

Artigos Científicos

**MECANISMO DE AÇÃO E BENEFÍCIOS DA TERAPIA
FOTODINÂMICA NO TRATAMENTO ENDODÔNTICO**

Mechanisms of action and benefits of photodynamic therapy in endodontic treatment

Thalita Cristina Vasconcelos de Oliveira¹

Elenice Dutra Nepuniceno¹

Milena Traversa Palazon²

Leonardo Mazoleni³

Vanessa Ferrielo⁴

Leila Soares Ferreira⁴

¹Aluno do Curso de Graduação em Odontologia – Universidade Ibirapuera, São Paulo, Brasil.

²Professora do curso de Pós-Graduação de Especialização em Dentística da Faculdade São Leopoldo Mandic - São Paulo, Brasil.

³Mestre em BIODONTOLÓGIA, Faculdade de Odontologia da Universidade Ibirapuera.

⁴ Professora do Mestrado em BIODONTOLÓGIA da Universidade Ibirapuera.

Autor para Correspondência:

Leila Soares Ferreira

Universidade Ibirapuera

Av. Interlagos, 1329 - Chácara Flora, São Paulo - SP, 04661-100

Email: leilasfer@gmail.com

Artigos Científicos

RESUMO

A terapia fotodinâmica, do inglês *photodynamictherapy* (PDT), tem como finalidade a ação antimicrobiana e por isso está indicada no tratamento endodôntico que tem como objetivo a desinfecção dos canais radiculares. O objetivo deste estudo foi realizar uma revisão de literatura e apresentar o mecanismo de ação e os benefícios da PDT no tratamento endodôntico. O mecanismo de ação da terapia fotodinâmica é a produção de oxigênio singlete (OS) a partir de três elementos aplicados na terapia: fotossensibilizador, fonte de luz e oxigênio. O OS é letal para bactérias e, para ele, não há relatos na literatura sobre o desenvolvimento de resistência bacteriana. A associação da PDT como coadjuvante ao tratamento endodôntico mostrou benefícios como: aumento na redução microbiana, diminuição de sensibilidade pós-operatória e aceleração na reparação dos tecidos afetados. Pôde-se concluir que a PDT é capaz de otimizar o tratamento endodôntico em relação à redução microbiana e reparação tecidual além de proporcionar mais conforto ao paciente.

Descritores: endodontia, terapia fotodinâmica, laser, redução microbiana

ABSTRACT

Photodynamictherapy (PDT) aims microbial reduction and therefore is indicated in endodontic treatment for root canals disinfection. The purpose of this present study was to review the literature on the benefits and action mechanisms involved in the use of PDT in endodontic treatment. Scientific articles, chapters of books, theses and dissertations describing the antimicrobial have been consulted. PDT produces singlet oxygen (SO) from three elements applied in therapy: a photosensitizer, light and oxygen source. The SO is lethal to bacteria and there are no reports in the literature on the development of microbial resistance. The association of PDT as an adjunct to endodontic treatment showed benefits such as increase in microbial reduction, reduction of post-operative sensitivity and acceleration of affected tissue repair. It can be concluded that PDT is able to optimize the endodontic treatment in reducing bacteria and increasing tissue repair as well as providing more comfort for patients.

Descriptors: endodontics, root canal disinfection, laser, photodynamictherapy

Artigos Científicos

INTRODUÇÃO

Endodontia é uma especialidade da Odontologia responsável pelo estudo da polpa dentária, de todo o sistema de canais radiculares e dos tecidos periapicais, bem como das possíveis doenças que os afetam.

Desde os primórdios da endodontia, um dos principais objetivos de muitos pesquisadores tem sido alcançar o melhor método de desinfecção dos canais radiculares, pois a presença de microorganismos é garantia de insucesso nos tratamentos endodônticos. A prática cotidiana tem sido realizar o tratamento através do preparo químico-mecânico caracterizado pelo uso adjunto de instrumentos manuais, rotatórios e substâncias químicas. Porém, dificuldades anatômicas e iatrogenias favorecem a persistência de microorganismos no canal radicular.

