

ENDODONTIA E O USO DA TERAPIA FOTODINÂMICA: REVISÃO DE LITERATURA

PEREIRA, Ana Paula Santos¹

PÁDUA, Carine Dias²

MADEIRA, Francine de Oliveira³

SILVÉRIO, Giovanna Maria de Oliveira⁴

BERTOCCO, Marcelo Soares⁵

TAVARES, Érika Pasqua⁶

¹ Acadêmica do curso de Odontologia da Universidade José do Rosário Vellano
Orcid: 0000-0002-6721-4930

² Acadêmica do curso de Odontologia da Universidade José do Rosário Vellano
Orcid: 0000-0002-3793-4566

³ Acadêmica do curso de Odontologia da Universidade José do Rosário Vellano
Orcid: 0000-0002-6542-8169

⁴ Acadêmica do curso de Odontologia da Universidade José do Rosário Vellano
Orcid: 0000-0003-4591-3172

⁵ Docente do curso de Odontologia da Universidade José do Rosário Vellano
Orcid: 0000-0003-4975-6733

⁶ Orientadora. Docente do curso de Odontologia da Universidade José do Rosário Vellano
Orcid: 0000-0001-7539463

Autor para correspondência:

Érika Pasqua Tavares, docente do curso de Odontologia da Universidade José do Rosário Vellano,
erika.tavares@unifenas.br, (35)999743698

RESUMO

A Terapia Fotodinâmica (Photodynamic Therapy – PDT) tem despontado como uma nova terapia, coadjuvante ao tratamento endodôntico, com o objetivo de eliminar microrganismos persistentes ao preparo químico mecânico. A proposta deste estudo foi realizar uma revisão de literatura integrativa sobre as aplicações da terapia fotodinâmica no tratamento endodôntico. A coleta de dados foi realizada na base de dados Pubmed (Medline da National Library of Medicine) e Lilacs (Literatura Latino-Americana e do Caribe em Ciências da Saúde), utilizando os descritores associados “endodontia”; “fotoquimioterapia” e a palavra-chave “terapia fotodinâmica”. Os critérios de inclusão adotados foram: artigos originais, disponíveis on-line na íntegra e gratuitamente, em inglês, português ou espanhol, sem recorte temporal e que esteja dentro da temática investigada. De acordo com os artigos analisados, o uso da terapia fotodinâmica (PDT) mostrou efetividade sobre micro-organismos persistentes presentes nas infecções endodônticas. Vários estudos recentes buscam avaliar a eficácia de diversas substâncias que combinadas com a PDT podem oferecer um melhor resultado. Todas essas alternativas trouxeram resultados positivos. Sugere-se a realização de mais estudos que abordem o custo-efetividade, conseguindo identificar, assim, a alternativa que possua um melhor resultado com custo mais acessível.

PALAVRAS-CHAVE: Fotoquimioterapia, Endodontia, Desinfecção.

ABSTRACT

Photodynamic Therapy (PDT) has emerged as a new therapy, supporting endodontic treatment, with the objective of eliminating persistent microorganisms in mechanical chemical preparation. The purpose of this study was to carry out an integrative literature review on the applications of photodynamic therapy in endodontic treatment. Data collection was performed in the Pubmed (Medline database of the National Library of Medicine) and LILACS (Latin American and Caribbean Literature on Health Sciences), using the associated descriptors “endodontics”; “photochemotherapy” and the keyword “Photodynamic therapy”. The inclusion criteria adopted were: original articles, available online in full and free of charge, in English, Portuguese or Spanish, with no time frame and that are within the investigated theme. According to the articles analyzed, the use of photodynamic therapy (PDT) showed effectiveness on persistent microorganisms present in endodontic infections. Several recent studies seek to assess the effectiveness of various substances that combined with PDT can provide a better result. All these alternatives brought positive results. It is suggested to carry out more studies that address cost-effectiveness, thus managing to identify the alternative that has a better result at a more accessible cost.

