



UNIVERSIDADE ESTADUAL PAULISTA
"JÚLIO DE MESQUITA FILHO"
Campus de Araçatuba

AGATHA GABRIELLY BARTOLOMEU XAVIER

**Terapia fotodinâmica associada a tratamento
endodôntico de necropulpectomia. Revisão de literatura
e relato de caso**

**Araçatuba – SP
2023**

AGATHA GABRIELLY BARTOLOMEU XAVIER

**Terapia fotodinâmica associada a tratamento endodôntico de
necropulpectomia. Revisão de literatura e relato de caso**

Trabalho de Conclusão de Curso
apresentado à Faculdade de Odontologia
de Araçatuba da Universidade Estadual
Paulista “Júlio de Mesquita Filho” –
UNESP, como parte dos requisitos para
obtenção do título de Cirurgiã-Dentista.

Orientador: Prof. Assoc. Gustavo Sivieri de
Araújo

**Araçatuba – SP
2023**

*Dedico este trabalho aos meus pais, **Luzineide e Nelson**.
Só tenho a agradecer por toda a luta que vocês passaram para que eu me mantivesse nesta
faculdade, os esforços de vocês me trouxeram até aqui.
Vocês são o meu mundo.*

AGRADECIMENTOS

Primeiramente agradeço a **Deus**, por permitir que eu concluísse este curso, agradeço por ter me salvado e me curado da COVID. No decorrer de tantas batalhas eu pude chegar até o fim. Sem sua graça nada disso seria possível.

À **Faculdade de Odontologia do Campus de Araçatuba da Universidade Estadual Paulista “Júlio de Mesquita Filho” - UNESP**, seus funcionários que colaboram para a organização do campus e a cada docente que agregou conhecimento teórico e clínico para que eu chegasse até aqui.

Aos meus pais **Luzineide e Nelson**, que nunca mediram esforços para que eu me mantivesse nesta faculdade. A força e o apoio de vocês foram essenciais para que eu chegasse até o fim. Essa vitória não é só minha, mas sim nossa.

Aos meus tios **Luiz, Rodrigo, Keila e Mayra**, vocês são junto aos meus pais meu alicerce e meu maior bem na vida, gratidão por me apoiarem e sonharem comigo sobre o futuro. Eu tenho muito orgulho de ter pessoas tão maravilhosas como vocês ao meu lado.

À **Larissa Iceri Perez**, por ter sido uma grande amiga e colega. Sua ajuda em incontáveis momentos me guiou e colaborou com a minha formação. Você foi uma grande amiga que levarei para minha vida.

À **Larissa Silva Mafra**, sua amizade foi essencial para mim, você com certeza foi como uma irmã. Agradeço pelos diversos momentos que passamos juntas, seu companheirismo, alegria e cumplicidade foram meu alicerce em diversos momentos dessa trajetória.

Ao meu namorado, **Matheus Pagan**, meu porto seguro e ombro amigo desde o segundo ano. Seu apoio em cada momento que passei foi essencial para me fortalecer.

Aos meus **amigos da pensão 222**, vocês foram a minha família e meu alicerce por todos esses anos.

À **Prof. Dra. Adriana Cristina Zavanelli**, por ter feito os meus olhos brilharem para a Prótese Fixa. Você é um grande exemplo de profissional para mim. Obrigada pelas diversas oportunidades de trabalhar e aprender com você.

Ao meu orientador, **Prof. Assoc. Gustavo Sivieri de Araújo**, gratidão por ter sido um grande professor desde os laboratórios até as clínicas de Endodontia, sua didática me trouxe a confiança de uma Endodontia calma e enriquecedora através de muito aprendizado.

“Depois de algum tempo você aprende a diferença, a sutil diferença, entre dar a mão e acorrentar uma alma. {...} E você aprende que realmente pode suportar... que realmente é forte, e que pode ir muito mais longe depois de pensar que não se pode mais. E que realmente a vida tem valor e que você tem valor diante da vida! Nossas dúvidas são traidoras e nos fazem perder o bem que poderíamos conquistar, se não fosse o medo de tentar.”

William Shakespeare.

XAVIER, A. G. B. **Terapia fotodinâmica associada a tratamento de necropulpectomia. Revisão de literatura e relato de caso.** 2023. Trabalho de Conclusão de Curso (Graduação) – Faculdade de Odontologia, Universidade Estadual Paulista, Araçatuba, 2023.

RESUMO

Um dos objetivos fundamentais do tratamento endodôntico é a eliminação da infecção endodôntica oriunda pela presença dos micro-organismos (MO) no sistema de canais radiculares (SCR). Para que se obtenha sucesso da terapia endodôntica, uma combinação entre o preparo biomecânico e irrigação dos canais tem sido utilizada. Entretanto, devido a complexidade da anatomia dentária diversos MO como *Enterococcus faecalis* podem resistir ao tratamento endodôntico, levando ao insucesso do tratamento, mesmo quando os procedimentos foram adequadamente realizados. Com o advento dos aparelhos de Laser e Led novas estratégias terapêuticas surgiram, entre elas, a Terapia Fotodinâmica (TFD) que consiste na aplicação de um fotossensibilizador que é ativado por meio do Laser ou Led em um comprimento de onda específico para inativar os MO. Diversos fotossensibilizadores tem sido utilizados em estudos *in vivo* e *in vitro* comprovando seu efeito na TFD. Fortes evidências comprovaram os efeitos da TFD em diversas áreas da Odontologia entre elas a Endodontia, através da redução microbiana, potencializando a ação do preparo biomecânico, além de inativar MO resistentes. O objetivo do presente Trabalho de Conclusão de Curso, foi fazer uma revisão da literatura e apresentar um caso clínico de tratamento endodôntico com lesão periapical associado à terapia fotodinâmica.

Palavras-chave: Endodontia. Terapia fotodinâmica. Tratamento de canal radicular.

XAVIER, A. G. B. **Photodynamic therapy associated with necropulpectomy treatment. Literature review and case report.** 2023. Trabalho de Conclusão de Curso (Graduação) – Faculdade de Odontologia, Universidade Estadual Paulista, Araçatuba, 2023.

ABSTRACT

One of the fundamental objectives of endodontic treatment is the elimination of endodontic infection caused by the presence of microorganisms (MO) in the root canal system. For endodontic therapy to be successful, a combination of biomechanical preparation and root canal irrigation has been used. However, due to the complexity of the dental anatomy, several OM such as *Enterococcus faecalis* can resist endodontic treatment, leading to treatment failure, even when the procedures have been carried out. With the advent of Laser and LED devices, new therapeutic strategies have emerged, among them, Photodynamic Therapy (PDT), which consists of applying a photosensitizer that is activated by means of Laser or LED at a specific wavelength to inactivate OM. Several photosensitizers have been used in in vivo and in vitro studies proving their effect on PDT. Strong evidence has proven the effects of PDT in several areas of Dentistry, including Endodontics, through microbial reduction, enhancing the action of biomechanical preparation, in addition to inactivating resistant OM. The objective of this Course Completion Work was to review the literature and present a clinical case of endodontic treatment with periapical lesion associated with photodynamic therapy.

