

Eficácia da Terapia Fotodinâmica como Adjuvante ao Tratamento Endodôntico

Efficacy of Photodynamic Therapy as an Adjunct to Endodontic Treatment

Eficacia de la Terapia Fotodinámica como Adyuvante al Tratamiento Endodóntico

Sandro Matheus Albuquerque da SILVA

Cirurgião-Dentista, Residente em Terapia Intensiva no Real Hospital Português,
Universidade Federal de Pernambuco (UFPE), 50670-901 Recife - PE, Brasil
<https://orcid.org/0000-0002-0464-6461>

Resumo

Introdução: Cáries e lesões levam a danos pulpare e necessidade endodôntica. Limitações na eliminação bacteriana motivam terapias adjuvantes. A terapia fotodinâmica mostra potencial antimicrobiano eficaz no aumento do sucesso endodôntico. **Objetivo:** Investigar a eficácia da terapia fotodinâmica como adjuvante ao tratamento endodôntico convencional. **Material e Método:** A presente revisão foi fundamentada na estratégia PICO e desenvolveu-se através de pesquisas nas bases de dados do PubMed, SciELO e BVS, seguindo rigorosos critérios de inclusão e exclusão, com o intuito de responder à pergunta norteadora estabelecida inicialmente. Foram incluídos ensaios clínicos randomizados que abordassem o tema escolhido, publicados nos últimos 10 anos, em português, inglês e espanhol, com resumos e textos completos disponíveis. Livros, teses, monografias, dissertações, carta ao leitor e revisões de literatura, integrativas ou sistemáticas, assim como textos que não abordassem o tema objeto desta revisão e artigos em duplicidade, foram excluídos. **Resultados:** Para a execução da presente revisão integrativa, foram identificados 1.686 artigos: 399 no Pubmed, 1.267 na BVS e 20 na SciELO, dos quais, 1.675 foram eliminados após a aplicação dos critérios de elegibilidade acima elencados, restando apenas 11 artigos, que passaram por uma minuciosa extração de dados para compor o repertório bibliográfico deste trabalho. **Conclusão:** Terapia Fotodinâmica surge como uma técnica adjuvante promissora no preparo biomecânico de canais radiculares, atuando na redução quantitativa da população de microrganismos que habitam o seu interior, contribuindo para o sucesso do tratamento endodôntico em dentes permanentes e decíduos.

Descritores: Fotoquimioterapia; Terapia Fotodinâmica; Endodontia; Tratamento Endodôntico.

Abstract

Introduction: Dental caries and lesions lead to pulp damage and the need for endodontic treatment. Limitations in bacterial elimination motivate adjunctive therapies. Photodynamic therapy shows effective antimicrobial potential in improving endodontic success. **Objective:** To investigate the efficacy of photodynamic therapy as an adjunct to conventional endodontic treatment. **Materials and Methods:** This review was based on the PICO strategy and developed through searches in the PubMed, SciELO, and BVS databases, following rigorous inclusion and exclusion criteria to answer the guiding research question. Randomized clinical trials addressing the chosen topic, published in the last 10 years in Portuguese, English, and Spanish, with available abstracts and full texts, were included. Books, theses, monographs, dissertations, letters to the editor, and literature reviews (integrative or systematic), as well as texts not related to the review topic and duplicate articles, were excluded. **Results:** A total of 1,686 articles were identified: 399 in PubMed, 1,267 in BVS, and 20 in SciELO. Of these, 1,675 were excluded after applying the eligibility criteria, leaving 11 articles which underwent detailed data extraction to compose the bibliographic repertoire of this study. **Conclusion:** Photodynamic therapy emerges as a promising adjunctive technique in the biomechanical preparation of root canals, reducing the microbial population within them and contributing to the success of endodontic treatment in both permanent and primary teeth.

Descriptors: Photochemotherapy; Photodynamic Therapy; Endodontics; Endodontic Treatment.

Resumen

Introducción: Las caries dentales y las lesiones provocan daño pulpar y la necesidad de tratamiento endodóntico. Las limitaciones en la eliminación bacteriana impulsan terapias adyuvantes. La terapia fotodinámica muestra un potencial antimicrobiano eficaz en el aumento del éxito endodóntico. **Objetivo:** Investigar la eficacia de la terapia fotodinámica como adyuvante al tratamiento endodóntico convencional. **Materiales y Métodos:** La presente revisión se basó en la estrategia PICO y se desarrolló mediante búsquedas en las bases de datos PubMed, SciELO y BVS, siguiendo rigurosos criterios de inclusión y exclusión, con el fin de responder a la pregunta guía establecida inicialmente. Se incluyeron ensayos clínicos aleatorizados que abordaran el tema, publicados en los últimos 10 años, en portugués, inglés y español, con resúmenes y textos completos disponibles. Se excluyeron libros, tesis, monografías, disertaciones, cartas al editor y revisiones de la literatura (integrativas o sistemáticas), así como textos que no abordaran el tema de esta revisión y artículos duplicados. **Resultados:** Para la realización de esta revisión integradora, se identificaron 1.686 artículos: 399 en PubMed, 1.267 en BVS y 20 en SciELO. De estos, 1.675 fueron eliminados tras la aplicación de los criterios de elegibilidad, quedando solo 11 artículos, que pasaron por una minuciosa extracción de datos para componer el repertorio bibliográfico de este trabajo. **Conclusión:** La terapia fotodinámica surge como una técnica adyuvante prometedora en la preparación biomecánica de los conductos radiculares, actuando en la reducción cuantitativa de la población de microorganismos que habitan en su interior y contribuyendo al éxito del tratamiento endodóntico en dientes permanentes y temporales.

Descriptores: Fotoquimioterapia; Terapia Fotodinámica; Endodoncia; Tratamiento Endodóntico.

INTRODUÇÃO

As cáries dentárias, que são processos dinâmicos que acarretam perda de tecido dentário, através de um mecanismo de ácidos elaborados por microrganismos cariogênicos, persistem como um problema de saúde pública mundial^{1,2}. As lesões cariosas profundas e as injúrias dentárias traumáticas são frequentemente citadas como as principais etiologias impulsionadoras da necessidade de intervenções endodônticas, além de

poderem ocasionar a perda do elemento dentário^{3,4}. Quando estabelecido um dano pulpar irreversível, como nos casos de pulpite irreversível e necrose pulpar, indica-se a realização de um tratamento endodôntico radical, objetivando evitar a perda do elemento dentário em questão⁴.

A Endodontia é uma especialidade odontológica que se preocupa com a etiologia, prevenção, diagnóstico e manejo das condições patológicas que afetam a polpa dentária e suas

consequências na região periapical⁵. A efetivação do tratamento endodôntico é complexa, devido à variabilidade das características anatômicas e fisiológicas dos canais radiculares^{5,6}. Além disso, o sucesso do tratamento endodôntico é apenas instituído quando há uma depuração eficaz da região radicular dentária, sem a subsistência de tais agentes microbianos⁶.

