Revista Eletrônica ACERVO CIENTÍFICO
ISSN 2595-7899

O uso da terapia fotodinâmica como coadjuvante ao tratamento endodôntico

The use of photodynamic therapy as an adjunct to endodontic treatment

El uso de la terapia fotodinámica como coadyuvante del tratamiento endodôntico

Dieimes Braambati[1], Kassio Ricardo Regalin[1], Leonardo Luthi[2], Gaspar Vinicius Girardi[1].

RESUMO

Objetivo: Discutir o potencial da terapia fotodinâmica antimicrobiana como coadjuvante ao tratamento endodôntico convencional, abordando seus mecanismos de ação, protocolos de aplicação, ação antimicrobiana e limitações para a prática clínica**. Revisão bibliográfica:** As evidências disponíveis sugerem que a terapia fotodinâmica antimicrobiana pode ampliar a redução da carga microbiana intracanal quando associada ao preparo químico-mecânico. A técnica combina um fotossensibilizador, uma fonte luminosa com comprimento de onda compatível e oxigênio molecular, formando espécies reativas que oxidam componentes celulares e desorganizam o biofilme. Enterococcus faecalis é frequentemente investigado devido à sua capacidade de penetrar nos túbulos dentinários, formar biofilmes e persistir após procedimentos convencionais. O azul de metileno e o azul de toluidina estão entre os agentes mais descritos, geralmente ativados por lasers de baixa potência ou LEDs. Entretanto, os estudos apresentam ampla variação nas concentrações, tempos de pré-irradiação, comprimentos de onda, energia e formas de aplicação da luz, o que limita comparações diretas e a definição de um protocolo clínico único. **Considerações finais:** A terapia fotodinâmica antimicrobiana apresenta potencial como estratégia complementar para a desinfecção do sistema de canais radiculares, mas não substitui a instrumentação, a irrigação nem as demais etapas do tratamento endodôntico.

Palavras-chave: Endodontia, Terapia fotodinâmica, Desinfecção do canal radicular.

ABSTRACT

Objective: To discuss the potential of antimicrobial photodynamic therapy as an adjunct to conventional endodontic treatment, addressing its mechanisms of action, application protocols, antimicrobial activity, and limitations in clinical practice. **Literature review:** Available evidence suggests that antimicrobial photodynamic therapy may enhance intracanal microbial reduction when combined with chemomechanical preparation. The technique combines a photosensitizer, a compatible light source, and molecular oxygen to generate reactive species that oxidize cellular components and disrupt biofilms. Enterococcus faecalis is frequently investigated because of its ability to penetrate dentinal tubules, form biofilms, and persist after conventional procedures. Methylene blue and toluidine blue are among the most commonly reported agents and are generally activated by low-level lasers or light-emitting diodes. However, studies show considerable variation in concentrations, pre-irradiation times, wavelengths, energy parameters, and light-delivery methods, limiting direct comparisons and the establishment of a single clinical protocol. **Final considerations:** Antimicrobial photodynamic therapy has potential as a complementary strategy for root canal disinfection but does not replace instrumentation, irrigation, or other stages of endodontic treatment.

Keywords: Endodontics, Photodynamic therapy, Root canal disinfection.

RESUMEN

Objetivo: Discutir el potencial de la terapia fotodinámica antimicrobiana como coadyuvante del tratamiento endodóntico convencional, abordando sus mecanismos de acción, protocolos de aplicación, acción antimicrobiana y limitaciones para la práctica clínica. **Revisión bibliográfica:** Las evidencias disponibles sugieren que la terapia fotodinámica antimicrobiana puede aumentar la reducción de la carga microbiana intracanal cuando se asocia con la preparación químico-mecánica. La técnica combina un fotosensibilizador,

[1] Universidade Atitus. Passo Fundo – RS.
[2] Instituto Orofacial das Américas. Passo Fundo – RS.

SUBMETIDO EM: 8/2026 | **ACEITO EM: 9/2026** | **PUBLICADO EM: 11/2026**

una fuente luminosa con longitud de onda compatible y oxígeno molecular, generando especies reactivas que oxidan componentes celulares y desorganizan la biopelícula. Enterococcus faecalis se investiga con frecuencia debido a su capacidad para penetrar en los túbulos dentinarios, formar biopelículas y persistir después de los procedimientos convencionales. El azul de metileno y el azul de toluidina se encuentran entre los agentes más descritos y generalmente se activan mediante láseres de baja potencia o diodos emisores de luz. Sin embargo, existe una amplia variación en las concentraciones, los tiempos de preirradiación, las longitudes de onda, la energía y los métodos de aplicación de la luz, lo que limita las comparaciones directas y el establecimiento de un protocolo clínico único. **Consideraciones finales:** La terapia fotodinámica antimicrobiana presenta potencial como estrategia complementaria para la desinfección del sistema de conductos radiculares, pero no sustituye la instrumentación, la irrigación ni las demás etapas del tratamiento endodóntico.
Palabras clave: Endodoncia, Terapia fotodinâmica, Desinfección del conducto radicular.

