



Conhecimento das propriedades físicas e da interação do laser com os tecidos biológicos na odontologia*

Knowledge of the physical properties and interaction of laser with biological tissue in dentistry

Thiago Maciel Cavalcanti¹

Maria Helena Chaves de Vasconcelos Catão²

Ruthinéia Diógenes Alves Uchôa Lins⁴

Renata Quirino de Almeida-Barros¹

Ana Patrícia Aguiar Feitosa³

Resumo: A tendência da odontologia é a incorporação de métodos menos invasivos com a finalidade de minimizar a dor e o desconforto durante e após as intervenções odontológicas. Por isso, acredita-se que a laserterapia seja uma excelente opção de tratamento, já que apresenta efeitos benéficos para os tecidos irradiados, como ativação da microcirculação, produção de novos capilares, efeitos anti-inflamatórios e analgésicos, além de estímulo ao crescimento e à regeneração celular. O entendimento da interação entre os lasers e os tecidos baseia-se principalmente no entendimento das reações que podem ser induzidas nesses tecidos pela luz laser. Este trabalho se propõe a mostrar a relevância do conhecimento das propriedades físicas do laser, bem como sua interação com os tecidos biológicos, considerando que os efeitos e os mecanismos de ação da luz laser são complexos e alvos de inúmeras pesquisas com vistas a um melhor delineamento de suas formas de aplicação e indicações.

Palavras-chave: Lasers; Odontologia; Propriedades físicas; Tecidos

Abstract: The trend in dentistry is to incorporate less invasive methods to minimize pain and discomfort during and after dental intervention. Therefore, it is believed that laser therapy is an excellent treatment option, since it has beneficial effects for the irradiated tissues, such as activation of microcirculation, production of new capillaries, inflammatory and analgesic effects, in addition to stimulation of growth and cell regeneration. The comprehension of the interaction between lasers and tissue is based mainly on understanding the reactions that can be induced in those tissues by laser. This work intends to show how important it is to know the physical properties of laser as well as its interactions with biological tissues, since its effects and mechanisms of action are complex and are the object of various studies to better understand its forms of application and indications.

Keywords: Dentistry; Lasers; Physical properties; Tissues

Recebido em 04.10.2010.

Aprovado pelo Conselho Consultivo e aceito para publicação em 27.12.2010.

* Trabalho realizado na Universidade Estadual da Paraíba (UEPB) – Campina Grande (PB), Brasil.

Conflito de interesse: Nenhum / *Conflict of interest: None*

Suporte financeiro: nenhum.

Conflito de interesses: nenhum.

¹ Cirurgião(ã)-dentista; mestrando(a) em odontologia pela Universidade Estadual da Paraíba (UEPB) – Campina Grande (PB), Brasil.

² Doutora em odontologia (laser na odontologia) pela Universidade Federal da Bahia (UFBA); professora doutora do programa de pós-graduação em odontologia da Universidade Estadual da Paraíba (UEPB) – Campina Grande (PB), Brasil.

³ Médica; graduada pela Universidade Federal de Campina Grande (UFCG); médica do Programa Saúde da Família – Aroeiras (PB), Brasil.

⁴ Doutora em patologia oral pela Universidade Federal do Rio Grande do Norte (UFRN); professora adjunta da Universidade Estadual da Paraíba (UEPB) – Campina Grande (PB), Brasil.

INTRODUÇÃO

Laser é um acrônimo da língua inglesa: *light amplification by stimulated emission of radiation* (amplificação de luz por emissão estimulada de radiação), que expressa exatamente como a luz é produzida. É uma radiação eletromagnética com características próprias que a diferem de uma luz comum: possui um único comprimento de onda, com suas ondas propagando-se coerentemente no espaço e no tempo, carregando de forma colimada e direcional altas concentrações de energia.¹

