TRABALHO COMPLETO
FULL PAPER
XXVIII SEPE
Simpósio de Ensino, Pesquisa e Extensão
Teaching, Research and Extension Symposium
ISSN: 2316-9745
24 A 26 DE SETEMBRO DE 2024
SEPTEMBER 24th to 26th, 2024
UFN
https://doi.org/10.48195/sepe2024.28492

TERAPIA FOTODINÂMICA ANTIMICROBIANA COMO ADJUVANTE AO TRATAMENTO ENDODÔNTICO: REVISÃO DE LITERATURA NARRATIVA

Carolina Ritta Paul[1]; Sidnei Flores de Pellegrin[1]; Carina Michelon[2]; Mariana De Carlo Bello[3]

RESUMO

A terapia endodôntica pode ser desafiadora, principalmente em dentes com necrose pulpar e periodontite apical, devido à presença de microrganismos. Nesse sentido, a terapia fotodinâmica antimicrobiana (aPDT; do inglês: *antimicrobial photodynamic therapy*) destaca-se como uma abordagem complementar eficaz. O objetivo desse estudo foi realizar uma revisão de literatura sobre o uso adjuvante da aPDT no controle das infecções endodônticas. A pesquisa foi realizada na base de dados PubMed/MEDLINE, em agosto de 2024. A aPDT é eficaz contra infecções virais, fúngicas e bacterianas, sem causar resistência microbiana e provocar danos ao hospedeiro. Para aplicação intracanal, utiliza-se uma fibra específica compatível com o canal radicular e a irradiação é realizada com o laser de baixa potência com comprimento de onda vermelho (9J/canal). A aPDT demonstrou ser uma abordagem complementar eficaz na eliminação de patógenos orais e na redução da carga microbiana, potencializando a eficácia do tratamento endodôntico convencional.

Palavras-chave: Odontologia; Periodontite apical; Terapia com laser de baixa potência.

ABSTRACT

Endodontic therapy can be challenging, particularly in teeth with pulp necrosis and apical periodontitis, due to the presence of microorganisms. In this context, antimicrobial photodynamic therapy (aPDT) stands out as an effective complementary approach. The aim of this study was to conduct a literature review on the adjunctive use of aPDT in the control of endodontic infections. The research was conducted in the PubMed/MEDLINE database, in august 2024. aPDT is effective against viral, fungal, and bacterial infections without causing microbial resistance or harm to the host. For intracanal application, a specific fiber compatible with the root canal is used, and irradiation is performed with a low-power laser with a red wavelength (9J/canal). aPDT has demonstrated to be an effective complementary approach in eliminating oral pathogens and reducing microbial load, enhancing the efficacy of conventional endodontic treatment.

[1] Carolina Ritta Paul – Universidade Federal de Santa Maria - carolinaripaul@gmail.com;
[1] Sidnei Flores de Pellegrin - Universidade Federal de Santa Maria - sidpellegrin@gmail.com;
[2] Carina Michelon – Universidade Federal de Santa Maria - carina.michelon@ufsm.br;
[3] Mariana de Carlo Bello – Universidade Franciscana – mariana.bello@ufn.edu.br

Keywords: Apical periodontitis; Dentistry; Low-level laser therapy.

Eixo Temático: Atenção Integral e Promoção à Saúde (AIPS).

1. INTRODUÇÃO

O tecido pulpar encontra-se resguardado pelo esmalte, dentina e cemento. Agressões na estrutura dental podem, por vezes, desencadear uma inflamação dos tecidos pulpares, culminando em necrose desses tecidos se não forem devidamente tratadas. À medida que um agente agressor, como a cárie dental, atinge a dentina, o complexo dentino-pulpar responde para proteger o tecido pulpar, resultando em uma inflamação inicial conhecida como pulpite reversível. Com a continuidade da agressão ao longo do tempo e em maior profundidade, a inflamação do tecido pulpar, inicialmente reversível, evolui para uma condição irreversível, eventualmente levando à necrose parcial do tecido da coroa para o ápice. Em um estágio posterior, ocorre a necrose completa do tecido pulpar, resultando na perda do suprimento sanguíneo capaz de conter a disseminação de microrganismos pelo sistema de canais radiculares e pela região periapical. Ao alcançar a região periapical, processos inflamatórios se desenvolvem, podendo resultar em diferentes diagnósticos (KARAMIFAR; TONDARI; SAGHIRI, 2020).