INTRODUÇÃO

A redução de microrganismos do sistema de canais radiculares, associada à remoção do tecido pulpar remanescente durante o preparo químico-mecânico, constitui um dos principais fatores relacionados ao sucesso do tratamento endodôntico. Contudo, a anatomia interna pode incluir canais acessórios, istmos, deltas apicais, ramificações e túbulos dentinários que dificultam o contato dos instrumentos e das soluções irrigadoras com toda a superfície contaminada. Por esse motivo, mesmo procedimentos tecnicamente adequados podem deixar microrganismos residuais em áreas não alcançadas, favorecendo a manutenção da infecção e das alterações periapicais (ABRAHAM S, et al., 2015; BEER F, et al., 2012; DAS U, et al., 2025).

Entre os microrganismos associados às infecções persistentes, Enterococcus faecalis recebe atenção por sua capacidade de penetrar nos túbulos dentinários, aderir à dentina, organizar-se em biofilmes e tolerar condições ambientais desfavoráveis. Sua presença não explica isoladamente todos os insucessos, que também dependem da condição pulpar e periapical, das variações anatômicas, da qualidade da instrumentação, da irrigação, da obturação e da resposta do hospedeiro. Ainda assim, o controle de biofilmes persistentes permanece um desafio que estimula a investigação de estratégias complementares de desinfecção (SCHAEFFER B, et al., 2019; CARVALHO MVRS, et al., 2022; WERLANG AI, et al., 2016).

Nesse contexto, a terapia fotodinâmica antimicrobiana, conhecida pela sigla aPDT, tem sido investigada como recurso coadjuvante. A técnica associa um fotossensibilizador, uma fonte luminosa em comprimento de onda compatível e oxigênio molecular. Após absorver a luz, o agente passa a um estado excitado e transfere elétrons ou energia ao meio, produzindo espécies reativas capazes de oxidar estruturas microbianas. Como o efeito depende da presença simultânea desses componentes e ocorre localmente, a técnica pode complementar a desinfecção sem recorrer ao aumento indiscriminado do uso sistêmico de antimicrobianos (AMARAL RR, et al., 2010; TRINDADE AC, et al., 2015).

A literatura descreve resultados favoráveis em modelos laboratoriais e clínicos, mas apresenta grande heterogeneidade. Concentração do fotossensibilizador, tempo de pré-irradiação, potência, energia, comprimento de onda, geometria da fibra óptica, tempo de exposição e características do biofilme variam amplamente. Além disso, a redução microbiológica observada em estudos in vitro não pode ser automaticamente traduzida em benefício clínico de longo prazo. Assim, afirmações de eficácia devem considerar o delineamento e as limitações de cada investigação (DAS U, et al., 2025; SURESH N, et al., 2024). Diante disso, esta revisão narrativa tem como objetivo discutir o potencial da terapia fotodinâmica antimicrobiana como coadjuvante ao tratamento endodôntico convencional, abordando seus mecanismos de ação, protocolos de aplicação, ação antimicrobiana e limitações para a prática clínica.

REVISÃO BIBLIOGRÁFICA

Mecanismo de ação da terapia fotodinâmica antimicrobiana

O processo fotodinâmico inicia-se com a incorporação ou adsorção do fotossensibilizador às células microbianas e à matriz do biofilme. Após um período de pré-irradiação, a molécula é ativada por luz em faixa de absorção compatível. A energia absorvida promove a passagem do fotossensibilizador do estado