A extensão da interação entre os *lasers* e o tecido é geralmente determinada por fatores relacionados ao *laser* e pelas características ópticas de cada tecido. No entanto a literatura é muito conflitante com relação aos efeitos dos *lasers* nesses processos, sendo difícil identificar efeitos específicos do *laser*, porque muitos fatores e variáveis modificam seu efeito nos tecidos.^{2,3,4}

Esses fatores estão relacionados com as propriedades ópticas (coeficiente de reflexão, absorção e espalhamento) e as propriedades térmicas (condutibilidade térmica e capacidade térmica) do tecido, além do comprimento de onda, da energia aplicada, da potência pico, da área focalizada (densidade de energia e de potência) e do tempo de exposição da luz *laser*.⁴

A radiação *laser* interage com a matéria viva por meio dos processos ópticos de reflexão, transmissão, espalhamento e absorção. Ao incidir no tecido biológico, parte da luz não penetra, sendo refletida. A porção de luz que penetra no tecido será dividida em uma parte que será absorvida, outra parte que será espalhada e ainda outra que será transmitida.⁵

A luz *laser*, com seus respectivos comprimentos de onda, tem sido estudada em várias áreas da odontologia, como em preparos cavitários, periodontia, redução bacteriana em condutos radiculares, bioestimulação de tecidos moles, condicionamento de esmalte. Diversas pesquisas vêm sendo desenvolvidas para estabelecer os melhores parâmetros e técnicas de irradiação, com o intuito de viabilizar seu emprego em diferentes procedimentos odontológicos.⁴

Os *lasers* podem ser classificados de forma geral em: (1) *lasers* de alta potência ou *lasers* cirúrgicos ou HILT (*high intensity laser treatment*), que possuem, por exemplo, indicações cirúrgicas (corte, coagulação, cauterização) e efeitos de ablação (preparos cavitários odontológicos, prevenção); e (2) *lasers* de baixa potência ou *lasers* terapêuticos ou LILT (*low intensity laser therapy*), muito utilizados para fins terapêuticos e bioestimuladores, agindo principalmente como aceleradores em processos cicatriciais.^{1,6}

Os diferentes tipos de *laser* são uma ajuda importante à prática profissional em associação com

quase todas as especialidades odontológicas. O aumento substancial do interesse pela laserterapia tem sido notado em círculos científicos, devido ao significativo número de resultados satisfatórios com o tratamento.⁷

REVISÃO DA LITERATURA

Durante muito tempo o sol foi a única fonte de luz intensa de que se tinha conhecimento.⁸ O emprego da luz – uma energia pura – vem desde os primórdios, sendo conhecidas algumas de suas propriedades terapêuticas, principalmente para o combate de processos dolorosos e da inflamação.⁹

Einstein, em 1917, expôs os princípios físicos da emissão estimulada, sobre os quais está apoiado o fenômeno *laser*. Em 1960, Theodore H. Maiman construiu o primeiro emissor de *laser* a rubi. Por volta de 1961, foi realizada a primeira cirurgia a *laser*, e em 1962 foi desenvolvido o primeiro *laser* semiconductor. Em 1965, Sinclair e Knoll adaptaram essa radiação à prática terapêutica e nesse mesmo ano o *laser* foi utilizado pela primeira vez na odontologia por Stern e Sognaes.¹⁰

O *laser* é um dispositivo que funciona baseado num fenômeno: inversão de população, ou seja, absorção de energia para que a maior parte dos átomos se excitam (elétrons “saltem” para camadas mais distantes do núcleo atômico). Após a inversão de população, deve haver um regresso ao estado fundamental com liberação de fótons gêmeos (luz coerente). Processo similar ocorre em outras fontes primárias de luz, como uma lâmpada elétrica, que, por efeito Joule, tem sua energia transformada em calor. A energia térmica promove a inversão de população, mas quando os elétrons voltam para suas configurações estáveis, os fótons são liberados sem relação de fase (em várias direções com diferentes frequências). A esse processo denominamos emissão espontânea.¹¹