A periodontite apical geralmente resulta de uma infecção no canal radicular, que causa inflamação e deterioração dos tecidos ao redor da raiz. Isso acontece devido à interação entre bactérias e a resposta imunológica do hospedeiro, levando à reabsorção óssea adjacente. Bactérias gram-negativas e seus lipopolissacarídeos são fatores-chave na virulência, desencadeando uma resposta inflamatória complexa que resulta em sintomas clínicos e destruição de tecidos mineralizados (KARAMIFAR; TONDARI; SAGHIRI, 2020).

Estudos indicam que a maioria das bactérias endodônticas está presente nos fluídos dos canais radiculares; no entanto, agregados bacterianos e biofilmes têm propensão a aderir às paredes do canal radicular, formando centros bacterianos concentrados. A infecção pode se estender pelos túbulos dentinários e complexidades do canal radicular (KARAMIFAR; TONDARI; SAGHIRI, 2020). É possível evitar e/ou controlar a disseminação dos microrganismos por meio do tratamento endodôntico. O preparo químico-mecânico visa limpar, desinfetar e dar forma ao canal radicular, tendo

papel fundamental no sucesso do tratamento de dentes com periodontite apical. Quando o tratamento é bem-sucedido, a lesão periapical se recupera com a regeneração de tecido duro, visível nas radiografias de acompanhamento através da diminuição da área radiolúcida. A cicatrização geralmente ocorre dentro de seis meses e dois anos. Entretanto, complexidades anatômicas e deficiências técnicas durante esta etapa podem resultar em limpeza e desinfecção inadequadas, perpetuando a infecção no interior do sistema de canais radiculares e comprometendo o sucesso do tratamento endodôntico (BLAKE; TUTTLE; MCKINEEY, 2023).

Nesse sentido, novas abordagens para desinfecção do sistema de canais radiculares estão sendo propostas, dentre elas, a terapia fotodinâmica antimicrobiana (aPDT, do inglês: *antimicrobial photodynamic therapy*) com laser de baixa potência. Essa estratégia envolve o uso de um fotossensibilizador e uma fonte de luz. O fotossensibilizador excitado com o oxigênio molecular, gera espécies reativas que induzem a morte de microrganismos. Estudos mostram que quando a aPDT é utilizada como um meio adjuvante à terapia endodôntica convencional, há diferença significativa na eliminação de bactérias do interior do sistema de canais radiculares (COUTO et al., 2020; MUSTAFÁ et al., 2021; DERIKVAND et al., 2020). Recentemente, devido ao surgimento de bactérias resistentes a múltiplos medicamentos, a atenção voltou-se mais intensamente para aPDT. Além de controlar infecções virais, fúngicas e bacterianas, tanto em formas planctônicas quando em biofilmes, ela também demonstra eficácia na eliminação de microrganismos resistentes a antibióticos (GHOLAMI et al., 2022).

Diante do exposto, o objetivo do presente estudo foi realizar uma revisão de literatura sobre o uso adjuvante da aPDT no controle das infecções endodônticas.

2. METODOLOGIA

A presente revisão de literatura seguiu os critérios de um estudo descritivo, por meio de uma pesquisa bibliográfica sobre o tema. A busca eletrônica foi realizada na base de dados PubMed/MEDLINE. Todas as buscas foram realizadas por um único pesquisador no mês de agosto de 2024, compreendendo o período dos últimos cinco anos, sem restrição de idioma. Os descritores utilizados incluíram a combinação dos termos: "*antimicrobial photodynamic therapy*", "*endodontic*", “*root canal*” e termos

Mesh relacionados. Para a união dos termos de busca, foram utilizados os operadores boleanos “AND” e “OR”.