1,2

O sucesso do tratamento endodôntico não está condicionado apenas a uma correta execução de todas as fases do tratamento, tais como, adequado diagnóstico, abertura coronária, preparo cervical, odontometria, preparo do canal radicular, medicação intracanal, obturação e restauração coronária. A

maior parte das falhas encontradas ou insucessos está relacionada à microorganismos resistentes ao preparo químico-mecânico ou à medicação intracanal. 1,2

A literatura científica mostra que, no decorrer do tempo, frente às necessidades que ocorrem durante um tratamento endodôntico, foram sendo desenvolvidos novos protocolos a fim de obter melhores resultados, como novos instrumentais e equipamentos que foram sendo incluídos ao arsenal do endodontista. Dentro destes vários equipamentos podemos citar: localizadores eletrônicos apicais, termoplastificadores de guta percha para obturação dos canais, microscópio operatório, ultrassom com novos desenhos de pontas, sistemas rotatórios, radiografia digital, fotopolimerizadores de nova geração e novas medicações intracanaís. 2,3

Como agente químico sabe-se que o hipoclorito de sódio possui ação bactericida e solvente sobre os tecidos vitais e necróticos. Esta solução é eficaz no desbridamento e como coadjuvante na instrumentação, facilitando essa etapa do tratamento endodôntico. 4 O pH elevado de hipoclorito de sódio interfere na integridade da membrana citoplasmática com inibição

Artigos Científicos

enzimática irreversível, causando alterações biossintéticas no metabolismo celular e destruição de fosfolípidios, situação observada na peroxidação lipídica. Apesar de ser um agente antimicrobiano efetivo e um excelente solvente orgânico, ele é conhecido por ser altamente irritante aos tecidos periapicais, principalmente em altas concentrações. Por essa razão, a procura por outro irrigante com um menor potencial de induzir efeitos adversos é desejável.⁵

A clorexidina pode ser utilizada durante todas as fases do preparo do canal radicular, em sua apresentação líquida ou gel, sendo a concentração mais utilizada a de 2%. A clorexidina tem sido recomendada como uma alternativa ao hipoclorito de sódio, por ser considerada uma solução biocompatível. Embora a sensibilidade à clorexidina seja rara, a possibilidade de complicação deve ser mantida em mente durante sua aplicação.⁶

A terapia fotodinâmica (PDT, do inglês *Photodynamic Therapy*) consiste na associação de um fotossensibilizador com uma fonte de luz em presença de oxigênio com o objetivo de eliminar microorganismos⁷⁻¹¹. Sua aplicação rápida e fácil pode ser indicada tanto para sessões únicas

como múltiplas na endodontia.^{8, 12} O fotossensibilizador é ativado pela luz e transfere energia para o oxigênio resultando na formação de espécies reativas de oxigênio (EROs). As Eros são altamente reativas danificando as proteínas, lipídeos, ácidos nucleicos e outros componentes celulares microbianos.^{7,8} Dentre os inúmeros fotossensibilizadores existentes, os mais utilizados na Odontologia são o azul de toluidina e azul de metileno.^{7,8}

A PDT tem contribuído de forma efetiva para melhorar a descontaminação do sistema de canais radiculares e, conseqüentemente, para elevação da taxa de sucesso da terapia endodôntica.^{9-11,13}

Baseados nesses dados, o objetivo deste estudo foi apresentar e discutir o funcionamento assim como os benefícios da utilização da terapia fotodinâmica no tratamento endodôntico.

