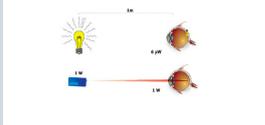
Laser Propriedades do Feixe

- Espelhos parcialmente reflector – feixe laser
- Propriedade da luz laser
 - Monocromática (níveis de energia)
 - Coerente (onda estacionária na caverna)
 - ✦ Coerência temporal (radiação em fase ao longo do feixe)
 - ✦ Coerência espacial (radiação em fase em cada ponto do feixe)
 - ✦ Intensidade 10⁴ a 10¹⁰ superior a luz solar na superfície terrestre, ~10¹⁰Wm⁻² (focagem numa região muito pequena)

IBSE - Química Feixe LEO 2006/2007

Laser Propriedades do Feixe

- Luz monocromática - composta de apenas um comprimento de onda
 - Importante em áreas que requerem luz com uma energia determinada



http://www.lasersafety.com/laser_facts.html

Laser Propriedades do Feixe

- Intensidade do feixe laser – alta
 - tera watt (10^{12} W).
 - Lasers pulsados - energia acumulada emitida em um intervalo de tempo muito pequeno - 10^{-12} s.
- Coerente
- Colimado



Corona, 2004

Característica da luz laser

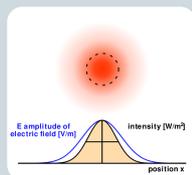
- Potência – medição de taxa de entrega de energia em joules por segundo
 - Output e input
- Potência de Pico – saídas de laser pulsátil (J)

Características da Luz laser

- Densidade de potência ou irradiância
 - Concentração fotônica em uma dada unidade de área (W/cm^2)
- Densidade de energia
 - Concentração de energia no ponto focal

Características da Luz laser

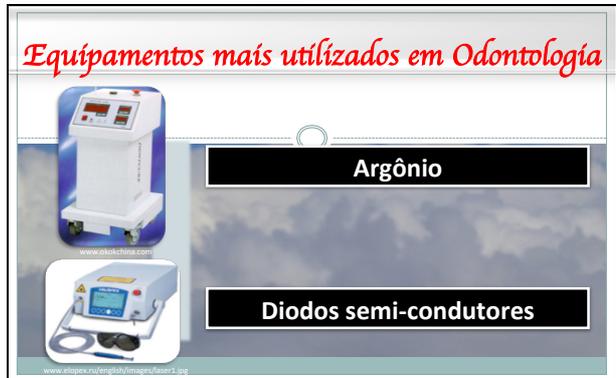
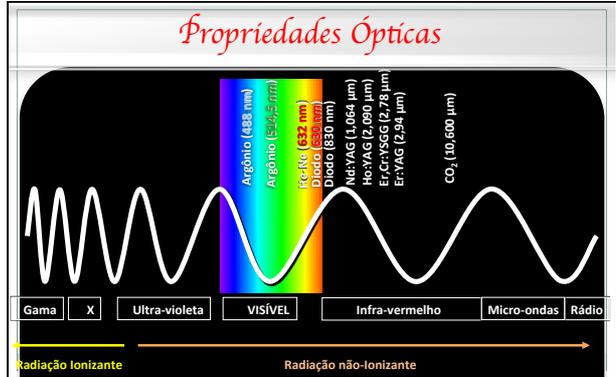
- Dose
 - Energia total usada para o procedimento
- Diâmetro do raio
- Distribuição da energia



http://upload.wikimedia.org/wikipedia/commons/a/a9/Laser_gaussian_profile.svg

Características da Luz laser

- Modo de emissão
 - Pulsátil ou contínuo
- Sistema de entrega de energia
 - Braço jogo de espelhos, fibra de vidro
- Modos de entrega de energia aos tecidos.
 - Contato e não contato





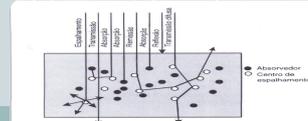
- ### Interação do Laser com os tecidos
- Tecidos biológicos
 - Pouco homogêneos
 - Radiação eletromagnética – incidência sobre a superfície – parte refletida e parte absorvida
 - Qto menor angulos incidente maior será a reflexão
 - Pele – 4-7% raio lumino refletido a 90°
 - Trasmissão e espelhamento
 - Composição dos tecidos determina o grau de dispersão
 - Água absorvem melhor acima λ 1200nm (IR)

Penetração Óptica

- Alta densidade de potência -gera calor
- Radiações UV – aminoácidos, ácidos nucleicos, ácidos urocânicos e melanina
- Visível e IV – menos absorvida a nível superficial – transmitidas
- Absorção seletiva – função fotoreguladora de certos fotoreceptores

Interação do Laser com os tecidos

- Propriedades ópticas de cada tecido
 - Fotoreguladora – ftons de determinado λ - atividade funcional e metabólica da célula
 - extensão
 - natureza da resposta tecidual
 - Em relação a absorção, transmissão, reflexão e difusão da luz laser.