KEYWORDS: Photodynamic therapy, Endodontics, Disinfection



1 INTRODUÇÃO

Nas infecções endodônticas os micro-organismos desempenham importante papel pois seus metabólitos tóxicos são os grandes responsáveis pelo desenvolvimento e pela persistência de periodontites apicais. Nesse sentido pode-se dizer que um dos objetivos do tratamento endodôntico é a desinfecção máxima do sistema de canais radiculares, bem como a prevenção da sua reinfecção [1,2].

Para alcançar esses objetivos, utiliza-se a terapia convencional que compreende a limpeza e modelagem do sistema de canais radiculares através de limas manuais ou rotatórias, juntamente com a irrigação de substâncias químicas auxiliares e, em alguns casos, medicação intracanal [1]. Porém esse método de tratamento endodôntico falha em relação a inativação e eliminação das endotoxinas bacterianas como por exemplo os lipopolissacarídeos que provocam infecções endodônticas graves [3].

A literatura destaca que a desinfecção completa dos canais radiculares é bastante difícil. Isso deve-se à diversidade dos sistemas de canais radiculares na região apical com presença de deltas apicais e a formação de biofilme extra radicular, dificultando assim a eliminação de micro-organismos mais resistentes, como é o caso dos *Enterococcus faecalis* [3].

Diante disso, a terapia fotodinâmica (PDT- Photodynamic Therapy) veio como um novo método de desinfecção apresentando uma redução

microbiana significativa [2]. Essa terapia tem despontado como uma nova terapia, coadjuvante ao tratamento endodôntico, com o objetivo de eliminar microrganismos persistentes ao preparo químico mecânico [1].

O primeiro relato do termo Terapia Fotodinâmica foi em 1941, onde foi definido como uma reação entre fotossensibilizadores e luz que geram um efeito citotóxico através de reações oxidativas. Nesse tratamento é utilizado um agente químico (corante) que é ativado por luz (sensibilização) causando morte celular [2].

Cada vez mais tem sido desenvolvidos estudos com o objetivo de demonstrar que a utilização da terapia fotodinâmica de forma eficaz requer algumas variáveis: uma luz com comprimento de onda específico para que seja ativado um corante fotoativado não tóxico (fotossensibilizador); este, ao entrar em contato com o oxigênio, é capaz de gerar radicais livres como o oxigênio singleto que por sua vez consegue penetrar nas células dos micro-organismos levando a morte celular.

Nessa perspectiva torna-se importante analisar estudos mais atuais que relatam os protocolos utilizados, as características dos fotossensibilizadores e a efetividade desta técnica. Esse estudo tem como objetivo realizar uma revisão integrativa da literatura sobre os protocolos utilizados e as aplicações da terapia fotodinâmica no tratamento endodôntico.

2 METODOLOGIA

Foi realizada uma revisão da literatura integrativa, que é um método que proporciona a síntese de conhecimento e a incorporação da aplicabilidade de resultados de estudos significativos na prática [4].

A coleta de dados foi realizada nas bases de dados Pubmed (Medline da National Library of Medicine) e Lilacs (Literatura Latino-Americana e do Caribe em Ciências da Saúde), utilizando os descritores associados “endodontia”; “fotoquimioterapia” e a palavra-chave “terapia fotodinâmica”. Os critérios de inclusão adotados foram: artigos originais, disponíveis on-line na íntegra e gratuitamente, em inglês, português ou espanhol, sem recorte temporal e que estivessem dentro da temática investigada.

Após a seleção dos artigos nas bases de dados, foi realizada a leitura do título e resumo de cada um e selecionados aqueles que se enquadraram nos critérios de inclusão do estudo. Estes passaram pela leitura na íntegra e suas principais informações sobre o tema foram extraídas.