Keywords: Endodontics. Photodynamic therapy. Root canal therapy

LISTA DE FIGURAS

Figura 1 - Mecanismo de ação da terapia fotodinâmica.....	15
Figura 2 - Espectros de absorção do AM e AT.....	16
Figura 3 - Radiografia periapical inicial.....	22
Figura 4 - Preparo do dente 22 com a lima Reciproc.....	23
Figura 5 - Drenagem da lesão.	24
Figura 6 - Inserção do fotossensibilizador AM.....	25
Figura 7 - Irradiação através do laser.....	25
Figura 8 - Condensação lateral do canal radicular.....	26
Figura 9 - Radiografia periapical final.....	26
Figura 10 - Contato oclusal após ajuste.	28
Figura 11 - Radiografias inicial, final e prognóstico após 6 meses.....	29

LISTA DE ABREVIATURAS

AM	Azul de metileno
AT	Azul de toluidina
CAD	Comprimento aparente do dente
CPT	Comprimento provisório de trabalho
CRD	Comprimento real do dente
EMP	Matriz extracelular de polímeros.
ERO	Espécies reativas de oxigênio
FS	Fotossensibilizador
LED	<i>Light Emitting Diode</i> - Diodo emissor de luz
LTA	Ácido lipoteicóico
LPS	Lipopolissacarídeo
MO	Micro-organismo
MRSA	<i>Staphylococcus aureus</i> resistente à meticilina
PDT	<i>Photodynamic Therapy</i>
SCR	Sistema de canais radiculares
TFD	Terapia Fotodinâmica
UFC	Unidade Formadora de colônia

SUMÁRIO

1. INTRODUÇÃO.....	11
2. PROPOSIÇÃO.....	13
3. REVISÃO DE LITERATURA.....	14
3.1 Histórico.....	14
3.2 Mecanismo de ação.....	14
3.3 Fontes de luz.....	14
3.4 Fotossensibilizador.....	16
3.5 Período de pré-irradiação.....	17
3.6 Terapia Fotodinâmica na Odontologia.....	18
3.7 Terapia Fotodinâmica na Endodontia.....	19
3.8 Protocolo da Terapia Fotodinâmica na Endodontia.....	20
4. RELATO DE CASO CLÍNICO.....	22
4.1 Primeira sessão.....	22
4.2 Segunda sessão.....	24
4.3 Terceira sessão.....	24
4.4 Quarta sessão.....	25
4.5 Quinta sessão.....	25
5. DISCUSSÃO.....	27
6. CONCLUSÃO.....	30
7. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....	31

1 INTRODUÇÃO

O tratamento endodôntico tem como principal objetivo a eliminação dos agentes microbianos do sistema de canais radiculares (SCR), sendo este o fator de sucesso para o tratamento.¹ O principal método de desinfecção dos canais é o biomecânico, o método mecânico elimina os micro-organismos (MO) através da instrumentação com limas, sejam elas automáticas ou manuais, e o método químico é realizado através do emprego de soluções irrigadoras. Apesar de gerar alto sucesso, este método ainda apresenta falhas por conta da complexidade anatômica do SCR e da resistência adquirida pelos MO através de suas adaptações.²

Nas infecções endodônticas as bactérias podem atingir regiões de istmos, ramificações apicais e túbulos dentinários, contudo essas regiões não são alcançadas através do preparo mecânico, mas sim com o emprego de soluções químicas. Apesar da complexidade anatômica ser contornada com o emprego das soluções químicas, foi comprovado que o hipoclorito de sódio penetra nos túbulos dentinários cerca de 400µm, e para que toda a infecção fosse eliminada a solução deveria penetrar cerca de 1500µm.^{3,4}

O perfil microbiano das infecções é de natureza polimicrobiana, apresentando em infecções primárias predomínio de bactérias anaeróbias Gram-negativas e em infecções secundárias bactérias Gram-positivas.⁵ A espécie bacteriana Gram-positiva frequentemente associada a casos de retratamento é a *Enterococcus faecalis*, pois se adapta a situações de estresse adquirindo resistência e tolerância, apresenta resistência às medicações intracanais utilizadas e a diversos antibióticos, se adere aos túbulos dentinários e consegue se organizar em forma de biofilme.^{6,7}

Em busca de contornar as falhas e dificuldades que o tratamento apresenta, a endodontia tem evoluído e desenvolvido novas técnicas para otimizar o método biomecânico, uma delas é a Terapia Fotodinâmica (TFD) *Photodynamic Therapy (PDT)*.²⁸

A TFD consiste na aplicação de um fotossensibilizador (FS) que é ativado por meio de uma fonte de luz, e na presença de oxigênio, resulta na formação de espécies reativas de oxigênio (ERO) ou de oxigênio singlete que levará a toxicidade

seletiva, agredindo os MO.

As fontes de luz mais utilizadas como meio de ativação do FS atualmente são os Lasers e/ou Leds. Os lasers podem ser de alta e baixa potência. Os lasers de alta potência atuam através do aumento de temperatura, e os de baixa potência atuam tanto na biomodulação e bioestimulação, quanto na descontaminação e não produzem efeito térmico.¹¹

Os FSs podem ser de diferentes grupos, sendo que cada FS exige um comprimento de onda específico para sua ativação. Neste trabalho utilizamos o Azul de metileno (AM) como FS, que atua na faixa de absorção de comprimento de onda de 660nm, e espectro na faixa de densidade de vermelho que foi ativado pelo Laser de baixa potência.^{13,20}

O tratamento endodôntico biomecânico associado ao emprego de soluções irrigadoras, medicação intracanal e em alguns casos que tem sinais e sintomas clínicos de forma sistêmicos a antibioticoterapia, apresenta barreiras como a complexidade anatômica e resistência de algumas bactérias ao tratamento. A TFD surge como um grande coadjuvante ao tratamento, pois não leva a resistência bacteriana, consegue penetrar no SCR, além de diversas outras vantagens como o baixo custo e fácil aplicabilidade.²⁰

2 PROPOSIÇÃO

A proposta do presente trabalho foi realizar uma revisão de literatura e apresentar um caso clínico em que foi empregado a terapia fotodinâmica de forma coadjuvante ao tratamento endodôntico.