Interação do Laser com os tecidos

- Cromóforos - elementos dos tecidos que exibem um alto coeficiente de absorção de um particular comprimento de onda, ou por uma região do espectro.
 - Melanina
 - hemoglobina
 - Hidroxiapatita



Interação tecidual do laser

Interação laser - tecido

Reações teciduais induzidas pelo laser
Características ópticas dos tecidos



Interação tecidual do laser

Reações teciduais induzidas pelo laser
Características ópticas dos tecidos



Efeito Fotoquímico

Biomodulação: o efeito da luz laser sobre os processos moleculares e bioquímicos que normalmente ocorrem nos tecidos

- Restauração da função celular
 - ✓ Redução da dor e da inflamação
 - ✓ Melhora no reparo tecidual

Fluorescência Tecidual: utilizada como método de diagnóstico em tecidos que emitem fluorescência

Efeito Fotoquímico

Biomodulação

Cicatrização tecidual

Hipersensibilidade dentinária

DTM

Ação anti-álgica

Deleitch & Bushick 2004; Parker 2007

Efeito Fotoquímico

Biomodulação

- Modulação tecidual**
- Cicatrização tecidual**

Após exodontia
Irradiação na região da cirurgia

↓

Acelera cicatrização da ferida cirúrgica e diminui a dor pós-operatória

GaAlAs/HeNe (660nm a 880nm)

- 2j após a cirurgia no tecido ósseo alveolar e gengival (diminui o edema e inflamação)

dente incluído

pós cirúrgico

Sun & Tuner 2004

Efeito Fotoquímico

Biomodulação

Cicatrização tecidual

Após exodontia – recuperação de parestesia

Cirurgia de terceiros molares → Lesão do nervo alveolar inferior e nervo lingual - Proximidade de terceiros molares incluídos

GaAlAs (820 a 890 nm) – 6 J por ponto de aplicação
5mW em modo contínuo por 90 segundos

Diminuição significativa no tempo de recuperação da atividade neural

Chen et al. 2006; Demirel et al. 2008; Demirel et al. 2009; Demirel et al. 2010

Efeito Fotoquímico

Biomodulação

Cicatrização tecidual

Estomatite aftosa **Herpes simplex** **Mucosite**

www.brasilecola.com/imagens/odontologia/afta; www.realonline.com.br/katia/imagens; www.nutecbar.com.br/imagens/dentit.jpg; Catão 2004

Efeito Fotoquímico

Biomodulação

Cicatrização tecidual

Herpes simplex

Resultados

Grupo irradiado	Grupo controle
Fase febril 48 horas	W - Aciclovir 3 a 4 dias
Fase vesicular 48 horas	Controle 5 dias
Infecções secundárias 3 a 4 dias	Aciclovir (p) mais de 7 dias

Alfaro & Muniz 2004

Efeito Fotoquímico

Biomodulação

Ação anti-álgica

Mecanismo da dor

Variáveis mecânicas ou térmicas → Processos inflamatórios → Injúrias → Ativação das fibras nervosas → Despolarização neuronal → Sistema Nervoso Central → DOR

Modulando a síntese de betaendorfina e bradicina
Altera o limiar da DOR

Lasben, 1994; Catão 2004

Efeito Fotoquímico

Biomodulação

Ação anti-álgica
Tratamento de DTM



Aumento na tolerância da dor

- mudanças no potencial da membrana celular
- vasodilatação
- redução do inchaço
- aceleração da atividade intracelular
- atuação no processo de cicatrização

Associação de fatores -> Resultado favorável

Mazzetto et al., 2007

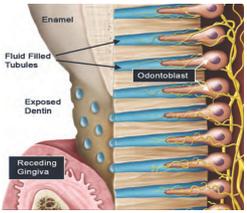
Biomodulação Hipersensibilidade

Alteração morfológica da dentina

- Obliteração dos túbulos dentinários

Atua na estruturas celulares

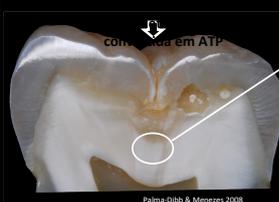
- Efeito anti-inflamatório, analgésico e de síntese



Biomodulação Hipersensibilidade

- Modificações iniciais dos odontoblastos

Dentina esclerosada (translúcida)



Dentina terciária

Deposição mineral nos túbulos dentinários

Diminuição da permeabilidade e sensibilidade dentinária

Impedir a progressão da agressão

Bjornedal & Mjor 2001

Palma-Dibb & Menezes 2008

www.usc.edu

Biomodulação Hipersensibilidade

- Modificações das células do tecido pulpar

Dentina Terciária

Formação de nova estrutura dentinária substituindo o tecido pulpar

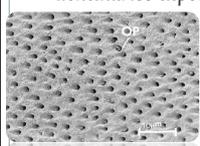
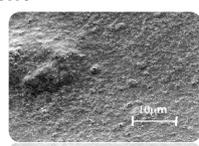
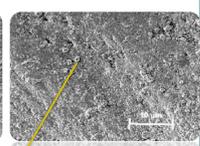
- Aplicação após preparos de Dentística e Prótese Fixa



Bjornedal

Efeito Fototérmico Hipersensibilidade

- Irradiação da dentina promove a obliteração dos túbulos dentinários expostos

Dentina exposta Nd:YAG 30mJ @ 7Hz Nd:YAG 40mJ @ 7Hz

Grânulos de recristalização

Mazzetto et al., 2007

Efeito Fototérmico Hipersensibilidade

Clinical Research

Comparative Evaluation of Nd:YAG Laser and Fluoride Varnish for the Treatment of Dental Hypersensitivity

Cankat Kanu, DDS, PhD, and Recep Orbak, DDS, PhD

- Estudos sugerem que o laser pode obliterar os túbulos dentinários e reduzir a sensibilidade mais rapidamente do que os tratamentos convencionais

Conclusions: Nd:YAG laser is a suitable tool for the immediately successful reduction of dental hypersensitivity and has better patient satisfaction and shorter treatment time. (J Endod 2009;35:971-974)

