



Terapia fotodinâmica antimicrobiana como adjuvante ao tratamento não cirúrgico da periodontite

Antimicrobial photodynamic therapy as an adjunct to non-surgical treatment of periodontitis

Terapia fotodinâmica antimicrobiana como complemento del tratamiento no quirúrgico de la periodontitis

Monalisa Suian Queiroz¹, Luiza dos Anjos Motta¹, Ésio de Oliveira Vieira¹, Alessandra Areas e Souza¹, Telma Regina da Silva Aguiar¹, Patrícia Arriaga Carvalho¹.

RESUMO

Objetivo: Avaliar a eficácia da terapia fotodinâmica antimicrobiana como adjuvante ao tratamento periodontal não cirúrgico em pacientes com periodontite. **Métodos:** Trata-se de uma revisão integrativa da literatura onde foi realizada busca nas bases de dados PubMed, Cochrane e BVS, utilizando-se os descritores: "periodontitis, periodontal treatment, photobiomodulation, low power laser, antimicrobial photodynamic therapy", com o operador booleano AND. Critérios de inclusão: publicações entre 2014 e 2024 apresentando descritores no resumo e título; trabalhos em inglês, português e espanhol; estudos em humanos; estudos clínicos randomizados, de coorte e relatos de casos clínicos. **Resultados:** Foram recuperados 200 estudos. Após remoção das duplicatas, foram analisados títulos, resumos e idioma dos estudos e 40 foram excluídos. Dezoito estudos foram elegíveis, lidos na íntegra e incluídos. **Considerações finais:** A terapia fotodinâmica antimicrobiana possui eficácia quando combinada ao debridamento mecânico, produzindo melhora dos parâmetros clínicos, redução microbiológica das bactérias periodontopatogênicas, além de atuar na modulação inflamatória, cicatrização e reparação tecidual. Porém, são necessários mais estudos clínicos controlados randomizados com maior tempo de acompanhamento para consolidar sua eficiência e viabilidade na prática odontológica.

Palavras-chave: Periodontite, Desbridamento periodontal, Fotobiomodulação, Terapia a laser de baixa potência, Terapia fotodinâmica.

ABSTRACT

Objective: To evaluate the effectiveness of antimicrobial photodynamic therapy as an adjunct to non-surgical periodontal treatment in patients with periodontitis. **Methods:** An integrative literature review was conducted in PubMed, Cochrane and BVS databases, using the descriptors: periodontitis, periodontal treatment, photobiomodulation, low power laser, antimicrobial photodynamic therapy" with the boolean operator AND. Inclusion criteria: publications between 2014 and 2024 showing cited descriptors in the abstract and title; studies in English, Portuguese and Spanish; studies in humans; randomized clinical trials, cohort studies and clinical case report. **Results:** A total of 200 studies were retrieved in the searches. After removing duplicates, the titles, abstracts, and language of the studies were analysed and 40 were excluded. Subsequently, 18

¹ Universidade Federal Fluminense (UFF), Niterói – RJ.

studies were eligible, read in full and were included in this integrative review. **Final considerations:** The antimicrobial photodynamic therapy is effective when combined with mechanical debridement, producing improvement in clinical parameters, microbiological reduction of periodontopathogenic bacteria, in addition to acting on inflammatory modulation, healing and tissue repair. However, more randomized controlled clinical studies with longer follow-up periods are needed to consolidate their efficiency and viability in dental practice.

Keywords: Periodontitis, Periodontal debridement, Photobiomodulation, Low power laser therapy, Photodynamic therapy.

RESUMEN

Objetivo: Evaluar la eficacia de la terapia fotodinámica antimicrobiana como complemento del tratamiento periodontal no quirúrgico en pacientes con periodontitis. **Métodos:** Se trata de una revisión integradora de la literatura donde se realizó una búsqueda en las bases de datos PubMed, Cochrane y BVS, utilizando los descriptores: "periodontitis, tratamiento periodontal, fotobiomodulación, láser de baja nivel, terapia fotodinámica antimicrobiana" con el operador booleano AND. Criterios de inclusión: publicaciones entre 2014 y 2024 con descriptores en el resumen y título; obras en inglés, portugués, español; estudios humanos; ensayos controlados aleatorizados, estudios de cohortes e informes de casos clínicos. **Resultados:** Se recuperaron 200 estudios. Después de eliminar duplicados, se analizaron los títulos, los resúmenes y el idioma de los estudios y se excluyeron 40. Dieciocho estudios fueron elegibles, leídos en su totalidad e incluidos. **Consideraciones finales:** La terapia fotodinámica antimicrobiana es eficaz cuando se combina con el desbridamiento mecánico, produciendo mejoría de los parámetros clínicos, reducción microbiológica de bacterias periodontopatógenas, además de actuar sobre la modulación inflamatoria, la cicatrización y la reparación de tejidos. Sin embargo, se necesitan más ensayos controlados aleatorios con un tiempo de seguimiento más prolongado para consolidar su eficiencia y viabilidad en la práctica odontológica.

Palabras clave: Periodontitis, Desbridamiento periodontal, Fotobiomodulación, Terapia con láser de baja intensidad, Terapia fotodinámica.

INTRODUÇÃO

A periodontite é uma doença inflamatória crônica, associada ao biofilme disbiótico e caracterizada pela perda do aparato de sustentação dos dentes (PAPAPPANOU PN, et al., 2018).

Considerada como um problema de saúde pública, é uma doença de alta prevalência global, estimada entre 20% e 50%, sendo superior em idosos (82%), seguida por adultos (73%) e adolescentes (59%), sendo considerada a sexta doença humana mais comum (FERREIRA R, et al., 2018; KASSEBAUM N et al., 2017).

Durante o processo de formação da periodontite, a composição da microbiota oral sofre uma alteração, transitando de uma predominância de bactérias gram-positivas facultativas para uma prevalência majoritária de microrganismos gram-negativos anaeróbicos, dentre estes destacamos: *Treponema denticola*, *Prevotella intermedia*, *Tannerella forsythia*, *Porphyromonas gingivalis* e *Aggregatibacter actinomycetemcomitans* que frequentemente estão envolvidas no processo patológico da periodontite (MUNTEANU IR, et al., 2022).

As bactérias colonizadoras do biofilme liberam metabólitos e toxinas que induzem às reações inflamatórias dos tecidos periodontais. E a resposta do hospedeiro ao processo infeccioso representa um papel importante na patogênese da doença, pela produção de enzimas e outros mediadores endógenos da inflamação, responsáveis por grande parte da destruição tecidual observada por parâmetros clínicos e histopatológicos (MEYLE J e CHAPPLE I, 2015).

O controle e o tratamento da doença periodontal são de grande importância, não somente na manutenção da saúde oral, mas também em virtude de suas repercussões sistêmicas, pois as infecções periodontais podem estar associadas a várias condições sistêmicas, tais como: doenças cerebrovasculares, cardiovasculares, problemas gestacionais, doenças endócrinas e metabólicas, doenças pulmonares e neurodegenerativas, entre outras. (TONETTI MS, et al., 2017).