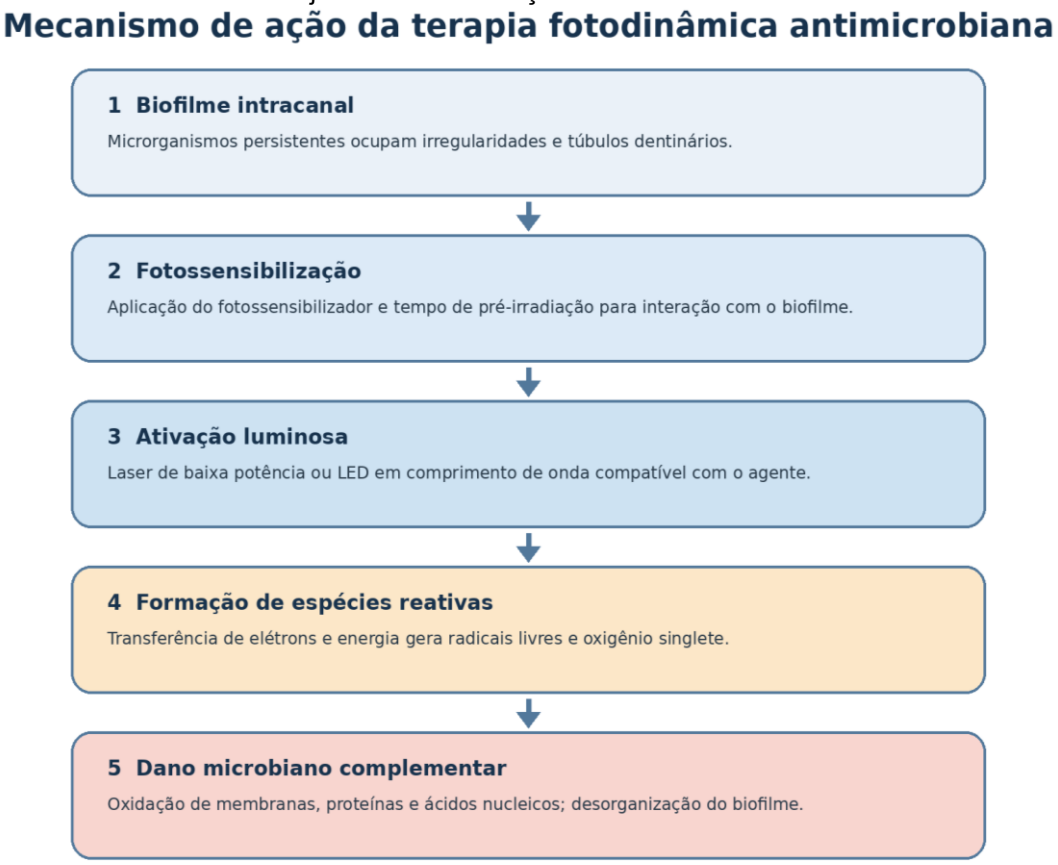
fundamental para um estado excitado de curta duração e, posteriormente, para um estado mais estável. A partir desse estado, podem ocorrer duas vias fotoquímicas principais, ambas dependentes das condições do meio e da disponibilidade de oxigênio (DI MASCIO P, et al., 2016; TRINDADE AC, et al., 2015).

Na reação do tipo I, o fotossensibilizador excitado transfere elétrons ou átomos de hidrogênio para moléculas próximas, formando radicais livres e espécies como radical superóxido e peróxido de hidrogênio. Na reação do tipo II, ocorre transferência de energia diretamente ao oxigênio molecular, produzindo oxigênio singlete. Essas espécies apresentam elevada reatividade e curta distância de ação, de modo que o dano tende a ocorrer próximo ao local em que o fotossensibilizador se acumulou. A proporção entre as vias depende do agente, do comprimento de onda, da concentração de oxigênio e do microambiente intracanal.

A ação antimicrobiana decorre da oxidação de lipídios de membrana, proteínas, enzimas e ácidos nucleicos, com perda da integridade celular e alteração de funções metabólicas essenciais. No biofilme, as espécies reativas também podem modificar componentes da matriz extracelular, aumentando sua desorganização e tornando as células mais expostas aos efeitos da terapia e das soluções irrigadoras. Em bactérias, o desfecho deve ser descrito como dano oxidativo e perda de viabilidade, evitando-se o uso impreciso do termo apoptose, próprio de mecanismos celulares eucarióticos.

A multiplicidade de alvos reduz a probabilidade de seleção de resistência por uma única alteração molecular. Entretanto, isso não significa que toda comunidade microbiana seja eliminada. A densidade do biofilme, a disponibilidade de oxigênio, a interação do corante com matéria orgânica e a penetração da luz podem atenuar o efeito. Por isso, a aPDT deve ser aplicada após redução mecânica da biomassa e irrigação, quando o acesso do fotossensibilizador e da luz às superfícies intracanais tende a ser mais favorável (SURESH N, et al., 2024).

Figura 1 - Representação esquemática do mecanismo de ação da terapia fotodinâmica antimicrobiana como coadjuvante à desinfecção do sistema de canais radiculares.



Fonte: Braambati D, et al., 2026 (baseado em Di Mascio P, et al., 2016; Trindade AC, et al., 2015).