Laser na Hipersensibilidade Dentinária

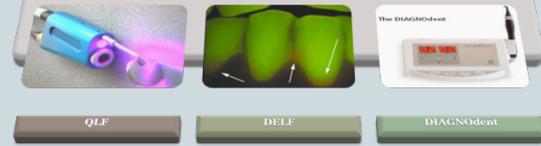
Equipamento	Parâmetros	Tempo	Modo de aplicação
CO2	1W	10 s	5 mm de distância do tecido (não contato). 1 aplicação na região
Er:YAG	60mJ/4Hz	10 s	3-4 mm de distância do tecido (não contato). 1 aplicação na região
Nd:YAG	1W/10Hz	60 s	Modo Contato 1 aplicação na região
He-Ne	60mW/5Hz	1 a 3 minutos	3 regiões (cervical, mesial e distal). 4 a 6 aplicações (intervalo de 72 horas)
GaAlAs	30mW ou 100Hz 2-4j/cm2	1 a 3 minutos	3 regiões (cervical, mesial e distal). 4 a 6 aplicações (intervalo de 72 horas)

Palma-Dibb et al. 2009

Efeito Fotoquímico

Fluorescência Tecidual

- Detecção de lesões cariosas



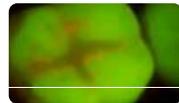
Região desmineralizada exibe maior fluorescência que a sã

Bodder & Shugart 2004

Fluorescência a Laser

Odontologia

- Diagnóstico e monitoração de lesões de cárie



-Controle do biofilme patogênico: agente bactericida *in vivo* pela ativação das porfirinas endógenas bacterianas

Fig. 3

www.luzvnl.com.br/revista/ver.php?id=100176

Fluorescência a Laser em Odontologia

Fluorescência dos tecidos dentais utilizando laser

- Fluorescência dos tecidos dentais duros: esmalte e dentina possuem uma fluorescência natural ou autofluorescência sob radiação ultra-violeta (Benedict, 1938).

Fluoróforos:

- componentes orgânicos (Spitzer & ten Bosch, 1976)
- proteínas estruturais: ditirosina (Booij & ten Bosch, 1982)
- cromóforos capazes de produzir fluorescência quando em contato com a luz: flavinas, proteínas, colágeno, elastinas, porfirinas (Pinheiro et al., 2010)

Fluorescência a Laser em Odontologia

Fluorescência dos tecidos dentais utilizando laser

- luminescência visível (λ 350, 410 e 530 nm): maior intensidade de luz emitida pelo tecido cariado (Alfano & Yao, 1981; Bjellhagen et al., 1982)
- laser de argônio (λ 460 e 488 nm): maior fluorescência após desmineralização tecidual *in vitro* e *in vivo* (Van der Veen & ten Bosch, 1995; de Josselin de Jong et al., 1995; Ando et al., 1997)
- laser de diodo (λ 640 e 655 nm): maior fluorescência emitida pelos tecidos cariados; presença de metabólitos bacterianos (Hibst & Paulus, 1998; Hibst & Gall, 1998)
- laser de diodo (λ 655 nm): cárie, biofilme e microrganismos apresentam fluorescência; metabólito bacteriano: porfirinas (Hibst & Gall, 1998; König et al., 1998; Sailer et al., 2000)

Fluorescência a Laser em Odontologia

Fluorescência dos tecidos dentais cariados utilizando laser:

- Laser de Argônio (λ 488 nm) (Van der Veen & ten Bosch, 1995; de Josselin de Jong et al., 1995; Ando et al., 1997)
- Laser de HeCd (λ 442 nm) (Ribeiro Figueiredo et al., 2003)
- Laser de Nd:YAG (λ 532 nm) (Ribeiro Figueiredo et al., 2003)
- Laser de HeNe (λ 652 nm) (Ribeiro Figueiredo et al., 2003)

Equipamentos complexos e onerosos

Hibst & Gall, 1998: Laser de diodo (λ 655 nm) para diagnóstico de cárie

KaVo, 1998: DIAGNOdent® - luz vermelha (λ=658 a 655 nm) induz fluorescência capaz de diferenciar o tecido hígido do tecido cariado

DE JOSSELIN DE JONG E, SUNDBSTRÖM F, WESTERLING H, TRANEUS S, ANGMAR-MANSSON B, TEN BOSCH JJ: A new method for *in vivo* quantification of changes in initial enamel caries with laser fluorescence. Caries Res 29: 2-7 (1995)

Inspektor, 1997: QLF system

Quantitative light-induced fluorescence clinical system - Fluorescência tecidual induzida pela luz

Fluorescência a Laser em Odontologia

Laser de diodo para diagnóstico de cárie
DIAGNOdent®

- Laser de diodo
- λ visível 655 nm
- 1 mW
- detector: foto diodo combinado com um filtro de passagem (transmissão maior que $\lambda = 680\text{nm}$)

Laser de Baixa Potência

Tipo A: superfície oclusal
 Tipo B: superfície livre

www.kavo.com

Fluorescência a Laser em Odontologia

DIAGNOdent®

Reflexión de la luz fluorescente
 Luz coherente
 Conductor óptico anular
 Fibras de detección
 Señal acústica
 Indicador digital

- 1 fibra óptica central: emissão do laser (feixe descendente)
- 9 fibras concêntricas: captação da fluorescência
- Filtro: barra $\lambda < 680\text{ nm}$ (luz ambiente e luz refletida)
- Fotodiodo: quantifica a luz que passa através do filtro
- Mostrador digital: valores do local medido e do local calibrado (tamanho e profundidade da lesão de cárie)