3 REVISÃO DE LITERATURA

3.1) Histórico

Em 1900 Oscar Raab descobriu a TFD a partir de um estudo com protozoários, ele incidiu nos protozoários um corante de acridina e percebeu que no escuro não havia nenhum efeito, porém, na presença de luz interagindo com o corante se observou a morte dos protozoários. Em 1960 Lipson e Schwartz aplicaram corantes em ratos com tumores, e descobriram que com a incidência da luz havia regressão da doença. A partir dos resultados eles utilizaram hematoporfirina D e radiação seletiva do tumor em uma paciente com câncer de mama e obtiveram sucesso, marcando o início da TFD no tratamento do câncer. ⁸

3.2) Mecanismo de ação

O mecanismo da TFD abrange três componentes: FS, luz e oxigênio. O FS é aplicado na presença de uma fonte de luz, sofrendo uma transição de um estado de baixa energia para um estado excitado, posteriormente o FS pode decair para seu estado fundamental ou sofrer uma mudança para um estado tripleto de energia. ⁹

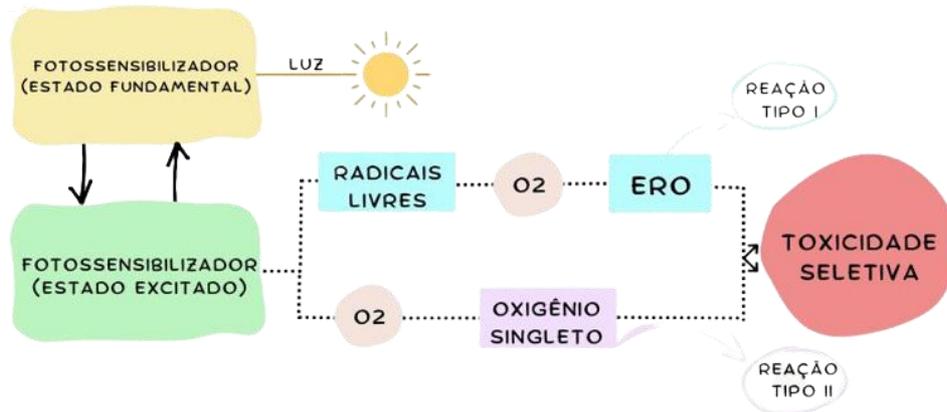
No estado tripleto, o FS pode reagir com biomoléculas através de dois tipos de reação. Na reação tipo I o FS reage com o substrato, produzindo radicais livres que interagem com o oxigênio, gerando as ERO como peróxido de hidrogênio, radicais hidroxila e superóxido, essas espécies são altamente danosas a membrana celular levando a danos irreversíveis. Na reação tipo II o FS reage diretamente com o oxigênio, formando oxigênio singleto, que é altamente reativo induzindo danos oxidativos locais que eliminam vírus, bactérias e fungos ^{9, 10}(Figura 1)

3.3) Fonte de luz

Para ativação do FS a TFD requer uma fonte de luz, sendo possível o uso de três fontes: lâmpadas convencionais, LEDs e lasers. A primeira fonte de luz utilizada foram as lâmpadas convencionais, porém apresentavam dificuldades

relacionadas ao forte componente térmico, ao cálculo do controle de luz emitida e por se tratar de uma luz não coerente não possuía um padrão de estabilidade.⁸

Figura 1 Mecanismo de ação da terapia fotodinâmica



Fonte: Elaborado pela Autora (2023)

Com o desenvolvimento dos lasers, estes passaram a ser a fonte mais utilizada para TFD, pois apresentam uma luz com comprimento de onda conhecido, facilidade de calcular a dose de luz e possibilidade do uso de fibra óptica que consegue distribuir a luz de forma mais satisfatória, melhorando a efetividade da terapia.^{8,10}

Existem dois tipos de lasers, os de alta e baixa potência ou intensidade. Os lasers de alta potência atuam através do aumento de temperatura e possuem um potencial de: corte de estruturas duras como esmalte, dentina e osso, vaporização, coagulação, redução de MO e descontaminação da superfície aumentando a chance de reparação tecidual.¹¹ Alguns exemplos de lasers de alta potência são o laser de diodo, érbio e Nd:YAG.

Os lasers de baixa potência atuam através da biomodulação e bioestimulação, como: a ativação de mastócitos e linfócitos, colaborando com a produção de ATP's nas mitocôndrias e levando assim ao reparo tecidual. Não possuem efeitos térmicos como os lasers de alta potência, e só adquirem a capacidade de inativar MO na presença de um FS e oxigênio. Os efeitos produzidos pelo laser de baixa potência incluem: a cicatrização de feridas, ações analgésicas, anti-inflamatórias, antiedematosas, aumento do metabolismo celular e síntese de colágeno.¹² Alguns exemplos de lasers de baixa potência são o hélio-neon e argônio.

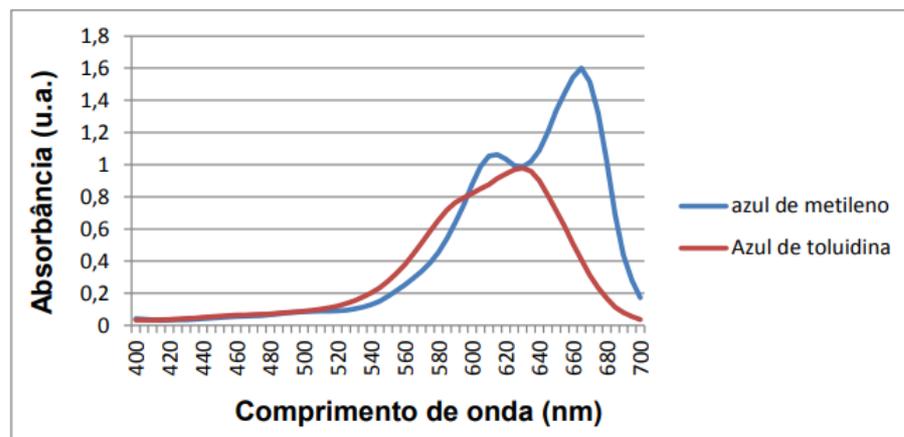
A fonte de luz mais utilizada atualmente são os LEDs, que exigem baixa energia para emissão de luz, baixo componente térmico, além da principal vantagem comparado aos lasers que é o baixo custo.¹³

3.4) Fotossensibilizador

Os fotossensibilizadores são um conjunto de moléculas que irão sofrer uma interação com a luz, sendo ativados em um comprimento de onda específico. Segundo Gondim et al.²⁰ o comprimento de onda deve ter seu espectro na faixa de densidade de vermelho visível e infravermelho. Se o comprimento for menor que sua faixa de absorção levará a baixa penetração nas células, e se for maior os fótons poderão apresentar carga energética baixa. Atenua-se que os FSs mais utilizados na Endodontia são o AM e o Azul de toluidina (AT).