O tratamento da doença periodontal tem como objetivo principal a redução do biofilme dental e do cálculo, dessa forma controlando o processo infecto-inflamatório nas patologias periodontais, visando restaurar os tecidos de suporte perdidos e promovendo a cicatrização periodontal (PAPAPANOU PN, et al., 2018).

A terapia conservadora, não cirúrgica, tem se mostrado eficaz no tratamento das doenças periodontais, considerando estudos longitudinais publicados nas últimas cinco décadas. Essa abordagem terapêutica associada à causa consiste basicamente nos passos 1 e 2 das diretrizes propostas pela Academia Americana de Periodontologia (AAP) para o tratamento das periodontites estágios I-III. Nesta fase serão realizados os procedimentos de: raspagem supra/subgengival, alisamento radicular e controle rigoroso do biofilme dental pelo binômio paciente/profissional. A combinação da instrumentação de bolsa/raiz com medidas efetivas de controle de placa supragengival realizada pelo paciente, tem o propósito de alterar a ecologia subgengival pela ruptura do biofilme microbiano, reduzir a quantidade de bactérias e fazer a supressão da inflamação. (SANZ M, et al., 2020).

No entanto, a raspagem e o alisamento radicular (RAR) nem sempre induzem as mudanças ecológicas necessárias para alcançar e manter as melhorias clínicas desejadas em todos os indivíduos a longo prazo, especialmente em casos graves da periodontite, com a presença de bolsas periodontais profundas. Portanto, outras formas de terapias – incluindo diferentes abordagens de desbridamento (por exemplo desinfecção completa da boca em um estágio) ou terapias adjuvantes (por exemplo, antimicrobianos sistêmicos, probióticos, lasers, terapia fotodinâmica antimicrobiana e moduladores da resposta do hospedeiro) – têm sido propostas e testadas (GHOLAMI L, et al., 2023).

A terapia fotodinâmica antimicrobiana (aPDT) vem sendo amplamente estudada no campo da odontologia, com resultados satisfatórios e se apresentando como uma promissora ferramenta terapêutica para a descontaminação de bolsas periodontais, em que um fotossensibilizador, ao ser ativado por uma fonte de luz de baixa intensidade, com comprimento de onda e potência específicos para o corante selecionado, produzirá um tipo de oxigênio reativo denominado oxigênio singleto, com grande capacidade de destruir microrganismos patogênicos (RAJESH S, et al., 2011). Além de antimicrobiana, a aPDT também desempenha funções biomoduladora e anti-inflamatória de grande importância, auxiliando a cicatrização e a regeneração dos tecidos danificados (ABDULLAH LA, et al., 2023).

Com vantagens adicionais de atingir lugares de complicado acesso, muitas vezes inatingíveis, além de não gerar resistência bacteriana, com mínimos efeitos colaterais e sistêmicos e redução do tempo de tratamento, a aPDT surge como uma eficaz e potencial terapia contribuinte no tratamento da periodontite (GHOLAMI L, et al., 2023). Avaliar a eficácia da terapia fotodinâmica antimicrobiana como adjuvante ao tratamento periodontal não cirúrgico, em pacientes com periodontite, por meio de uma revisão de literatura integrativa, foi o objetivo do presente trabalho.

MÉTODOS

O presente estudo é uma revisão integrativa de literatura e para sua realização o objetivo inicial foi responder à pergunta norteadora: “A terapia fotodinâmica antimicrobiana quando utilizada como adjuvante a raspagem e alisamento radicular, produz resultados clínicos e microbiológicos superiores ao tratamento periodontal não cirúrgico convencional, em pacientes com periodontite?”.

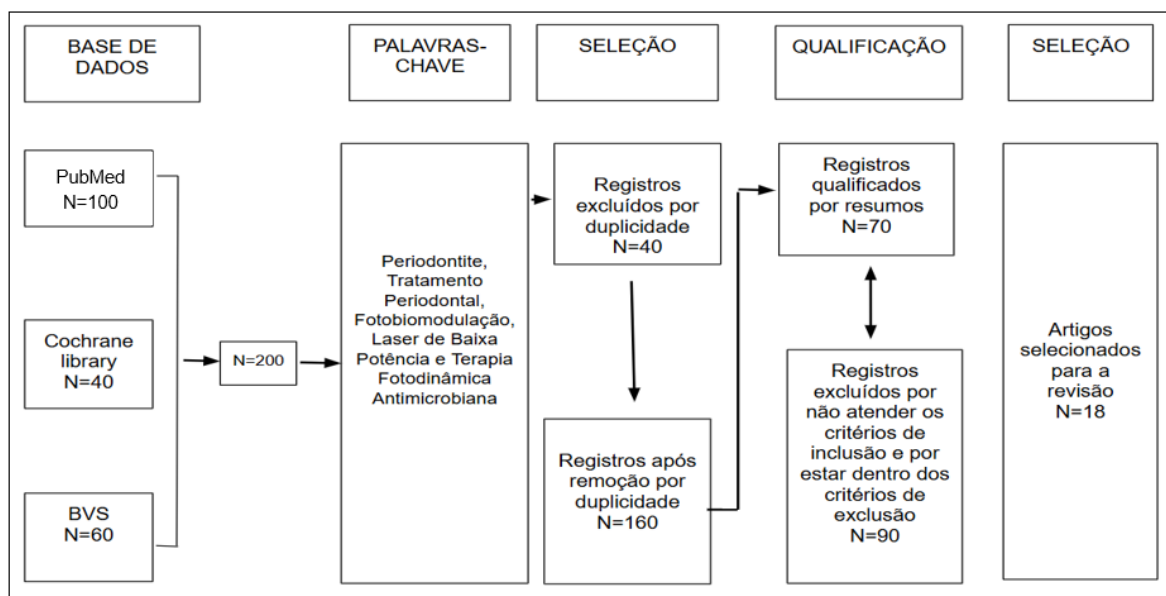
Para a busca foram utilizadas as bases de dados PubMed (<https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/>), Cochrane Library (<https://cochranelibrary.org/>) e BVS (<https://bvsalud.org/>), utilizando as seguintes palavras-chave separadamente e/ou em combinação: “(periodontitis), (treatment periodontal), (photobiomodulation), (low power laser), AND (antimicrobial photodynamic therapy)”. Pesquisaram-se descritores de modo individual e, em seguida, foram feitas diversas buscas com cruzamentos entre eles, utilizando o operador booleano “AND”, sendo selecionados artigos de acordo com os critérios de inclusão e exclusão.

Trabalhos publicados entre 2014 e 2024 que ofereceram, dentro do tema proposto, os descritores citados, no resumo e no título, trabalhos em inglês, português e espanhol, foram considerados nos critérios de inclusão. Estudos em humanos, estudos clínicos randomizados, estudos coorte e relatos de caso clínico foram incluídos. Os critérios de exclusão foram: teses, monografias, capítulos de livro, estudos in vitro, estudos em animais, revisões de literatura e revisões sistemáticas.

RESULTADOS

Após busca nas bases de dados e utilizando-se os critérios de inclusão e exclusão, 18 artigos foram qualificados, como esquematizado no fluxograma da **Figura 1**.

Figura 1- Fluxograma evidenciando as etapas de seleção dos artigos para a revisão integrativa.