Microrganismos persistentes e biofilme endodôntico

A persistência da infecção endodôntica está relacionada à capacidade dos microrganismos de ocupar áreas protegidas da ação dos instrumentos e dos irrigantes. Enterococcus faecalis é frequentemente utilizado como organismo-modelo por sobreviver em ambientes com baixa disponibilidade de nutrientes, penetrar nos túbulos dentinários e integrar biofilmes resistentes. Entretanto, as infecções são polimicrobianas, e a relevância clínica da aPDT não deve ser reduzida à ação contra uma única espécie. Estudos também investigam sua atuação sobre bactérias Gram-positivas, Gram-negativas e fungos, com respostas que variam conforme a composição da parede celular e a afinidade pelo fotossensibilizador (OLIVEIRA BP, et al., 2014; SCHAEFFER B, et al., 2019).

Células organizadas em biofilme apresentam comportamento diferente daquele observado em suspensões planctônicas. A matriz extracelular pode dificultar a difusão do corante, reduzir a chegada de oxigênio às camadas profundas e modificar a propagação da luz. Resíduos orgânicos e proteínas também podem inativar parcialmente o fotossensibilizador. Essas condições ajudam a explicar por que resultados expressivos em suspensões bacterianas nem sempre são reproduzidos em biofilmes maduros ou em canais com anatomia complexa.

A associação da aPDT ao preparo químico-mecânico busca atuar justamente sobre a fração residual da contaminação. Em dentes decíduos, Pinheiro SL, et al. (2014) observaram redução de E. faecalis após instrumentação manual ou rotatória associada à terapia fotodinâmica. Em retratamentos, Juric IB, et al. (2014) relataram benefício antimicrobiano adicional quando a aPDT foi utilizada após os procedimentos convencionais. Esses resultados sustentam o caráter complementar da técnica, mas não justificam a substituição da instrumentação, da irrigação ou da medicação intracanal quando indicada.

Fotossensibilizadores e fontes luminosas

O azul de metileno é um dos fotossensibilizadores mais descritos em Endodontia. Trata-se de um corante fenotiazínico com afinidade por componentes microbianos e absorção na região da luz vermelha, o que permite sua ativação por lasers de diodo em faixas próximas de 660nm. Sua disponibilidade e baixa toxicidade nas concentrações estudadas favorecem o uso experimental e clínico. Contudo, agregação molecular em concentrações elevadas, interação com proteínas e possibilidade de manchamento exigem controle do protocolo e remoção cuidadosa do excesso antes da obturação (VIANA BAS, et al., 2021).

O azul de toluidina apresenta comportamento semelhante e também é ativado por luz vermelha. A rosa bengala absorve em faixa verde e demonstra geração eficiente de oxigênio singlete, mas sua aplicação intracanal é menos frequente e depende de fonte luminosa compatível. A indocianina verde absorve na região do infravermelho próximo e pode combinar efeitos fotodinâmicos e fototérmicos; entretanto, sua estabilidade e o papel relativo do aquecimento precisam ser considerados. A escolha do agente não deve ocorrer isoladamente, pois fotossensibilizador e fonte luminosa formam um sistema interdependente. Lasers de baixa potência e diodos emissores de luz são utilizados para ativação. O laser oferece feixe colimado e possibilidade de condução por fibras ópticas finas, enquanto os LEDs podem ser mais acessíveis e iluminar áreas maiores. Na Endodontia, fibras intracanais permitem distribuir a luz ao longo do canal; movimentos helicoidais e retirada progressiva podem reduzir a concentração de energia em um único ponto. Ainda assim, curvaturas, canais achatados, istmos e ramificações limitam a uniformidade da iluminação (TRINDADE AC, et al., 2015).

Comprimentos de onda entre 660 e 810 nm aparecem com frequência na literatura, mas não devem ser interpretados como uma faixa universal. A escolha deve corresponder ao espectro de absorção do fotossensibilizador. Energia total, potência, área irradiada e tempo de exposição também precisam ser relatados, pois a indicação apenas do comprimento de onda é insuficiente para reproduzir o protocolo. Comparações entre estudos são prejudicadas quando esses parâmetros ou a geometria de aplicação não são descritos de forma completa (LIMA RBW, et al., 2021).

Protocolo clínico e parâmetros de aplicação

Em uma sequência clínica geral, a aPDT é realizada após acesso, determinação do comprimento de trabalho, instrumentação e irrigação do sistema de canais radiculares. Em seguida, o canal é preenchido com

o fotossensibilizador, que permanece por um período de pré-irradiação para favorecer sua interação com microrganismos e biofilme. O excesso pode ser removido antes da ativação, conforme o protocolo, e a luz é aplicada com ponta ou fibra compatível. Após a irradiação, o corante remanescente deve ser removido por irrigação, e o tratamento prossegue para medicação intracanal ou obturação, conforme a condição clínica.