Lussi et al., 2004

Fluorescência a Laser em Odontologia

DIAGNOdent® - Valores das leituras

Varição do aparelho: 0 a 99

Tabela de conversão KaVo	Tabela de conversão (Zanin, 1999)
0-10: hígido	0-5: hígido
11-20: lesão em esmalte	6-10: lesão superficial
21-30: lesão em dentina	11-15: lesão em esmalte
>31: metade da dentina	16-20: lesão profunda em esmalte
~99: comprometimento pulpar	>21: lesão em dentina
	>25: lesão profunda em dentina

Fluorescência a Laser em Odontologia

DIAGNOdent® - Aplicação em Dentística

- Diagnóstico de cárie
 - superfícies oclusal, livre e radicular
 - cárie oculta
 - cárie secundária
 - monitoramento de lesões incipientes
- Avaliação da remoção de tecido cariado

Boa reprodutibilidade intra e inter-examinador e boa sensibilidade (determinar a presença de doença) e especificidade (determinar a presença de saúde) em comparação aos métodos convencionais (visual, tátil e radiográfico).

(Lussi et al., 1999, 2000, 2004; Wicht et al., 2002; Pinelli et al., 2002; Barzaghini et al., 2002; Lussi & Francescuti, 2003; Cirtés et al., 2003; Anttonen et al., 2003; Pretty & Maupomé, 2004; Slatoff et al., 2004; Reis et al., 2004; Mendes & Nicolau, 2004; Yonemoto et al., 2005; Reis et al., 2005; Mendes et al., 2005; Eberhard et al., 2005; Barzaghini et al., 2005)

Fluorescência a Laser em Odontologia

DIAGNOdent® - Utilização

Lussi et al., 2004

- Dentes secos e limpos
- Biofilme: ↓ fluorescência
- Calibração: padrão de cerâmica e região do dente livre de cárie
- Ponta: perpendicular ao sítio suspeito e encostada no dente
- Movimentos pendulares rotatórios

(Hilbert et al., 2000; Lussi et al., 2004)

Fluorescência a Laser em Odontologia

DIAGNOdent®

Vantagens

- Portátil (600 g)
- Fonte de energia: 5 baterias de 1,5 V
- Fácil utilização
- Método quantitativo e não-invasivo
- Radiação não-ionizante
- Passível de controle de infecção cruzada
- Custo acessível

(Hilbert et al., 2000; Tam & McCosh, 2000; Walsh, 2000; Lussi et al., 2004; Pretty & Maupomé, 2004)

Fluorescência a Laser em Odontologia
DIAGNOdent®

Fatores limitantes

- Possíveis resultados falso-positivos – sobretretamento
- Usuário: técnica de calibração, posicionamento da ponta
- Dente: umidade e saliva (barreira óptica – reflexão); pigmentações, cálculo, biofilme, restaurações, resíduos de creme dental e pastas profiláticas (absorver luz, possuem fluorescência)
- Equipamento: estabilidade do diodo e do detector, contaminação e degradação da fibra óptica, diâmetro das pontas (superfícies proximais)

(Bunzshim et al., 2002; Walsh, 2003; Lassi et al., 2004; Hosoya et al., 2004; Lassi & Reich, 2005)

Fluorescência a Laser em Odontologia
DIAGNOdent pen®



www.kavo.com

Fluorescência a Laser em Odontologia
DIAGNOdent pen®



www.kavo.com

Fluorescência a Laser em Odontologia
Sistema de feedback com feixe guia de diodo

KaVo Key laser 3®: laser de Er:YAG, laser de diodo e detector de fluorescência

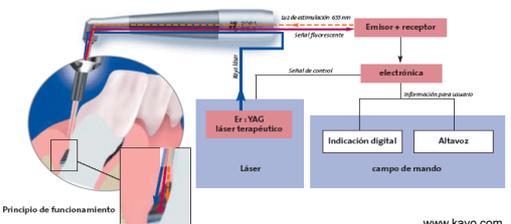


www.kavo.com

Indicações:

- Cirurgia
- Periodontia
- Endodontia
- Perimplantites
- Dentística: guiar a remoção de cárie durante o preparo cavitário (Eberhard et al., 2003)

Fluorescência a Laser em Odontologia
Sistema de feedback com feixe guia de diodo



www.kavo.com

Fluorescência a Laser em Odontologia
Sirona Inspect



- ✓ Seguro - SIRONspect é uma ajuda confiável para suas decisões;
- ✓ Rápido - precisa apenas acionar o botão - onde é necessário curetar ou remover o tecido cariado;
- ✓ Simples - é fácil de operar e pode ser facilmente integrada em seu fluxo de trabalho;
- ✓ Sem cabofio - permite o tratamento em mais de um consultório.

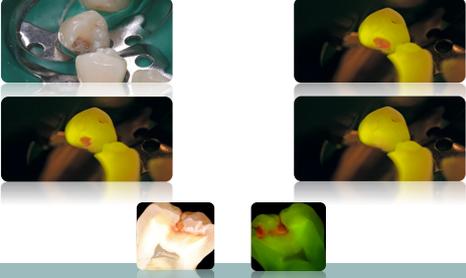
Fluorescência a Laser em Odontologia

Sirona Inspect



Fluorescência a Laser em Odontologia

Sirona Inspect



Fluorescência a Laser em Odontologia

Vista Proof

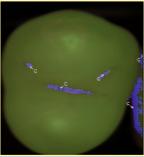
- ✓ Câmera de fluorescência tem LED ($\lambda=405\text{ nm}$)
- ✓ Estimula as porfirinas produzidas pelas bactéria → Luz vermelha
- ✓ Esmalte sadio → Luz verde.
- ✓ Fluorescência é captada pela câmera, transferida ao computador e processada através de um software especial.

