# Terapia fotodinâmica associada ao tratamento endodôntico - revisão de literatura

Photodynamic therapy associated with endodontic treatment - a review

Mariane Floriano Lopes Santos Lacerda\* Cristiane Ferreira Alfenas\* Celso Neiva Campos\*\*

#### Resumo

Objetivo: Através de uma revisão de literatura, o presente estudo tem como objetivo apontar alguns parâmetros para a aplicação da terapia fotodinâmica (PDT) na endodontia, uma vez que esses são muitos e com alto grau de variação entre as diversas pesquisas já realizadas. Revisão de literatura: A terapia fotodinâmica (PDT) tem sido proposta como uma terapia adjuvante ao tratamento endodôntico com o intuito de eliminar os microrganismos presentes no sistema de canais radiculares resistentes ao preparo químico mecânico. A PDT, ou desinfecção fotoativada, consiste na associação da tríade agente fotossensibilizador, luz com comprimento de onda específico e oxigênio, gerando espécies reativas capazes de penetrar nas células da microflora patogênica, destruindo-as. A aplicação dessa tecnologia promissora apresenta diversas variáveis, como o corante a ser utilizado, o tipo de luz ou o tempo de irradiação. Considerações finais: Os resultados dos estudos apresentados nesta revisão apontam que a PDT tem contribuído de forma efetiva para melhorar a descontaminação do sistema de canais radiculares e, consequentemente, para elevação da taxa de sucesso da terapia endodôntica.

Palavras-chave: Fotoquimioterapia. Lasers. Endodontia.

# Introdução

Os micro-organismos desempenham importante papel nas infecções endodônticas, em que seus metabólitos tóxicos são responsáveis pelo desenvolvimento e pela persistência de periodontites apicais. Um dos objetivos do tratamento endodôntico é a máxima desinfecção do sistema de canais radiculares, bem como a prevenção da sua reinfecção.

Comumente, para cumprir esse objetivo, utiliza-se a terapia convencional, que consiste na limpeza e modelagem do sistema de canais radiculares por meio de limas manuais ou rotatórias, concomitantemente com a irrigação de substâncias químicas auxiliares, e, em alguns casos, complementa-se com medicação intracanal.

Porém, a eliminação dos micro-organismos patogênicos nem sempre é atingida na prática clínica, gerando o insucesso do tratamento endodôntico<sup>1,2</sup>. Diante disso, a terapia fotodinâmica (PDT) surge como um novo método de desinfecção com significativa redução microbiana<sup>1,3</sup>. Muitos estudos têm demonstrado que a utilização da PDT para efeito bactericida requer algumas variáveis, entre elas, uma luz

http://dx.doi.org/10.5335/rfo.v19i1.3600

Mestre, Faculdade de Odontologia - UFJF, Departamento de Clínica Odontológica, Juiz de Fora, Minas Gerais, Brasil.

Doutor, Faculdade de Odontologia - UFJF, Departamento de Clínica Odontológica, Juiz de Fora, Minas Gerais, Brasil.

com comprimento de onda específico para ativar um corante fotoativado não tóxico (fotossensibilizador) que na presença de oxigênio, gera radicais livres tais como o oxigênio singleto, capaz de penetrar nas células dos micro-organismos causando destruição tecidual de forma rápida sem causar danos aos tecidos adjacentes e nem resistência bacteriana<sup>4-8</sup>. Através de uma revisão de literatura na forma discutida, o presente estudo tem como objetivo, esclarecer a melhor forma de ação da PDT, bem como apontar alguns parâmetros para sua aplicação na endodontia.

#### Revisão de literatura

O termo Terapia Fotodinâmica (PDT-Photodynamic Therapy) foi relatado na literatura médica, pela primeira vez, em 1941, sendo definida como uma reação entre fotossensibilizadores e luz, gerando efeito citotóxico através de reações oxidativas. Nessa terapia, um agente químico (corante) é utilizado e ativado por luz (sensitização) causando morte celular, principalmente, por apoptose<sup>9-14</sup>.