O tempo de pré-irradiação busca equilibrar penetração e praticidade clínica. Períodos muito curtos podem limitar a interação do agente, enquanto tempos prolongados não garantem maior efetividade e podem aumentar o risco de retenção do corante. A concentração também influencia a absorção luminosa: valores muito baixos podem produzir poucas espécies reativas, enquanto concentrações elevadas podem favorecer agregação e reduzir a penetração da luz. A presença de sangue, exsudato ou restos orgânicos pode modificar o comportamento do sistema.

A dose luminosa resulta da interação entre potência, tempo e área irradiada. Além disso, a energia efetivamente entregue às paredes do canal depende da distância da fibra, do seu desenho e do movimento realizado pelo operador. Protocolos que utilizam o mesmo comprimento de onda podem, portanto, produzir exposições distintas. A ausência de informações completas sobre esses parâmetros é uma das principais barreiras à comparação dos resultados e à definição de recomendações clínicas reprodutíveis.

A segurança também requer atenção. Embora a aPDT utilize geralmente potências baixas, a aplicação deve respeitar limites térmicos e evitar permanência excessiva da fibra em um único ponto. O fotossensibilizador precisa apresentar biocompatibilidade nas condições empregadas e não interferir na adesão ou no selamento dos materiais obturadores. A técnica deve ser compreendida como etapa complementar, indicada após o controle convencional da infecção e integrada a uma sequência operatória baseada no diagnóstico e nas características anatômicas do caso.

Evidências laboratoriais e clínicas

Em estudo in vitro, Hoshyari N, et al. (2024) compararam lasers de diodo, terapia fotodinâmica e pasta triantibiótica sobre E. faecalis. Os diferentes protocolos reduziram a carga bacteriana, mas apresentaram desempenhos distintos, mostrando que a presença de uma fonte luminosa não determina, isoladamente, a efetividade. Resultados laboratoriais são úteis para comparar parâmetros sob condições controladas, porém não reproduzem integralmente a diversidade microbiana, a anatomia e a dinâmica dos tecidos periapicais.

Das U, et al. (2025) avaliaram evidências sobre redução microbiológica e dor pós-operatória. Os resultados sugeriram benefício da aPDT como adjuvante, inclusive em períodos iniciais de acompanhamento da dor. Entretanto, diferenças entre fotossensibilizadores, parâmetros de irradiação e métodos microbiológicos geraram heterogeneidade. Assim, o resultado agrupado deve ser interpretado como indicação de potencial, não como confirmação de superioridade para um protocolo específico.

Estudos clínicos também descrevem redução bacteriana adicional e evolução periapical favorável. Garcez AS, et al. (2015) investigaram a associação entre aPDT, tratamento cirúrgico endodôntico e redução da carga bacteriana, enquanto Silva MD, et al. (2019) relataram evolução favorável em um caso clínico. Relatos de caso são relevantes para demonstrar viabilidade, mas não controlam adequadamente fatores como qualidade da instrumentação, irrigação, selamento coronário e resposta individual, não permitindo atribuir o desfecho exclusivamente à aPDT.

Ahrari F, et al. (2024) discutiram aplicações de lasers em procedimentos regenerativos e apontaram possível contribuição tanto para desinfecção quanto para biomodulação. Entretanto, efeitos antimicrobianos e efeitos de fotobiomodulação correspondem a mecanismos distintos e não devem ser confundidos. Na aPDT, a luz é utilizada principalmente para ativar o fotossensibilizador; eventuais efeitos analgésicos ou bioestimuladores dependem dos parâmetros e não podem ser generalizados a partir de qualquer protocolo fotodinâmico. O **Quadro 1** sintetiza estudos representativos utilizados nesta revisão. A diversidade de delineamentos evidencia que a literatura inclui experimentos in vitro, estudos clínicos, revisões e relatos de caso. Essa composição amplia a compreensão do tema, mas também exige cautela, pois desfechos microbiológicos de curto prazo, dor pós-operatória e reparo periapical não são intercambiáveis e possuem níveis distintos de evidência.

Quadro 1 - Síntese de estudos representativos sobre aPDT em Endodontia.

Estudo	Delineamento	Contribuição principal	Limitação relevante
Juric IB, et al. (2014)	Estudo clínico	Avaliou a aPDT como adjuvante no retratamento endodôntico.	Protocolo e amostra específicos.
Pinheiro SL, et al. (2014)	In vitro	Investigou redução de E. faecalis em molares decíduos.	Modelo laboratorial e dentes decíduos.
Garcez AS, et al. (2015)	Estudo clínico	Relacionou redução bacteriana e reparo periapical.	Intervenção combinada com tratamento cirúrgico.
Trindade AC, et al. (2015)	Revisão de literatura	Sistematizou mecanismos e parâmetros da aPDT endodôntica.	Heterogeneidade dos estudos incluídos.
Lima RBW, et al. (2021)	Revisão integrativa	Descreveu fotossensibilizadores e fontes luminosas utilizadas.	Ausência de protocolo clínico uniforme.
Hoshyari N, et al. (2024)	In vitro	Comparou aPDT, lasers de diodo e pasta triantibiótica.	Resultados não diretamente extrapoláveis à clínica.
Das U, et al. (2025)	Revisão sistemática e meta-análise	Avaliou carga microbiana e dor pós-operatória.	Heterogeneidade de protocolos e desfechos.