O resultado é uma imagem digital que mostra as lesões em diferentes cores com valor numérico entre 0 e 4, m de acordo com a extensão e profundidade da lesão.

<http://www.vistaproof.com/Products/New/VistaProof.asp>

Fluorescência a Laser em Odontologia

Vista Proof



- ✓ Melhor sensibilidade que o DIAGNodent pen.
- ✓ Especificidade foram semelhantes
- ✓ Mesma performance na detecção de cárie oclusal incipiente.

Eva-Eleni Achilleos et al., 2012

- ✓ alta reprodutibilidade e boa performance para diagnóstico de detecção de cárie oclusal nos diversos estágios da lesão.
- ✓ falta de evidência para comparar a validade dos diferentes métodos de diagnóstico de lesão de cárie incipiente.

Eva-Eleni Achilleos et al., 2012

Efeito Fototérmico

Ação em tecidos moles

Energia

ALTA QUANTIDADE DE ENERGIA EM UM TEMPO RELATIVAMENTE CURTO É ABSORVIDA PELA ÁGUA OU CROMÓFORO DOS TECIDOS ORAIS

-Ação fototérmica de corte, vaporização e coagulação

Ablação

DP → de 200 a 10.000 W/cm²

Potência de 1 a 100 W

Equipamentos mais utilizados: CO₂, Nd:YAG e Diápis



Efeito Fototérmico

Ação em tecidos moles

ALTA QUANTIDADE DE ENERGIA EM UM TEMPO RELATIVAMENTE CURTO É ABSORVIDA PELA ÁGUA OU CROMÓFORO DOS TECIDOS ORAIS

-Ação fototérmica de corte, vaporização e coagulação

Ablação

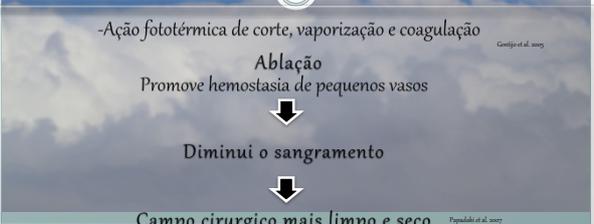
Promove hemostasia de pequenos vasos

↓

Diminui o sangramento

↓

Campo cirúrgico mais limpo e seco



LASER DE DIODO



www.elpex.ru/english/images/laser.jpg www.sirona.com/comaXL/get

- Semicondutores – compactação dos equipamentos
- Modo de emissão = contínuo ou pulsado

McNally, 1997; Romanos e Nentwig, 1999; Aoki et al., 2000; Romanos, 2004

Laser de Diodo PERIODONTIA



- ✓ Incisão e ablação de tecidos moles
- ✓ Curetagem subgengival
- ✓ Eliminação bacteriana

Fibra óptica flexível em contato - bolsas e sulcos profundos

Aoki et al., 2000; Cobb, 2006

Laser de Diodo PERIODONTIA

• Gengivectomia

$\lambda = 810 \text{ nm}$




Parker, 2007

Laser de Diodo PERIODONTIA

• Gengivectomia




Parker, 2007

Laser de Diodo PERIODONTIA

• Gengivectomia

Pós-operatório 4 semanas




Parker, 2007

Laser de Diodo PERIODONTIA

• Ablação seletiva para tratamento de melano racial

$\lambda = 810 \text{ nm}$ 1,4W




Parker, 2007

Laser de Diodo PERIODONTIA

Ablação seletiva para tratamento de melano racial

$\lambda = 810 \text{ nm}$ 1,4W

Pós-operatório imediato Após 3 semanas

Parker, 2007

Laser na Odontologia

LASER Nd:YAG

- $\lambda = 1,064 \text{ nm}$
- Tecido mole = HEMOSTASIA
- Tecido duro = ABLAÇÃO

www.zaplaser.com/images/impulse.jpg

Aoki et al., 2000; Romanos, 2004; Hossain et al., 2000; Tsai et al., 2002; Parker 2007

LASER Nd:YAG 250 mJ/ 15 Hz

Parker, 2007

LASER Nd:YAG

Pós-operatório - 2 semanas

250 mJ/ 15 Hz

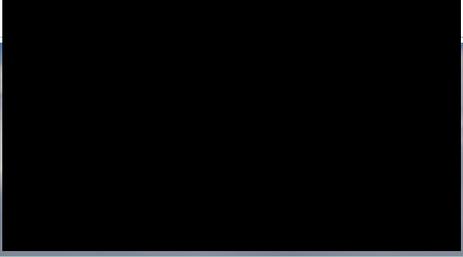
Parker, 2007

Laser Nd:YAG - Frenectomia

Laser Nd:YAG - Frenectomia

1 semana 3 semanas

Laser Nd:YAG - Periodontia



http://idocrescendo.com/Portals/0/NdYAG_LaserAssistNewAttachmentProcedure.cfm

Laser CO2

desenvolvido por Patel et al. 1964

Características:

- Comprimento de onda: 9,6 - 10,6 μm
- Sistema de entrega: braço articulado com espelhos
- Modo de emissão: contínuo ou pulsado
- Focado ou desfocado
- Geralmente, é acoplado a um guia (laser He-Ne)
- Interações: fototérmica e fotoablação dos tecidos, **dependo dos parâmetros utilizados.**

Vantagens:

- ✓ Laser mais utilizado na Odontologia para tecidos moles
- ✓ Sistema de fácil manipulação

Parker, 2002; Jost et al., 1995; Frame, 1985

Laser CO2

Indicações:

- Frenectomia labial e lingual
- Gengivectomia e Gengivoplastia
- Remoção de mucocele
- Ulotomia
- Remoção de hiperplasia papilomatosas
- Cirurgias pré protéticas
- Lesões brancas e pré malignas
- Tratamento de pacientes idosos e debilitados.