REVISÃO DA LITERATURA

Tratamento Endodôntico

As infecções endodônticas diferem de outras infecções do nosso organismo, pois o foco dos agentes biológicos irritantes encontra-se em área avascular, impedindo que o

Artigos Científicos

antibiótico administrado sistematicamente consiga atingir seu alvo. Assim sendo, para controlar a infecção endodôntica são necessárias ações locais com atuação mecânica e uso de substâncias químicas.¹⁴

O preparo químico-mecânico é etapa fundamental da terapia endodôntica e é nesta fase que se realiza a limpeza, a desinfecção e a modelagem do sistema de canais radiculares. Durante essa etapa com a remoção de restos orgânicos e inorgânicos, aumento da permeabilidade dentinária, com contato de substâncias químicas com alto poder antimicrobiano entre as paredes do canal e a intimidade de túbulos dentinários que ocorre a maior parte da desinfecção do tratamento endodôntico.¹⁴

É fato que os microorganismos e seus produtos desempenham papel fundamental no desenvolvimento das doenças pulpares e periapicais, relacionando diretamente o sucesso da terapia endodôntica à sua permanência ou eliminação do sistema de canais radiculares, podendo comprometer o prognóstico dos dentes tratados endodonticamente. Devido às características da microbiota e às variações anatômicas nos sistemas de

canais radiculares, principalmente na região apical, dada sua complexidade anatômica, somente o preparo químico-mecânico não é suficiente para assegurar a completa desinfecção dos canais radiculares contaminados.¹⁴ Agentes químicos antimicrobianos, como hipoclorito de sódio, digluconato de clorexidina e hidróxido de cálcio são utilizados no intuito de proporcionar a adequada descontaminação do sistema de canais radiculares.¹⁵

Buck¹⁶ compararam o efeito bactericida do hipoclorito de sódio a 0,5%, clorexidina 0,12% e EDTA 0,2% em raízes colonizadas por *E. Faecalis*. Após a utilização de irrigantes, amostras de dentina eram colhidas com auxílio de brocas para verificação de bactérias viáveis. As amostras foram inoculadas em meio de cultura TSB (caldo de soja tripticase) por 12 horas, e após contagem de u.f.c. (unidades formadoras de colônia) os resultados foram tratados estatisticamente. Os resultados demonstraram que o hipoclorito de sódio foi mais eficiente na redução microbiana com significância estatística, mas não conseguiu esterilização das amostras.

Atualmente a técnica rotatória ou mecanizada para preparo químico-

Artigos Científicos

cirúrgico é largamente utilizada e novos sistemas são constantemente testados e incorporados ao mercado.

Nair ¹⁷ concluíram através de análises histopatológicas que o tratamento em sessão única não é satisfatório quanto à descontaminação, o que deve ser potencializado com medicação intracanal em mais sessões nos casos de polpa necrótica.

A instrumentação rotatória proporciona um menor desgaste do operador e diminuição no tempo operatório. ¹⁸ Além disso, esse tipo de instrumentação obtém os mesmos níveis de limpeza e desinfecção que a técnica manual. ¹⁹

As estratégias de controle da infecção baseiam-se no preparo químico-mecânico, onde instrumentos endodônticos são associados a agentes químicos antimicrobianos. Mesmo que tais procedimentos sejam adequadamente conduzidos, a esterilidade do sistema de canais radiculares ainda não é totalmente alcançada. ⁹

Terapia Fotodinâmica (PDT)

A PDT desponta como uma promissora terapia antimicrobiana, sendo utilizada como coadjuvante ao tratamento endodôntico. Consiste em

técnica de fácil e rápida aplicação, que pode ser utilizada em sessão única ou múltiplas sessões, não desenvolvendo formas de resistência microbiana. ¹²

O conceito de morte celular induzido pela interação de luz e substâncias químicas é reconhecido há mais de cem anos. No ano de 1900, as primeiras experiências com tratamento fotodinâmico foram relatadas por Oscar Raab, um estudante de medicina, e seu professor, Herman Von Tappeiner, em Munique. Eles estudaram o efeito do corante acridina sobre culturas de paramécios e descobriram que a combinação do corante de acridina e luz foi letal para esses. Durante uma tempestade com ocorrência de muitos raios houve alteração das condições luminosas do ambiente no momento dos experimentos, o que levou os autores a postular que esse efeito era causado pela transferência da energia da luz para a substância química, similar ao que ocorre nas plantas pela absorção da luz pela clorofila. Nem a luz ou o corante isoladamente tiveram qualquer efeito aparente sobre os paramécios, mas juntos foram altamente citotóxicos. ⁷