Assim, a terapia fotodinâmica é um processo fotoquímico em que a excitação eletrônica do sensitizador provoca dois mecanismos: tipo I - transferência de elétrons - e tipo II - transferência de energia. No mecanismo tipo I, há a formação de produtos oxidados e ocorre em cerca de 5% da reação. Nos outros 95%, ocorre o mecanismo tipo II, mais desejável e responsável pela apoptose que, diferentemente da necrose, não provoca injúria aos tecidos adjacentes. Na apoptose, a célula tem morte programada com encolhimento dessa e formação de vesículas (corpos apoptóticos) que são fagocitadas por macrófagos posteriormente. Como não há lise celular, não há extravasamento do conteúdo citoplasmático, evitando assim, lesão tecidual. Isso torna a PDT uma terapia eficaz e segura<sup>15-17</sup>.

Wilson et al. 18 (1992) ao verificarem que as espécies bacterianas não apresentam fotossensibilizadores, preconizaram a utilização de composto que pudesse atrair a luz e formasse radicais livres. Porém, concluíram que a habilidade de um componente absorver luz, não significa necessariamente que ele possa atuar como fotossensibilizador. Para produzir efeito antimicrobiano, os fotossensibilizadores devem apresentar picos de absorção próximos ao comprimento de onda da luz utilizada e não devem apresentar toxicidade ao hospedeiro.

Moritz et al. 19 (1997) verificaram que a radiação do *laser* de diodo (660 nm) em canais radiculares infectados por *E. coli* e *E. faecalis* demonstrou potente efeito bactericida. Apenas cinco, entre as 44 amostras infectadas, exibiram crescimento bacteriano positivo após a radiação. O parâmetro de radiação mais efetivo na redução microbiana teve potência em 4 mW e taxa de repetição de 0,01 e 0,02 segundos.

Fimple et al.20 (2008) analisaram a resposta da PDT sobre o biofilme de cinco espécies bacterianas. Cento e vinte dentes unirradiculares extraídos de humanos, sensibilizados com azul de metileno foram contaminados com as seguintes espécies A. israelii, F. nucleatum, P. gingivalis e P. intermedia. A radiação foi realizada com *laser* diodo em uma potência de 1 mW e comprimento de onda de 665 nm. O sistema foi acoplado em fibra óptica de polimetilmetacrilato com diâmetro de 250 µm, distribuindo a luz de forma a atingir 360 graus das paredes. Três unidades da amostra foram analisadas em microscopia eletrônica de varredura para confirmação da infecção, e as demais tiveram as culturas bacterianas contadas por meio de unidades formadoras de colônia (UFC) e analisadas pela hibridização de DNA-DNA checkerboard. Concluíram que a PDT é um eficaz método na redução de micro-organismos presentes no interior do canal, quando associado à aplicação de azul de metileno como fotossensibilizador.

Garcez et al.<sup>21</sup> (2010) avaliaram o efeito da PDT em pacientes com diagnóstico de necrose pulpar, portadores de micro-organismos resistentes à profilaxia antibiótica previamente instituída ao tratamento endodôntico. Trinta dentes anteriores de 21 pacientes portadores de lesão periapical receberam tratamento endodôntico convencional associado à antibioticoterapia. Amostras microbiológicas foram coletadas após acesso intracanal, terapia endodôntica convencional e PDT. Para a terapia fotodinâmica o protocolo utilizado foi: cloridrato de poliestireno como fotossensibilizador e laser de diodo (P = 40 mW, tempo = 4 minutos, energia = 9.6 J). Todos os pacientes apresentaram pelo menos um micro--organismo resistente ao antibiótico. A terapia endodôntica convencional reduziu significantemente o número de espécies microbianas, porém, apenas três dentes se apresentaram livres de bactérias, enquanto que a combinação da terapia endodôntica com a PDT eliminou todas as espécies antibiótico--resistentes e todos os dentes apresentaram-se livres de bactérias. Concluíram que o uso da PDT associada à terapia endodôntica convencional apresentou melhores resultados na redução microbiana e que a PDT é um eficiente método de tratamento para eliminar bactérias antibiótico-resistentes.