Após a busca nas bases de dados, procedeu-se com a seleção dos estudos. Aqueles que não abordavam a aPDT no tratamento endodôntico foram excluídos da revisão. Para a coleta das informações, foi realizada a leitura exploratória de todo material selecionado. A análise dos resultados foi realizada por meio de uma leitura analítica, a fim de organizar a apresentação dos achados e compreender os estudos.

3. REVISÃO DE LITERATURA

A aPDT se estabeleceu na odontologia como uma abordagem benéfica, não invasiva e adjuvante para várias doenças infecciosas orais. Sua eficácia na eliminação de infecções bacterianas, fúngicas e virais, incluindo patógenos importantes como *Streptococcus mutans*, *Porphyromonas gingivalis*, *Candida albicans* e *Enterococcus faecalis*, tem sido amplamente estudada em pesquisas *in vitro* e clínicas (GHOLAMI et al., 2023). Nessa abordagem, uma fonte de luz visível com comprimento de onda adequado ativa um agente não tóxico, geralmente um corante inofensivo (fotossensibilizador), que é absorvido seletivamente pelo tecido alvo. Quando ativado na presença de oxigênio molecular, o fotossensibilizador gera espécies reativas de oxigênio, como o oxigênio singleto, levando à eliminação de microrganismos sem danos ao hospedeiro (DIOGO et al., 2019).

Esta revisão integrativa de literatura destacou a aPDT como uma abordagem eficaz e promissora no tratamento de infecções endodônticas. Conforme citado anteriormente, devido à complexidade anatômica do sistema de canais radiculares, é possível detectar bactérias residuais mesmo após o desbridamento mecânico e a irrigação química, o que pode levar a falhas no tratamento endodôntico (BLAKE; TUTTLE; MCKINEEY, 2023). Nesse sentido, a aPDT destaca-se como um método adjuvante no controle das infecções endodônticas de modo a reduzir a carga microbiana e potencializar a eficácia do tratamento (POURHAJIBAGHER; BAHADOR, 2019). Assim, a aPDT pode contribuir para a preservação do tecido periapical e reduzir a necessidade de procedimentos cirúrgicos invasivos em alguns casos (SANTANA et al., 2021). Um estudo experimental conduzido em ratos sugere que a aPDT pode

melhorar a cicatrização de lesões periapicais, demonstrando seu potencial para o tratamento da periodontite apical (KHAN; KARIM; MIRZA, 2020).

Nos casos de infecções refratárias, no qual as infecções endodônticas não respondem ao tratamento convencional, a aPDT pode ser uma opção para ajudar a eliminar os microrganismos resistentes. A aPDT tem um efeito letal sob o *E. faecalis,* um dos principais microrganismos associados aos casos de insucesso do tratamento endodôntico, proporcionando, aproximadamente, 99,9% de descontaminação (YAVAGAL et al., 2023).

A escolha das fontes de luz e dos fotossensibilizadores é fundamental para a eficácia da aPDT. As principais fontes de luz utilizadas são os lasers de baixa intensidade, diodos emissores de luz (LEDs) e lâmpadas de halogênio (MOYAVENI et al., 2020). A escolha do tipo de fonte de luz vai depender do fotossensibilizador a ser utilizado. É imprescindível que a luz tenha interação com o fotossensibilizador para que o efeito antimicrobiano ocorra. Os lasers de baixa intensidade, no comprimento de onda do vermelho, são as fontes de luz mais utilizadas para a aPDT. Eles, geralmente, operam na faixa de comprimento de onda entre 600 e 900 nanômetros e demonstram boa penetração na pele e mucosas, desencadeando efeitos terapêuticos, como bioestimulação, proliferação, diferenciação e síntese de proteínas (LIMA, 2022).