Mesmo com todos os avanços no campo da endodontia, ainda hoje acontecem falhas nos tratamentos endodônticos⁶. As técnicas endodônticas atuais ainda não são capazes de remover todas as bactérias do sistema complexo de canais radiculares, o que dificulta a remoção completa dos microrganismos e, portanto, pode ocorrer persistência bacteriana após o tratamento⁶.

Além da dificuldade da remoção integral dos microrganismos dos canais radiculares e conseguinte resistência microbiana pós-tratamento, a tolerância atenuada a tratamentos prolongados e a descoberta da insuficiência do uso único de instrumentação e irrigação mecânica na eliminação de bactérias, no processo infeccioso do canal radicular, culminam para a necessidade da introdução de novas técnicas no ramo⁶. Já que a remoção dos microrganismos remanescentes do sistema de canais radiculares e a prevenção de reinfecções subsequentes são os objetivos mais importantes no sucesso do tratamento endodôntico⁶. Por isso, atualmente existe uma grande mobilização por parte de pesquisadores para encontrar novas soluções para tal defasagem, sendo uma dessas soluções uma técnica conhecida como terapia fotodinâmica⁷.

A terapia fotodinâmica, considerada uma técnica auxiliar no tratamento endodôntico, consiste em um procedimento no qual há a interação entre uma fonte de luz, que consiga emitir um comprimento de onda específico, um agente fotossensibilizador não tóxico e oxigênio molecular da área⁸. De maneira sucinta, o fotossensibilizador reage com a luz emitida pela fonte de luz e, como fruto de tal reação, na presença de oxigênio, são liberadas espécies reativas de oxigênio (ERO's), que vão interagir com os microrganismos do canal radicular, causando danos à sua estrutura e levando-os a morte^{8,9}.

O sucesso da terapia fotodinâmica como agente antimicrobiano adjuvante à diversos tratamentos odontológicos, como relatado na literatura, justifica a presente revisão integrativa, que tem por objetivo investigar a eficácia da terapia fotodinâmica como adjuvante ao tratamento endodôntico convencional.

MATERIAL E MÉTODO

Esta revisão integrativa foi desenvolvida com base na seguinte pergunta norteadora: "A terapia fotodinâmica é eficaz no tratamento endodôntico?", a qual serviu como arcabouço

estruturante para a elaboração da temática abordada neste trabalho.

A construção do presente estudo foi fundamentada na estratégia PICO, sendo P: crianças, adolescentes e adultos; I: utilização da terapia fotodinâmica como adjuvante ao tratamento endodôntico; C: pessoas que receberam tratamento endodôntico realizado com técnicas tradicionais; O: efetividade da terapia fotodinâmica no tratamento endodôntico. Para responder à pergunta norteadora foram realizadas buscas nos portais PubMed (Biblioteca Nacional de Medicina dos Estados Unidos) e BVS (Biblioteca Virtual em Saúde) e na base de dados SciELO (Scientific Electronic Library Online), utilizando o formulário de pesquisa avançada e obedecendo a mecanismos refinados de busca, cujos filtros selecionados foram: artigos sobre Ensaios clínicos e Ensaios clínicos randomizados, em língua vernácula e não vernáculas, com o lapso temporal de publicação correspondente aos anos de 2015 e 2025.

Foram utilizadas as seguintes estratégias de busca nas bases de dados: PubMed - (((((((("photochemotherapy"[MeSH Terms]) OR (photochemotherapy[Text Word])) OR ("photodynamic therapy"[Text Word])) AND ("dental pulp cavity"[MeSH Terms])) OR ("dental pulp cavity"[Text Word])) OR ("root canal therapy"[MeSH Terms])) OR ("root canal therapy"[Text Word]); BVS - (mh:(Photochemotherapy)) OR (Photochemotherapy) OR (photodynamic therapy) AND (mh:(endodontics)) OR (endodontics) OR (endodontic treatment) OR (mh:(dental pulp cavity)) OR (dental pulp cavity) OR (mh:(root canal therapy)) OR (root canal therapy); SciELO - (photodynamic therapy) OR (photochemotherapy) AND (endodontic treatment) OR (endodontics) OR (pulpotomy) OR (dental pulp cavity) OR (root canal therapy).

No presente trabalho foram incluídos estudos clínicos que investigaram a utilização da terapia fotodinâmica no tratamento endodôntico, indexados nas plataformas PubMed, BVS e SciELO, publicados entre os anos de 2015 e 2025, nos idiomas português, inglês e espanhol, e com resumos e textos completos disponíveis. Foram excluídos outros tipos de bibliografias, como livros, teses, monografias, dissertações, carta ao leitor e revisões de literatura, integrativas ou sistemáticas, textos que não abordassem o tema objeto desta revisão e artigos em duplicidade.

Os critérios de elegibilidade foram utilizados com a finalidade de refinar os resultados das buscas. Primeiramente, realizou-se a leitura dos títulos de 1.686 artigos, e como resultado dessa leitura inicial, excluíram-se 1.659 artigos, restando 27 estudos. Posteriormente, sete artigos duplicados foram identificados e, por conseguinte, excluídos. Por fim, procedeu-se à leitura do texto completo dos 20 artigos restantes, havendo a exclusão de nove

artigos por estarem fora do escopo do trabalho. Restaram, então, 11 artigos para a extração dos dados que iriam compor as referências estruturais da presente revisão integrativa, conforme esquematizado na Figura 1.

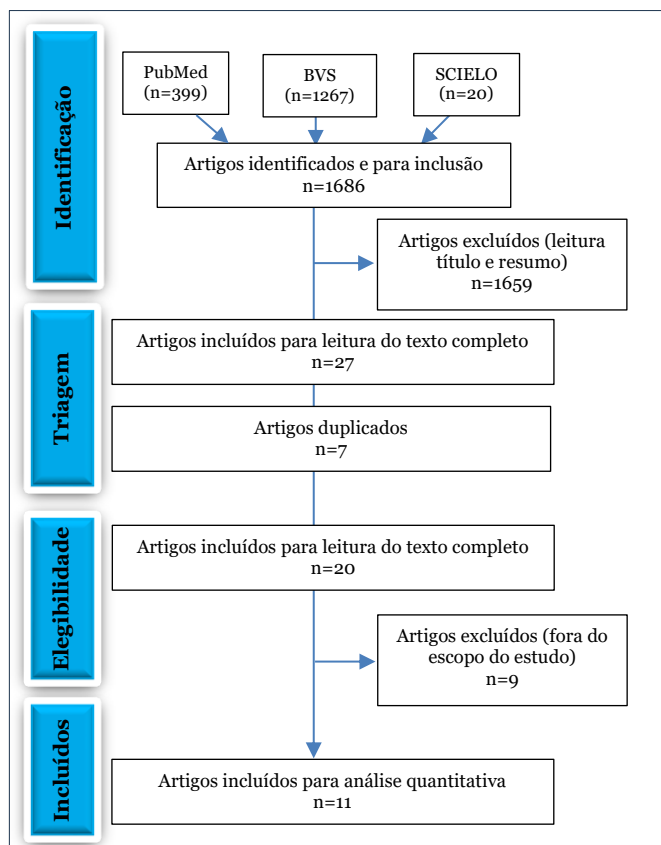


Figura 1: Fluxograma de seleção dos artigos (Fonte: Dados da Pesquisa)