Fonte: Queiroz MS, et al., 2025.

Vários estudos foram publicados nos últimos 10 anos sobre o uso da terapia fotodinâmica antimicrobiana como adjuvante ao tratamento periodontal não cirúrgico. Nesta revisão, a atenção especial foi dada a melhoras nos parâmetros clínicos e microbiológicos quando a aPDT foi associada à raspagem e alisamento radicular em comparação com a raspagem isolada. O **Quadro 1** apresenta de maneira resumida os artigos incluídos na amostra final, abrangendo, além do título dos artigos, os autores e ano de publicação, tipo de estudo, objetivos e conclusões, inseridos nos principais resultados, trazendo uma visão atualizada e clínica desses estudos referentes ao tema.

Quadro 1 - Descrição dos artigos incluídos

N	Autor/Ano	Principais resultados
1	AL- ZAHIRANI MS, et al., (2011).	Estudo clínico controlado randomizado, de boca dividida, com o objetivo de comparar a terapia fotodinâmica (TFD) como tratamento adjuvante da periodontite crônica com raspagem e alisamento radicular (Sc/Rp) em fumantes. Em cada paciente, pelo menos um dente foi aleatoriamente designado para-Sc/Rp mais PDT (grupo de teste) e o dente contralateral foi designado apenas para-Sc/Rp (controle). Índice de placa (PI), sangramento à sondagem (BOP), profundidade de sondagem (PD), recessão gengival (RG) e nível de inserção clínica (CAL) foram registrados no início do estudo e 3 meses após o tratamento periodontal. Concluíram que não foram encontradas diferenças estatisticamente significativas entre os dois grupos em nenhum dos parâmetros periodontais no início do estudo ($p>0,05$), mas uma redução estatisticamente significativamente maior em PD ($p=0,028$) e CAL ($p=0,044$) no teste, em comparação com o grupo controle, foi observada no acompanhamento de 3 meses.
2	ARWEILER NB, et al., (2014).	Estudo clínico controlado randomizado, de boca dividida, com o objetivo de avaliar os resultados após a terapia periodontal não cirúrgica e o uso adicional de aPDT ou amoxicilina e metronidazol (AB) em pacientes com periodontite agressiva (PA). Trinta e seis pacientes com PA apresentando pelo menos três locais com profundidade de bolsa (PD) ≥ 6 mm foram tratados com RAR e administração sistêmica de AB por 7 dias ou com dois episódios de aPDT. Os seguintes parâmetros clínicos foram avaliados no início do estudo e aos 6 meses: índice de placa (IP), sangramento à sondagem (BOP), PD, recessão gengival (RG) e nível clínico de inserção (CAL). Concluíram que embora ambos os tratamentos tenham resultado em melhorias clínicas estatisticamente significativas, o AB apresentou redução estatisticamente significativamente maior da DP e menor número de bolsas ≥ 7 mm em comparação ao aPDT.
3	BECHARA ANDERE NMR, et al., (2018).	Estudo clínico controlado randomizado, com o objetivo de avaliar o efeito local da claritromicina associada à terapia fotodinâmica antimicrobiana (aPDT) no tratamento da periodontite agressiva generalizada. 72 bolsas periodontais em dentes unirradiculares, com profundidade de sondagem e nível de inserção clínica ≥ 5 mm foram distribuídas aleatoriamente em quatro grupos ($n = 18$ cada) que receberam desbridamento periodontal ultrassônico além de placebo (grupo UPD), claritromicina sistêmica (grupo UPD + CLM), aPDT (grupo UPD + aPDT) ou claritromicina sistêmica e aPDT (grupo UPD + CLM + aPDT). Concluíram que o desbridamento periodontal ultrassônico apresenta maiores vantagens clínicas quando associado à claritromicina do que quando associado à aPDT na melhora dos parâmetros clínicos periodontais. No entanto, a aplicação conjunta de aPDT e claritromicina não apresentou benefícios adicionais.
4	BETSY J, et al., (2014).	Estudo clínico controlado randomizado, com o objetivo de avaliar o potencial da terapia fotodinâmica antimicrobiana (aPDT) como adjuvante à raspagem e alisamento radicular (RAR) no tratamento da periodontite crônica. 90 pacientes (51 mulheres e 39 homens) com periodontite crônica não tratada foram aleatoriamente designados para receber RAR com aPDT (grupo teste) ou RAR isoladamente (grupo controle). Os seguintes parâmetros clínicos foram avaliados no início do estudo e aos 6 meses: sangramento à sondagem (BOP), profundidade de sondagem (PD) e nível clínico de inserção (CAL) foram registrados por 6 meses após o tratamento. Concluíram que a profundidade da bolsa de sondagem e os níveis de inserção clínica mostraram redução estatisticamente significativa no grupo de teste na avaliação em 3 e 6 meses em comparação ao grupo controle ($p < 0,05$).
5	CARVALHO VF, et al., (2015).	Estudo clínico controlado randomizado, com o objetivo de avaliar eficácia da terapia fotodinâmica (TFD) no tratamento de bolsas residuais de pacientes com periodontite crônica. 34 pacientes com pelo menos quatro bolsas periodontais residuais submetidos a cuidados de manutenção foram incluídos e aleatoriamente designados para grupo teste (PDT, $n = 18$) ou grupo controle (procedimento simulado, $n = 16$). Parâmetros clínicos como profundidade de sondagem da bolsa (PPD), nível de inserção clínica (CAL), sangramento à sondagem (BoP) e índice de placa (PI) foram medidos antes da intervenção e após 3, 6 e 12 meses. Amostras subgengivais foram obtidas no início do estudo e após 7 dias, 3, 6 e 12 meses para quantificar <i>Aggregatibacter actinomycetemcomitans</i> , <i>Porphyromonas gingivalis</i> , <i>Treponema denticola</i> e <i>Tannerella forsythia</i> por reação em cadeia da polimerase (PCR) em tempo real. Concluíram que todas as variáveis clínicas apresentaram melhora significativa durante o estudo, mas não houve diferença significativa entre os grupos teste e controle. As análises microbiológicas não mostraram diferenças entre os grupos em nenhum momento do estudo.
6	CHITSAZI MT, et al., (2015).	Estudo clínico controlado randomizado, de boca dividida, com o objetivo de comparar a terapia fotodinâmica (TFD) como tratamento adjuvante da periodontite agressiva com raspagem e alisamento radicular (Sc/Rp) em pacientes com periodontite crônica. Em cada paciente, pelo menos um dente foi aleatoriamente designado para Sc/Rp mais PDT (grupo de teste) e o dente contralateral foi designado apenas para Sc/Rp (controle). Índice de placa (PI), sangramento à sondagem (BOP), profundidade de sondagem (PD), recessão gengival (RG) e nível de inserção clínica (CAL) foram registrados no início do estudo e 3 meses após o tratamento periodontal. Concluíram que ambos os grupos de tratamento mostraram uma melhora em todos os parâmetros clínicos e uma redução significativa nas contagens de <i>A. actinomycetemcomitans</i> em 90 dias em comparação ao início ($P < 0,05$).