3 REVISÃO DE LITERATURA

Foram selecionados 20 estudos para fazerem parte desta revisão de literatura, desses 60% são estudos do tipo ensaio controlado, 20% são estudos *in vitro* e 20% estudo que utilizou os seguintes métodos: relato de caso, série de casos, retrospectivo e clínico prospectivo. A síntese dos estudos pode ser observada no Quadro 1 a seguir:

QUADRO 1: Síntese dos estudos incluídos na revisão.

Autor/ano	Objetivo	Resultado
ARAÚJO et al., 2017 [5]	Avaliar a suscetibilidade de <i>Streptococcus mutans</i> e <i>Lactobacillus acidophilus</i> à Terapia Fotodinâmica (PDT) quando cultivada simultaneamente em lesões cariosas em dentina.	A curcumina tem um efeito tóxico sobre microrganismos em concentrações apreciáveis após a fotoativação. No entanto, foi necessário usar a concentração máxima da droga para um procedimento bem sucedido.
BELTES et al., 2017 [6]	Avaliar o efeito antimicrobiano do PDT utilizando o verde indocianina (ICG) como fotossensibilizador e um laser de diodo infravermelho próximo (NIR) em canais radiculares de dentes humanos infectados com <i>Enterococcus faecalis</i> .	O PDT mediado pelo ICG ativado por um laser de diodo NIR proporcionou maior desinfecção do sistema de canais radiculares, mas o benefício geral na eliminação total bacteriana deve ser ainda mais investigado.
CAMACHO-ALONSO et al., 2017 [7]	Avaliar a eficácia antibacteriana da terapia fotodinâmica (PDT) e quitosana contra <i>Enterococcus faecalis</i> e avaliar o possível efeito potencializador da quitosana no fotossensibilizador azul de metileno em canais radiculares	A combinação de PDT e quitosana mostrou potencial antibacteriano contra infecção endodôntica por <i>E. faecalis</i> .



	infectados experimentalmente de dentes humanos extraídos in vitro.	
MIRANDA, COLOMBO, 2018 [8]	Avaliar a eficácia da PDT no sucesso clínico (cicatrização periapical) e na microbiota de infecções endodônticas primárias.	A terapia endodôntica convencional com ou sem PDT é eficaz na redução da carga microbiana, resultando em cicatrização periapical. No entanto, a utilização de PDT proporcionou melhor cicatrização periódica no período de 6 meses.
SOARES et al., 2018 [9]	Avaliar a influência da dose de energia e frequência da terapia fotodinâmica (ciclos PDT), bem como o volume de suspensões bacterianas (BS) na eliminação do <i>Enterococcus faecalis</i> na forma planctônica.	A dose de energia, o volume da suspensão bacteriana e, principalmente, os ciclos PDT otimizaram a eliminação bacteriana do <i>Enterococcus faecalis</i> na forma planctônica.
SOUZA et al., 2018 [10]	Avaliar a atividade antimicrobiana de soluções de hipoclorito e a instrumentação recíproca associada à terapia fotodinâmica.	A associação do PDT com soluções de hipoclorito e instrumentação recíproca proporciona eliminação efetiva de <i>E.faecalis</i> .
VIEIRA et al., 2018 [11]	Avaliar a redução bacteriana promovida pela terapia fotodinâmica antimicrobiana utilizada durante a cirurgia endodôntica.	Usado durante a cirurgia endodôntica, a PDT aumentou significativamente a desinfecção da área da superfície cortada e da cavidade da extremidade raiz. Os casos tratados com PDT apresentaram alta taxa de cura.
AYTAC et al., 2019 [12]	Comparar a atividade antibacteriana da terapia fotodinâmica (PDT) utilizando laser de diodo com verde indocianina (ICG) no biofilme de <i>Streptococcus mutans</i> com métodos convencionais.	Este trabalho conclui que o PDT utilizando laser de diodo com ICG pode ser sugerido na desinfecção da cavidade após a escavação da cárie como alternativa aos métodos convencionais.
ARMAND et al., 2019 [13]	Avaliar e comparar o efeito antibacteriano do plasma e da terapia fotodinâmica (PDT) em canais radiculares infectados com <i>Enterococcus faecalis</i> .	Todos os grupos apresentaram redução significativa de bactérias após o tratamento, e o plasma he/O ₂ foi mais eficaz contra <i>E. faecalis</i> , seguido por PDT e He plasma.
BARCIELA et al., 2019 [14]	Avaliar a sintomatologia pós-operatória dos tratamentos endodônticos realizados em uma única sessão, com ou sem terapia fotodinâmica, utilizando o instrumento reciprocante #40 em dentes unirradiculares necrosados.	Os resultados do estudo, analisando a escala analógica visual para avaliação da dor, não foi observada diferença nos sintomas de dor entre os grupos às 24h, 72 h e 1 semana ($P > 0,05$).
COELHO et al., 2019 [15]	Objetivo determinar os efeitos da PDT na dor pós-operatória após o tratamento de dentes com polpa necrosada.	O PDT teve um efeito significativo na diminuição da dor pós-operatória em intervalos de 24 e 72 horas no tratamento de dentes de raízes únicas com polpas necrosadas.
LOPES et al., 2019 [16]	Descrever o uso de Terapia Fotodinâmica durante o tratamento endodôntico de dentes com lesão periapical.	O tratamento proposto melhorou a desinfecção microbiana favorecendo a regressão das alterações periapicais e proporcionando resultados clínicos e radiográficos satisfatórios.