A PDT envolve a utilização de um fotossensibilizador (corante), que é ativado pela luz de um específico

Artigos Científicos

comprimento de onda na presença de oxigênio. A transferência de energia do fotossensibilizador ativado para o oxigênio disponível resulta na formação de espécies tóxicas de oxigênio, conhecida como oxigênio singlete e radicais livres. Estes são espécimes químicos altamente reativos que danificam proteínas, lipídeos, ácidos nucleicos e outros componentes celulares microbianos.⁸

A fonte de luz deve ser absorvida pelo corante para que a PDT seja efetiva na inviabilização de células.⁷ A maioria das bactérias bucais não absorve a luz visível de lasers que operam em baixa potência, com exceção de alguns microrganismos Gram-positivos, *Actinomycesodontolyticus* e *Porphyromonasgingivalis*, que sintetizam porfirinas endógenas.²⁰ A utilização de um agente de absorção óptica não tóxica que se fixe à parede celular bacteriana atraindo para si a luz laser é necessária para que ocorra a ação antimicrobiana sobre as bactérias bucais.¹²

No caso dos fotossensibilizadores é importante que o estado tripleto seja bem povoado com a presença de muitos fótons e elétrons; e relativamente de maior duração. Se isso ocorrer, o

fotossensibilizador excitado terá tempo de reagir com seu ambiente (transferência eletrônica / reações redox), ou transferir sua energia de excitação a uma molécula de oxigênio e produzir o altamente reativo oxigênio singlete. Assim, o fotossensibilizador danifica os alvos biológicos principalmente por oxidação. O importante em PDT é a capacidade de excitar o fotossensibilizador em seu alvo e com mínimo de dano no sentido circunvizinho.²¹

A destruição microbiana proporcionada pela PDT em nível molecular é bem estabelecida em muitos casos. A reação do tipo I com água em meio microbiano pode elevar os radicais hidroxila, que podem reagir com biomoléculas ou se combinar para formar peróxido de hidrogênio *in situ*. Os subsequentes resultados citotóxicos incluem a remoção de hidrogênio de moléculas insaturadas, como os fosfolipídios da membrana citoplasmática bacteriana, alterando a permeabilidade e integridade da membrana. A inativação de enzimas da membrana e receptores também é possível. Na reação do tipo II, o fotossensibilizador no estado tripleto transfere sua energia para o oxigênio molecular, formando *in situ* o oxigênio singlete,

Artigos Científicos

que então reage rapidamente com componentes celulares, como a parede celular, ácido nucleico, peptídeos e moléculas envolvidas na manutenção estrutural da parede celular/membrana, tais como fosfolipídeos esteróis e peptídeos. O período curto de vida do oxigênio singleto novamente assegura uma resposta localizada.¹²

A utilização de lasers de baixa potência ou LEDs, associados à fotossensibilizadores, é considerada a base da PDT, também chamada desinfecção fotoativada ou ainda quimioterapia antimicrobiana fotodinâmica.^{8,22}

Benefícios da Terapia Fotodinâmica em Endodontia

O interesse pela terapia fotodinâmica na Endodontia está relacionado principalmente pela atividade antimicrobiana, reduzindo comprovadamente a microbiota endodôntica.¹⁰ Além disso, esta terapia é uma técnica de fácil aplicação, indolor, não promove resistência microbiana e não causa efeitos sistêmicos.²³

Os microrganismos presentes no sistema de canais radiculares podem colonizar os túbulos dentinários, canais acessórios, istmos

e deltas apicais dificultando a eliminação pela instrumentação, pelo uso de substâncias irrigadoras e pela medicação intracanal. Apesar da efetividade das substâncias irrigadoras como também da medicação intracanal, ainda são apresentados casos de insucesso do processo de limpeza e desinfecção dos canais radiculares.²⁴ Por esta razão se torna importante a eliminação destes microrganismos durante todo o tratamento endodôntico.