RESULTADOS

Para a execução da presente revisão integrativa, foram identificados 1.686 artigos: 399 no Pubmed, 1.267 na BVS e 20 na SciELO, dos quais, 1.675 foram eliminados após a aplicação dos critérios de elegibilidade acima elencados, restando apenas 11 artigos, que passaram por uma minuciosa extração de dados para compor o repertório bibliográfico deste trabalho. Durante o processo de seleção dos artigos, foram excluídos 1.659 trabalhos após a leitura dos títulos e resumos. Também foram excluídos sete trabalhos que estavam em duplicidade nas plataformas de pesquisa. E, por fim, foram excluídos nove artigos após a leitura completa do texto, por fugirem do tema alvo, tal como bibliografias que abordavam a terapia fotodinâmica em outras especialidades da Odontologia. Dos 11 artigos incluídos para a extração de dados, constatou-se que se tratavam de estudos pilotos *in vivo*, ensaios clínicos randomizados controlados e estudos clínicos prospectivos. Dentro destes estudos, apenas dois artigos tratavam de estudos em dentição decídua e nove em dentição permanente. A Tabela 1

apresenta os principais dados extraídos dos estudos incluídos nesta revisão integrativa, exibindo as seguintes informações: autor, ano de publicação, tipo de dentição, tipo de estudo e amostra do estudo, objetivo, metodologia utilizada, resultados obtidos e conclusões. A Tabela 2, por sua vez, contém as informações sobre o protocolo adotado em cada estudo analisado.

Tabela 1. Principais resultados dos estudos incluídos

Fernandes et al. ¹⁰ (2020)	
Tipo de Dentição	Decídua
Amostra (n)	10
Tipo de Estudo	Estudo piloto <i>in vivo</i>
Objetivo	Avaliar a terapia fotodinâmica antimicrobiana (aPDT) em dentes decíduos infectados pela quantificação das bactérias viáveis no tratamento do canal radicular
Método	O trabalho foi realizado com dentes anteriores com necrose, e as amostras foram coletadas em quatro momentos distintos do estágio clínico: a) Imediatamente após a abertura coronária (T1); b) Após a primeira sessão de aPDT (T2); c) Após todo procedimento químico-mecânico; e d) Após uma segunda sessão de aPDT. Todas as amostras foram submetidas à cultura para contagem visual do número de bactérias e, posteriormente, submetidas à análise estatística
Resultados	Redução significativa no número de bactérias entre os tempos T1-T2, T1-T3 e T1-T4. Esta redução bacteriana ocorreu principalmente após a primeira aplicação de aPDT (redução de 99,45% em bactérias). Entretanto, as taxas de redução são semelhantes ao tratamento convencional. Contudo, considerando as taxas de redução bacteriana encontradas no presente estudo, a aPDT apresentou-se como um auxílio importante no processo de descontaminação, principalmente nos casos em que o índice de infecção é mais intenso
Conclusão	A terapia fotodinâmica antimicrobiana pode ser utilizada como coadjuvante no tratamento endodôntico de dentes, contribuindo para uma redução significativa do número total de bactérias nos dentes primários com necrose polpa
Okamoto et al. ¹¹ (2020)	
Tipo de Dentição	Decídua
Amostra (n)	30
Tipo de Estudo	Ensaio clínico randomizado controlado
Objetivo	Avaliar a redução da carga bacteriana no tratamento de endodontia convencional com e sem terapia fotodinâmica antimicrobiana (a-PDT) em dentes decíduos
Método	Foram selecionados dentes anteriores com um diagnóstico de necrose pulpar, os quais foram separados em dois grupos com 15 integrantes: GI teve o tratamento endodôntico convencional e GII tratamento convencional associado à aPDT. Após o acesso à cavidade pulpar, a primeira amostra bacteriana foi coletada com cones estéreis de papel e seguiu-se para realizar os procedimentos específicos de cada grupo. Com os procedimentos realizados, coletou-se a segunda amostra bacteriana para que fosse realizada a análise microbiológica de viabilidade bacteriana
Resultados	Os resultados mostraram reduções microbianas em ambos os grupos (93 % no Grupo I e 99 % no Grupo II). Duas amostras do Grupo I não tiveram uma redução de 100%, e uma dessas amostras teve a menor taxa de redução do estudo (51%). No Grupo II, 10 amostras demonstraram redução de 100%, e aquelas que não demonstraram uma redução completa tiveram taxas percentuais muito altas. Acompanhamentos clínicos e radiográficos foram realizados 1 e 3 meses após o procedimento e nenhum dos dentes mostrou sinais ou sintomas de infecção pulpar ou necessidade de retratamento
Conclusão	Os resultados microbiológicos alcançados com tratamento endodôntico convencional combinado com aPDT de acordo com os parâmetros utilizados neste estudo sobre dentes primários com um diagnóstico de necrose pulpar, foram semelhantes aos obtidos apenas com o tratamento convencional. Outros ensaios clínicos devem ser conduzidos com diferentes parâmetros e agentes fotossensibilizantes na utilização do aPDT para a desinfecção dos canais radiculares nos dentes primários.