Rosa³⁴ comparou os espectros de absorção dos FSs AM e AT em solução salina 0,9%, na concentração de 5×10^{-5} mol/L, a varredura partiu de 400nm a 700nm. O AT apresentou um pico de absorção em 630nm enquanto o AM apresentou dois picos em 615nm e 665nm.

Figura 2 Espectros de absorção do AM e AT



Fonte: ROSA. 2011³⁴

Para escolha do FS alguns critérios devem ser respeitados: baixa citotoxicidade, característica fotofísica favorável, fotossensibilidade não prolongada, formulação e reprodução simples, metabolização rápida, seletividade e alta afinidade por células malignas.¹⁴

Os fotossensibilizadores são divididos em grupos: azino-catiônicos, cianinas, combinações de corantes, ftalocianinas, fenotiazínicos, macrocíclicos perilenequinonóides, porfirinas e psoralens.^{15,16} O AM, FS utilizado no caso clínico deste trabalho pertence ao grupo dos fenotiazínicos, apresentando boa absorção de

luz chegando a 660nm, capacidade de produzir ERO, e necessita de fontes de luz na faixa do vermelho.¹³

A atuação do FS está diretamente relacionada com sua carga. Os FSs que possuem carga positiva ou neutra, atuam bem inativando bactérias Gram-positivas, pois as camadas de peptidoglicano e ácido lipoteicóico na membrana externa permitem sua difusão. A atividade dos FSs na membrana externa das bactérias Gram-negativas atua como uma barreira física e funcional entre as células e o meio biológico, sendo sensível de acordo com o coeficiente de permeabilidade transmembrana das proteínas porinas da membrana externa.^{13,16,17}

Usacheva et al.¹⁷ utilizaram o azul de metileno e o azul de toluidina O em várias concentrações e obtiveram como resultado que a eficácia da fotossensibilização é dependente do corante, fluência e intensidade de potência do laser. Quanto maior a concentração do corante, fluência e da intensidade de potência do laser, maior será a destruição dos MO. A espécie bacteriana envolvida também altera a eficiência da fotossensibilização, sendo observado que *Streptococcus Pneumoniae* e *Haemophilus influenzae* foram os organismos mais sensíveis à ação de laser vermelho e corante, e *Staphylococcus Aureus* e *Pseudomonas Aeruginosa* foram os mais resistentes.

Além dos já utilizados novos FSs tem sido investigados, um deles é a curcumina. Ribeiro et al.¹⁸ avaliaram *in vitro* a ação antimicrobiana da TFD com curcumina em biofilme de *Staphylococcus aureus* resistente à meticilina (MRSA), e obtiveram como resultado redução do biofilme da cepa de MRSA. Além disso, quando isolada a curcumina não apresentou citotoxicidade.

Mozayeni et al.¹⁹ compararam a eficácia do AM, AT e curcumina na TFD contra *Enterococcus faecalis* na desinfecção do canal radicular de dentes extraídos. Foi observado menor valor de unidade formadora de colônias (UFC), no grupo que passou pela irrigação com NaOCl 2,5% associado à TFD utilizando o AT como fotossensibilizador, aumentando a eficácia antibacteriana contra o *Enterococcus faecalis*.

3.5) Período de pré-irradiação

O período de pré-irradiação consiste ao tempo da aplicação do FS até a sua ativação pela luz, este período é de extrema importância para o sucesso da TFD,

pois ocorrerá a absorção do FS. Se não for absorvido, o FS ficará distante da célula-alvo formando espécies tóxicas em um local não desejado. Neste período espera-se que o FS se una ao MO ou ultrapasse a membrana celular, e não sofra degradação antes de sua ativação.¹⁶

O tempo de pré-irradiação pode variar de 1 a 5 minutos, variando de acordo com a quantidade de energia irradiada, ao comprimento de ondas e potência.²⁰

3.6) Terapia fotodinâmica na Odontologia

A cavidade oral apresenta uma microbiota diversa e complexa, muitas vezes o tratamento odontológico é dificultado devido ao controle microbiológico. A placa dentária é definida como uma comunidade de MO em uma matriz extracelular de polímeros (EMP), em que sua organização em biofilme acarreta em maior resistência aos antibióticos e a TFD surge como um tratamento alternativo nesse cenário. O oxigênio singlete tem ação direta nas moléculas extracelulares, atingindo os polissacarídeos presentes na EMP, sendo uma grande vantagem desse tratamento perante ao uso de antibióticos.²¹

A TFD tem sido utilizada em diversas áreas da Odontologia apresentando resultados promissores. O trabalho realizado por Andreadis et al.²² observou uma resposta positiva ao tratamento com TFD em casos de leucoplasia, queilite actínica, líquen plano oral, lesões liquenoides e câncer oral.

Na Periodontia Malgikar et al.²³ trataram pacientes com periodontite crônica dividindo-os em dois grupos, o grupo I recebeu apenas o tratamento convencional não-cirúrgico (raspagem e alisamento radicular) e o grupo II recebeu o tratamento convencional e a TFD. O grupo II apresentou redução do índice de sangramento sulcular e da profundidade de sondagem em comparação com o grupo I, sugerindo que uma aplicação de TFD é um benefício aliado ao tratamento convencional.²³ Na Implantodontia a TFD tem sido utilizada como um complemento ao tratamento da peri-implantite, pelo efeito causado sobre os MO após o procedimento cirúrgico.¹⁵

Tisler et al.²⁴ realizaram um estudo em dentes humanos extraídos que foram preparados para facetas, inlays e coroas e contaminados com *Streptococcus mutans*. A descontaminação foi realizada através do protocolo de TFD com AM e laser de diodo em potência mínima. Após a TFD houve redução bacteriana, além de uma

melhor adesão após a cimentação, provando a eficácia da TFD e demonstrando sua aplicação no protocolo de cimentação.

3.6) Terapia fotodinâmica na Endodontia

Um dos fatores de maior insucesso do tratamento endodôntico é a persistência de MO. Em busca de aumentarmos a taxa de sucesso diversos estudos e pesquisas mostraram a efetividade da TFD aliada ao tratamento convencional. Williams et al. ²⁵ avaliou a eficácia da TFD sobre bactérias normalmente envolvidas na endodontia como *Fusobacterium nucleatum*, *Peptostreptococcus micros*, *Prevotella intermedia* e *Streptococcus intermedius* e alcançou como resultado reduções de 10^5 cfu mL⁻¹ destas bactérias no grupo que passou pela TFD.