Fonte: Braambati D, et al., 2026.

Aplicabilidade clínica e integração ao tratamento convencional

A decisão de incorporar a aPDT deve considerar o diagnóstico, a etapa do tratamento e a finalidade pretendida. Em infecções primárias, seu uso pode ser proposto após o preparo químico-mecânico para ampliar a ação sobre áreas de difícil acesso. Em retratamentos, nos quais microrganismos podem permanecer associados a materiais obturadores residuais e regiões não instrumentadas, a técnica pode acrescentar um mecanismo oxidativo distinto. Isso não implica indicação automática para todos os casos, pois o benefício adicional deve ser ponderado em relação ao tempo clínico, ao custo, à disponibilidade do equipamento e à qualidade do protocolo convencional já realizado.

Casos com necrose pulpar e alteração periapical são frequentemente citados como situações de interesse devido à maior complexidade microbiológica. Ainda assim, a presença de lesão periapical não comprova, por si só, necessidade de aPDT, e o reparo depende do controle da infecção, do selamento e da resposta biológica do paciente. Da mesma forma, a redução da dor pós-operatória pode ser influenciada por diagnóstico pulpar, extrusão de debris, extensão da instrumentação, medicação e uso de analgésicos. Estudos clínicos devem controlar essas variáveis antes de atribuir diferenças exclusivamente à terapia fotodinâmica. A utilização em sessão única ou em tratamentos com medicação intracanal também requer distinção. Quando a obturação é realizada na mesma consulta, a remoção do fotossensibilizador deve ser suficiente para não comprometer a visualização, a adesão ou o selamento. Em tratamentos de múltiplas sessões, a aPDT pode anteceder a medicação intracanal, mas ainda não há evidência uniforme de que a combinação seja superior em todas as situações. A sequência deve ser registrada detalhadamente para permitir comparação entre protocolos e identificação do componente associado ao efeito observado.

Outro aspecto clínico é a curva de aprendizagem. O operador precisa selecionar uma fonte luminosa compatível, controlar o tempo de pré-irradiação, posicionar e movimentar a fibra sem travamento e respeitar os parâmetros do equipamento. A padronização da técnica reduz variações na energia entregue e na distribuição da luz. Protocolos simplificados podem favorecer a implementação, mas não devem omitir informações essenciais. A indicação da marca do equipamento, comprimento de onda, potência, energia total, diâmetro da fibra e número de ciclos melhora a reprodutibilidade e a avaliação crítica dos resultados.

Do ponto de vista do paciente, a aPDT apresenta a vantagem de ser uma intervenção local e minimamente invasiva, mas sua adoção deve estar apoiada em benefício clínico demonstrável. Redução bacteriana imediatamente após a aplicação constitui um desfecho intermediário e não necessariamente se traduz em maior sobrevivência do dente. Pesquisas futuras devem combinar desfechos microbiológicos com dor, reparo radiográfico, qualidade de vida, necessidade de nova intervenção e manutenção do dente. Avaliações de custo, tempo adicional de atendimento e aceitabilidade também são necessárias para definir em quais situações o recurso oferece vantagem clínica relevante.

Limitações clínicas e perspectivas

A principal limitação para a incorporação rotineira da aPDT é a ausência de padronização. Estudos variam quanto ao fotossensibilizador, concentração, solvente, tempo de incubação, comprimento de onda, potência, energia, tempo de irradiação e forma de movimentação da fibra. Também diferem no microrganismo, maturidade do biofilme, tipo de dente, irrigante utilizado e método de quantificação. Essa diversidade impede que um resultado favorável seja automaticamente reproduzido com outra combinação de parâmetros (LIMA RBW, et al., 2021; SURESH N, et al., 2024).

A anatomia do sistema de canais radiculares representa outra barreira. A luz e o fotossensibilizador precisam alcançar irregularidades, istmos e túbulos, ao mesmo tempo em que o oxigênio deve permanecer disponível para a reação. Fibras ópticas melhoram a distribuição, mas não garantem exposição uniforme. Dentes com curvaturas acentuadas, canais achatados ou obstruções podem limitar a inserção da fibra e criar áreas de sombra. Estratégias de agitação e veículos nanoestruturados são promissoras, porém ainda precisam de validação clínica e avaliação de segurança.