Todo equipamento *laser* possui três elementos essenciais: (1) o meio *laser*, que pode ser de dióxido de carbono, de argônio, de hélio-neônio, de YAG, de exímeros, de corantes, de rubi e de diodos semicondutores, como o de arseneto de gálio e alumínio (AsGaAl), entre outros; (2) a fonte de excitação, que pode ser uma lâmpada de *flash* ou um arco elétrico, que elevará as moléculas ou átomos do meio de irradiação *laser* do estado de repouso até um estado de excitação, cujo retorno ao estado de repouso gera a emissão espontânea de um fóton; e, por fim, (3) dois espelhos, situados nas extremidades de uma câmara ressonante, que refletem a luz emitida de volta às moléculas ou átomos do meio *laser*. Dessa maneira, o funcionamento desses três elementos gera uma emissão de luz que, ao incidir sobre outras moléculas ou

átomos do meio, acaba por elevar ao estado de excitação novos elétrons que estavam em órbitas menores, os quais, por sua vez, ao retornarem ao estado de repouso, liberam novos fótons, ou seja, novas ondas de luz, que incidirão sobre outros átomos em repouso, formando uma reação em cadeia.¹²

A tendência da odontologia é a incorporação de métodos menos invasivos com a finalidade de minimizar a dor e o desconforto durante e após as intervenções odontológicas. Por isso, acredita-se que a laserterapia seja uma excelente opção de tratamento, já que apresenta efeitos benéficos para os tecidos irradiados, como ativação da microcirculação, produção de novos capilares, efeitos anti-inflamatórios e analgésicos, além de estímulo ao crescimento e à regeneração celular.⁷

O entendimento da interação entre os *lasers* e os tecidos baseia-se principalmente no entendimento das reações que podem ser induzidas nesses tecidos pela luz *laser*. Cada tipo de *laser* resulta em luz de comprimento de onda específico, e cada comprimento de onda reage de uma maneira diferente com cada tecido. Outro fator importante é a densidade de energia, que é a quantidade de energia por unidade de área entregue aos tecidos. Temos também que considerar os fatores temporais, tais como: a forma de emissão de luz (contínua ou pulsátil), a taxa de repetição e a largura do pulso, para *lasers* de emissão pulsátil.^{10,13}

Todavia, além dos fatores inerentes do *laser* devemos observar as características peculiares de cada tecido, principalmente as que controlam as reações moleculares e bioquímicas, como coeficiente de absorção do tecido, coeficiente de espalhamento, índice de refração do tecido, tipos de célula, perfusão sanguínea, condução térmica, oxigenação do tecido, inflamação, infecção ou necrose.¹³

A radiação *laser* interage com a matéria viva por meio dos processos ópticos de reflexão, transmissão, espalhamento e absorção. Ao incidir no tecido biológico, parte da luz não penetra, sendo refletida. A porção de luz que penetra no tecido será dividida em uma parte que será absorvida, outra parte que será espalhada e ainda outra que será transmitida. Quando a luz é absorvida, a energia entregue irá provocar efeitos: fotoquímicos, térmicos, por fotoablação, por ablação induzida por plasma e ainda por fotodisrupção.¹⁴

Para que haja efeito clínico é necessário que a luz seja absorvida pelo tecido (primeira lei de fotobiologia de Grothaus-Draper). A luz que é refletida, transmitida ou dispersada não tem nenhum efeito. A energia absorvida é medida em Joules/cm² e é conhecida como densidade de energia ou fluência. A absorção da luz do *laser* depende da quantidade de

cromóforo presente no tecido e da correspondência entre o comprimento de onda utilizado e as características de absorção daquele cromóforo. Uma vez absorvida, a luz pode causar três efeitos básicos: o fototérmico, o fotoquímico e o fotomecânico. O efeito fototérmico ocorre quando o cromóforo absorve a energia com o comprimento de onda correspondente e a energia luminosa se converte em calor capaz de destruir o alvo atingido. No efeito fotoquímico ocorre uma reação química após a absorção da luz por agentes fotossensibilizantes (endógenos ou exógenos), sendo o princípio básico da terapia fotodinâmica. A expansão térmica pode ocorrer de forma extremamente rápida, capaz de produzir ondas acústicas e destruição fotomecânica do tecido que a absorveu.^{4,14}