Os fotossensibilizadores empregados na aPDT são ativados pelo espectro de luz vermelha (630-700 nm), promovendo ou participando de reações químicas. Atualmente, os corantes mais e utilizados e aprovados para uso intraoral, considerados não tóxicos, incluem o azul de metileno e o azul de toluidina. Esses corantes fenotiazínicos, pertencentes ao grupo dos corantes sintéticos, têm comprimentos de onda de absorção em torno de 600 e 660 nm (GHOLAMI et al., 2023). Quando excitados pela luz, os corantes transferem elétrons que têm propensão a reagir com o oxigênio em seu estado fundamental, resultando na formação de produtos oxidados. Além disso, ocorre a geração de oxigênio singleto, um agente altamente citotóxico e reativo, capaz de destruir os microrganismos patogênicos (DIOGO et al., 2019). Um estudo investigou os efeitos da aPDT em componentes bacterianos como o lipopolissacarídeo (LPS), concluindo que todos os fotossensibilizadores, principalmente o azul de metileno diminuíram a inflamação induzida pelo LPS (COUTO et al., 2020).

A utilização do laser de baixa intensidade na terapia fotodinâmica para eliminar microrganismos não resulta na sua morte direta. Em vez disso, o laser ativa o corante fotoquímico, desencadeando a liberação de oxigênio singleto. Esse oxigênio singleto danifica tanto a membrana quanto o material genético dos microrganismos, incluindo aqueles que são resistentes a outros tratamentos antimicrobianos. Além disso, a aPDT não promove o desenvolvimento de resistência bacteriana e não causa danos térmicos aos tecidos saudáveis adjacentes (DIOGO et al., 2019; GHOLAMI et al., 2023).

É importante resaltar que

a aPDT deve ser executada após o completo preparo químico e mecânico do canal radicular. Pode ser realizada antes da obturação do canal ou imediatamente antes da aplicação da medicação intracanal. A concentração recomendada do fotossensibilizador para a aplicação da aPDT intracanal é de 0,005%. Essa concentração foi escolhida para garantir uma eficaz fotossensibilização dos microrganismos, enquanto evita o manchamento da coroa dentária e impede formação de um escudo óptico. Entretanto, antes da aplicação do laser, é essencial que seja realizado um tempo de pré-irradiação, ou seja, é necessário aplicar o corante no canal radicular e deixá-lo agir por um tempo para que ele consiga entrar em contato com os microrganismos permitindo sua penetração ou ligação à membrana plasmática, aumentando assim os danos causados quando da aplicação do laser. Na endodontia, esse tempo de pré-irradiação costuma ser de 3 a 5 minutos e, o corante não precisa ser renovado, já que não há competidores, como sangue e saliva, dentro do canal radicular. Para a aplicação intracanal, utiliza-se uma fibra específica de tamanho e diâmetro compatíveis com os canais radiculares. A irradiação é realizada então, com o laser de baixa potência com comprimento de onda vermelho e aplicando 9J por canal durante 90 segundos (GHOLAMI et al., 2023).

Como perspectivas futuras, tem-se avaliado o uso da nanotecnologia como forma de aumentar a penetração do fotossensibilizador para atingir microrganismos e aumentar o efeito bactericida, apresentando resultados promissores (BALHADDAD et al., 2020). As nanopartículas de polímeros para liberação de fotossensibilizadores oferecem várias vantagens: permitem usar concentrações menores de

fotossensibilizadores, reduzem a resistência a múltiplas drogas e possibilitam um tratamento mais localizado e seletivo (BALHADDAD et al., 2020; GHOLAMI et al., 2023). Além disso, técnicas estruturais inovadoras, como a conjugação de óxido de grafeno com verde de indocianina, mostraram aumentar a atividade bactericida contra a formação de biofilme de *E. faecalis*, utilizando concentrações menores do que as necessárias com o verde de indocianina isolado. No entanto, mais pesquisas são necessárias para explorar totalmente o potencial dessas novas descobertas, além de avaliar a toxicidade a longo prazo, principalmente dos nanomateriais (GHOLAMI et al., 2023).

4. CONCLUSÃO

A aPDT destaca-se como uma abordagem clínica adjuvante importante ao tratamento endodôntico convencional no controle de infecções. É uma alternativa eficaz e segura para eliminar microrganismos persistentes após o preparo químico-mecânico dos canais radiculares. A diminuição da carga microbiana auxilia na redução da inflamação dos tecidos perirradiculares, otimizando o processo de cicatrização e o sucesso do tratamento endodôntico. O avanço das tecnologias e a compreensão aprimorada do mecanismo de ação da aPDT podem contribuir significativamente para o aprimoramento dos tratamentos endodônticos no futuro.