A interpretação de benefícios clínicos exige desfechos além da contagem bacteriana imediata. Dor pós-operatória, cicatrização periapical, necessidade de retratamento e manutenção do dente devem ser avaliadas com acompanhamento adequado. Também é necessário distinguir o efeito específico da aPDT daquele produzido pela instrumentação, irrigação, medicação e selamento. Ensaios randomizados com grupos-controle, mascaramento dos avaliadores, descrição completa dos parâmetros e amostras dimensionadas para desfechos clínicos podem fortalecer as recomendações futuras.

A qualidade da evidência também é limitada pela diversidade dos métodos microbiológicos. Cultura, microscopia, reação em cadeia da polimerase e técnicas baseadas em fluorescência avaliam aspectos diferentes da contaminação e não produzem medidas diretamente equivalentes. A cultura pode não detectar microrganismos viáveis, porém não cultiváveis, enquanto métodos moleculares podem identificar material genético de células sem viabilidade. Além disso, coletas com cones de papel representam predominantemente o conteúdo acessível do canal principal e podem subestimar microrganismos presentes em túbulos, istmos e ramificações. Para demonstrar benefício adicional, estudos devem realizar coletas em momentos comparáveis, informar o método de neutralização dos agentes antimicrobianos e apresentar tanto medidas absolutas quanto reduções relativas. A combinação de métodos microbiológicos com desfechos clínicos e radiográficos permite interpretação mais abrangente e reduz o risco de considerar uma diminuição laboratorial isolada como comprovação de sucesso terapêutico. Essa padronização é especialmente importante quando pequenas diferenças de protocolo podem alterar a quantidade de luz recebida, a disponibilidade de oxigênio e a recuperação dos microrganismos após o procedimento.

Até que protocolos reprodutíveis sejam estabelecidos, a aPDT deve ser compreendida como método complementar. Ela não substitui o acesso adequado, a determinação do comprimento de trabalho, a instrumentação, a irrigação, a medicação intracanal quando indicada nem a obturação e o selamento coronário. Seu papel potencial está em acrescentar uma etapa de ação localizada após a redução convencional da carga microbiana, especialmente em situações nas quais a persistência do biofilme constitui preocupação clínica.

CONSIDERAÇÕES FINAIS

Pode-se considerar que a terapia fotodinâmica antimicrobiana apresenta potencial como estratégia coadjuvante ao tratamento endodôntico convencional, principalmente por favorecer a redução da carga microbiana intracanal e atuar sobre microrganismos persistentes, como Enterococcus faecalis. A associação entre fotossensibilizadores, especialmente o azul de metileno, e fontes luminosas de baixa potência tem sido descrita como alternativa promissora para complementar o preparo químico-mecânico. Entretanto, a heterogeneidade dos protocolos, incluindo variações no tipo de fotossensibilizador, concentração, tempo de pré-irradiação, comprimento de onda, energia e tempo de exposição, ainda limita a padronização clínica. Dessa forma, são necessários estudos clínicos randomizados e bem delineados para confirmar sua efetividade e definir protocolos seguros, reprodutíveis e aplicáveis à prática endodôntica.