N	Autor/Ano	Principais resultados
7	CORRÊA MG, et al., (2016).	Estudo clínico controlado randomizado, de boca dividida, com o objetivo de avaliar os efeitos microbiológicos e clínicos da terapia fotodinâmica (TFD) no tratamento não cirúrgico de bolsas periodontais residuais. Em cada paciente, pelo menos um dente foi aleatoriamente designado para Sc/Rp mais PDT (grupo de teste) e o dente contralateral foi designado apenas para-Sc/Rp (controle). Índice de placa (PI), sangramento à sondagem (BOP), profundidade de sondagem (PD), recessão gengival (RG) e nível de inserção clínica (CAL) foram registrados no início do estudo e 90 dias após o tratamento periodontal e as concentrações de <i>Porphyromonas gingivalis</i> e <i>Aggregatibacter actinomycetemcomitans</i> foram avaliadas usando uma técnica de PCR em tempo real no início do estudo e 3, 7, 14 e 90 dias. Concluíram que ambos os tratamentos promoveram melhora clínica, com benefícios adicionais para o grupo RAR + TFD na redução da PPD e no ganho do nível de inserção clínica ($P < 0,05$) após 90 dias. Apenas o grupo RAR + TFD apresentou redução estatisticamente significativa nos níveis de <i>A. actinomycetemcomitans</i> no 3º e 7º dias após a terapia ($P < 0,05$).
8	CUNHA P, et al., (2024).	Estudo clínico controlado randomizado com o objetivo de avaliar o efeito adjuvante da aPDT no tratamento periodontal de pacientes com diabetes tipo 1 (DT1). 38 pacientes foram incluídos no estudo e divididos em quatro grupos: DSRP - pacientes com DM1 tratados com SRP; CSRP - pacientes normoglicêmicos tratados com SRP; DPDT - pacientes com DM1 tratados com SRP + aPDT (laser azul e vermelho de metileno); CPDT - pacientes normoglicêmicos tratados com SRP + aPDT. Os parâmetros clínicos periodontais e as citocinas inflamatórias no fluido crevicular foram registrados no início do estudo e após 1, 3 e 6 meses. Concluíram que aPDT adjuvante proporcionou benefícios adicionais na melhora dos parâmetros clínicos periodontais e na redução de citocinas inflamatórias em pacientes com DM1 e normoglicêmicos. No entanto, os pacientes normoglicêmicos apresentaram melhora clínica maior em comparação aos pacientes com DM1 após o tratamento com aPDT adjuvante.
9	ESALDEK MF, et al., (2022).	Estudo clínico controlado randomizado com o objetivo de avaliar a eficácia da terapia fotodinâmica (TFD) como adjuvante à raspagem e alisamento radicular (RAR) no tratamento da periodontite crônica em pacientes geriátricos. 60 pacientes geriátricos com periodontite grave (estágio III/grau C) foram divididos aleatoriamente em 2 grupos de tratamento: Grupo A - SRP + PDT (grupo de teste) e Grupo B - SRP isoladamente. A avaliação dos parâmetros clínicos periodontais incluiu escores de placa (PS), sangramento à sondagem (BOP), profundidade de sondagem (PD) e nível clínico de inserção (CAL). A interleucina (IL)-1 β e a IL-6 do fluido crevicular foram avaliadas usando o ensaio de imunoadsorção enzimática (ELISA). Todas as medições foram realizadas no início do estudo, 3 meses e 6 meses, respectivamente. Concluíram que a terapia fotodinâmica (TFD) ajudou a reduzir a carga clínica e pró-inflamatória nas bolsas periodontais doentes em pacientes geriátricos.
10	HOKARI T, et al., (2018).	Estudo piloto com o objetivo de avaliar a eficácia da terapia fotodinâmica antimicrobiana (aPDT) e da pomada de minociclina (MO) em marcadores clínicos e bacteriológicos e na resposta inflamatória local do hospedeiro. Bolsas periodontais com (profundidade de sondagem de 5 a 7 mm com sangramento à sondagem) foram tratadas com aPDT ou MO. Medições de parâmetros clínicos e coleta de fluido gengival crevicular (FCG) e placa subgengival foram realizadas no início do estudo, 1 e 4 semanas após o tratamento. A quantificação de bactérias periodontopatógenas no sulco e um imunoenensaio multiplex com esferas para dez citocinas inflamatórias no FCG foram realizados. Concluíram que a administração local de MO possa ajudar ligeiramente a melhorar os níveis clínicos, microbiológicos e creviculares de citocinas em bolsas periodontais. No entanto a aPDT não demonstrou quaisquer efeitos.
11	KOLBE MF, et al., (2014).	Estudo clínico controlado randomizado, de boca dividida, com o objetivo de avaliar o efeito da terapia fotodinâmica (PDT) como monoterapia durante a terapia periodontal de suporte. Vinte e dois pacientes com periodontite crônica apresentando pelo menos três locais com profundidade de bolsa (PD) $\geq$ 5 mm receberam aleatoriamente os seguintes tratamentos: 1) PDT; 2) fotossensibilizador (OS); ou 3) raspagem e alisamento radicular (SRP). No início do estudo e após 3 e 6 meses, foram realizadas avaliações clínicas, microbiológicas (análises de reação em cadeia da polimerase em tempo real) e padrão de citocinas (imunoenensaio multiplexed bead). Concluíram que todas as terapias promoveram melhorias semelhantes nos parâmetros clínicos ao longo do estudo ($P < 0,05$), exceto para a BOP que não foi reduzida no protocolo OS ($P > 0,05$). Níveis mais baixos de <i>Aggregatibacter actinomycetemcomitans</i> foram observados nos protocolos PDT e SRP em 3 meses quando comparados ao protocolo OS ($P < 0,05$).
12	MUNTEANU, IR, et al., (2022).	Estudo clínico prospectivo, com o objetivo de comparar a redução no número de periodontopatógenos específicos em dois grupos de teste de acordo com diferentes abordagens terapêuticas na doença periodontal. Quarenta e quatro bolsas periodontais médias, designados para grupos de estudo foram tratadas por dois métodos diferentes, SRP e SRP seguido por uma única aplicação de PDT. A eficiência na remoção de espécies bacterianas específicas foi avaliada por teste de PCR, no início do estudo e imediatamente após o tratamento. Concluíram que a aPDT, como tratamento adjuvante à limpeza mecânica conservadora das superfícies radiculares em locais afetados pela periodontite, representa uma ferramenta eficaz na redução de germes periodontopatógenos específicos.