Silva et al.<sup>8</sup> (2012) avaliaram *in vivo* a resposta do tecido periapical de dentes portadores de periodontite apical após tratamento endodôntico em sessão única, associado ou não à terapia fotodinâmica antimicrobiana. Sessenta canais radiculares de cães com periodontite experimental induzida foram instrumentados e distribuídos em quatro grupos, de acordo com a aplicação ou não de PDT e com a obturação ou não do canal: grupo A: PDT com obturação na mesma sessão (n = 20), com 10 µm/mL do fotossensibilizador cloridrato de fenotiazida por 3 minutos e *laser* diodo (comprimento de onda = 660 nm, p = 60 mW) por 1 minuto; grupo B: PDT sem

obturação (n = 10); grupo C: sem PDT e com obturação na mesma sessão (n = 20); grupo D: sem PDT e sem obturação (n = 10). Os dentes foram restaurados e os animais foram eutanaziados decorridos noventa dias. Secções na maxila e mandíbula foram coradas com hematoxilina-eosina e tricrômico de Mallory para serem examinadas em microscopia de luz, quanto à presença de tecido mineralizado apical recém-formado, infiltrado inflamatório periapical, espessura do ligamento periodontal apical e reabsorção do tecido mineralizado. Para análise quantitativa, foram avaliados o tamanho da lesão periapical e o número de células inflamatórias. Nos grupos tratados com PDT, a região periapical foi moderadamente ampliada com ausência de células inflamatórias e menores lesões periapicais. Embora não tenha sido alcançada a reparação da reabsorção radicular externa, a ausência de células inflamatórias na região periapical, nos grupos tratados com PDT, indica que essa pode ser uma terapia coadjuvante promissora para a limpeza e modelagem dos canais portadores de periodontite apical.

### Discussão

Dados epidemiológicos têm apontado que 30% a 50% dos insucessos da terapia endodôntica convencional estão relacionados às infecções residuais e persistentes, as quais necessitam de estratégias suplementares para realizar a desinfecção<sup>4</sup>.

A radiação de *lasers* de baixa intensidade tem sido proposta como uma terapêutica a ser associada ao preparo químico mecânico (PQM) em casos de infecção, considerando a possibilidade de aumentar a eficácia do tratamento endodôntico por meio de sua ação bactericida. A ação antimibrobiana dos *lasers* de baixa intensidade vem sendo estudada em um processo conhecido como terapia fotodinâmica<sup>9</sup>.

A terapia fotodinâmica deve ser realizada baseada na tríade: fonte de luz, fotossensibilizador e oxigênio, uma vez que a energia absorvida pelo corante é transferida à molécula de oxigênio, dando origem à reação oxidativa. Como o oxigênio reage com qualquer micromolécula, qualquer micro-organismo pode ser alvo da PDT<sup>4</sup>.

Os *lasers* são a fonte de luz mais utilizadas na PDT, pois permitem a ocorrência de interação fotobiológica, por apresentarem unidirecionalidade, coerência e monocromaticidade, ou seja, emitem um comprimento de onda específico, facilitando, assim, a escolha do fotossensibilizador, bem como a profundidade de penetração de luz no tecido. Para a irradiação de tecidos biológicos, preconiza-se a utilização de comprimento de onda entre 660 nm (vermelho) a 1000 nm (infravermelho)<sup>22,23</sup>.

Dentre os *lasers*, os mais utilizados para PDT antimicrobiana são os *lasers* de diodo emitindo luz no comprimento de onda entre 630-690 nm (verme-

lho), pois apresentam maior penetração de fótons no tecido biológico e, diferentemente do infravermelho, são mais fáceis de encontrar fotossensibilizadores que apresentem esse pico de absorção<sup>24</sup>.