Garcez et al. ²⁶ realizaram uma pesquisa em 21 pacientes com lesão periapical tratados com tratamento biomecânico e antibioticoterapia, em que os pacientes apresentavam pelo menos uma bactéria resistente aos antibióticos. O FS utilizado foi a clorina de polietilenonimina e laser de diodo. Nos pacientes que passaram apenas pelo tratamento endodôntico houve redução de MO, mas apenas três tiveram redução total das bactérias, já nos pacientes que receberam o tratamento endodôntico aliado à TFD houve eliminação total das bactérias.

Firmino et al. ²⁷ relataram um caso clínico de uma paciente com abscesso alveolar crônico com presença de fístula, que passou pelo tratamento endodôntico associado a duas sessões de TFD com AM e laser de diodo. Após 15 dias a paciente não possuía dor ou desconforto, e após 6 meses não havia presença de área radiolúcida na região periapical, assim como ausência de fístula, neoformação óssea e reestruturação dos tecidos periapicais.

Um estudo de Silva et al. ²⁸ analisou *in vivo* os efeitos da TFD associada ao tratamento biomecânico em dentes com necrose pulpar e lesão periapical, além de avaliarem os níveis de lipopolissacarídeo (LPS) e ácido lipoteicóico (LTA) através de um ensaio clínico. O protocolo fotodinâmico foi realizado com AM como FS, pré-irradiação com laser vermelho e irradiação com laser de diodo arsenieto de gálio alumínio. Como resultados obtiveram uma diminuição de 98,9% das bactérias do grupo de pacientes que passou pela TFD, comparada aos que passaram apenas pelo tratamento endodôntico. Em relação aos níveis de LPS houve redução de 98,9% e já

o LTA houve redução de 62,9% após a TFD.

Alvarenga et al.²⁹ avaliaram os efeitos *in vitro* da TFD contra *Aggregatibacter actinomycetemcomitans* organizados em biofilme. O estudo foi dividido em grupo controle, o grupo em que foi exposto ao AM e passou apenas pelo período de pré-irradiação sem a incidência do laser, o grupo em que houve incidência do laser de diodo sem exposição ao FS, e o grupo TFD que recebeu o FS e laser. O grupo TFD foi analisado em três tempos de exposição de 1 minuto e 15 J/cm², 3 minutos e 45 J/cm², e 5 minutos e 75 J/cm². Os grupos que receberam o FS sozinho e o laser sozinho não inativaram o biofilme. No grupo TFD de 1 e 3 minutos não houve diferenças significativas comparadas ao grupo controle, já no grupo que recebeu 5 minutos de exposição houve uma diferença significativa, perda de estrutura do biofilme e 99,85% de redução bacteriana.

Uma das bactérias muito presentes em casos de retratamento é a *Enterococcus Faecalis*. Asnaashari et al.³⁰ compararam *in vivo* a eficácia da TFD e do hidróxido de cálcio após retratamento endodôntico, em pacientes que apresentavam lesão periapical. A TFD foi realizada com AT exposto 5 minutos como tempo de pré-irradiação, e irradiação com LED Fotosan 630nm. No grupo que não recebeu a TFD o hidróxido de cálcio foi utilizado como medicação intracanal por duas semanas. Após análise de resultados os dois grupos apresentaram eficácia do tratamento, contudo em comparação, os pacientes que receberam a TFD obtiveram maior redução de *Enterococcus Faecalis* nos canais radiculares.

Eslami et al.³¹ evidenciaram através de um estudo *ex vivo*, que a TFD utilizando AT e LED 630nm, foi capaz de gerar uma menor espessura de biofilme de *Candida albicans* e *Enterococcus Faecalis*.

3.7) Protocolo da Terapia fotodinâmica na Endodontia

A TFD na Endodontia ainda não possui um protocolo clínico específico, existindo uma variedade de metodologias. Sua indicação na Endodontia compreende casos de necropulpectomia com ou sem lesão periapical e retratamentos.¹³ Por não apresentar efeitos cumulativos a terapia pode ser aplicada várias vezes em tratamento de sessão única ou múltipla.²⁰

A técnica consiste em, após o tratamento biomecânico realizar a secagem

do conduto com cones de papel absorvente, inserção do FS no SCR, aguardar o período de pré-irradiação de dois a cinco minutos podendo agitar o FS através de uma lima como a Easy clen ou ponta ultrassônica, irradiação do FS através do laser de comprimento de onda específico de três a quatro minutos, irrigação e aspiração, e novamente secagem do conduto. Posteriormente se mantém o tratamento convencional através da medicação intracanal ou obturação.^{13,20,35}

4 RELATO DE CASO CLÍNICO

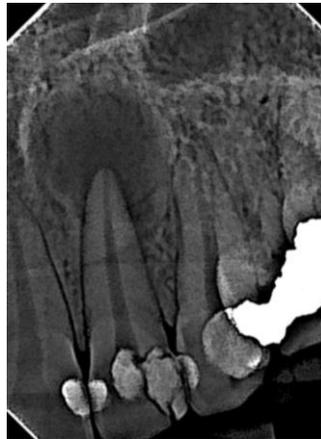
4.1) Primeira sessão

A paciente do gênero feminino, 34 anos de idade, foi atendida da Clínica de Graduação em Endodontia da Faculdade de Odontologia de Araçatuba-SP, para avaliação do elemento dentário 22.

Foi realizada a anamnese em busca de obter o histórico de saúde oral e sistêmico da paciente, sendo que, a mesma apresentava um bom estado geral de saúde e passava apenas por tratamento psiquiátrico.

Ao exame clínico a paciente queixava-se de dor espontânea e apresentou teste de sensibilidade ao frio negativo, percussão e palpação positivos. A polpa dentária não estava exposta. Ao avaliar o exame radiográfico se observou a presença de uma imagem radiolúcida circunscrita no ápice dental, e espessamento do ligamento periodontal do elemento dentário 22 (Figura 3).

Figura 3 Radiografia periapical inicial



Fonte: Elaborado pela Autora (2023)

De acordo com os achados clínicos, radiográficos e posterior sucessão do tratamento, foi diagnosticado abscesso periapical crônico, com necrose pulpar. O tratamento de escolha foi o tratamento endodôntico de necropulpectomia associado a terapia fotodinâmica.