N	Autor/Ano	Principais resultados
13	NIE M, et al., (2024).	Estudo clínico controlado randomizado, de boca dividida, com o objetivo de avaliar a eficácia da terapia fotodinâmica (TFD) como adjuvante à raspagem e alisamento radicular (RAR) em parâmetros clínicos e composição microbiana na placa subgengival de pacientes com periodontite. Dezesete pacientes com periodontite crônica apresentando pelo menos um local com profundidade de bolsa (PD) ≥ 5 mm receberam aleatoriamente os seguintes tratamentos: 1) raspagem e alisamento radicular (SRP) + uma única aplicação de aPDT logo após a SRP; 2) raspagem e alisamento radicular (SRP) + três aplicações de aPDT uma semana após a SRP; ou 3) raspagem e alisamento radicular (SRP), grupo controle. No início do estudo e após 2 e 8 semanas, foram realizadas avaliações clínicas, microbiológicas (análises de sequenciamento do gene 16S rRNA). Concluíram que todas as terapias promoveram melhorias semelhantes nos parâmetros clínicos ao longo do estudo ($P < 0,05$). A aPDT promoveu mudanças na composição microbiana da placa subgengival de pacientes com periodontite em uma direção favorável à saúde periodontal, e a PDT repetida é uma terapia adjuvante promissora para o tratamento periodontal.
14	PULIKKOTIL SJ, et al., (2016).	Estudo clínico controlado randomizado, de boca dividida, com o objetivo de avaliar a eficácia da terapia fotodinâmica (TFD) na redução de <i>Aggregatibacter actinomycetemcomitans</i> (Aa) em pacientes com periodontite. Vinte pacientes com periodontite apresentando pelo menos três locais com profundidade de bolsa (PD) ≥ 5 mm foram tratados com raspagem e alisamento radicular (SRP) + uma única aplicação de aPDT logo após a SRP (grupo teste) e raspagem e alisamento radicular (SRP), grupo controle. Os seguintes parâmetros clínicos foram avaliados no início do estudo 7, 30 e 90 dias após a SRP: índice de placa (IP), sangramento à sondagem (BOP), PD e nível clínico de inserção (CAL). Amostras de placa subgengival para quantificação de Aa por reação em cadeia da polimerase em tempo real foram realizadas no início, 7, 30 e 90 dias. Concluíram que embora ambos os tratamentos tenham resultado em melhorias clínicas estatisticamente significativas, a terapia fotodinâmica (TFD) associada à raspagem e alisamento radicular não leva à redução quantitativa de Aa em pacientes com periodontite.
15	RAJ KR, et al., (2016).	Estudo clínico controlado randomizado, de boca dividida, com o objetivo de avaliar a eficácia da terapia fotodinâmica (TFD) como adjuvante à raspagem e alisamento radicular (RAR) em parâmetros clínicos e composição microbiana na placa subgengival de pacientes com periodontite. Vinte pacientes com periodontite apresentando pelo menos três locais com profundidade de bolsa (PD) ≥ 5 mm foram tratados com raspagem e alisamento radicular (SRP) + uma única aplicação de aPDT logo após a SRP (grupo teste) e raspagem e alisamento radicular (SRP), grupo controle. Os seguintes parâmetros clínicos foram avaliados no início do estudo e 90 dias após a SRP: índice de placa (IP), sangramento à sondagem (BOP), profundidade de sondagem (PD) e nível clínico de inserção (CAL). A avaliação microbiológica de <i>Porphyromonas gingivalis</i> , <i>Tannerella forsythia</i> e <i>Treponema denticola</i> foi feita por reação em cadeia da polimerase (PCR) no início do estudo e 3 meses após a terapia. Concluíram que houve uma redução significativa nos parâmetros PI, BOP, PD, CAL e microbiológicos no grupo de teste, após SRP e PDT, quando comparado com SRP sozinho no grupo de controle.
16	SANTOS NCC, et al., (2016).	Estudo clínico controlado randomizado, de boca dividida, com o objetivo de avaliar a eficácia da terapia fotodinâmica (TFD) como adjuvante à raspagem e alisamento radicular (RAR) no tratamento de pacientes diabéticos Tipo 2 com periodontite crônica. Vinte pacientes com diabetes tipo 2 e periodontite apresentando pelo menos dois locais com profundidade de bolsa (PD) ≥ 5 mm foram tratados com raspagem e alisamento radicular (SRP) + uma única aplicação de aPDT logo após a SRP (grupo teste) e raspagem e alisamento radicular (SRP), grupo controle. Os seguintes parâmetros clínicos foram avaliados no início do estudo e 30, 90 e 180 dias após a SRP: índice de placa (IP), sangramento à sondagem (BOP), profundidade de sondagem (PD) e nível clínico de inserção (CAL). Concluíram que a aplicação adjuvante da TFD a à SRP não apresentou benefícios adicionais para o tratamento da periodontite crônica em pacientes diabéticos tipo 2.
17	THEODORO LM, et al., (2017).	Estudo clínico controlado randomizado, com o objetivo de comparar os efeitos clínicos do Metronidazol (MTZ) combinado com Amoxicilina (AMX) e aplicações repetidas de terapia fotodinâmica antimicrobiana (aPDT) como adjuvante no tratamento da periodontite crônica. Trinta e quatro pacientes foram tratados com raspagem e alisamento radicular (RAR) e separados em 2 grupos: o Grupo MTZ+AMX (n=17), que recebeu RAR e o uso sistêmico de MTZ (400mg 3x por dia durante 7 dias) e AMX (500mg 3x por dia durante 7 dias), e o Grupo aPDT (n=17), que recebeu RAR e três aplicações de aPDT em todos os locais com profundidade de sondagem ≥ 5 mm imediatamente, 48 e 96h após a raspagem e pílulas de placebo ao longo de 7 dias. Exames clínicos foram realizados no início do estudo e 90 dias após a terapia. Os parâmetros clínicos de sangramento à sondagem (BOP), profundidade de sondagem (PD) e nível clínico de inserção (CAL) foram medidos. Concluíram que ambas as terapias adjuvantes propostas associadas ao tratamento mecânico convencional em pacientes com periodontite crônica foram igualmente eficazes em termos de ganho de inserção clínica, controle da inflamação e eliminação de bolsas residuais.
18	GHOLAMI L, et al., (2023).	Esse estudo teve como objetivo revisar e fornecer um mapa geral das evidências disponíveis em diferentes áreas de aplicação clínica da aPDT na odontologia. As bases de dados PubMed (Medline), Web of Science, Scopus e Embase foram pesquisadas até setembro de 2022 para recuperar ensaios clínicos relacionados ao tema. Os autores concluíram que a aPDT devido ao seu efeito antimicrobiano se torna uma terapia adjuvante promissora em diferentes áreas da odontologia.

Fonte: Silva TVP, et al., 2025.

DISCUSSÃO

Esta revisão teve como objetivo avaliar o efeito da terapia fotodinâmica antimicrobiana, como adjuvante no tratamento periodontal não cirúrgico de pacientes com periodontite, em relação ao tratamento convencional, considerado padrão ouro de raspagem e alisamento radicular isolado. Todos os estudos incluídos nesta revisão foram sistemáticos ao definir os critérios de inclusão e exclusão, garantindo que as conclusões finais dos estudos fossem alcançadas.

A literatura nos reporta que a definição de protocolos bem estabelecidos é considerada o fator chave para a obtenção de bons resultados da terapia fotodinâmica antimicrobiana (KARRUPAN PMK, et al., 2014). Os estudos incluídos nesta revisão apresentam uma diversidade de protocolos utilizados durante a aplicação da aPDT no tratamento da periodontite, inviabilizando, assim, o estabelecimento de um protocolo considerado ideal. A falta de detalhes como a discussão de todos os parâmetros utilizados na aplicação da aPDT (tempo de pré-irradiação, potência, dose de energia do laser e tipo de fotossensibilizador) foram observados principalmente nos estudos de Pulikkotil SJ, et al. (2016) e Arweiler NB, et al. (2014).