Ao se verificar que as espécies bacterianas não apresentam fotossensibilizadores, preconizou-se então a utilização de um composto que pudesse atrair a luz e formasse radicais livres. Porém, a habilidade de um componente absorver luz, não significa necessariamente que ele possa atuar como fotossensibilizador. Para produzir efeito antimicrobiano, os fotossensibilizadores devem apresentar picos de absorção próximos ao comprimento de onda da luz utilizada e não devem apresentar toxicidade ao hospedeiro<sup>5</sup>.

Cada fotossensibilizador possui um espectro de ação de luz sobre um comprimento de onda de máxima absorção e deve absorver luz de comprimento de onda ressonante, ou seja, a banda de absorção do fotossensibilizador deve coincidir com a banda de emissão da fonte de luz<sup>25</sup>.

Atualmente, vários fotossensibilizantes estão sendo empregados nos estudos da PDT, dentre os quais, destacam-se os fotossensibilizadores classe fenotiazinas, como azul de metileno, azul de toluidina, clorinas, e forfirina, que absorvem luz de comprimento de onda entre 550 e 700 nm, coincidente com a luz emitida pelo laser de diodo. A banda de absorção do azul de toluidina e do azul de metileno está situada entre 620 nm e 700 nm, o que possibilita a fotossensibilização bacteriana através da utilização de *laser* diodo atuando com luz de espectro vermelho situado em banda de 660 nm, que é ressonante à luz do laser diodo<sup>1,4</sup>.

Diversas são as concentrações do fotossensibilizador utilizado e dos fotossesibilizadores em geral, que podem variar de  $0.1~\mu g/ml$  a  $200~\mu g/ml^{26-28}$ .

A concentração do fotossensibilizador recomendada para uso em PDT antimicrobiana é de 6 μg/ml a 15 μg/ml, de modo a se obter eficaz fotossensibilização dos micro-organismos²5. A concentração do fotossensibilizador mais utilizada é de 6 μg/ml, pois nessa concentração o corante não causa manchamento da coroa e não permite a ocorrência de escudo óptico - em altas concentrações toda a luz é absorvida pelo fotossensibilizador, não atingindo áreas mais profundas do sistema de canais radiculares, reduzindo a ação da PDT²6-28.

O tempo de pré-irradiação é aquele em que o fotossensibilizador entra em contato com o micro-organismo para que esse possa penetrar ou, ao menos, se ligar à membrana plasmática e, consequentemente, aumentar os danos causados aos micro-organismos. O tempo mais utilizado nos trabalhos *in vitro* para pré-irradiação foi de 5 minutos<sup>25</sup>, no entanto, bactérias Gram-negativas por apresentarem estrutura molecular mais desenvolvida, com uma membrana externa a mais que as gram-positivas,

necessitam de parâmetros mais eficazes, devendo-se aumentar a concentração do corante ou o tempo de pré-irradiação<sup>29</sup>.

Estudos demonstram uma variabilidade no tempo de exposição ao laser que, por sua vez, pode variar desde 30 segundos até 30 minutos , sendo que o segundo tempo é demasiadamente elevado para ser reproduzido durante a prática clínica clínica . Como não há ainda um protocolo quanto aos parâmetros a serem utilizados durante a PDT e sabendo-se que a inativação dos micro-organismos é maior conforme o aumento de dose de energia, o tempo e a energia utilizada podem ser calculados através da seguinte fórmula:  $E = P \times T$  (E = energia em joule, P = potência em watt e <math>T = tempo em segundo), seguindo orientações do fabricante do laser diodo .