Após o exame clínico, devido ao quadro de dor da paciente o tratamento foi iniciado na clínica de graduação. Foi realizada a anestesia de bloqueio do nervo

infraorbital, usando a solução de cloridrato de prilocaína 3%, associada a felipressina 0,03 U.I. O acesso coronário foi efetuado através da ponta diamantada 1012 KG Sorensen, e o acesso a câmara pulpar através da broca Endo Z. Selecionou-se o grampo 00 e se procedeu o isolamento absoluto através do uso do Arco de Ostby dobrável, grampo 00, fio dental, lençol de borracha, perfurador do lençol de borracha, pinça porta grampo, protetor de barreira gengival e fotopolimerizador.

Posterior ao isolamento, houve a irrigação com hipoclorito de sódio 2,5% (NaOCl), e exploração manual do canal radicular com a lima K#30, até o Comprimento Aparente do Dente (CAD) de 23mm, obtido através da radiografia periapical. Após a exploração foi efetuado o preparo do terço cervical e médio através da lima reciprocante R50 Reciproc (VDW, Munique, Alemanha) até o Comprimento Provisório de Trabalho (CPT) de 19mm (CAD-4mm).

Finalizado o preparo dos terços cervical e médio, foi obtido o Comprimento Real do Dente (CRD) de 21,5mm, e o Comprimento Real de Trabalho (CRT) de 20,5mm (CRD – 1mm), por meio da odontometria eletrônica. A partir disso iniciou-se o preparo do terço apical trabalhando com o CRT (Figura 4). Durante todo o tratamento o canal foi irrigado de maneira constante, abundante e precisa, e ao finalizar o terço apical ocorreu a limpeza do forame. Foi realizada a secagem do canal e aplicado EDTA por 3 minutos, agitado em 3 ciclos de 20 segundos através da lima para agitação MKlean. Posteriormente o canal foi irrigado, aspirado, seco e inserido paramonoclorofenol com furacin sobre um cone de papel. Para selar a câmara pulpar da contaminação do meio foi aplicado o material Cimpat como selamento provisório.

Figura 4 Preparo do dente 22 com a lima Reciproc.



Fonte: Elaborado pela Autora (2023)

4.2) Segunda sessão

A medicação de paramonoclorofenol com furacin foi retirada, a lesão drenada (Figura 5), o canal foi abundantemente irrigado e limpo com a solução de Hipoclorito de sódio 2,5%. O canal foi medicado com formocresol e a câmara pulpar selada com Cimpat. O tratamento foi finalizado na clínica de graduação e encaminhado para a clínica de especialização em Endodontia da Faculdade de Odontologia de Araçatuba.

Figura 5 Drenagem da lesão.



Fonte: Elaborado pela Autora (2023)

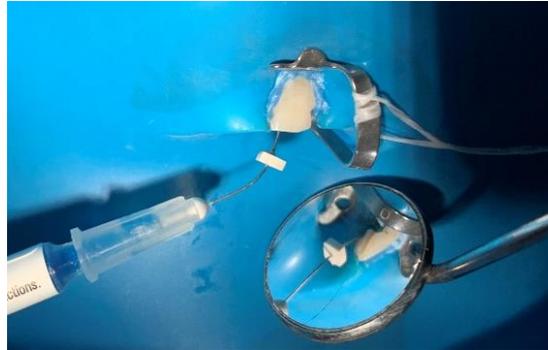
4.3) Terceira sessão

O canal foi novamente instrumentado, através da lima recíprocante R50 Reciproc, seguindo primeiramente o terço cervical e médio até o CPT de 19mm, e posteriormente o terço apical até o CRT em 20,5mm. Após o preparo do terço cervical foi executada a irrigação e aspiração do canal radicular, porém, ainda houve drenagem da lesão periapical, o que impediu a posterior utilização do hidróxido de cálcio nesta mesma sessão. O canal foi seco, introduzido EDTA e agitado em 3 ciclos de 20 segundos através da lima para agitação MKlean.

Após a irrigação final, aspiração, e o canal estar totalmente seco, iniciou-se o protocolo de TFD inserindo o FS AM (Chimiolux 10, DMC) no canal radicular (Figura 6), aguardou-se 3 minutos como período de pré-irradiação, e durante esse período foi realizada a agitação com a lima MKclean, em 3 ciclos de 20 segundos, para que o FS atingisse toda a anatomia radicular. Em seguida, o laser vermelho duo (MMOptics) foi aplicado acoplado a uma fibra óptica por 60 segundos (Figura 7). O canal foi novamente irrigado, aspirado e seco. A medicação intracanal escolhida foi o Tricresol formalina, inserido através de uma bolinha de algodão na câmara pulpar, a mesma foi

selada com Ionômero de vidro (Ionoseal, VOCO).

Figura 6 Inserção do fotossensibilizador AM



Fonte: Elaborado pela Autora (2023)

Figura 7 Irradiação através do laser



Fonte: Elaborado pela Autora (2023)

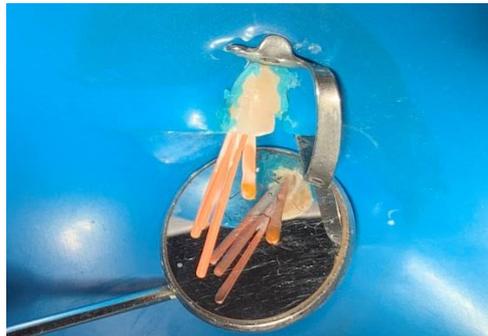
4.4) Quarta sessão

A medicação de Tricresol formalina foi retirada. O canal foi abundantemente irrigado com Hipoclorito de sódio 2,5%, aspirado e seco com cone de papel estéril. A paciente relatou sintomatologia dolorosa ao contato oclusal e à líquidos frios, por conta disso optou-se pela realização de uma nova sessão de PDT. Nesta sessão a paciente descobriu que estava grávida, e passava pelo sétimo mês de gestação, acentua-se que durante o tratamento cuidados como o uso do avental de chumbo e do protetor de tireoide foram tomados. Após a constatação da gravidez o anestésico local de felipressina foi substituído por lidocaína, devido as complicações que pode gerar para a gestante. A medicação intracanal escolhida foi o hidróxido de cálcio e aguardou-se o acompanhamento por mais uma sessão.

4.5) Quinta sessão

A medicação de hidróxido de cálcio foi retirada. O canal radicular se apresentava seco e a paciente não relatava dor, logo, foi executada a obturação nesta sessão. A prova do cone foi efetuada com o cone de guta-percha R50 Reciproc, radiografada, e realizada a marcação aliada à referência para posterior correto posicionamento do cone. O cimento endodôntico MTA fillapex foi dispensado em comprimentos iguais, espatulado e levado ao canal envolto ao cone, de imediato os cones acessórios também foram envoltos no cimento e posicionados (Figura 8). O condensador foi aquecido e os cones foram cortados e condensados na câmara pulpar. A radiografia periapical final foi realizada, em que se observou um bom preenchimento do cimento, porém houve extravasamento na região periapical (Figura 9). A câmara pulpar foi selada com ionômero de vidro de forma provisória.