As classificações diversificadas das periodontites podem gerar lacunas na criação de um protocolo. Apenas os estudos de Elsadek MF, et al. (2022) e Cunha P, et al. (2024), citaram a classificação baseada de acordo com os critérios diagnósticos relatados na nova classificação de doença periodontal proposta no "Workshop Mundial de 2017 sobre a Classificação de Doenças Periodontais e Peri-implantares". Cunha P, et al. (2024) classificou e selecionou pacientes com periodontite nos estágios III e IV/ grau B ou C, enquanto Elsadek MF, et al. (2022) selecionou apenas pacientes com periodontite estágio III /grau C. Os outros estudos incluídos utilizaram a antiga classificação das Doenças Periodontais de 1999, onde selecionaram apenas pacientes com periodontite crônica, pacientes com periodontite agressiva e, somente no estudo de Pulikkotil

SJ, et al. (2016), pacientes com periodontite crônica ou agressiva. Com isso, pode-se observar a necessidade de estudos e discussões do uso da aPDT para diferentes tipos de estágios das doenças periodontais com a finalidade de definir protocolos individualizados para cada tipo de paciente.

Evidências científicas mostram que múltiplas sessões de aplicações da aPDT associadas ao desbridamento mecânico tendem a apresentar resultados clínicos melhores que uma única aplicação no tratamento de pacientes com periodontite (CHAMBRONE L, et al., 2017). Nesta revisão, a frequência de aplicação da aPDT variou entre os estudos, entre 4, 3, e uma única aplicação após a raspagem e alisamento radicular (RAR). A maioria dos estudos realizaram apenas uma sessão da aPDT associada à raspagem e alisamento radicular; enquanto outros estudos, realizaram protocolos com 4 aplicações (BESTY J, et al., 2014) e 3 aplicações (CUNHA P, et al., 2024; NIE M, et al., 2024 e THEODORO LH, et al., 2017). No entanto, o estudo de Theodoro LH, et al. (2017), embora tenha feito 3 sessões da aPDT, variou o seu intervalo em apenas dois dias: baseline, 48h e 96h após a RAR.

Em relação ao fotossensibilizador utilizado e sua concentração, ainda não há uma homogeneidade e consenso na literatura em relação ao tipo de corante ideal, bem como a sua concentração. A maioria dos estudos incluídos utilizaram o azul de metileno como fotossensibilizador na concentração de 0.01%. No entanto, os estudos de Elsadek MF, et al. (2022), Alvarenga LH, et al. (2019) e Santos NCC, et al. (2016) utilizaram a concentração do azul de metileno a 0,005%. Apenas 3 estudos (MUNTEANU IR, et al., 2022; CHITSAZI MT, et al., 2014; RAJ KR, et al., 2016) aplicaram o azul de toluidina, em concentrações diferentes, como o corante de escolha utilizado na aPDT. É importante ressaltar que todos os estudos incluídos corroboram com o fato de que os corantes fenotiazínicos (azul de metileno e o azul de toluidina) apresentam propriedades físico-químicas que proporcionam melhores resultados positivos contra a maioria dos patógenos periodontais.

Um dos objetivos da terapia fotodinâmica antimicrobiana é promover a diminuição ou a morte de bactérias patogênicas. Nesta revisão, apenas 9 estudos avaliaram a eficácia da aPDT na redução microbiana dos periodontopatógenos, porém esses estudos apresentaram resultados conflitantes.

Os estudos de Munteanu IR, et al. (2022), Raj KR, et al. (2016) e Hokari T, et al. (2018) apresentaram resultados semelhantes em relação a uma maior redução bacteriana no número total de periodontopatógenos

no grupo que usou como tratamento a aPDT em combinação com a RAR, quando comparado ao grupo que usou apenas RAR. No entanto, os estudos de Chitsazi MT, et al. (2014) e Carvalho VF, et al. (2015) concluíram que não houve diferença estatística no perfil microbiológico e na contagem total de bactérias periodontais em ambos os tratamentos (RAR + aPDT versus RAR isolada).

Em relação às análises microbiológicas de bactérias periodontais específicas como *Porphyromonas Gingivalis* (Pg) e *Aggregatibacter actinomycetemcomitans* (Aa), apenas 3 estudos focaram em analisar se houve redução significativa na carga microbiana destas bactérias no fluido gengival (CORRÊA MG, et al., 2016, KOLBE MF, et al., 2014 e PULIKKOTIL SJ, et al., 2016). O estudo de Corrêa MG, et al. (2016) concluiu que após 1 semana e 3 meses de tratamento, apenas no grupo teste houve uma diminuição significativa nos níveis de Aa, porém sem diferença entre os grupos nos níveis de Pg. Esses resultados são corroborados pelo estudo de Pulikkotil SJ, et al. (2016). Entretanto o estudo de Kolbe MF, et al. (2014) mostrou que houve reduções significativas tanto nos níveis de Aa quanto de Pg, embora esta esteja em menor proporção, quando a aPDT foi associada a RAR em 3 e 6 meses em comparação com o baseline.

O sucesso do tratamento periodontal é determinado através da verificação na melhora dos indicadores clínicos periodontais, como redução da PD, BOP, IP, IG e ganho de inserção clínica. Nesta revisão, podemos verificar que existem controvérsias na literatura quanto ao benefício adicional da aPDT quando associada a RAR na melhora dos parâmetros clínicos periodontais quando comparada a RAR isolada.

Os estudos de Corrêa MG, et al. (2016), Bechara Andere NMR, et al. (2018) e Raj KR, et al. (2016) mostraram que ambos os tratamentos (RAR +aPDT versus RAR isolada) promoveram melhoras clínicas, porém com uma redução significativa maior para PD e maior ganho de inserção clínica, dos dentes tratados com aPDT + RAR, após 3 e 6 meses do tratamento. Esses achados foram corroborados pelo estudo de Nie M, et al. (2024) que observou uma maior redução de PD em 2 semanas, logo após o uso da aPDT.

O estudo de Besty J, et al. (2014) observou reduções estatisticamente significativas nos índices de placa e gengival nos pacientes tratados com aPDT + RAR em comparação com a RAR isolada, durante um período de acompanhamento de 90 dias. Esses resultados foram confirmados posteriormente pelo estudo de Esaldek MF, et al. (2022).

No entanto, Santos NCC, et al. (2016), Carvalho VF, et al. (2015) e Chitsazi MT, et al. (2014) observaram uma melhora nos parâmetros PD, BOP e CAL em ambos os tratamentos sem diferenças estatísticas significativas intergrupos.

A periodontite é considerada a sexta complicação de pacientes portadores de diabetes mellitus. Pacientes com diabetes tipo 1 têm mais do que o dobro de probabilidade de serem afetados pela periodontite em comparação com pacientes normoglicêmicos. Esses pacientes podem apresentar maior perda dentária devido ao início do diabetes e da periodontite em pacientes jovens em comparação com pacientes com diabetes tipo 2 (DICEMBRINI I, et al., 2020).