O laser de baixa intensidade, quando utilizado para eliminação de bactérias causadoras de infecção endodôntica, não é letal a essas bactérias, mas por meio da ativação do corante fotoquímico, ocorre liberação de oxigênio singleto, capaz de causar injúrias na membrana e no material genético dos micro-organismos, bem como naqueles resistentes à atividade antimicrobiana. Além disso, a PDT não promove resistência bacteriana, bem como efeitos térmicos deletérios aos tecidos adjacentes sadios.<sup>34</sup>

Sabe-se, contudo, que a presença de oxigênio no interior do sistema de canais radiculares e lesões periapicais é escassa - fato esse confirmado pela grande maioria de micro-organismos anaeróbios facultativos e anaeróbios estritos encontrados nessas regiões.<sup>32</sup> O oxigênio necessário para realizar a PDT é oriundo então, da água contida no fotossensibilizador, lipídios, peptídeos, proteínas, enzimas citoplasmáticas e ácido nucleico microbiano.<sup>14</sup>

A eliminação de micro-organismos por meio da PDT está relacionada com a ativação do corante depositado no organismo alvo que, após sensibilizado, transforma oxigênio molecular em oxigênio singleto que é citotóxico. Durante esse processo, componentes celulares fotossensíveis, exposto à luz de comprimento de onda complementar, passam para um estado excitado, , caracterizado pela passagem de elétrons para níveis de energia superiores. Nesse estado, o fotossensibilizador pode interagir com o oxigênio molecular iniciando a formação do oxigênio singleto altamente reativo (fotoprocesso tipo II) ou interagir com outras moléculas como aceptores de elétrons, resultando na produção de hidroxilas e outros radicais orgânicos (fotoprocesso tipo I). Os produtos gerados nessas reações podem promover diversos danos nos componentes da célula microbiana. Em geral, o processo da PDT causa danos na via oxidativa, na membrana plasmática e material genético da célula microbiana, mas tais produtos não são tóxicos às células do hospedeiro e, além disso, não são capazes de estimular a defesa desse micro-organismo e nem causar espécies resistentes à PDT.7

Uma forma de garantir a presença de oxigênio durante a PDT é acoplando uma fibra óptica à ponteira do *laser*, deslocando-a no interior do sistema de canais radiculares em movimentos helicoidais, de apical para cervical e vice-versa, durante todo o processo da irradiação. Os movimentos da fibra óptica agitam o fotossensibilizador, garantindo a reoxigenação do meio, contribuindo dessa forma, para aumentar o oxigênio disponível à reação<sup>19,34,35</sup>. Além disso, é recomendado o uso da fibra óptica com intuito de assegurar a distribuição correta da luz em todas as paredes do canal, em 360°<sup>36</sup>.

# Considerações finais

Os resultados dos estudos apresentados nesta revisão apontam que a PDT pode ser uma promissora terapia adjuvante ao preparo químico mecânico durante o tratamento dos canais radiculares, contribuindo de forma efetiva para melhorar a descontaminação do sistema de canais radiculares e, consequentemente, para elevação da taxa de sucesso da terapia endodôntica. Todavia, pesquisas futuras, in vivo e in vitro são necessárias, com intuito de testar e esclarecer os parâmetros a serem utilizados no laser de baixa intensidade durante a PDT, quando da sua utilização na clínica diária.

#### **Abstract**

Objective: The present study aims, through a literature review, to point out some parameters for photodynamic therapy (PDT) application in endodontics, since there are many parameters with a high degree of variation among different studies already conducted. Literature review: Photodynamic therapy (PDT) has been proposed as an adjuvant therapy to endodontic treatment in order to eliminate microorganisms present in the root canal system, which are resistant to chemical and mechanical preparation. PDT or photoactivated disinfection consists in the association of the triad: photosensitizing agent, specific wavelength light, and oxygen, creating reactive species able to penetrate into pathogenic microflora cells, and so destroying them. The application of this promising technology presents several variables, such as dye of use, light type or irradiation period. Final considerations: The results from the studies presented in this review indicate that PDT has effectively contributed to improve root canal system decontamination and, consequently to increase endodontic therapy success rate.

Keywords: Photodynamic therapy. Lasers. Endodontics.