Fonte: Dados da Pesquisa

Tabela 1 (continuação). Principais resultados dos estudos incluídos

Barazy et al.¹² (2024)	
Tipo de Dentição	Permanente
Amostra (n)	45
Tipo de Estudo	Ensaio clínico randomizado controlado
Objetivo	Avaliar a eficácia da Terapia Fotodinâmica Antimicrobiana (aPDT) na redução da contagem bacteriana em comparação à Ativação Ultrassônica Passiva (PUI) e curativos de Ca(OH) ₂
Método	O estudo recrutou pacientes com idade entre 18 e 45 anos, obtendo dentes anteriores de canal único com lesões periapicais (2–5 mm). Tais dentes foram divididos igualmente em três grupos de acordo com a técnica de desinfecção. Grupo A: curativo de Ca(OH) ₂ . Grupo B: Ativação Ultrassônica Passiva (PUI). Grupo C: Terapia Fotodinâmica Antimicrobiana (aPDT). Em seguida, foi realizada contagem bacteriana viável direta antes e depois da desinfecção (em condições aeróbica e anaeróbica) e a redução da contagem bacteriana foi estimada por análise estatística
Resultados	Após a aplicação do protocolo de desinfecção em condições aeróbicas e anaeróbicas, ambos os grupos apresentaram reduções no número de colônias. A aPDT não apresentou diferença estatisticamente significativa quando comparada à irrigação ultrassônica passiva ($P > 0,05$), mas apresentou resultados maiores e mais promissores quando comparado aos curativos de Ca(OH) ₂ ($P < 0,05$)
Conclusão	AaPDT pode ser considerada uma técnica adjuvante à irrigação ultrassônica passiva e aos curativos de hidróxido de cálcio, onde demonstrou eficácia na redução da contagem bacteriana semelhante à PUI e maior que os curativos de Ca(OH) ₂
Ahangari et al.¹³ (2017)	
Tipo de Dentição	Permanente
Amostra (n)	20
Tipo de Estudo	Estudo <i>in vivo</i>
Objetivo	Comparar a eficácia antimicrobiana do hidróxido de cálcio como medicação intracanal e terapia fotodinâmica antibacteriana (aPDT) contra <i>Enterococcus faecalis</i> e <i>Candida albicans</i> em dentes com lesões periapicais (PA)
Método	Este estudo envolveu pacientes com pré-molares inferiores com falha no tratamento endodôntico. Tais dentes receberam preparação convencional do canal radicular. As amostras microbiológicas foram obtidas usando pontas de papel estéreis e transportadas para um laboratório de microbiologia. Os espécimes do grupo 1 (n = 10) foram submetidos a aPDT por 10s, enquanto pasta cremosa de hidróxido de cálcio foi usada no grupo 2 por uma 1 semana. Uma segunda amostra foi então obtida
Resultados	As unidades formadoras de colônias diminuíram significativamente em ambos os grupos após as intervenções ($P < 0,001$); no entanto, não houve diferença significativa na contagem de colônias entre os 2 grupos contra <i>Enterococcus faecalis</i> e <i>Candida albicans</i>
Conclusão	A terapia aPDT e o hidróxido de cálcio demonstraram eficácia antimicrobiana equivalente contra <i>E. faecalis</i> e <i>C. albicans</i>
Asnaashari et al.¹⁴ (2017)	
Tipo de Dentição	Permanente
Amostra (n)	20
Tipo de Estudo	Ensaio clínico randomizado controlado
Objetivo	Avaliar o efeito antimicrobiano da desinfecção fotoativada (PAD) ao usar azul de toluidina como fotossensibilizador e uma lâmpada de LED após o tratamento convencional, e compará-lo com a terapia de hidróxido de cálcio <i>in vivo</i>
Método	Pacientes com molares que necessitam de retratamento endodôntico. Após o tratamento convencional, as primeiras amostras microbiológicas foram obtidas usando lima rotatória e 3 pontas de papel, sendo transferidas para um laboratório de microbiologia. Os espécimes do grupo 1 (n = 10) foram submetidos a PAD com solução fotossensibilizadora (PS) e irradiação com LED por 60 s. Pasta cremosa de Ca(OH) ₂ foi usada no grupo 2 (n = 10) por 2 semanas. Uma segunda amostra foi então obtida
Resultados	O número de colônias diminuiu em ambos os grupos após o tratamento em comparação aos grupos pré-tratamento. Números médios para log ₁₀ UFC/mL antes da terapia com hidróxido de cálcio e aPDT com irradiação LED foram 10,1968 e 11,3773, respectivamente. Após o tratamento, foram 9,4202 e 8,3772, respectivamente. A diminuição do número de colônias foi mais evidente no grupo aPDT em que a diferença foi significativa ($p = 0,01 < 0,05$)
Conclusão	As lâmpadas LED demonstram eficácia na inibição do crescimento de diferentes espécies de bactérias endodônticas, como <i>Enterococcus faecalis</i> , apresentando resultados superiores ao Ca(OH) ₂ . No entanto, ambos contribuem para a desinfecção do canal radicular, atuando como agentes auxiliares