Com relação a eficácia da aPDT como coadjuvante no tratamento periodontal em pacientes com diabetes mellitus ainda não há evidências bem consolidadas na literatura. Apenas 2 estudos incluídos direcionaram sua pesquisa a pacientes portadores de Diabetes Mellitus, o de Cunha P, et al. (2024) que selecionou pacientes com diabetes tipo 1 e o de Santos NCC, et al. (2016) com diabetes tipo 2. O estudo de Cunha P, et al. (2024) concluiu que a aPDT adjuvante a RAR proporcionou benefícios adicionais na melhora dos parâmetros clínicos periodontais e na redução de citocinas inflamatórias em pacientes com DM1 e normoglicêmicos. No entanto, os pacientes normoglicêmicos apresentaram maiores melhoras clínicas em comparação aos pacientes com DM1 após o tratamento com aPDT. Já o estudo de Santos NCC, et al. (2016) mostrou que a aPDT associada a RAR não mostrou nenhuma vantagem em relação a RAR isolada no tratamento periodontal de pacientes com diabetes tipo 2. Nesse contexto, torna-se necessária a realização de mais estudos avaliando a eficácia da aPDT em pacientes com periodontite e diabetes mellitus, visto que ainda são poucos na literatura existente.

O efeito da aPDT na modulação de marcadores inflamatórios da periodontite também foram investigados por Cunha P, et al. (2024), Kolbe MF, et al. (2014), Esaldek MF, et al. (2022), Hokari T, et al. (2018). Os

autores observaram que os pacientes tratados com RAR + aPDT exibiram níveis aumentados de interleucina anti-inflamatória IL-4 e redução de interleucinas pró-inflamatórias IL-1 β e IL-6 ao longo do estudo. Esses estudos comprovaram a ação e eficiência imunomoduladoras da aPDT colaborando para facilitar a resolução da inflamação nos tecidos com doença periodontal. Esses resultados foram corroborados pelo estudo de Karuppan PMK, et al. (2024).

Existem poucos relatos na literatura sobre comparações clínicas do uso de múltiplas sessões de aPDT com o uso de antibioticoterapia sistêmica no tratamento da doença periodontal (HOKARI T, et al., 2018). Apenas 3 estudos nessa revisão avaliaram os efeitos da terapia periodontal convencional em combinação com antibióticos sistêmicos ou aplicações da aPDT em pacientes com periodontites (ARWEILER NB, et al; 2014, HOKARI T, et al., 2018 e THEODORO LH, et al., 2017). Theodoro LH, et al. (2017) realizaram uma comparação entre as duas terapias: RAR + aPDT versus RAR + antibioticoterapia (Metronidazol 400 mg e Amoxicilina 500mg de 8/8h por 7 dias) e demonstraram que houve melhora significativa no CAL somente em bolsas intermediárias ≥ 5 mm e ≤ 7 mm, no grupo aPDT comparado ao grupo MTZ+AMX entre o baseline e 90 dias após o tratamento. No entanto, Arweiler NB, et al. (2014) concluíram que o grupo que usou RAR + ATB (375mg de Amoxicilina e 250mg de Metronidazol de 8/8h por 7 dias) apresentou uma redução estatisticamente significativamente maior na profundidade de bolsas e no número de bolsas ≥ 7 mm em comparação ao grupo que usou RAR +aPDT, porém ambos os grupos resultaram em melhorias clínicas em relação à baseline. Esses resultados foram corroborados pelo estudo de Hokari T, et al. (2018).

Uma limitação desta revisão foi em relação ao tempo de acompanhamento dos estudos incluídos, após as aplicações da aPDT. Apenas o estudo de Carvalho VF, et al. (2015) apresentou um tempo de acompanhamento de 12 meses, comprovando assim os benefícios adicionais da aPDT no tratamento da doença periodontal a longo prazo. Porém, a maioria dos estudos avaliaram os resultados da aPDT em menor tempo de acompanhamento, em média entre 3 e 6 meses, e concluíram que a melhora nos parâmetros clínicos periodontais obtidos com a aPDT três meses após o término do tratamento são factíveis de serem mantidas por períodos mais longos, desde que sob apropriado controle de biofilme. No entanto, o estudo de Alvarenga LH, et al. (2019) avaliou apenas imediatamente após a irradiação, período este relativamente curto para garantir a eficácia da aPDT. Sendo assim, são necessários estudos com tempo maior de acompanhamento para confirmar a longo prazo todo o potencial da aPDT como adjuvante ao tratamento periodontal não cirúrgico em pacientes com periodontite.

Desta forma, os benefícios trazidos pela aPDT no tratamento dos pacientes com periodontite ficam evidentes no presente trabalho. A melhora observada nos parâmetros periodontais juntamente com o baixo custo e simplicidade de execução da técnica tornam esta terapia de grande valia para o clínico na sua prática diária, principalmente em sítios difíceis de serem tratados como bolsas residuais, regiões de furca e áreas de defeitos ósseos.

CONSIDERAÇÕES FINAIS

Com base nos trabalhos analisados nesta revisão, pode-se concluir que a terapia fotodinâmica antimicrobiana como adjunta ao tratamento periodontal não cirúrgico é eficaz em promover a melhora nos parâmetros clínicos periodontais, como redução do sangramento à sondagem e bolsas periodontais residuais, além de promover um ganho de inserção clínica. O efeito biomodulador da aPDT promove uma redução de interleucinas pró-inflamatórias (IL-6 e IL-8) e uma aumento de interleucinas anti-inflamatórias (IL-4 e IL-10). Contudo, ainda se fazem necessários mais estudos clínicos longitudinais, com metodologias e protocolos mais unificados através da determinação do tipo de fotossensibilizador, potência, tempo de pré-irradiação, para se comprovar a longo prazo os benefícios clínicos da terapia fotodinâmica antimicrobiana no tratamento de pacientes com periodontite.

REFERÊNCIAS

1. ABDULLAH LA, et al. Effectiveness of Diode (810 nm) Laser in Periodontal Parameters and Reduction of Subgingival Bacterial Load in Periodontitis Patients. J Contemp Dent Pract, 2023; 24 (12):1008-1015.