LANE; BONSOR, 2019 [17]	Determinar a permanência na cavidade bucal (sobrevida) dos dentes submetidos à terapia do canal radicular, quando a terapia fotodinâmica bacteriana (PDT) foi utilizada durante a desinfecção do sistema de canais radiculares.	A sobrevivência percentual em dois, quatro, seis, oito e dez anos para os dentes tratados com o uso de PDT foi de 98,31%, 97,38%, 95,76%, 91,81% e 91,80%, respectivamente. As taxas de sobrevivência dos dentes tratados com PDT durante a desinfecção do sistema de canais radiculares, comparam-se muito favoravelmente com os trabalhos publicados anteriormente, onde a terapia fotodinâmica não foi utilizada.
AFKHAMI et al., 2020 [18]	Comparar o efeito antibacteriano da terapia fotodinâmica antimicrobiana (aPDT) pelo uso de diodo emissor de luz (LED) e fontes de luz laser de diodo com fotossensibilizador azul de toluidina (TBO) no biofilme de <i>Enterococcus faecalis</i> em canais radiculares de dentes humanos extraídos de canal único.	Os resultados mostraram que a aPDT diminuiu significativamente as bactérias residuais no canal. Assim, pode ser usado como adjunto para desinfecção do canal radicular. Tanto o diodo quanto o LED são fontes de luz adequadas para este fim e podem ser usados de forma alternativa.
ASNAASHARI et al., 2020 [19]	Comparar a eficácia de dois métodos (Sistema de Irrigação ativado e Terapia Fotodinâmica – PDT) quando utilizados com e sem hipoclorito de sódio na eliminação de <i>E. faecalis</i> de canais radiculares infectados.	De acordo com os resultados da desinfecção nos grupos experimentais do presente estudo, conclui-se que a integração de novas tecnologias, como o sistema de irrigação de ativação ou PDT em combinação com a NaOCl, ameniza a desinfecção do canal radicular e pode proporcionar diversas vantagens no resultado endodôntico.
AYDIN et al., 2020 [20]	Avaliar o efeito da aplicação da luz - PDT - sobre a atividade antibacteriana da combinação de um agente fotossensibilizador (azul de toluidina - TBO) e um agente de NP (nanopartículas de prata - AgNPs) para a desinfecção dos canais radiculares inoculados com <i>Enterococcus faecalis</i> .	O grupo NaOCl proporcionou uma redução bacteriana maior do que em todos os outros grupos de forma estatisticamente significativa. A aplicação leve na combinação TBO/AgNPs foi o grupo que proporcionou a maior redução bacteriana após o NaOCl. A fotoativação da combinação TBO/AgNPs levou a um aumento no efeito do PDT, e tem o potencial de ser usado como adjunto para desinfecção do sistema de canais radiculares.
OKAMOTO et al., 2020 [21]	Avaliar a redução da carga bacteriana após o tratamento endodôntico convencional com e sem terapia fotodinâmica antimicrobiana (a-PDT) nos dentes decíduos.	O tratamento convencional combinado com o PDT antimicrobiano com parâmetros utilizados neste estudo mostrou-se eficaz, mas apresentou igual capacidade de eficácia em comparação com apenas ao tratamento endodôntico convencional.
NASSAJ et al., 2020 [22]	Avaliar o efeito do PDT com diferentes fotossensibilizadores sobre infiltrações de restaurações de resinas compostas.	O PDT pode ser usado em cáries com margens de esmalte para diminuir a carga microbiana e prevenir cárie secundária. O PDT não é recomendado para cáries com margens de cimento. Alternativamente, pode ser realizado com verde indocianina como fotossensibilizador nesses casos.