Fonte: Dados da Pesquisa

Tabela 1 (continuação). Principais resultados dos estudos incluídos

Dragana et al.¹⁵ (2023)	
Tipo de Dentição	Permanente (Jovem)
Amostra (n)	39
Tipo de Estudo	Estudo clínico retrospectivo
Objetivo	Determinar a eficiência antibacteriana da terapia fotodinâmica adjuvante (PDT) e do laser de diodo de alta potência (DL) no tratamento da periodontite periapical crônica (PPC) em dentes permanentes jovens
Método	Dentes com PPC foram divididos aleatoriamente em três grupos (PDT, DL e controle). Antes, cada dente foi submetido ao tratamento endodôntico padrão. Amostras microbiológicas de canais radiculares foram coletadas (identificação bacteriana e quantificação bacteriana) imediatamente após o acesso ao canal (S1), após o tratamento endodôntico padrão (S2) e após o procedimento PDT ou DL (S3)
Resultados	Embora a terapia convencional sozinha tenha levado à redução bacteriana significativa ($\Delta \log \text{UFC} \sim 3,58$), a terapia adicional de PDT e DL alcançou a erradicação total de bactérias como <i>P. intermedia</i> , <i>P. endodontalis</i> , <i>P. gingivalis</i> , <i>Bifidobacterium spp.</i> , <i>Lactococcus spp.</i> e <i>Staphylococcus spp.</i> de 53,8% e 30,8% dos canais radiculares, respectivamente, em comparação ao controle ($p < 0,001$)
Conclusão	As modalidades de tratamento adjuvante são necessárias para o tratamento de dentes permanentes jovens com CPP, já que o método convencional não foi capaz de produzir a desinfecção completa dos canais radiculares
Silva et al.¹⁶ (2018)	
Tipo de Dentição	Permanente
Amostra (n)	10
Tipo de Estudo	Estudo clínico e microbiológico molecular
Objetivo	Avaliar os efeitos antimicrobianos do tratamento endodôntico convencional seguido por uma aPDT adjuvante por ensaios de reação em cadeia da polimerase (PCR) após amplificação prévia do genoma completo
Método	Dentes unirradiculares foram divididos em grupo controle (GC) = 4 e grupo teste (GT) = 6 com infecções endodônticas primárias, em pacientes entre 17 e 65 anos. Amostras microbiológicas foram coletadas antes e depois da instrumentação químico-mecânica (IQM), após aPDT (para o GT) e antes da obturação do canal radicular (segunda sessão). A PCR foi realizada, após amplificação prévia do genoma completo, para <i>Enterococcus faecalis</i> , gênero <i>Candida</i> e domínio Bacteria
Resultados	Em relação ao GC, a presença de bactérias foi detectável em todos os dentes na segunda sessão. <i>E. faecalis</i> não foi detectável em dentes antes do IQM neste grupo. Para o TG, cinco dos seis dentes que carregaram bactérias após o IQM mantiveram esse perfil nas amostras coletadas após o aPDT. Na segunda sessão, todos os dentes foram positivos para detecção bacteriana. No entanto, os quatro dentes com amostras positivas para <i>E. faecalis</i> antes do IQM não mostraram <i>E. faecalis</i> detectável nas amostras coletadas na segunda sessão. O mesmo vale para a <i>Candida spp.</i> em um dente
Conclusão	A aPDT pode ser usada como uma terapia adjuvante eficaz no tratamento endodôntico de dentes permanentes, resultando em uma redução significativa na incidência de <i>E. faecalis</i> antes da obturação do canal radicular na segunda sessão em dentes com infecções endodônticas primárias
Miranda e Colombo.¹⁷ (2018)	
Tipo de Dentição	Permanente
Amostra (n)	32
Tipo de Estudo	Ensaio clínico randomizado controlado
Objetivo	Avaliar a eficácia da terapia fotodinâmica (TFD) no sucesso clínico (cicatrização periapical) e na microbiota de infecções endodônticas primárias
Método	Pacientes apresentando molares inferiores com periodontite apical foram alocados aleatoriamente em 2 grupos terapêuticos: controle (desbridamento químico-mecânico [CMD]; n = 16) e PDT (CMD + PDT; n = 16). Todos os dentes em ambos os grupos receberam medicação intracanal com hidróxido de cálcio por 7 dias antes da obturação final. Radiografias de acompanhamento foram feitas em 3 e 6 meses. A cicatrização periapical foi avaliada pelo índice periapical (PAI). Amostras foram obtidas no início do estudo, após CMD com ou sem PDT e imediatamente antes da obturação radicular para determinar a frequência e os níveis de 37 táxons por meio de um tabuleiro de xadrez
Resultados	A maioria das espécies reduziu ao longo do tempo em ambos os grupos, e nenhuma diferença significativa na frequência e nos níveis das espécies testadas foi observada entre os grupos. <i>C. albicans</i> e <i>Dialisters</i> ainda foram detectados em alta frequência em ambos os grupos em 3 meses após a terapia. A maioria das espécies reduziu ao longo do tempo, e nenhuma diferença significativa na frequência e nos níveis das espécies testadas foi observada entre os grupos em qualquer ponto de tempo avaliado. <i>C. albicans</i> e <i>Dialisters</i> ainda foram detectados em alta frequência em ambos os grupos em 3 meses após a terapia.
Conclusão	A terapia endodôntica convencional com ou sem PDT é eficaz na redução da carga microbiana, resultando em cura periapical. PDT adjuvante fornece melhor cura periapical no acompanhamento de 6 meses

Fonte: Dados da Pesquisa

Tabela 1 (continuação). Principais resultados dos estudos incluídos

Rabelo et al. ¹⁸ (2017)	
Tipo de Dentição	Permanente
Amostra (n)	24
Tipo de Estudo	Ensaio clínico randomizado
Objetivo	Avaliar a eficácia da terapia fotodinâmica suplementar (PDT) na otimização da remoção de bactérias e endotoxinas de canais radiculares infectados após tratamentos de uma e de duas sessões
Método	12 dentes com necrose pulpar e lesão periapical foram selecionados e aleatoriamente dividido em grupo convencional utilizando tratamento endodôntico apenas com preparo químico-mecânico (CMP) e um grupo em uso de terapia fotodinâmica antimicrobiana (aPDT) após CMP (n = 12). As amostras foram coletadas antes e após CMP (grupo convencional) e após terapia fotodinâmica (grupo aPDT). Um fotossensibilizador (0,005% azul de metileno) foi aplicado no canal radicular por 3 minutos após o CMP, enquanto o aPDT foi aplicado realizada com laser vermelho com potência de 30mW. A técnica de cultura foi realizada para determinar as unidades formadoras de colônias bacterianas. Os níveis de LPS e LTA foram quantificados usando ensaio de lisado de amebócitos limulus (LAL) e ensaio imunoenzimático (ELISA), respectivamente
Resultados	Bactérias e endotoxinas foram detectadas em 100% das amostras iniciais, com valores medianos de $1,97 \times 10^5$ UFC/mL e 24,983 EU/mL, respectivamente. O CMP usando técnica recíproca de arquivo único foi eficaz na redução de bactérias e endotoxinas (Todos, $p < 0,05$). A PDT suplementar foi eficaz na redução da carga bacteriana no tratamento de uma visita ($p < 0,05$), mas não no tratamento de duas visitas após o uso de medicação Ca(OH) 2 por 14 dias ($p > 0,05$). No grupo de duas visitas, após 14 dias de medicação entre consultas com Ca(OH) 2, uma redução significativa nos níveis medianos de endotoxinas foi encontrada em comparação ao CMP sozinho (de 1,041 para 0,094 EU/mL) ($p < 0,05$). Apesar do tipo de tratamento, a PDT suplementar não foi eficaz contra endotoxinas ($p > 0,05$)
Conclusão	A terapia fotodinâmica otimizou a desinfecção de bactérias dos canais radiculares em uma sessão, mas não para a modalidade de tratamento de duas sessões com a realização de medicação de hidróxido de cálcio. Apesar do tipo de tratamento, a PDT suplementar não foi eficaz contra endotoxinas

Alves-Silva et al. ¹⁹ (2023)	
Tipo de Dentição	Permanente
Amostra (n)	24
Tipo de Estudo	Ensaio clínico randomizado
Objetivo	Avaliar a eficácia da terapia fotodinâmica como adjuvante para melhorar a remoção bacteriana e os níveis de lipopolissacarídeo (LPS) e ácido lipoteicoico (LTA) por meio da realização de um ensaio clínico.
Método	Vinte e quatro canais radiculares com necrose pulpar e lesão periapical foram selecionados e divididos aleatoriamente em grupo convencional usando tratamento endodôntico com preparação químico-mecânica (CMP) sozinho (n = 12) e um grupo usando terapia fotodinâmica antimicrobiana (aPDT) após CMP (n = 12). As amostras foram coletadas antes e depois da CMP (grupo convencional) e após a terapia fotodinâmica (grupo aPDT). Um fotossensibilizador foi aplicado ao canal radicular por 3 minutos após a CMP, enquanto a aPDT foi realizada usando um laser vermelho. A técnica de cultura foi realizada para determinar as unidades formadoras de colônias bacterianas. Os níveis de LPS e LTA foram quantificados usando o ensaio de lisado de amebócitos de limulus (LAL) e o ensaio imunoenzimático (ELISA), respectivamente
Resultados	Todas as amostras apresentaram crescimento de bactérias viáveis no Fastidious Anaerobe Agar (FAA), com média de $5,19 \times 10^5$ UFC/mL. O CMP foi efetivo na redução de bactérias viáveis ($p < 0,05$), enquanto houve redução significativa ($p < 0,05$) nas amostras tratadas com aPDT em comparação àquelas submetidas ao CMP. LPS e LTA foram detectados em todas as amostras iniciais, com valores médios de 20,561 EU/mL e 430,91 pg/mL, respectivamente. Ambos os grupos CMP e aPDT diminuíram significativamente os níveis de LPS e LTA ($p < 0,05$), com diferença estatística entre os grupos em relação à aPDT ($p < 0,05$).
Conclusão	A terapia fotodinâmica como adjuvante ao CMP provou ser eficaz na melhoria da desinfecção do canal radicular e na redução dos níveis de LPS e LTA em dentes com infecção endodôntica primária.