Atualmente, encontram-se na literatura variados estudos ligados ao efeito da PDT quando associado ao tratamento convencional.^{9,10} O foco principal desses estudos é a variação de alguns parâmetros, como tipo de laser (potência e comprimento de onda), tempo de irradiação, corante, fibra óptica, bactéria, entre outros.

O tratamento com o uso da PDT não apresenta nenhum efeito térmico prejudicial, não causando nenhum ferimento sejam eles térmicos ou químicos. A eficácia do tratamento é maior quando se utiliza um difusor de luz intracanal flexível, que pode alcançar cerca de 4 mm do ápice. A PDT é muito eficiente tanto sobre bactérias Gram-positivas quanto Gram-negativas, sendo que estas últimas possuem moléculas de

Artigos Científicos

porfirinas que servem como fotossensibilizador endógenos. Essa técnica é eficiente e pode ser usada para erradicação de infecções endodônticas persistentes, quando os métodos convencionais não obtiveram sucesso.²⁵

Na Endodontia, os fotossensibilizadores derivados das fenotiazinas têm sido amplamente empregados nas pesquisas envolvendo PDT^{26,27}. As fenotiazinas são compostos heteroaromáticos tricíclicos, corantes azuis, como o corante azul de toluidina e o azul de metileno e, em baixas concentrações não produzem ação citotóxica.²³ Fonseca²⁷ avaliaram *in vitro* os efeitos da PDT em canais radiculares de dentes humanos contaminados com *Enterococcus faecalis*. Os canais contaminados foram sensibilizados com azul de toluidina em concentração de 0,0125%. Os espécimes foram irradiados com laser emitindo no vermelho com comprimento de onda de 660nm, por meio de fibra ótica com energia de fluência de 400J/cm², por 5 minutos e 20 segundos. Os resultados obtidos evidenciaram uma redução microbiana de 99,9% nas unidades formadoras de colônias.

É fato que existe na especialidade da Endodontia, uma premente necessidade de utilização de métodos terapêuticos que possam aumentar a eficácia do procedimento endodôntico em todas as suas fases, diminuindo etapas clínicas, períodos de tempo de trabalho, possibilitando qualidade maior no tratamento.²⁸

Os efeitos antimicrobianos da PDT na desinfecção do sistema de canais radiculares vêm sendo estabelecidos nos últimos anos, por uma série de estudos *in vitro* e ensaios clínicos, com excelentes resultados na redução de diferentes microrganismos, inclusive aqueles resistentes à antibioticoterapia.⁹⁻¹¹

A permanência de bactérias e seus produtos no interior do sistema de canais radiculares pode comprometer o prognóstico para dentes tratados endodonticamente¹.

DISCUSSÃO

Estudos epidemiológicos têm mostrado 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.²⁹

Artigos Científicos

Por meio de sua ação bactericida a radiação de lasers de baixa intensidade tem sido proposta como uma terapêutica a ser associada ao preparo químico-mecânico em casos de infecção, considerando a possibilidade de aumentar a eficácia do tratamento endodôntico.⁷

A PDT é fundamentada em uma 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 microrganismo pode ser alvo da PDT.²⁹

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.³⁰

Os lasers de diodo emitindo luz no comprimento de onda entre 630-690nm (vermelho) são os mais utilizados para PDT antimicrobiana, pois apresentam maior penetração de fótons no tecido biológico e diferentemente do infra-vermelho, são mais fáceis de encontrar

fotossensibilizadores que apresentem esse pico de absorção^{8,9}

O mecanismo de ação da PDT, através da produção de oxigênio singleto é diferente de todos os outros medicamentos utilizados na endodontia, clinicamente os benefícios da PDT vão desde aceleração da reparação dos tecidos periapicais e diminuição da sensibilidade pós-operatória até a obtenção de maiores taxas de redução microbiana.^{10,31}

A PDT é capaz de promover esse incremento na desinfecção do canal radicular que é imprescindível para o sucesso tratamento endodôntico, sem, no entanto, apresentar efeitos colaterais normalmente encontrados na antibioticoterapia como resistência bacteriana, ação sistêmica e toxicidade a órgãos como rim e fígado.¹² Vale lembrar que a PDT é uma terapia coadjuvante e não substitui nenhuma etapa da terapia endodôntica.¹⁰