LI et al., 2021 [23]	Comparar o uso de azul de metileno (MB) e rosa bengala (RB) na terapia fotodinâmica antimicrobiana (PDT) visando bactérias <i>Enterococcus faecalis</i> em formas planctônicas e biofilmes com potencialização de iodeto de potássio (KI).	Uma combinação de KI e PDT antimicrobiano pode ser uma alternativa útil aos métodos convencionais de desinfecção no tratamento endodôntico. MB e RB antimicrobianos PDT em concentrações muito menores com KI poderiam alcançar efeitos de desinfecção comparáveis aos de 1,5% NaClO. KI ajuda a evitar problemas de coloração associados a altas concentrações de agentes fotossensibilizadores.
MARTINS et al., 2021 [24]	Analisar, <i>in vitro</i> , a redução do <i>Enterococcus faecalis</i> nos canais radiculares de dentes decíduos após a irrigação final e o uso da terapia fotodinâmica.	Os dados demonstraram que o PDT, de acordo com os parâmetros utilizados, aumentou o desempenho de desinfecção das soluções testadas nos canais radiculares dos dentes decíduos.

4 DISCUSSÃO

A terapia fotodinâmica (PDT) aplicada a endodontia vem sendo estudada como coadjuvante aos protocolos clássicos do tratamento endodôntico. A associação mais identificada foi do uso da PDT com soluções de hipoclorito encontrada em três estudos por essa revisão [9,10, 19]. O hipoclorito de sódio (NaOCl) é atualmente o agente de irrigação mais amplamente utilizado devido ao seu amplo espectro antibacteriano e sua capacidade de dissolver resíduos orgânicos e tecido necrótico. Vale destacar que o, *E. faecalis* é capaz de sobreviver por longos períodos sem nutrientes e invade os túbulos dentinários a profundidades superiores a 300 µm, características que os protegem contra os agentes irrigantes usuais. Nesse cenário, a capacidade de penetração das terapias a laser contribui para a redução de falhas no tratamento endodôntico e, por esse motivo, a PDT tem sido indicada para a desinfecção endodôntica [7].

Outros dois estudos associaram a PDT juntamente com o uso de verde de indocianina com laser de diodo [6, 12]. No entanto os resultados mostraram que para infecção por *E. faecalis* em canais radiculares é eficaz, mas menos quando comparado com NaOCl 2,5% [6]. Outra associação que apareceu em mais de um estudo foi da PDT com azul de toluidina [18, 20].