Fonte: Dados da Pesquisa

Tabela 1 (continuação). Principais resultados dos estudos incluídos

Moraes et al. ²⁰ (2024)	
Tipo de Dentição	Permanente
Amostra (n)	70
Tipo de Estudo	Ensaio clínico randomizado
Objetivo	Avaliar o impacto do tratamento endodôntico com fotobiomodulação na qualidade de vida relacionada à saúde bucal (QVRS)
Método	70 participantes com dentes unirradiculares e diagnóstico de periodontite apical assintomática foram selecionados e randomizados em dois grupos: grupo controle (GC, n = 35), tratamento de canal sem tratamento adicional, e grupo experimental (GE, n = 35), tratamento de canal associado à terapia fotodinâmica antimicrobiana e terapia a laser de baixa intensidade. A QVRS foi avaliada pelo Oral Health Impact Profile Questionnaire (OHIP-14) no início do estudo e 7 e 30 dias após o tratamento. Os dados foram submetidos aos testes de Wilcoxon, Mann-Whitney e regressão linear pelo modelo de equações de estimativas generalizadas, utilizando o software Statistical Package for Social Science com nível de significância de 5%.
Resultados	Não foram encontradas diferenças estatisticamente significativas entre os grupos quanto às características sociodemográficas e clínicas ($p > 0,05$). Também não houve diferença na OHRQoL entre o GC e GE ($p > 0,05$). No entanto, houve diferença estatística nos escores do OHIP-14 entre a linha de base e os intervalos de acompanhamento de 7 e 30 dias em ambos os grupos para todos os domínios ($p < 0,05$).
Conclusão	O tratamento de canal, com ou sem fotobiomodulação, melhorou significativamente a qualidade de vida relacionada à saúde (QVRSB) dos participantes após 7 e 30 dias de tratamento.

Fonte: Dados da Pesquisa

Tabela 2. Protocolo adotado pelos estudos para a terapia fotodinâmica

Autor/Ano	Aparelho	Comprimento de onda	Protocolo
Fernandes et al. ¹⁰ 2020	Duo MMO (MM Optics Ltda, São Carlos, SP, Brasil)	660 nm	Após abertura e instrumentação químico-mecânica, um cone de papel estéril embebido em fotossensibilizador azul de metileno a 0,005% (Chimilux 5) foi inserido nos canais, permanecendo por 3 minutos para o tempo de pré-irradiação. Em seguida, aplicou-se laser vermelho de baixa intensidade por 40 segundos nos canais, utilizando uma fibra óptica plástica intracanal (MM Optics Ltda, São Carlos, SP, Brasil).
Okamoto et al. ¹¹ 2020	Therapy XT (DMC, São Carlos, Brasil)	660 nm	Um cone de papel estéril embebido em azul de metileno a 0,005% (Chimilux®) foi inserido no canal por 3 minutos. Em seguida, o cone foi removido, e o laser foi aplicado na entrada do canal pelo método de contato direto por 40 segundos.
Barazy et al. ¹² 2024	Flash Max P7 (CMS Dental, Dinamarca)	460 nm	O fotossensibilizador QROXB2, do dispositivo FlashMax P7, foi inserido no canal radicular e agitado por três minutos com uma lima K #15 para o tempo de pré-irradiação. Em seguida, a cabeça transmissora de luz foi inserida em dois terços do comprimento de trabalho do canal, e o FlashMax P7 foi ativado por 30 segundos. Por fim, os canais foram irrigados com 20 mL de água destilada para a remoção dos detritos do fotossensibilizador.

Fonte: Dados da Pesquisa

Tabela 2 (continuação). Protocolo adotado pelos estudos para a terapia fotodinâmica

Autor/Ano	Aparelho	Comprimento de onda	Protocolo
Ahangari et al. ¹³ 2017	Laser de diodo (Dr. Smite, Lambda Scientifica, Itália)	810 nm	Foram aplicados 0,5 mL de azul de metileno (AM) a 5% (50 mg/mL) no canal por 5 minutos como fotossensibilizador. O feixe de laser foi conduzido para dentro dos canais por meio de um cone de fibra óptica, cuja ponta foi posicionada 1 mm aquém do comprimento de trabalho. Em seguida, o cone foi retirado em direção ao orifício em um movimento helicoidal, a uma velocidade de 2 mm/s. Após 10 segundos de irradiação, o tecido foi deixado em repouso por 10 segundos. O AM foi enxaguado do canal com solução salina.
Asnaashari et al. ¹⁴ 2017	LED Fotosan 630 (MDD, CMS Dental Dinamarca, Coreia)	620–640 nm (85%) com pico de 630 nm	Aplicação de 0,5 mL de azul de toluidina a 0,1 mg/mL (MDD, CMS Dental, Dinamarca, Coreia), que permaneceu no canal por 5 minutos para o tempo de pré-exposição. A APDT foi realizada utilizando LED por 60s. A ponta Endo foi posicionada no canal até que o comprimento máximo possível e então a radiação foi realizada. Após irradiação, o azul de toluidina foi então removido por lavagem dos canais com 5 mL de solução salina estéril.
Dragana et al. ¹⁵ 2023	Laser de diodo (Helbo® laser, Bredent)	660 nm	O fotossensibilizador cloreto de fenotiazínio (10 mg/mL, Helbo Endo Blue Photosensitizer, Senden, Alemanha) foi aplicado até o nível da cavidade de acesso e permaneceu no canal por 3 minutos. Ele foi removido com pontas de papel e lavado com 5 mL de água destilada. Os canais foram secos com pontas de papel adicionais e irradiados por meio da ponta de fibra óptica descartável (450 µm) por 60s em um modo de onda contínua.
Silva et al. ¹⁶ 2018	InGaAlP (Laser Duo, MMOptics, São Carlos, SP, Brasil)	660 nm	Uma solução de azul de metileno foi inserida no canal e mantida no local por 5 min. Após esse tempo, o excesso de fotossensibilizador foi removido com uma ponta de papel estéril e o dente foi irradiado com laser de baixa potência. Foi utilizado laser óptico descartável de 55 mm acoplado a fibra, colocada na porção apical 1 mm aquém do ápice radicular radiográfico, sendo realizada de forma pontual e de contato, em um ponto extra da raiz na gengiva inserida próximo ao forame apical, para realizar a aPDT na área periapical.