Coagula, desnatura, vaporiza e corta bastante superficial a pele e a mucosa (até 1,2 mm de profundidade). Brugnera Jr e Pinheiro, 1998

Laser CO2

Papiloma



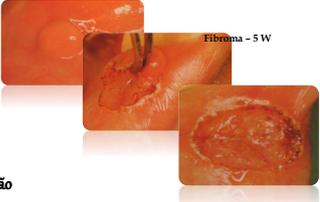
Prof. Dr. Carlos de Paula Eduardo.

Aplicações Clínicas do Laser CO2

Biópsias

Pecaro et al., 1983; Frame, 1984; Pick & Pecaro, 1987; Pick, 1993; Pick & Powell, 1993

- incisomais e excisionais
- incisão no modo focado
- 4 a 6 W
- não há necessidade de sutura
- cicatrização por segunda intenção
- excisão de lesões vasculares (hemangiomas)



Fibroma - 5 W

Shafir, 1977; Apfelberg et al., 1985; Actis et al., 1993; Nicola et al., 1995; Pinheiro et al., 1996

Aplicações Clínicas do Laser CO2

Lesões de língua

biópsia convencional

Imediato e longo sangramento

~~sutura~~

remoção com laser

pouco sangramento

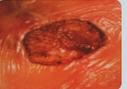
➢ 3 a 12 W

Pick et al., 1995

Aplicações Clínicas do Laser CO₂

Lesões brancas, vesículo-bolhosas e pré-malignas

- ❖ remoção com o laser CO₂
- ❖ liquem plano, liquem plano erosivo, membrana perfigóide, queratose sublingual e outras hiperqueratoses; lesões brancas na mucosa bucal, palatina e no assoalho bucal

leucoplasias e queratoses grandes
↓
vaporização e ablação das lesões

Pick et al., 1995

Aplicações Clínicas do Laser CO₂

Úlcera aftosa

- ❖ alívio dos sintomas da dor
- ❖ sem anestesia ou tópico
- ❖ 1 a 2 W no modo desfocado



www.medicablog.com.br/.../content/herpes03.jpg
Pick et al., 1995

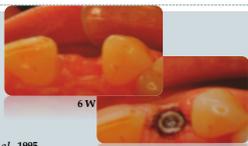
Lesões herpéticas

- ❖ alívio dos sintomas da lesão
- ❖ cicatrização mais rápida
- ❖ mesma técnica para úlcera aftosa
- ❖ risco de transmissão

Aplicações Clínicas do Laser CO₂

Implantes

- ❖ exposição no 2º tempo cirúrgico
- ❖ vaporização do tecido
- ❖ movimento circular, 3 a 6 W



Pick et al., 1995

Periimplantite

coadjuvante

- ❖ redução bacteriana
- ❖ sem danos à superfície do titânio



Drape et al., 2005
Fabrizio et al., 2001

Aplicações Clínicas do Laser CO₂

Frenectomia

- ❖ maxilar e lingual
- ❖ vaporização do freio
- ❖ 4 a 5 W, levemente desfocado
- ❖ ↓ tempo clínico




Pick et al., 1995



4 W
Pick et al., 1995

- ❖ técnica segura e efetiva
- ❖ realizada na pediatria

Fiorotti et al., 2004

Aplicações Clínicas do Laser CO₂

Aumento de coroa clínica

- ❖ remoção do tecido gengival
- ❖ técnica rápida e fácil
- ❖ 3 a 6 W, focado ao desfocado
- ❖ proteção da estrutura dental
- ❖ sondar a área
- ❖ junção cimento-esmalte/ crista





Pick et al., 1995
Após 9 semanas

Aplicações Clínicas do Laser CO₂

Cunha distal e redução de tuberosidade

- ❖ dificuldades (convencional):
 - limitado acesso
 - ausência de tecido queratinizado
 - aproximar as bordas do tecido
 - sutura
- ❖ Laser:
 - vaporizar ou cortar
 - 4 a 7 W
 - focado ao desfocado

Pick et al., 1995

Aplicações Clínicas do Laser CO₂

Gengivectomia

- ❖ crescimento tecidual, falsas bolsas periodontais e hiperplasias
- ❖ medicamentosa, idiopática, higiene oral, ortodontia



hiperplasia medicamentosa

- ❖ Laser:
 - vaporização
 - proteção dos dentes
 - 4 a 10 W
 - focado e desfocado

Pick et al., 1995

Aplicações Clínicas do Laser CO₂

Gengivoplastia

- ❖ Laser:
 - efetivo e rápido
 - sem anestésico ou tópico
 - 2 a 5 W
 - focado e desfocado
- ❖ efetivo para áreas de sangramento
- ❖ 1º passo: estancar o sangramento
- ❖ 3 a 4 W no modo desfocado

Coagulação

Pick et al., 1995

Aplicações Clínicas do Laser CO₂

Laser - vantagens:

- ausência de sangramento
- campo seco
- mais rápido
- ausência de dor e inchaço
- sutura não necessária



épuli - biópsia excisional

Pick et al., 1995



lesões maiores (hiperplasias)