A profundidade de penetração da energia do *laser* nos tecidos depende da absorção e da dispersão. A dispersão da energia do *laser* é inversamente proporcional ao comprimento de onda. E quanto maior o comprimento de onda, mais profunda é a penetração da energia do *laser*. Comprimentos de onda entre 300 e 400 nm dispersam mais e penetram menos. Comprimentos de onda entre 1.000 e 1.200 nm dispersam menos e penetram mais. Entretanto, energias com comprimento de onda na faixa de infravermelho médio e superior do espectro eletromagnético são absorvidas superficialmente, já que o principal cromóforo desse comprimento de onda é a água presente no tecido.⁴

A radiação *laser* vem sendo empregada em procedimentos operatórios com o objetivo de aumentar os benefícios cirúrgicos, melhorando o prognóstico clínico. Possui algumas vantagens, como desinfecção do campo operatório, ausência de vibração, vaporização das lesões, conforto para o paciente, propriedades anti-inflamatórias e bioestimuladoras, precisão na destruição tecidual, mínimo dano aos tecidos adjacentes, efeito hemostático, redução da dor e do edema e possibilidade de controle microscópico e endoscópico.¹⁵

Quando trabalhamos com o *laser* em tecido vivo, buscamos resultados clínicos bastante específicos. A célula tem um determinado limiar de sobrevivência, que depende do tecido onde está localizada e também do seu estado fisiológico. Se utilizarmos o *laser* com a intenção de respeitar esse limiar de determinada célula, oferecemos uma baixa intensidade de energia, que será utilizada por ela de maneira a estimular sua membrana e as membranas de suas mitocôndrias. Dessa forma estaremos induzindo essa célula à biomodulação, ou seja, a célula trabalhará buscando um estado de normalização da região afetada. Nesse caso o *laser* trabalhará em baixa densidade de potência. Esse tipo de terapia passou a ser chamado

de *laser therapy* ou laserterapia, empregando o *laser* de baixa intensidade (LBI) para fins terapêuticos, obtendo efeitos fotoquímicos.¹⁶

Alguns dos *lasers* utilizados em odontologia estão situados na faixa de luz visível (argônio e alguns “*lasers* terapêuticos”) e outros, na faixa do infravermelho, portanto invisíveis a olho nu.¹⁷

As propriedades terapêuticas dos *lasers* vêm sendo estudadas desde a sua descoberta, sendo a sua ação analgésica observada particularmente sobre as formas da dor crônica de diversas etiopatogenias, desde os receptores periféricos até o estímulo no sistema nervoso central. Portanto, quando a luz *laser* interage com as células e o tecido na dose adequada, certas funções celulares poderão ser estimuladas, tais como: a estimulação de linfócitos, a ativação de mastócitos, o aumento da produção de ATP mitocondrial e a proliferação de vários tipos de células.¹⁰

Os *lasers* na faixa do vermelho, no comprimento de onda de 632 a 780 nm, não são capazes de produzir danos aos tecidos como mutações e carcinogênese, podendo ser aplicados nos tecidos moles da cavidade oral nos seguintes casos: herpes, estomatite aftosa recorrente (afta), ulcerações traumáticas, síndrome da ardência bucal, prevenção e tratamento da mucosite (Figuras 1 e 2).^{7,10}



FIGURA 1:
Aplicação do laser em paciente com estomatite aftosa recorrente

Fonte: coleção da Profa. Maria Helena C. de V. Catão

A mucosite é a complicação oral mais comum do tratamento oncológico, podendo ocorrer muitas vezes a necessidade de pausa ou alteração do tratamento, o que pode interferir no prognóstico da doença, sendo essa condição uma importante causa de morbidade e até de mortalidade nos pacientes sob tratamento antineoplásico. A laserterapia nesses casos proporciona alívio da dor, maior conforto ao paciente, controle da inflamação, manutenção da integridade da mucosa e melhor reparação tecidual.¹⁸