Fonte: Dados da Pesquisa

Tabela 2 (continuação). Protocolo adotado pelos estudos para a terapia fotodinâmica

Autor/Ano	Aparelho	Comprimento de onda	Protocolo
Miranda e Colombo ¹⁷ , 2018	Laser de diodo (Twin laser, MMOptics)	660 nm	Os canais radiculares foram enxaguados com 1 mL de tiosulfato de sódio a 5% por 1 min e 1 mL de solução salina a 0,85% e secos com papel absorvente. Posteriormente, foi injetado 0,5 mL de 25 µg/mL de azul de metileno (78 µM) nos canais e deixado por 5 min para pré-irradiação. Os canais foram então irradiados por um laser de diodo de baixa potência através de uma fibra óptica com diâmetro de 0,3 mm.
Rabello et al. ¹⁸ 2017	Laser de diodo (MMOptics, São Carlos, SP, Brasil)	660 nm	O fotossensibilizador azul de metileno foi colocado no canal radicular (0,5 mL) usando uma micro agulha endodôntica, sendo aplicado aos canais radiculares por 60 s. A fibra foi colocada na porção apical do canal radicular. O laser emitiu uma luz de 660 nm a uma potência total de 60 mW por 120 s. Em seguida, novas amostras de bactérias e endotoxinas foram realizadas conforme. Para remover o azul de metileno dos canais radiculares, foi realizado um enxágue final com 10 mL de solução de NaOCl a 2,5%.
Alves-Silva et al. ¹⁹ 2023	Laser de diodo Ga-Al-Ar (Therapy XT, São Carlos, SP, Brasil)	660 nm	O fotossensibilizador azul de metileno foi utilizado em uma pré-irradiação com laser vermelho por 3 minutos antes de usar o laser de diodo Ga-Al-Ar por 90 segundos em baixa intensidade. Uma fibra óptica com diâmetro de 365 µm foi acoplada à ponta do laser. O fotossensibilizador foi ativado de acordo com a técnica helicoidal. Após a instrumentação e a terapia fotodinâmica, os canais radiculares foram irrigados com 10 mL de solução salina estéril para remoção completa do fotossensibilizador.

Fonte: Dados da Pesquisa

DISCUSSÃO

Ao instalar-se uma infecção pulpar, a intervenção endodôntica aparece como a única opção viável disponível para restaurar a dentição ao seu estado funcional. A realização de um tratamento endodôntico eficaz é fundamental para fazer a manutenção da dentição na cavidade oral, sendo de

suma importância, a garantia da total desinfecção para o sucesso do tratamento ³.

A Terapia Fotodinâmica é uma técnica que envolve o uso de um fotossensibilizador ativado por luz na presença de oxigênio. A transferência de energia gerada na reação, produz espécies reativas de oxigênio, e tais espécies, por sua vez, causam danos às proteínas, lipídios, ácidos nucleicos e outros componentes de células microbianas, destruindo-as ⁷. Então, visto que o mecanismo de ação da TFD é antimicrobiano, tal técnica se torna valiosa no tratamento endodôntico, pois não favorece a resistência microbiana, não apresenta efeitos sistêmicos, é um método indolor e é de fácil execução⁸.

O desejo de encontrar métodos de desinfecção mais eficientes dos canais radiculares e a potencial ação antimicrobiana da terapia fotodinâmica, fizeram com que esta técnica começasse a ser testada abundantemente em tratamentos endodônticos de dentes permanentes, mostrando melhores resultados quando comparados ao tratamento tradicional ⁹.

Nos estudos de Asnaashari et al.¹⁴ e Silva et al.¹⁶, os achados clínicos indicaram uma diferença estatisticamente significativa em relação à utilização da terapia fotodinâmica como adjuvante ao tratamento endodôntico convencional, em comparação com a instrumentação endodôntica convencional em dentes permanentes, na redução de bactérias intracanais. Tendo um melhor resultado, quando a terapia fotodinâmica foi utilizada.

Em consonância, Alves-Silva et al.¹⁹, em seu estudo clínico, também em dentes permanentes, concluiu que a terapia fotodinâmica como adjuvante ao tratamento endodôntico convencional, provou ser eficaz na melhoria da desinfecção do canal radicular e na redução dos níveis de lipopolissacarídeos (LPS) e ácido lipoteicoico (LTA) em dentes com infecção endodôntica primária.

Tratando de redução de endotoxinas nos canais radiculares, Rabello et al.¹⁸ concluíram que, apesar de a terapia fotodinâmica otimizar a desinfecção de bactérias dos canais radiculares em uma sessão, a terapia fotodinâmica suplementar não foi eficaz contra endotoxinas. Ademais, para a modalidade de tratamento de duas sessões com a realização de medicação de hidróxido de cálcio, ela não tem resultados superiores ao tratamento convencional.

Em contrapartida, os estudos clínicos de comparação entre a utilização ou não da TFD como adjuvante a instrumentação convencional de Miranda e Colombo¹⁷ e Moraes et al.²⁰, concluíram que, independentemente da utilização da terapia fotodinâmica, a terapia endodôntica vai ser eficaz na redução da carga microbiana dos canais radiculares. E, corroborando tais resultados,

Ahangari et al.¹³ demonstraram, em seu ensaio, que o tratamento endodôntico convencional ou com utilização da terapia fotodinâmica tem eficácia antimicrobiana equivalente contra *E. faecalis* e *C. albicans*.

Outrossim, Dragana et al.¹⁵ cita que as modalidades de tratamento adjuvante, como a terapia fotodinâmica, são necessárias para o tratamento de dentes permanentes jovens com periodontite periapical crônica, uma vez que o método convencional sozinho não foi capaz de produzir a desinfecção completa dos canais radiculares. Tendo, inclusive, erradicação total de bactérias como *P. intermedia*, *P. endodontalis*, *P. gingivalis*, *Bifidobacterium spp.*, *Lactococcus spp.* e *Staphylococcus spp.* dos canais radiculares, respectivamente, em comparação ao tratamento convencional.