Figura 8 Condensação lateral do canal radicular.



Fonte: Elaborado pela Autora (2023)

Figura 9 Radiografia periapical final



Fonte: Elaborado pela Autora (2023)

5 DISCUSSÃO

O tratamento endodôntico através do preparo biomecânico, se baseia na completa eliminação dos MO do canal radicular, porém como observado neste trabalho diversas bactérias resistem ao tratamento exigindo novas alternativas para o sucesso do nosso trabalho.

Através da literatura apresentada observamos que a TFD foi eficaz na eliminação de bactérias como *Fusobacterium nucleatum*, *Peptostreptococcus micros*, *Prevotella intermedia*, *Streptococcus intermedius*, *Candida albicans* e *Aggregatibacter actinomycetemcomitans*^{25,31,29} além de eliminar bactérias resistentes como *Enterococcus Faecalis* e *Staphylococcus aureus* resistente à metilina, demonstrando a eficácia desta terapia na redução dos MO.^{30,18}

Além da utilização na Endodontia a TFD possui diversas aplicabilidades na Odontologia. Na Estomatologia exibiu efeitos positivos em casos de leucoplasia, queilite actínica, líquen plano oral, lesões liquenoides e câncer oral²². Na periodontia redução do índice de sangramento sulcular, e da profundidade de sondagem, evidenciando eficácia do tratamento fotodinâmico aliado ao tratamento convencional de raspagem e alisamento radicular.²³ Em Implantodontia tem sido utilizado como complemento no tratamento da peri-implantite.¹⁵ Recentemente provou eficácia na Prótese através da redução bacteriana além de uma melhor adesão após a cimentação.²⁴

Ademais a alta redução dos MO, a TFD apresenta como vantagens a ausência de efeitos colaterais, ser indolor, de fácil e rápida aplicação, acessível, baixo custo, não produzir efeitos sistêmicos, boa tolerância, e não gerar resistência bacteriana, uma vantagem extremamente importante na Endodontia. Esse conjunto de vantagens torna a terapia fotodinâmica um excelente tratamento complementar na Odontologia com vastas aplicabilidades.²⁰

Como limitações os protocolos da TFD ainda não são tão claros, existindo diversidades de protocolos de tempo de irradiação, fontes de luz, escolha do FS, e a ausência de um protocolo específico para cada tratamento.

Uma das adversidades da TFD é o manchamento das estruturas dentais após o protocolo. Figueiredo et al.³² realizaram um estudo *ex vivo* com dentes extraídos divididos em diferentes protocolos de TFD: AM por 5 minutos, AM por 10 minutos, AT por 5 minutos, e AT por 10 minutos. Todos os FSs na concentração de 0,01%. Os dentes foram irradiados com laser de diodo de 660nm e fibra óptica, em potência de 40 mW por 3 min. Através deste estudo obtiveram como resultado manchamento de todos os dentes independente do tempo de irradiação. Além disso o creme Endo-PTC associado a NaOCl 2,5% conseguiu remover todas as manchas causadas pelos FSs. Esta associação se torna uma ótima opção para superar esta adversidade produzida pela TFD.

No caso clínico apresentado foi diagnosticado necrose pulpar e abscesso periapical crônico. O hipoclorito de sódio 2,5% foi utilizado como solução irrigadora por conta das propriedades antimicrobianas e dissolução dos tecidos.⁴

Na obturação do canal radicular houve extravasamento do cimento. O cimento MTA Fillapex utilizado para obturação do canal apresenta alta fluidez, uma característica ótima para escoamento do material nas estruturas dentárias, contudo que aumenta a chance de extravasamento. O extravasamento do cimento MTA Fillapex durante a obturação aumenta a chance de dor pós-operatória, devido a irritação que pode acarretar nos tecidos além de moderada reação inflamatória. O tratamento foi finalizado após 4 sessões e 2 protocolos de TFD.

Dois meses após finalização do tratamento a paciente relatou dor. Na consulta realizamos os testes de percussão vertical e horizontal, e ambos apresentaram resultados positivos. Ao avaliar o dente 22 observamos saúde do tecido periodontal e o canal estava bem tratado, todavia, com a presença do extravasamento de cimento, além disso o dente também apresentava contato oclusal. Após a avaliação se observou que a dor da paciente poderia ter origem tanto do extravasamento de cimento quanto do contato oclusal. Se optou por realizar o ajuste oclusal com auxílio de papel carbono (Figura 10), e se a paciente continuasse com dor iríamos partir para cirurgia endodôntica de apicectomia em busca de eliminar o extravasamento de cimento. Posteriormente a paciente não apresentou dor em seus retornos.

Figura 10 Contato oclusal após ajuste.



Fonte: Elaborado pela Autora (2023)

Avaliando as radiografias inicial, final e o prognóstico após 6 meses (Figura 11) podemos observar neoformação óssea na região do dente 22, indicando o sucesso do tratamento endodôntico aliado a TFD. Obtivemos resultados semelhantes a Firmino et al.²⁷ que relataram sucesso ao tratar um caso de abscesso dentoalveolar crônico através do tratamento biomecânico aliado a TFD.

Figura 1112 Radiografias inicial, final e prognóstico após 6 meses



Fonte: Elaborado pela Autora (2023)

6 CONCLUSÃO

Através deste caso clínico podemos observar a involução da lesão periapical (Figura 11), marcando um caso de sucesso da TFD como uma terapia complementar ao tratamento biomecânico, resultado semelhante aos estudos apresentados neste trabalho. Salienta-se que são necessárias mais pesquisas que estabeleçam os protocolos a serem seguidos durante a TFD.

7 REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

1. DE SOUZA, C. et al. Endodontic Therapy Associated with Calcium Hydroxide As an Intracanal Dressing: Microbiologic Evaluation by the Checkerboard DNA-DNA Hybridization Technique. **Journal of Endodontics**, v. 31, n. 2, p. 79–83, fev. 2005.
2. LACERDA, M. F. L. S. et al. Infecção secundária e persistente e sua relação com o fracasso do tratamento endodôntico. **Rev. Bras. Odontol.** 2016, vol.73, n.3, pp. 212-217. ISSN 1984-3747
3. LEONARDO, R. T; LEONARDO, M. R. Aspectos atuais do tratamento da infecção endodôntica. **Revista da Associação Paulista de Cirurgiões-Dentistas**, v. 66, n. 3, p. 174-180, 2012. Disponível em: <<http://hdl.handle.net/11449/125867>>.
4. KUGA, M. C. et al. Penetration into dentin of sodium hypochlorite associated with acid solutions. **Oral Surgery, Oral Medicine, Oral Pathology, Oral Radiology, and Endodontology**, v. 112, n. 6, p. e155–e159, dez. 2011.
5. SIQUEIRA JR, J. F. Etiology of root canal treatment failure: why well-treated teeth can fail. **Int. Endod. J.**, v. 34, n. 1, p. 1-10, 2001.
6. DE ALMEIDA, J. et al. **Tratamento do biofilme intracanal de Enterococcus faecalis com suspensões de diferentes nanopartículas e irrigantes convencionais.** v. 51, n. 1, 14 jun. 2016.