2. ALASQAH MN, et al. Efficacy of methylene blue-mediated antimicrobial photodynamic therapy on clinical and radiographic outcomes among patients with periodontal diseases: A systematic review and meta-analysis of randomized controlled trials. *Photodiagn Photodyn Ther*, 2024; 46: 1572-1582.
3. ALVARENGA LH, et al. Parameters for antimicrobial photodynamic therapy on periodontal pocket- Randomized clinical trial. *Photodiagn Photodyn Ther*, 2019; 27: 132-6.
4. AL-ZAHRANI M, et al. Photodynamic therapy as an adjunctive to scaling and root planing in treatment of chronic periodontitis in smokers. *Saudi Med J*, 2011;32:1183-1188.
5. ARWEILER NB, et al. Six-month results following treatment of aggressive periodontitis with antimicrobial photodynamic therapy or amoxicillin and metronidazole. *Clin Oral Investig*, 2014;18(9):2129-2135.
6. BECHARA ANDERE NMR, et al. Evaluation of the local effect of nonsurgical periodontal treatment with and without systemic antibiotic and photodynamic therapy in generalized aggressive periodontitis. A randomized clinical trial. *Clin Oral Investig*, 2018; 24: 115-120.
7. BESTY J, et al. Efficacy of antimicrobial photodynamic therapy in the management of chronic periodontitis: a randomized controlled clinical trial. *J. Clin. Periodontol*, 2014;41(6): 573-581.
8. BRANCO FCSC, ESTEVES SRR. Terapia fotodinâmica com laserterapia no tratamento da periodontite crônica. *Res Soc*, 2022 11(15): e583111537897.
9. CARVALHO VF, et al. Antimicrobial photodynamic effect to treat residual pockets in periodontal patients: a randomized controlled clinical trial. *J Clin Periodontol*, 2015; 42(5): 440-447.
10. CATÃO MHCV, et al. Avaliação in vitro do efeito antibacteriano da terapia fotodinâmica com azul de metileno. *Pesqui Bras Odontopediatria Clín Integr*, 2020; 20: e4980, 2020.
11. CHITSAZI MT, et al. Clinical and Microbiological Effects of Photodynamic Therapy Associated with Non-surgical Treatment in Aggressive Periodontitis. *J Dent Res Dent Clin Dent Prospects*, 2014; 8(3): 153-159.
12. CORRÊA MG, et al. Short-term microbiological effects of photodynamic therapy in non-surgical periodontal treatment of residual pockets: A split-mouth RCT. *Lasers Surg Med*, 2016;48(10): 944-950.
13. CUNHA P, et al. Adjuvant antimicrobial photodynamic therapy cytokines in patients with type 1 diabetes mellitus. *J Appl Oral Sci*, 2024; 32: e20240258.
14. DICEMBRINI I, et al. Type 1 diabetes and periodontitis: prevalence and periodontal destruction-a systematic review. *Acta Diabetol*. 2020 Dec;57(12):1405-1412.
15. ELSADEK MF, FARAHAT MF. Effectiveness of photodynamic therapy as an adjunct to periodontal scaling for treating periodontitis in geriatric patients. *Eur Rev Med Pharmacol Sci*, 2022 26(6):1832-1838.
16. FERREIRA R, et al. Comparison of the effect of root surface modification with citric acid, EDTA, and aPDT on adhesion and proliferation of human gingival fibroblasts and osteoblasts: an in vitro study. *Lasers Med*, 2018; 3 (33): 533-538.
17. GBD 2017 DISEASE AND INJURY INCIDENCE AND PREVALENCE COLLABORATORS. Global, regional, and national incidence, prevalence, and years lived with disability for 354 diseases and injuries for 195 countries and territories, 1990-2017: a systematic analysis for the Global Burden of Disease Study 2017. *Lancet*, 2018; 392: 1789-1858.
18. GHOLAMI L, et al. Clinical applications of antimicrobial photodynamic therapy in dentistry. *Frontiers in microbiology*. *Front Microbiol*, 2023; 13: 1020995.
19. GOMEZ HERNANDEZ C, et al. Aplicación complementaria de terapia fotodinámica y de la radiación láser de Er:YAG al tratamiento no quirúrgico de la periodontitis crónica: estudio comparativo de sus efectos clínicos, antiinflamatorios y antimicrobianos. *Av Odontoestomatol*, 2011; 27(3):147-160.
20. GORDILLO CAIZALUISA DC, et al. Efecto antimicrobiano de la terapia fotodinámica versus la terapia láser sobre la *Porphyromona gingivalis*: Estudio in vitro. *Odontología*, [S. l.], v. 20, n. 1, p. 20-32, 2018.
21. HOKARI T, et al. Effects of Antimicrobial Photodynamic Therapy and Local Administration of Minocycline on Clinical, Microbiological, and Inflammatory Markers of Periodontal Pockets: A Pilot Study. *Int J Dent*, 2018; e1748584.
22. KARUPPAN PMK, et al. Evaluating the potency of laser-activated antimicrobial photodynamic therapy utilizing methylene blue as a treatment approach for chronic. *Front Oral Health*, 2024;5: 1407201.

23. KOLBE MF, et al. Photodynamic Therapy During Supportive Periodontal Care: Clinical, Microbiologic, Immunoinflammatory, and Patient-Centered Performance in a Split-Mouth Randomized Clinical. *J. Periodontol Res*, 2014; 85(8): e277-e286.
24. MEYLE J, CHAPPLE I. Molecular aspects of the pathogenesis of periodontitis. *Periodontol* 2000, 2015; 69(1): 7-17.
25. MUNTEANU IR, et al. The Efficiency of Photodynamic Therapy in the Bacterial Decontamination of Periodontal Pockets and Its Impact on the Patient. *Diagnostics*, 2022; 12: 3026.
26. NIE M, et al. Efficacy of photodynamic therapy as an adjunct to scaling and root planing on clinical parameters and microbial composition in subgingival plaque of periodontitis patients: A split-mouth randomized clinical trial. *J. Periodontol.*, 2022; 95(6): 535-549.
27. PAPAPANOU PN, et al. Periodontitis: Consensus report of workgroup 2 of the 2017 World Workshop on the Classification of Periodontal and Peri-Implant Diseases and Conditions. *J Periodontol*, 2018; 89(1): S173-S182.
28. PULIKKOTIL SJ, et al. Effect of photodynamic therapy adjunct to scaling and root planing in periodontitis patients: a randomized clinical trial. *Aust Dent J*, 2016; 61(4): 440-445.
29. RAJ KR, et al. Evaluation of efficacy of photodynamic therapy as an adjunct to nonsurgical periodontal therapy in treatment of chronic periodontitis patients: A clinico-microbiological study. *Indian J Dent Res*, 2016; 27(5): 483-487.
30. RAJESH S, et al. Antimicrobial photodynamic therapy: An overview. *J Indian Soc Periodontol*, 2011;15(4): 323-327.
31. SAHA A, et al. Comparative Evaluation of Conventional Therapy with and Without Use of Diode Laser (DL) in the Treatment of Chronic Generalized Periodontitis: A Clinico-Microbiological Study. *Cureus*, 2023; 15(3): e35720.
32. SANTOS, NCC, et al. Local adjunct effect of antimicrobial photodynamic therapy for the treatment of chronic periodontitis in type 2 diabetics: split-mouth double-blind randomized controlled clinical trial. *Lasers Med Sci*, 2016;31(8):1633-1640.
33. SANZ M, et al. Treatment of stage I-III periodontitis—The EFP S3 level clinical practice guideline. *J. Clin. Periodontol*, 2020; 47(22): 4-60.
34. THEODORO LH, et al. Comparison of repeated applications of aPDT with amoxicillin and metronidazole in the treatment of chronic periodontitis: A short-term study. *J. Photochem. Photobiol. B*, 2017; 174: 364-369.
35. TONETTI MS, et al. Impact of the global burden of periodontal diseases on health, nutrition and wellbeing of mankind: A call for global action. *J. Clin. Periodontol*, 2017; 44(5):456-462.
36. VILLAFUERTE KRV, et al. Benefits of antimicrobial photodynamic therapy as an adjunct to non-surgical periodontal treatment in smokers with periodontitis: a systematic review and meta-analysis. *Medicina (Kaunas)*, 2023; 59(4): 684-94.