Os efeitos antimicrobianos da PDT são dependentes da correta seleção do comprimento de onda e da irradiação do laser e da concentração e tempo de aplicação do fotossensibilizador.¹²

Apesar da constatação de que a PDT é uma terapia coadjuvante promissora em Endodontia,

Artigos Científicos

viabilizando a eliminação quase que total dos microrganismos persistentes no conduto radicular mesmo após o preparo químico-mecânico realizado; ainda não foi estabelecido um protocolo em relação aos parâmetros da luz, fotossensibilizadores e tempo de exposição. Por isso, o maior desafio desta terapia ainda consiste em estabelecer uma padronização do protocolo de aplicação uma vez que as publicações que abordam esse assunto diversificam o tipo de fotossensibilizador e sua concentração além dos parâmetros utilizados na irradiação laser como potência, tempo de irradiação, e energia aplicada.¹²

CONCLUSÃO

Baseando-se na literatura consultada pode-se concluir que a PDT:

- É uma terapia antimicrobiana eficaz contra as bactérias associadas às infecções nos canais radiculares
- É um procedimento de fácil aplicação,
- Apresenta benefícios que contribuem para que resultados de excelência sejam alcançados no tratamento endodôntico.

REFERÊNCIAS

1. Siqueira JF Jr, Rôças IN. Clinical implications and microbiology of bacterial persistence after treatment procedures. *J Endod.* 2008;34(11):1291-1301.
2. Aw V. Discuss the role of microorganisms in the aetiology and pathogenesis of periapical disease. *Aust Endod J.* 2016;42(2):53-9.
3. Siqueira JF Jr. Aetiology of root canal treatment failure: why well-treated teeth can fail. *Int Endod J.* 2001;34(1):1-10.
4. Esteves DLS, Froes JAV. Soluções Irrigadoras em Endodontia. *Arquivo Brasileiro de Odontologia* 2013;9(2):1-6.
5. Ferraz CCR, Gomes BPPA, Zaia AA, Teixeira FB, Souza-Filho FJ. In vitro assessment of the antimicrobial action and the mechanical ability of chlorhexidine gel as an endodontic irrigant. *J Endod.* 2001;27(7):358-88.
6. Gomes BP, Vianna ME, Zaia AA, Almeida JF, Souza-Filho FJ, Ferraz CC. Chlorhexidine in endodontics. *Braz Dent J.* 2013;24(2):89-102.
7. Ackroyd R, Kelty C, Brown N, Reed M. The history of photodetection and photodynamic therapy. *PhotochemPhotobiol* 2001; 74(5): 656-69.
8. Konopka K, Goslinski T. Photodynamic therapy in dentistry. *J Dent Res* 2007;86(8): 694-707.
9. Garcez AS, Ribeiro MS, Tegos GP, Núñez SC, Jorge AO, Hamblin MR. Antimicrobial photodynamic therapy combined with conventional endodontic treatment to eliminate root canal biofilm infection. *Lasers Surg Med.* 2007;39(1):59-66.
10. Garcez AS, Nuñez SC, Hamblin MR, Ribeiro MS. Antimicrobial effects of photodynamic therapy on patients with necrotic pulps and periapical lesion. *J Endod.* 2008;34(2):138-42.
11. Garcez AS, Nuñez SC, Hamblin MR, Suzuki H, Ribeiro MS. Photodynamic therapy associated with