## Referências

- Soukos NP, Chen PS, Morris JT, Ruggiero K, Abernethy AD, Som S et al. Photodynamic therapy for endodontic disinfection. J Endod 2006; 32(10):979-84.
- 2. Stuart CH. Enterococcus faecalis: its role in root canal treatment failure and current conceps in retreatment. J Endod 2006; 32(2):93-8.
- 3. Foschi F, Fontana CR, Ruggiero K, Riahi R, Vera A, Doukas AG, et al. Photodynamic inactivation of Enterococcus faecalis in dental root canals in vitro. Lasers Surg Med 2007; 39:782-7.
- Schackley DC, Whitehurst C, Clarke NW, Betts C, Moore JV. Photodynamic therapy. J R Soc Med 1999; (92):562-5.
- Wilson M, Dobson J, Sarkar S. Sensitization of periodontopathogenic bacteria to killing by light from a low-power laser. Oral Microbiol Immunol 1993; 8(3):182-7.
- 6. Wilson M. Development of a novel targeting system for lethal photosensitization of antibiotic-resistant strains of Staphylococcus aureus. Antimicrob Agents Chemother 2005; 49(9):3690-6.
- 7. Zanin IC. Photosensitization of in vitro biofilms by toluidine blue O combined with a light-emitting diode. Eur J Oral Sci 2006; 114(1):64-9.
- 8. Silva LA, Novaes AB Jr, de Oliveira RR, Nelson-Filho P, Santamaria M Jr, Silva RA. Antimicrobial photodynamic therapy for the treatment of teeth with apical periodontitis: a histopathological evalutation. J Endod 2012; 38(3):168-72.
- Ackroyd R, Kelty C, Brown N, Reed M. The history of photodetection and photodynamic therapy. Photochem Photobiol 2001; 74(5):656-69.
- Alfenas CF, Santos, MFL, Takehara GNM, de Paula MVQ. Terapia fotodinâmica na redução de micro-organismos no sistema de canais radiculares. Rev Bras Odontol 2011; 68(1):68-71.
- Fan KF, Hopper C, Speight PM, Buonaccorsi G, Mac-Robert AJ, Bown SG. Photodynamic therapy using 5-aminolevulinic acid for premalignant and malignant lesions of the oral cavity. Cancer Boil Ther 1996; 78(7):1374-83.
- 12. Lee MT, Bird PS, Walsh LJ. Photo-activated disinfection of the root canal: a new role for lasers in endodontics. Aust Endod 2004; 30(3):93-8.
- Machado AEH. Terapia fotodinâmica: princípios, potencial de aplicação e perspectivas. Quim Nova 2000; 23(2):237-43.
- Wainwright M. Photodynamic antimicrobial chemotherapy (PACT). J Antimicrob Chemother 1998; 42(1):13-28.
- 15. Gad F, Zahra T, Hasan T, Hamblin MR. Effects of growth phase and extracellular slime on photodynamic inactivation of Gram-positive pathogenic bacteria. Antimicrob Agents Chemother 2004; 48(6):2173-8.
- Kristiansen JE, Amaral L. The potential management of resistant infections with non-antibiotics. J Antimicrob Chemother 1997; 40(3):319-27.