REFERÊNCIAS

1. ABRAHAM S, et al. Endodontic Irrigants: A Comprehensive Review. Journal of Pharmaceutical Sciences and Research, 2015; 7(1): 5-9.
2. AHRARI F, et al. Laser applications in regenerative endodontics: a review. Journal of Lasers in Medical Sciences, 2024; 15: e1.
3. AMARAL RR, et al. Terapia fotodinâmica na endodontia: revisão de literatura. RFO, 2010; 15(2): 207-211.
4. AMARAL RR, et al. Terapia Fotodinâmica Antimicrobiana na Endodontia: revisão de literatura. Pós em Revista do Centro Universitário Newton Paiva, 2015; 11: 39-41.
5. ASNAASHARI M e SAFAVI N. Application of Low Level Lasers in Dentistry (Endodontic). Journal of Lasers in Medical Sciences, 2013; 4(2): 57-66.
6. ATTIGUPPE PR, et al. Comparative Evaluation of Different Modes of Laser Assisted Endodontics in Primary Teeth: An In Vitro Study. Journal of Clinical and Diagnostic Research, 2017; 11(4): 124-127.
7. BEER F, et al. Comparison of two diode lasers on bactericidity in root canals: an in vitro study. Lasers in Medical Science, 2012; 27(2): 361-364.
8. CARVALHO MVRS, et al. Terapia fotodinâmica como coadjuvante ao tratamento endodôntico: revisão de literatura. Revista Uningá, 2022; 59: eUJ3675.
9. ÇETIN E, et al. Dental Lasers and Application Fields in Endodontics. Meandros Medical and Dental Journal, 2017; 18: 1-7.
10. DAS U, et al. Effectiveness of antimicrobial photodynamic therapy in endodontic infection: a systematic review and meta-analysis. BMC Oral Health, 2025; 26: 116.
11. DI MASCIO P, et al. Singlet molecular oxygen: Düsseldorf-São Paulo, the Brazilian connection. Archives of Biochemistry and Biophysics, 2016; 595: 161-175.
12. GARCEZ AS, et al. Effects of antimicrobial photodynamic therapy and surgical endodontic treatment on bacterial load reduction and periapical lesion healing. Photodiagnosis and Photodynamic Therapy, 2015; 12(4): 575-580.
13. GARCEZ AS, et al. Uma nova estratégia para PDT antimicrobiana em Endodontia. Revista da Associação Paulista de Cirurgiões Dentistas, 2016; 70(2): 126-130.
14. GONZALES ACM, et al. Tratamento endodôntico associado à terapia fotodinâmica em dente anterior: relato de caso. Revista Clínica de Odontologia, 2024; 5(2): 99-110.
15. HEGDE MN, et al. Efficiency of a semiconductor diode laser in disinfection of the root canal system in endodontics: an in vitro study. Journal of the International Clinical Dental Research Organization, 2015; 7(1): 35-38.
16. HOSHYARI N, et al. Comparison of antimicrobial effects of 445 and 970 nm diode laser irradiation with photodynamic therapy and triple antibiotic paste on Enterococcus faecalis in the root canal: an in vitro study. Maedica, 2024; 19(1): 57-65.
17. JURIC IB, et al. The antimicrobial effectiveness of photodynamic therapy used as an addition to conventional endodontic retreatment: a clinical study. Photodiagnosis and Photodynamic Therapy, 2014; 11(4): 549-555.
18. LACERDA MFLS, et al. Evaluation of dentin changes in teeth subjected to endodontic treatment and photodynamic therapy. Revista de Odontologia da UNESP, 2016; 45(6): 339-343.
19. LIMA RBW, et al. Terapia fotodinâmica no tratamento endodôntico: uma revisão integrativa. Research, Society and Development, 2021; 10(9): e48610918142.
20. MARKOVIĆ D, et al. Application of high-power diode laser and photodynamic therapy in endodontic treatment: review of the literature. Balkan Journal of Dental Medicine, 2015; 19: 71-74.
21. OLIVEIRA BP, et al. Photodynamic therapy in combating the causative microorganisms from endodontic infections. European Journal of Dentistry, 2014; 8(3): 424-430.
22. OLIVEIRA RF, et al. Terapia fotodinâmica associada a laser no tratamento endodôntico. Archives of Health Investigation, 2021; 10(2): 236-240.
23. PAIVA PCP, et al. Aplicação clínica do laser em Endodontia. RFO, 2007; 12(2): 84-88.
24. PEREIRA KM, et al. Terapia fotodinâmica aPDT como coadjuvante no controle e tratamento de infecções endodônticas. Curso de Odontologia Artigo Revisão, 2023.
25. PIAZZA B, VIVIAN RR. O uso do laser e seus princípios em Endodontia: revisão de literatura. Salusvita, 2017; 36(1): 205-221.
26. PINHEIRO SL, et al. Manual and rotary instrumentation ability to reduce Enterococcus faecalis associated with photodynamic therapy in deciduous molars. Brazilian Dental Journal, 2014; 25(6): 502-507.
27. SCHAEFFER B, et al. Terapia fotodinâmica na Endodontia: revisão de literatura. Journal of Oral Investigations, 2019; 8(1): 86-99.
28. SILVA MD, et al. Terapia fotodinâmica na Endodontia: relato de caso. Revista Científica OARF, 2019; 3(1): 29-35.
29. SURESH N, et al. Photodynamic therapy: an emerging therapeutic modality in dentistry. Bioorganic and Medicinal Chemistry, 2024; 114: 117962.
30. TRINDADE AC, et al. Photodynamic Therapy in Endodontics: a literature review. Photomedicine and Laser Surgery, 2015; 33(3): 175-182.
31. VIANA BAS, et al. Uso da terapia fotodinâmica na redução de microrganismos das infecções endodônticas. Archives of Health Investigation, 2021; 10(3): 474-479.
32. WERLANG AI, et al. Insucesso no tratamento endodôntico: uma revisão de literatura. Revista Tecnológica, 2016; 5(2): 31-47.