No que diz respeito a dentição decídua, o estudo de Okamoto et al.¹¹ trouxe que quando o tratamento endodôntico é realizado em associação com a terapia fotodinâmica, as taxas de eliminação de microrganismos, principalmente de bactérias, no interior dos canais radiculares são maiores, resultando em uma redução média de 99% da população de bactérias do seu interior. Já Fernandes et al.¹⁰ constataram que os resultados obtidos com e sem o emprego da terapia fotodinâmica como técnica adjuvante no tratamento endodôntico foram semelhantes, evidenciando alta taxa de redução dos microrganismos em ambos os casos. Entretanto, os autores ressaltam que a terapia fotodinâmica representa um auxílio extremamente importante no processo de desinfecção dos canais radiculares de dentes decíduos, principalmente em casos com infecções mais intensas.

Além disso, Barazy et al.¹² afirma que a terapia fotodinâmica pode ser considerada uma técnica adjuvante à irrigação ultrassônica passiva e aos curativos de hidróxido de cálcio, constantemente utilizados em tratamentos endodônticos. Onde demonstrou eficácia na redução da contagem bacteriana semelhante à irrigação ultrassônica passiva utilizada isoladamente e maior que os curativos de hidróxido de cálcio utilizados sem a terapia supracitada.

No entanto, ainda não há um consenso bibliográfico acerca dos parâmetros ideais para a sua utilização clínica, dificultando na escolha de um protocolo padrão, desestimulando, portanto, sua difusão na prática clínica. Outrossim, a grande maioria dos estudos utilizando a terapia fotodinâmica no campo da endodontia são realizados em dentes permanentes, necessitando de mais estudos em dentes decíduos ^{2,5}

CONCLUSÃO

A escassez de estudos clínicos e ausência

de concordância entre os protocolos encontrados expõe a necessidade premente do desenvolvimento de ensaios clínicos que investiguem a terapia fotodinâmica no campo da endodontia. Ademais, a diminuta amostra de pesquisa em dentes decíduos, evidencia a importância de mais pesquisas com este tipo de população. Entretanto, é possível responder à pergunta norteadora dizendo que terapia fotodinâmica surge como uma técnica adjuvante promissora no preparo biomecânico de canais radiculares, atuando na redução quantitativa da população de microrganismos que habitam o seu interior, contribuindo para o sucesso do tratamento endodôntico em dentes permanentes e decíduos.

REFERÊNCIAS

1. Costa-Santos L, et al. The effect of antimicrobial photodynamic therapy on infected dentin in primary teeth. *Medicine*. 2019;98(15):1-6.
2. Mota ACC, et al. Evaluation of the effectiveness of photodynamic therapy for the endodontic treatment of primary teeth: study protocol for a randomized controlled clinical trial. *Trials*. 2015;16:551.
3. Chen X, Liu X, Zhong J. Clinical and radiographic evaluation of pulpectomy in primary teeth: an 18-month randomized controlled trial. *Head Face Med*. 2017;13(12):1-10.
4. Priyadarshini P, et al. Clinical evaluation of instrumentation time and quality of obturation using paediatric hand and rotary file systems with conventional hand K-files for pulpectomy in primary mandibular molars: a double-blinded randomized controlled trial. *Eur Arch Paediatr Dent*. 2020;21(6):693-701.
5. Wince C, et al. Antimicrobial photodynamic therapy effects mediated by methylene blue in surfactant medium as an adjuvant treatment of teeth with apical periodontitis and presence of fistula: protocol for randomized controlled double-blind clinical trial. *PLoS One*. 2024;19(12):e0315169.
6. Lima SP, et al. Photodynamic therapy as an aiding in the endodontic treatment: case report. *RGO Rev Gaúch Odontol*. 2019;67:e20190030.
7. Catão MHCV, Batista ALA. In vitro evaluation of the antibacterial effect of photodynamic therapy with methylene blue. *Pesqui Bras Odontopediatria Clin Integr*. 2020;20:e4980.
8. Ramalho KM, et al. In vitro evaluation of methylene blue removal from root canal after photodynamic therapy. *Photodiagnosis Photodyn Ther*. 2017;20:248-252.
9. Miranda RG, Gusman HDS, Colombo APV. Antimicrobial efficacy of the EndoVac system plus PDT against intracanal *Candida albicans*: an ex vivo study. *Braz Oral Res*. 2015;29(1):1-7.
10. Fernandes MLMF, et al. Antimicrobial photodynamic therapy in the endodontic treatment of deciduous teeth: in vivo pilot study. *Pesqui Bras Odontopediatria Clin Integr*. 2020;20:e5309.
11. Okamoto CB, et al. Photodynamic therapy for endodontic treatment of primary teeth: a randomized controlled clinical trial. *Photodiagnosis Photodyn Ther*. 2020;30:101732.
12. Barazy R, et al. Can antimicrobial photodynamic therapy serve as an effective adjunct protocol for disinfecting the necrotic root canal system? A randomized controlled study. *BDJ Open*. 2024;10(1):53.
13. Ahangari Z, et al. Comparison of the antimicrobial efficacy of calcium hydroxide and photodynamic therapy against *Enterococcus faecalis* and *Candida albicans* in teeth with periapical lesions: an in vivo study. *J Lasers Med Sci*. 2017;8(2):72.
14. 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*. 2017;17:226-232.
15. Dragana R, et al. Antibacterial efficiency of adjuvant photodynamic therapy and high-power diode laser in the treatment of young permanent teeth with chronic periapical periodontitis: a prospective clinical study. *Photodiagnosis Photodyn Ther*. 2023;41:103129.
16. Silva CC, et al. Antimicrobial photodynamic therapy associated with conventional endodontic treatment: a clinical and molecular microbiological study. *Photochem Photobiol*. 2018;94(2):351-356.
17. Miranda RG, Colombo APV. Clinical and microbiological effectiveness of photodynamic therapy on primary endodontic infections: a 6-month randomized clinical trial. *Clin Oral Investig*. 2018;22:1751-1761.
18. Rabello GD, et al. Does supplemental photodynamic therapy optimize the disinfection of bacteria and endotoxins in one-visit and two-visit root canal therapy? A randomized clinical trial. *Photodiagnosis Photodyn Ther*. 2017;19:205-211.
19. Alves-Silva EG, et al. Effect of antimicrobial photodynamic therapy on the reduction of bacteria and virulence factors in teeth with primary endodontic infection. *Photodiagnosis Photodyn Ther*. 2023;41:103292.
20. Moraes VG, et al. Impact of photobiomodulation during root canal treatment on oral health-related quality of life: a randomized clinical trial. *Pesqui Bras Odontopediatria Clin Integr*. 2024;24:e230064.

CONFLITO DE INTERESSES

Os autores declaram não haver conflitos de interesse

AUTOR PARA CORRESPONDÊNCIA

Sandro Matheus Albuquerque da Silva

Rua São Miguel, N. 277, Nossa Senhora do Ó,
55592-000 Ipojuca – PE, Brasil
E-mail: sandro.matheus@ufpe.br

Submetido em 18/03/2026

Aceito em 25/05/2026