No herpes simples e na estomatite herpética, a ação do *laser* tem papel relevante sobre os processos viróticos que envolvem fatores imunitários. A ação do *laser* nessas patologias produz um efeito antiviral proporcional ao efeito estimulante da imunidade do paciente. A melhor resposta terapêutica é no estágio prodromico e no momento do aparecimento das vesículas, podendo a irradiação pelo *laser* enfraquecer o microrganismo, diminuindo a sintomatologia e o tempo de evolução da doença e impedindo a recorrência das lesões nos mesmos locais. As dosagens não devem ser inferiores a 4 J/cm² para que não ocorra a proliferação viral ao invés da inibição; a energia máxima por sessão deve ser de 20 J, em duas ou três aplicações diárias até a total cicatrização das vesículas, conforme mostra a figura 3.^{9,10}

Com sua ação analgésica e anti-inflamatória, o *laser* é considerado um tratamento coadjuvante, e não o tratamento definitivo, principalmente em pacientes com disfunção temporomandibular (DTM) (Figura 4). Os efeitos terapêuticos dos *lasers* no organismo constituem um método alternativo na terapia de traumatismo nos dentes e tecidos moles, propor-



FIGURA 2:
Paciente com síndrome da ardência bucal

Fonte: coleção da Profa. Maria Helena C. de V. Catão

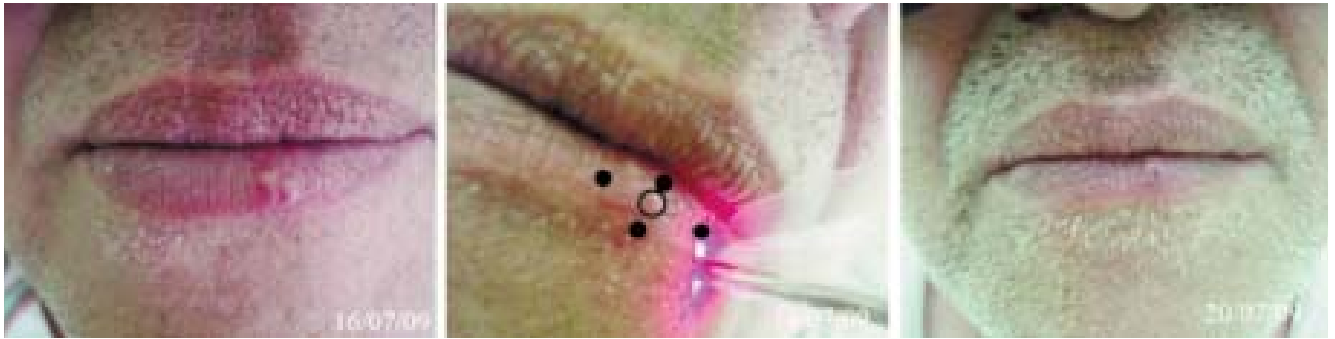


FIGURA 3: Aplicação do laser vermelho (AsGaAl) com dosagem de 4 J/cm² em cada um dos cinco pontos (conforme o esquema) em paciente com herpes labial na fase vesicular, resultando em cicatrização da lesão após quatro dias

Fonte: coleção da Profa. Maria Helena C. de V. Catão

cionando um maior conforto ao paciente num curto espaço de tempo após o trauma dental.^{7,9}

Os LBIs ou *lasers* de baixa potência (LBPs) também podem ser utilizados com o propósito de fazer diagnóstico de cárie – utilizando um *laser* que identifica diferenças de comportamento óptico entre o tecido sadio e o cariado –, estimular a formação de dentina reparadora, reduzir a sensibilidade dentinária e a dor nos casos de hiperemia, auxiliar a anestesia nos casos de pulpíte severa, promover maior velocidade de reparação do osso na região periapical, além de proporcionar menor sangramento e edema nos casos de gengivite e periodontite e diminuir a sintomatologia dolorosa na síndrome da ardência bucal, alveolite, DTM, mucosite e pericoronite.^{8,19,20}