- 17. Kübler A, Haase T, Rheinwald M, Barth, Muhling J. Treatment of oral leukoplakia by topical application of 5-aminolevulinic acid. Int J Oral Maxillofac Surg 1998; 27(6):466-9.
- Wilson M, Dobson J, Harvey W. Sensitization of oral bacteria to killing by low-power laser radiation. Curr Microbiol 1992; 25(2):77-81.
- 19. Moritz A, Gutknecht N, Goharkhay K, Schoop U, Wernisch J, Sperr W. In vitro irradiation of infected root canals with a diode laser: results of microbiologic, infrared spectrometric, and stain penetration examinations. Quintessence 1997; 28(3):205-9.
- 20. Fimple JL, Fontana CR, Foschi F, Ruggiero K, Song X, Pagonis TC, et al. Photodynamic treatment of endodontic polymicrobial infection in vitro. J Endod 2008; 34(6):728-34.
- 21. Garcez AS, Nuñez SC, Hamblim MR, Suzuki H, Ribeiro MS. Photodynamic therapy associated with conventional endodontic treatment in patients with antibiotic-resistant microflora: a preliminary report. J Endod 2010; 36(9):1463-6.
- 22. Baptista MS, Wainwright M. Photodynamic antimicrobial chemoterapy (PACT) for the treatment of malária, leishmaniasis and trypanosomiasi. Braz J Med Biol Res 2011; 44(1):1-10.
- 23. Garcez AS. Laser em baixa intensidade associado a fotossensibilizador para redução bacteriana intracanal comparado ao controle químico [Dissertação de Mestrado]. São Paulo: Faculdade de Odontologia da Universidade de São Paulo; 2002.
- 24. Golshan M, Nakhlis F. Can methylene blue only be used in sentinela lymph node biopsy for breast câncer? Breast J 2006; 12(5):428-30.
- 25. Gutknecht N, van Gogswaardt D, Conrads G, Apel C, Schubert C, Lampert F. Diode laser radiation and its bactericidal effect in root canal wall dentin. J Clin Laser Med Surg 2000; 18(2):57-60.
- 26. Bergmans L. Bactericidal effect of Nd:YAG laser irradiation on some endodontic pathogens ex vivo. Int Endod 2008; 39(7):547-57.
- 27. Souza LC, Souza LC, Brito PR, de Oliveira JC, Alves FR, Moreira EJ, Sampaio-Filho HR, Rôças IN, Siqueira JF Jr. Photodynamic therapy with two different photosensitizers as a supplement to instrumentation/irrigation procedures in promoting intracanal reduction of Enterococcus faecalis. J Endod 2010; 36(2):292-6.
- 28. Carvalho ES, Carvalho Edos S, Mello I, Albergaria SJ, Habitante SM, Lage-Marques JL, Raldi DP. Effect of chemical substances in removing methylene blue after photodynamic therapy in root canal treatment. Photomed laser surg 2011; 29(8):559-63.
- 29. Garcez AS, Nunez SC, Baptista MS, Daghastanli NA, Itri R, Hamblin MR et al. Antimicrobial mechanisms behind photodynamic effect in the presence of hydrogen peroxide. Photochem Photobiol Sci 2011; 10(4):483-90.
- 30. Ng R. Endodontic photodynamic therapy ex vivo. J Endod 2011; 37(4):217-22.
- 31. Souza EB, Cai S, Simionato MRL, Lage-Marques JL. High-power diode laser in the disinfection in depth of the root canal dentin. Oral Surg Oral Med Oral Pathol Oral Radiol Endod 2008; 106(1):68-72.

- 32. Xu Y, Young MJ, Battaglino RA. Endodontic antimicrobial photodynamic therapy: safety assessment in mammalian cell cultures. J Endod 2009; 35(4):1567-72.
- 33. Walsh LJ. The current status of low level laser therapy in dentistry. Part 2. Hard tissue applications. Aust Dent 1997; 42(5):302-6.
- 34. Siqueira Jr JF, Rôças IN, Souto R, de Uzeda M, Colombo AP. Actinomyces species, Streptococcus, and Enterococcus faecalis in primary root canal infections. J Endod 2002; 28(3):168-72.
- 35. Gonçalves RB, Gonçalves RB, Junior AB, Hope CK, Pratten J. Susceptibility of Streptococcus mutans biofilms to photodynamic therapy: an in vitro study. J Antimicrob Chemother 2005; 56(2):324-30.
- 36. Rodriguez HM. É realmente necessário o uso de fibra óptica na PDT endodôntica? Photodiagnosis Photodyn Ther 2011; 25 Suppl 1:293-5.

#### Endereço para correspondência:

Celso Neiva Campos Rua Lindalva de Paula Ribeiro, 240 -Bosque Imperial 36.036-466 Juiz de Fora/MG Fone: (32) 3236 7988 E-mail: cncampos@terra.com.br

Recebido: 07/11/2013. Aceito: 15/04/2014.