CO₂

vaporização rápida e efetiva

Pick et al., 1995



Keng & Loh, 1992

www.louisville.edu/~omf/PrintCS/Module9.html

Aplicações Clínicas do Laser CO₂



↑ rebordo alveolar - laser CO₂



incisão com laser CO₂



pós-operatório imediato



moldagem



reembasamento imediato



pós-operatório - 60 dias

www.forp.usp.br/restauradora/laser/clinico03.html

Aplicações Clínicas do Laser CO₂

Lesões malignas

- ❖ sem sangramento — mais precisa
- ❖ 4 a 10 W no modo focado
- ❖ menor risco de metástase

selamento de vasos sanguíneos

linfáticos

Desordens hemorrágicas

- ❖ várias lesões intra-orais (Picerno & Garofalo, 1986)
- ❖ hemofilia, púrpura trombocitopênica idiopática e Sturge-Weber (Pick, 1996, 1998)
- ❖ perda mínima de sangue

Pick et al., 1995

Aplicações Clínicas do Laser CO₂

Outras aplicações

- ❖ seguro e efetivo na eliminação de pigmentação melânica gengival

Bass et al., 2004

- ❖ pode melhorar o desbridamento superficial de dentes envolvidos periodontalmente em associação com instrumentação mecânica

Orsini et al., 2005

- ❖ formação óssea mais significativa 5 a 8 semanas após procedimento operatório

Stahlinger et al., 2005

Efeito Fototérmico

Ação em tecidos duros
FOTOABLAÇÃO OU ABLAÇÃO

Remoção dos tecidos duros é realizada pelo superaquecimento e vaporização dos fluidos tissulares

Efeito Fototérmico

Ação em tecidos duros
FOTOABLAÇÃO OU ABLAÇÃO

O corte do tecido é um processo fototérmico

É necessário uso de refrigeração para a remoção do tecido de forma adequada e não ocorrer desnaturação do colágeno

Spray de água

Efeito Fototérmico

Ação em tecidos dentais
Er:YAG (Érbio: Ítrio-Alumínio-Granada)

Efeito Fototérmico -> Fotoablação

Ação em tecidos dentais
Er:YAG (Érbio: Ítrio-Alumínio-Granada)

- $\lambda = 2,94 \mu\text{m}$
- Interação - tecidos mineralizados

H₂O
OH⁻

Efeito Fototérmico -> Fotoablação

Er:YAG (Érbio: Ítrio-Alumínio-Granada)

MECANISMO DE ABLAÇÃO

Efeito Fototérmico -> Fotoablação

A QUANTIDADE DE ÁGUA E/OU ESTRUTURA ORGÂNICA DO TECIDO PROMOVE

≠ Capacidade de ablação

Efeito Fototérmico -> Fotoablação

TECIDO CARIADO APRESENTA MAIOR QUANTIDADE DE ÁGUA E/OU MATÉRIA ORGÂNICA QUE O TECIDO SADIO

4 Hz 6 Hz 10 Hz

Ablação seletiva -> Remoção de dentina cariada
Seleção criteriosa dos parâmetros

Raucci-Neto 2009

Parâmetros não ablativos no esmalte dental
 AUMENTO DA RESISTÊNCIA ÁCIDA
 Prevenção de lesões de cárie

Alterações químicas e morfológicas do esmalte
 Bloqueio da difusão de íons pela decomposição da matriz orgânica

Chen, Hsueh 2007 Chen, Hsueh 2003

Efeito Fototérmico -> Fotoablação

ER:YAG PREPAROS MINIMAMENTE INVASIVOS

Prof. Dr. Cristiano de Paula Estrela

Aplicações Clínicas do Laser CO₂

Prevenção de cárie

- ❖ inibição da desmineralização do esmalte
- ❖ 9,3 e 9,6 μm
- ❖ resultados favoráveis e promissores
Featherstone et al., 1998
- ❖ efetivo em sulcos e fissuras
- ❖ molares permanentes parcialmente erupcionados
Kato et al., 1998

fusão hidroxiapatita do esmalte

Alteração da superfície

Aplicações Clínicas do Laser CO₂

Remoção de cárie

fusão, derretimento, cracks
Eyrich, 2005

- ❖ no modo contínuo pode provocar mudanças estruturais e ultraestruturais como fissuras, trincas, derretimento, recristalização (Boehm et al., 1977; Featherstone & Nelson, 1987; Mc Cormack, 1995)
- ❖ efeito da temperatura na polpa e morfologia superficial: pode causar alteração na polpa e tecidos duros (Malinström et al., 2001)

Efeito Fototérmico -> Fotoablação

ND:YAG E ER:YAG PREPARO CAVITÁRIO

Efeito Fototérmico -> Fotoablação

ND:YAG E ER:YAG PREPARO CAVITÁRIO

Efeito Fototérmico -> Fotoablação

ND:YAG E ER:YAG PREPARO PRÓTESE FIXA

Efeito Fototérmico -> Fotoablação

Er:YAG (Érbio: Ítrio-Alumínio-Granada)

Assessment of Thermal Alteration during Class V Cavity Preparation Using the Er:YAG Laser

WALTER RAUCCI-NETO, D.D.S., LARISSA M.S. DE CASTRO, D.D.S., ALESSANDRA M. CORRÊA-AFONSO, D.D.S., M.S., REGINALDO S. DA SILVA, B.S.-CHY, JESUS D. PÉCORÁ, D.D.S., M.S., Ph.D., and REGINA G. PALMA-DIBB, D.D.S., M.S., Ph.D.