A aplicação do LBI na pericoronarite beneficiará o paciente no alívio da dor, diminuindo sua sintomatologia,

e também auxiliará no controle da inflamação e na redução do edema, não havendo muitas vezes necessidade de medicação sistêmica, em virtude dos efeitos terapêuticos do *laser* (Figura 5).^{21,22}

Quando trabalhamos com o *laser* operando em um nível de intensidade muito alto de energia, a ponto de essa energia transformar-se em dano térmico e ultrapassar o limiar de sobrevivência da célula, levando a uma lise e conseqüentemente à morte celular, estamos utilizando o *laser* com finalidade cirúrgica.



FIGURA 4: Paciente com disfunção temporomandibular

Fonte: coleção da Profa. Maria Helena C. de V. Catão



FIGURA 5: Aplicação do laser AsGaAl (630 nm) em paciente com pericoronite

Fonte: coleção da Profa. Maria Helena C. de V. Catão

ca, denominado *laser* cirúrgico ou HILT.⁶

O *laser* cirúrgico determina ações no tecido-alvo, podendo ser divididas segundo seu respectivo efeito em: fototérmica (coagula, carboniza e vaporiza), fotomecânicoacústica (corta com precisão), fotoablativa (destrói para disrupção) e fotoionizante (quebra a ligação do DNA).¹³

A laserterapia tem sido usada por mais de 30 anos e mais de 90% da literatura disponível relata efeitos positivos. Entretanto, resultados desfavoráveis podem ocorrer devido à utilização de baixas ou altas doses, a erro de diagnóstico, a número insuficiente de sessões ou à falta de padronização da frequência de aplicações. De fato, a consagração do *laser* como terapia exige um conhecimento da energia aplicada, uma investigação dos efeitos que produz no organismo e a aplicação de uma correta metodologia.⁷