Outras associações estudadas foram: PDT + curcumina [5], PDT + quitosana [7], PDT + Nanopartículas de prata [20], PDT + iodeto de potássio [23]. Todas as associações da PDT com outros métodos/substâncias estudadas trouxeram resultados satisfatórios.

Percebe-se que a ação de diferentes de fotossensibilizadores tem sido objeto de ampla pesquisa, principalmente corantes fenotiazínicos, porfirinas e ftalocianinas, como o azul de metileno; a

quitosana dentre outros, o que tem revelado a atividade antimicrobiana dessas substâncias [7].

O uso da PDT foi associado a uma redução da dor no pós-operatório de acordo com dois estudos levantados [14, 15], o que mostra resultados para além da melhora da desinfecção.

A maioria dos estudos investigaram os efeitos da PDT para os casos de infecção com o *Enterococcus faecalis* [6, 7, 9, 13 18]. *E. faecalis* é um coco anaeróbico facultativo gram-positivo que tem sido identificado como causa frequente de falha no tratamento endodôntico. Possui alta capacidade de sobrevivência devido à sua capacidade de formar biofilme, sua membrana citoplasmática resistente rica em glicerol, sua capacidade de sobrevivência por longos períodos de nutrição limitada, sua capacidade de manter seu nível de pH devido à capacidade de bloqueio do citoplasma e sua capacidade de aderir fortemente ao túbulo dentinário através da produção de enzima conversora de angiotensina (que promove a união) e serina protease. *E. faecalis* é considerado uma das espécies mais comuns associadas a infecções endodônticas persistentes, também encontradas em infecções primárias de canal radicular [6, 7].

Como uma promissora terapia coadjuvante em endodontia, com resultados favoráveis quanto à desinfecção dos canais radiculares e na dor pós-operatória, novos estudos devem ser realizados para propor e divulgar protocolos mais simplificados e de menor custo para sua aplicação.

5 CONCLUSÃO

O uso da terapia fotodinâmica (PDT) mostrou efetividade sobre micro-organismos persistentes presentes nas infecções endodônticas.

Vários estudos recentes buscam avaliar a eficácia de diversas substâncias que combinadas com a PDT podem oferecer um melhor resultado. Todas essas alternativas trouxeram resultados positivos.

Sugere-se a realização de mais estudos que abordem o custo-efetividade, conseguindo identificar, assim, a alternativa que possua um melhor resultado com custo mais acessível.

REFERÊNCIAS

- [1] LACERDA, M. F. L. S. et al. Terapia fotodinâmica associada ao tratamento endodôntico-revisão de literatura. RFO UPF. 2014; 19(1): 1-6.
- [2] SCHAEFFER, B. et al. Terapia fotodinâmica na endodontia: revisão de literatura. Journal of Oral Investigations, Passo Fundo. 2019; 8(1): 86-99.
- [3] SANTOS, M. G. C. et al. Análise do uso da terapia fotodinâmica no tratamento endodôntico com base em um Congresso Odontológico. RFO UPF. 2017; 22(1):49-53.
- [4] SOUZA, M.T.; SILVA, M.D., CARVALHO, R. Revisão integrativa: o que é e como fazer. Einstein. 2010; 8(1):102-6
- [5] ARAÚJO, N. C. et al. Photodynamic Inactivation of Cariogenic Pathogens Using Curcumin as Photosensitizer. Photomed Laser Surg. 2017; 35(5):1-12.