Artigos Científicos

- conventional endodontic treatment in patients with antibiotic-resistant microflora: a preliminary report. *J Endod.* 2010;36(9):1463-6.
12. Amaral RR, Amorim JCF, Nunes E, Soares JÁ, Silveira FR. Photodynamic therapy in endodontics – review of literature. *RFO UPF* 2010;5(2):207-11.
13. Lacerda MFLS, Alfnas CF, Campos CN. Terapia fotodinâmica associada ao tratamento endodôntico – Revisão de literatura. *RFO-Passo Fundo.* 2014;19(1):115-120.
14. Ferrari PHP, Bombana AC. A infecção endodôntica e sua resolução. São Paulo: Editora Santos; 2010.
15. Trindade AC. Terapia fotodinâmica como coadjuvante ao tratamento endodôntico: análise da literatura e estudo em ratos. Programa de pós-graduação na Pontifícia Universidade Católica do Rio Grande do Sul [Doutorado em Endodontia]; Porto alegre – 2013.
16. Buck RA, Eleazer PD, Staat RH, Scheetz JP. Effectiveness of three endodontic irrigants at various tubular depths in human dentin. *J Endod.* 2001;27(3):206-8.
17. Nair PN, Henry S, Cano V, Vera J. Microbial status of apical root canal system of human mandibular first molars with primary apical periodontitis after "one-visit" endodontic treatment. *Oral Surg Oral Med Oral Pathol Oral Radiol Endod.* 2005;99(2):231-52.
18. Hülsmann M, Bluhm V. Efficacy, cleaning ability and safety of different rotary NiTi instruments in root canal retreatment. *Int Endod J.* 2004;37(7):468-76.
19. De Rossi A, Silva LA, Leonardo MR, Rocha LB, Rossi MA. Effect of rotary or manual instrumentation, with or without a calcium hydroxide/1% chlorhexidine intracanal dressing, on the healing of experimentally induced chronic periapical lesions. *Oral Surg Oral Med Oral Pathol Oral Radiol Endod.* 2005;99(5):628-36.
20. König K, Teschke M, Sigusch B, Glockmann E, Eick S, Pfister W. Red light kills bacteria via photodynamic action. *Cell Mol Biol (Noisy-le-grand).* 2000;46(7):1297-303.
21. Ribeiro MS, Zezell DM. Laser de baixa intensidade. In: Gutknecht N, Eduardo CP. *A odontologia e o laser, a atuação do laser na especialidade odontológica.* 1a ed. São Paulo: Quintessence; 2004:217-40.
22. Wainwright M, Phoenix D, Marland J, Wareing D, Bolton F. A study of photobactericidal activity in the phenothiazinium series. *FEMS Immunol Me Microbiol* 1997;19(1):75-80.
23. Soukos NS, Che PS, Morris JT, Ruggiero K, Abernethy AD, Som S, et al. Photodynamictherapy for endodonticdisinfection. *J Endod* 2006; 32(10): 979-84.
24. Dunavant, T.R., Regan, J.D., Glickman, G.N. et al. Comparative evaluation od endodontic irrigants enterococcus faecallis biofilms. *J Endod.* 2006; 32 (6): 527-31.
25. Sperandio FF, Huang YY, Hamblin MR. Antimicrobial photodynamic therapy to kill Gram-negative bacteria.Recent Pat Antiinfect Drug Discov. 2013;8(2):108-20.
26. Seal GJ, Ng YL, Spratt D, Bhatti M, Gulabivala K. na in vitro comparison of the bactericidal efficacy of lethal photosensitization or sodium hypochlorite on Streptococcus intermedius biofilms in root canals. *Int Endod J.* 2002;35:268-74.
27. Fonseca MB, Júnior POT, Pallota RC, Ferreira-Filho H, DENardin OVP, Rapoport A, et al. Photodynamic therapy for root canals infected with Enterococcus faecalis. *Photomedicine and laser Surg* 2008;26(3): 209-13.
28. Oliveira LD, Leao MVP, Carvalho CAT, Camargo CHR, Valera MC, Jorge

Artigos Científicos

- AOC, et al. In vitro effects of calcium hydroxide and polymyxin B on endotoxins in root canals. *J Dent.* 2005;33:107-14.
29. Schackley DC, Whitehurst C, Clarke NW, Betts C, Moore JV. Photodynamic therapy. *J R Soc Med* 1999;(92):562-6.
30. 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.
31. Hamblin MR, Hasan T. Photodynamic therapy: a new antimicrobial approach to infectious disease? *Photochem Photobiol Sci.* 2004;3:436-50.