REFERÊNCIAS

- Castilho Filho T. Avaliação da ação da radiação laser em baixa intensidade no processo de osseointegração de implantes de titânio inseridos em tibia de coelhos [dissertação]. São Paulo (SP): Instituto de pesquisa energéticas nucleares da Faculdade de odontologia da Universidade de São Paulo; 2003.64 p.
- Carevalli CMM. Efeito da radiação do diodo laser (830nm) em cultura de fibroblastos (CHO-K1) [dissertação]. São Paulo (SP): Universidade do Vale do Paraíba; 2001.69 p.
- Ladalaro TC, Pinheiro A, Campos RA, Brugnera Jr A, Zanin F, Albernaz PL, et al. Laser therapy in the treatment of dentine hypersensitivity. *Braz Dent J*. 2004;15:144-50.
- Moriyama LT. Ablação de resinas compostas com laser de Er: YAG sob diferentes fluxos de água [dissertação]. São Paulo (SP): Instituto de física de São Carlos da Universidade de São Paulo; 2006. 85 p.
- Pinheiro ALB, Brugnera Jr A, Zanin FAA. Aplicação do laser na odontologia. In: Pinheiro ALB. Interação tecidual. São Paulo: Editora Santos; 2010. p.77-89.
- Araújo GS. Avaliação histológica do efeito do laser de baixa intensidade na resposta do tecido conjuntivo ao cimento endofill. [tese]. São Paulo (SP): Faculdade de Odontologia de Araraquara da Universidade Estadual Paulista; 2008. 84 p.
- Henriques ACG, Maia AMA, Cimões R, Castro JFL. A laserterapia na odontologia: propriedades, indicações e aspectos atuais. *Odontologia Clin Cientif*. 2008;7:197-200.
- Lascalá NT, Moussalli NH. Compêndio terapêutico periodontal. 3. ed. São Paulo: Artes Médicas, 1999. Capítulo14, Laserterapia em periodontia; p.293-307.
- Genovese JW. Laser de baixa intensidade: aplicações terapêuticas em odontologia. São Paulo: Lovise Ltda, 2000. 175p.
- Catão MHCV. Os benefícios do laser de baixa intensidade na clínica odontológica na estomatologia. *Rev Bras Patol Oral*. 2004;3:214-8.
- Mendonça PEMF. O Laser na biologia. *Rev Bras Ens Fis*.1998;20:86-94.
- Renisch L. Laser physics and tissue interactions. *Otolaryngol Clin North Am*. 1996; 29:893-914.
- Chavante MC. Laser em bio-medicina: Princípios e prática. São Paulo: Ed Atheneu; 2009. p.87.
- Yoshiyasu RYA. Um estudo in vitro sobre os efeitos da irradiação pelo laser de Er: YAG combinado com a terapia com flúor na resistência ácida do esmalte de dentes submetidos a aparelho ortodôntico fixo. [dissertação]. São Paulo (SP): Instituto de Pesquisas Energéticas Nucleares da Faculdade de odontologia da Universidade de São Paulo; 2001.83 p.
- Gomes ASL, Lopes MWF, Ribeiro CMB. Radiação laser: aplicações em cirurgia oral. *Int J Dent*. 2007;6:17-20.
- Vo-Dinh, editor. Biomedic Photonic Handbook. Boca Raton (FL): CRC Press; 2003. Chapter 48, Low-power laser therapy; p.1-26.
- Almeida-Lopes L, Massini RJ. Lasers e suas aplicações. São Paulo: DMC Equipamentos, 2000. 31p.
- Kelner N, Lisboa de Castro JF. Laser de baixa intensidade no tratamento da mucosite oral induzida pela radioterapia: relato de casos clínicos. *Rev Bras Cancerol*. 2007;53:29-33.
- al-Khateeb S, ten Cate JM, Angmar-Månsson B, de Josselin de Jong E, Sundström G, Exterkate RA, et al. Quantification of formation and remineralization of artificial enamel lesions with a new portable fluorescence device. *Adv Dent Res*. 1997;11:502-6.
- Castro JFL. *Oncologia Oral*. Recife: Ed. Universitária UFPE; 2005. 253p.
- Catão MHCV, Costa LJ. Tratamento da pericoronarite com laser terapêutico - Caso clínico. *RGO*. 2004;52:175-86.
- Catão MHCV, Gerby MEM, Gonçalves RC. A Laserterapia no tratamento da radiomucosite em paciente com carcinoma espinho celular no palato mole: relato de caso. *Laser Dental Show*. 2003;8-9.

CONSIDERAÇÕES FINAIS

A busca constante do equilíbrio biopsicossocial pelo ser humano requer a inserção de novas e eficazes terapias que adentram num moderno e amplo campo da odontologia. Assim, na tecnologia *laser* novas pesquisas indicam novas formas e técnicas do seu uso pelo cirurgião-dentista. Os fundamentos físicos e a interação dessa luz com os tecidos são conhecimentos que devem ser esclarecidos e dominados por esses profissionais, possibilitando diferentes pesquisas e consolidando a laserterapia como opção terapêutica na clínica odontológica. □

ENDEREÇO PARA CORRESPONDÊNCIA / MAILING ADDRESS:

Thiago Maciel Cavalcanti
 Rua Abel Costa, 463
 Bairro Universitário
 58429-050 Campina Grande, PB
 Fone: (83) 3333-3111
 E-mail: thiagomaciel_cg@hotmail.com

Como citar este artigo/How to cite this article: Cavalcanti TM, Almeida-Barros RQ, Catão MHCV, Feitosa APA, Lins RDAU. Conhecimento das propriedades físicas e da interação do laser com os tecidos biológicos na odontologia. *An Bras Dermatol*. 2011;86(5):955-60.