- [6] BELTES, C. et al. Evaluation of Antimicrobial Photodynamic Therapy Using Indocyanine Green and Near-Infrared Diode Laser Against *Enterococcus faecalis* in infected human Root Canals. *Photomed Laser Surg.* 2017; 35(5): 264-269.
- [7] CAMACHO-ALONSO, F. Bactericidal Efficacy of Photodynamic Therapy and Chitosan in Root Canals Experimentally Infected with *Enterococcus Faecalis*: In Vitro Study. *Photomed Laser Surg.* 2017; 35(4): 184-189.
- [8] MIRANDA, R. G.; COLOMBO, A. P. V. Clinical and microbiological effectiveness of photodynamic therapy on primary endodontic infections: a 6-month randomized clinical trial. *Clin Oral Investig.* 2018; 22(4): 1751-1761.
- [9] SOARES, J. A. exploring diferente photodynamic therapy parameters to optimize elimination of *enterococcus faecalis* in planktonic form. *Photodiagnosis Photodyn Ther.* 2018; 22(1): 127-131.
- [10] SOUZA, M. A. et al. Antimicrobial activity of hypochlorite solutions and reciprocating instrumentation associated with photodynamic therapy on root canals infected with *enterococcus faecalis*-an in vitro study. *Photodiagnosis Photodyn Ther.* 2018; 23(1): 347-352.
- [11] VIEIRA, G. C. S. et al. Molecular Analysis of the Antibacterial Effects of Photodynamic Therapy in Endodontic Surgery: A case series. *J. Endod.* 2018; 44(10): 1593-1597.
- [12] AYTAC, B et al. Effect of photodynamic therapy with indocyanine green on *Streptococcus mutans* biofilm. *Photodiagnosis Photodyn Ther.* 2019; 26:229-234
- [13] ARMAND, A. et al. Comparison study of root canal disinfection by cold plasma jet and photodynamic therapy. *Photodiagnosis Photodyn Ther.* 2019; 26(1): 327-333.
- [14] BARCIELA, B. In vivo evaluation of painful symptomatology after endodontic treatment with or without the use of photodynamic therapy. *J. Conserv Dent.* 2019; 22(4): 332-335.
- [15] COELHO, M S. et al. The effects of photodynamic therapy on postoperative pain in teeth with necrotic pulps. *Photodiagnosis Photodyn Ther.* 2019; 27(1): 396-401.
- [16] LOPES, C. S. et al. Endodontical treatment of periapical tooth injury with photodynamic therapy: case report. *Photodiagnosis Photodyn Ther.* 2019; 28(1): 253-255.
- [17] LANE, J; BONSOR, S. Survival rates of teeth treated with bacterial photo-dynamic therapy during disinfection of the root canal system. *Br Dent J.* 2019; 226(5):333-339.
- [18] AFKHAMI, F. et al. Evaluation of antimicrobial photodynamic therapy with toluidine blue Against *enterococcus faecalis*:laser vs led. *Photodiagnosis Photodyn Ther.* 2020; 32(1): 1-12.
- [19] ASNAASHARI, M. et al. A comparison between effect of photodynamic therapy by LED and calcium hydroxide therapy for root canal disinfection against *Enterococcus faecalis*: A randomized controlled trial. *Photodiagnosis Photodyn Ther.* 2020; 17(1): 226-232.
- [20] AYDIN, H. et al. Antibacterial activity of silver nanoparticles activated by photodynamic therapy in infected root canals. *Dent. Med. Probl.* 2020; 57(4):393-400.
- [21] OKAMOTO, C. B. Photodynamic therapy for endodontic treatment of primary teeth. A randomized controlled clinical trial. *Photodiagnosis Photodyn Ther.* 2020; 30(1): 1-12.
- [22] NASSAJ, A. E. et al. Effect of photodynamic therapy on microleakage of class V composite restorations in primary teeth. *Photodiagnosis Photodyn Ther.* 2020; 32(1):1-15.
- [23] LI, R. et al. Effects of rose bengal- and methylene blue-mediated potassium iodide-potentiated photodynamic therapy on *enterococcus faecalis*: a comparative study. *Lasers in Surgery and Medicine.* 2021; 53(3): 400-410.

[24] MARTINS, C. R. M. et al. Photodynamic therapy associated final irrigation in root canals of the primary teeth. Photodiagnosis and Photodynamic Therapy. 2021; 33(1): 1-13.