REFERÊNCIAS

BALHADDAD, A. A. *et al*. Prospects on nano-based platforms for antimicrobial photodynamic therapy against oral biofilms. **Photobiomodulation, Photomedicine, and Laser Surgery**, New Rochelle, v. 38, n. 8, p. 481-496, aug. 2020.

BLAKE, A.; TUTTLE, T.; MCKINNEY, R. Apical periodontitis. **StatPearls**, [*S. l.*], jul. 2023.

COUTO, A. C. F. *et al*. Photosensitizers attenuate LPS-induced inflammation: Implications in dentistry and general health. **Lasers in Medical Science**, London, v. 36, n. 4, p. 913-926, jun. 2021.

DERIKVAND, N. *et al*. The use of antimicrobial photodynamic therapy to maintain a hopeless tooth with a periodonticendodontic lesion: A case report. **Journal of Lasers in Medical Sciences**, Tehran, v. 11, n. 3, p. 355-360, 2020.

DIOGO, P. *et al*. An insight into advanced approaches for photosensitizer optimization in endodontics – A critical review. **Journal of Funcional Biomaterials**, Basel, v. 10, n. 4, p. 1-35, sep. 2019.

GHOLAMI, L. *et al*. Clinical applications of antimicrobial photodynamic therapy in dentistry. **Frontiers in Microbiology**, Lausanne, v. 13, p. 1-47, jan. 2023.

KARAMIFAR, K.; TONDARI, A.; SAGHIRI, M. A. Endodontic periapical lesion: An overview on the etiology, diagnosis and current treatment modalities. **European Endodontic Journal**, Istanbul, v. 5, n. 2, p. 54-67, jul. 2020.

KHAN, S. Z.; KARIM, S.; MIRZA, S. Effect of photodynamic therapy on the morphological changes of periapical inflammation: An experimental study in rats. **Photodiagnosis and Photodynamic Therapy,** Amsterdam, v. 31, sep. 2020.

LIMA, J. V. L. **O uso da terapia fotodinâmica em endodontia**. 2022. 28 f. Trabalho de Conclusão de Curso (Bacharelado em Odontologia) - Centro Universitário UNIRB, Alagoinhas, 2022.

MOZAYENI, M. A. *et al*. Comparing the efficacy of toluidine blue, methylene blue and curcumin in photodynamic therapy against Enterococcus faecalis. **Journal of Lasers in Medical Sciences**, Tehran, v. 11, n. 1, p. S49-S54, dec. 2020.

MUSTAFA, M. *et al*. Effectiveness of antimicrobial photodynamic therapy as an adjunct to mechanical instrumentation in reducing counts of *Enterococcus faecalis* and *Candida albicans* from C-shaped root canals. **Photodermatology, Photoimmunology & Photomedicine**, Copenhagen, v. 38, n. 4, p. 328-333, jul. 2022.

POURHAJIBAGHER, M.; BAHADOR, A. Adjunctive antimicrobial photodynamic therapy to convencional chemo-mechanical debridment of infected root canal systems: A systematic review and meta-analysis. **Photodiagnosis and Photodynamic Therapy**, Amsterdam, v. 26, p. 19-26, jun. 2019.

SANTANA, M. R. O. *et al*. Aplicação da terapia fotodinâmica na endodontia: revisão de literatura. *In*: SOUSA, J. R.; CRUZ, F. M. P.; ROCHA, D. Y. S. (Orgs.). **Temas multidisciplinares em Ciências da Saúde**. João Pessoa: Creative, 2021. p. 254-261,

YAVAGAL, C. *et al*. Antibacterial efficacy of dual-dye and dual laser photodynamic therapy on oral biofilms of *Enterococcus faecalis*, *Streptococcus mutans*, and *Prevotella intermedia*: An *in vitro* study. **International Journal of Clinical Pediatric Dentistry**, New Delhi, v. 16, n. 2, p. 128-132, sep. 2023.