The Er:YAG laser does not promote thermal alterations capable of causing damage to the pulp. However, it requires more time for the cavity preparation in healthy dentin and results in an extremely irregular cavity. This may limit the use of restorative materials in cases that need good definition of cavity walls.

Aplicações Clínicas

Endodontia

Wickham & Johnson, 1975; Wickham et al., 1975; Murrillson, 1980; Malmqvist et al., 1985; Jelic et al., 1987; Moritz et al., 1987

- ✦ **capramento pulpar** (Moritz et al., 1990)
- ✦ **pulpotomia** (Shoji et al., 1980; de Figueiredo et al., 1992; Jelic et al., 1997)

Cirurgia apical

- ✦ **9,6 μm - apicectomia** (Shahabi & Moshayev, 2002)
- ✦ **superfície vitrificada (fusão e ressolidificação da dentina)**
- ✦ **superfície apical menos permeável** (Gouw-Soares, 2004)
- ✦ **aspecto mais homogêneo que do laser Nd:YAG**

Aplicações Clínicas

Endodontia

- ✦ **9,6 μm CO₂ e Er:YAG usado no canal radicular e tratamento da dentina superficial** — redução da permeabilidade dentinária (Gouw-Soares et al., 2004)
- ✦ **aplicação de CO₂ após o preparo radicular parece diminuir a infiltração apical** (Esen et al., 2004)

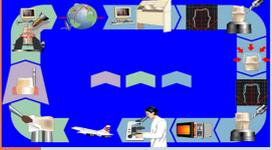
Outras aplicações

Obtenção de imagens
Scanner a laser

Ortodontia



Reabilitação oral



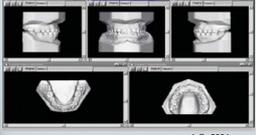
www.cdbtm.com.br/asseto/images/Caseo_1GUIP
www.laboratoriorioalcanca.com.br/proceder

Kusunoto & Evans 2002; Joffe 2004; Neves et al. 2005

Outras aplicações

Obtenção de imagens
Scanner a laser

Ortodontia
-Modelos digitais 3D:



*Proporciona melhor observação dos detalhes do modelo
*Substitui o armazenamento dos modelos de gesso (frágeis e ocupam espaço físico)

5 visões simultâneas dos modelos
Joffe 2004

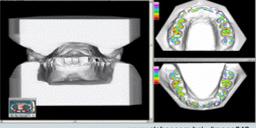
Kusunoto & Evans 2002; Neves et al. 2005; Freitas 2005

Outras aplicações

Obtenção de imagens
Scanner a laser

Ortodontia
-Modelos digitais 3D:

*Oclusograma retrata a tensão dos pontos de contato



*Possibilidade de avaliação mais precisa do pré e pós-tratamento

Pontos de contato entre maxila e mandíbula
www.cleber.com.br/_image048

Kusunoto & Evans 2002; Joffe 2004; Freitas 2005

Outras aplicações

Obtenção de imagens
Scanner a laser

Ortodontia
-Modelos digitais 3D:

*Automaticamente pode-se calcular: overbite e overjet, predições de Moyers e Tanaka Johnston



*Possibilidade de avaliação mais precisa do pré e pós-tratamento

Medição dos elementos dentais
Joffe 2004

Kusunoto & Evans 2002; Joffe 2004; Freitas 2005

Outras aplicações

Obtenção de imagens
Scanner a laser

Reabilitação protética

-Obtenção de imagens diretamente no preparo protético
-Obtenção de imagens do modelo

-Análise dos detalhes do preparo; forças mastigatórias sobre a futura prótese



bitgranodontologia.eurofull.com/mg/verec3.jpg

Kusunoto & Evans 2002; Neves et al. 2005; Persson et al. 2006

Outras aplicações

Obtenção de imagens
Scanner a laser

Vantagens

- Armazenamento das informações em arquivos digitais ocupa um menor volume de espaço físico.
- Possibilidade de melhorar a imagem (brilho, contraste, etc).
- Facilidade do acesso, permitindo análise por outros profissionais (internet) e cópia para o paciente sem necessidade de duplicação de modelos (economia de material)
- Conforto pois são utilizadas as mesmas técnicas para a obtenção dos modelos

Kusunoto & Evans 2002; Neves et al. 2005; Freitas 2005

Considerações finais

A utilização do laser na Odontologia tem apresentado bons resultados como opção de tratamento na:

Cirurgia, Implantodontia, Ortodontia

- ❖ favorece a cicatrização tecidual e possui ação anti-álgica; obtenção de imagens
- ❖ selamento de vasos sanguíneos, linfáticos e terminações nervosas
- ❖ pouco ou nenhum sangramento
- ❖ *melhor coagulação*
- ❖ *dor reduzida*
- ❖ *raramente há necessidade de sutura*
- ❖ *menor risco de bacteremia*
- ❖ *corte e vaporização dos tecidos*
- ❖ *esterelização da ferida*
- ❖ *boa cicatrização*

Brugnera, 1999

Considerações finais

A utilização do laser na Odontologia tem apresentado bons resultados como opção de tratamento na:

Diagnóstico de lesões cariosas

- ❖ Método auxiliar que permite melhor precisão do diagnóstico

Dentística e Oclusão

- ❖ Hipersensibilidade, Dentística preventiva e minimamente invasiva e DTM

Considerações finais

Contudo,...é uma tecnologia de alta complexidade

- ❖ treinamento especializado = domínio profissional
- ❖ precauções de segurança
- ❖ > n° de estudos controlados → parâmetros adequados
- ❖ não existe um laser para todas as aplicações desejadas.