7. NACIF, M. C. A. M.; ALVES, F. R. F. Enterococcus faecalis na Endodontia: um desafio ao sucesso. **Revista Brasileira de Odontologia**, v. 67, n. 2, p. 209, 8 fev. 2011.
8. ACKROYD, R. et al. The History of Photodetection and Photodynamic Therapy. **Photochemistry and Photobiology**, v. 74, n. 5, p. 656, 2001.
9. DE OLIVEIRA, B. P.; AGUIAR, C. M.; CÂMARA, A. C. Photodynamic therapy in combating the causative microorganisms from endodontic infections. **European Journal of Dentistry**, v. 08, n. 03, p. 424–430, jul. 2014.
10. OLIVEIRA, C. L. DE et al. A eficácia da terapia fotodinâmica no tratamento periodontal não cirúrgico. **Archives of health investigation**, v. 6, n. 6, 11 jul. 2017.
11. JORGE, A.C.T.; CASSONI, A.; RODRIGUES, J.A. Applications of high-intensity lasers in dentistry. **Revista Saúde**, v.4, n.3, p.25-33, 2010.
12. LINS, R. D. A. U. et al. Efeitos Bioestimulantes Do Laser De Baixa Potência No Processo De Reparo. **Anais Brasileiros de Dermatologia**, v 85, n. 6, pág. 849-855, nov. 2010
13. SIVIERI-ARAÚJO G.; SANTOS L. M. S.; QUEIROZ I. O. A; WAYAMA M.T.; YAMANARI G. H; DEZAN-JÚNIOR E.; CINTRA L. T. A.; GOMES-FILHO J. E. Photodynamic therapy in Endodontics: Use of a supporting strategy to deal with endodontic infection. **Dental Press Endod.** 2013 May-Aug;3(2):52-8.
14. SIMPLICIO, F. I; MAIONCHI, F.; HIOKA, N. Terapia fotodinâmica: aspectos farmacológicos, aplicações e avanços recentes no desenvolvimento de medicamentos. **Química Nova**, v. 25, n. 5, pág. 801–807, conjunto. 2002

15. DE, M. et al. **The use of laser therapy in the non-surgical treatment of peri-implant lesions: literature review.** v. 11, n. 13, p. e306111335592-e306111335592, 8 out. 2022
16. AMARAL, R. R. et al. Terapia fotodinâmica na endodontia: revisão de literatura. **RFO UPF**, v. 15, n. 2, p. 207–211, 1 ago. 2010.
17. USACHEVA, M. N.; TEICHERT, M. C.; BIEL, M. A. Comparison of the methylene blue and toluidine blue photobactericidal efficacy against gram-positive and gram-negative microorganisms. **Lasers in Surgery and Medicine**, v. 29, n. 2, p. 165–173, 2001.
18. RIBEIRO, I. DE P. et al. Antimicrobial photodynamic therapy with curcumin on methicillin-resistant *Staphylococcus aureus* biofilm. **Photodiagnosis and Photodynamic Therapy**, v. 37, p. 102729, mar. 2022.
19. 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**, v. 11, n. Suppl 1, p. S49–S54, 30 dez. 2020.
20. GONDIM, L. C. et al. Terapia fotodinâmica como coadjuvante na endodontia: Revisão de literatura. **Research, Society and Development**, v. 10, n. 6, p. e20410615709, 28 maio 2021.
21. KONOPKA, K.; GOSLINSKI, T. Photodynamic Therapy in Dentistry. **Journal of Dental Research**, v. 86, n. 8, p. 694–707, ago. 2007.
22. ANDREADIS, D. et al. Utility of photodynamic therapy for the management of oral potentially malignant disorders and oral cancer. **Translational Research in Oral Oncology**, v. 1, p. 2057178X1666916, 3 ago. 2016.

23. MALGIKAR, S. et al. A randomized controlled clinical trial on efficacy of photodynamic therapy as an adjunct to nonsurgical treatment of chronic periodontitis. **Journal of Dental Lasers**, v. 9, n. 2, p. 75, 2015.
24. TISLER, C. E. et al. Photodynamic Therapy (PDT) in Prosthodontics: Disinfection of Human Teeth Exposed to *Streptococcus mutans* and the Effect on the Adhesion of Full Ceramic Veneers, Crowns, and Inlays: An In Vitro Study. **Biomedicines**, v. 10, n. 1, p. 144, 10 jan. 2022.
25. WILLIAMS, J. A.; PEARSON, G. J.; JOHN COLLES, M. Antibacterial action of photoactivated disinfection {PAD} used on endodontic bacteria in planktonic suspension and in artificial and human root canals. **Journal of Dentistry**, v. 34, n. 6, p. 363–371, jul. 2006.
26. GARCEZ, A. S. et al. Photodynamic Therapy Associated with Conventional Endodontic Treatment in Patients with Antibiotic-resistant Microflora: A Preliminary Report. **Journal of Endodontics**, v. 36, n. 9, p. 1463–1466, set. 2010.
27. FIRMINO, R. T. et al. Endodontic treatment associated with photodynamic therapy: Case report. **Photodiagnosis and Photodynamic Therapy**, v. 15, p. 105–108, set. 2016.
28. ALVES-SILVA, E. G. et al. Effect of antimicrobial photodynamic therapy on the reduction of bacteria and virulence factors in teeth with primary endodontic infection. **Photodiagnosis and Photodynamic Therapy**, v. 41, p. 103292, 1 mar. 2023.
29. ALVARENGA, L. H et al. **Aggregatibacter actinomycetemcomitans biofilm can be inactivated by methylene blue-mediated photodynamic therapy**. v. 12, n. 1, p. 131–135, 1 mar. 2015.
30. ASNAASHARI, M. et al. A comparison between effect of photodynamic therapy by LED and calcium hydroxide therapy for root canal disinfection against *Enterococcus*

- faecalis: A randomized controlled trial. **Photodiagnosis and Photodynamic Therapy**, v. 17, p. 226–232, mar. 2017.
31. MORADI ESLAMI, L. et al. The comparison of intracanal medicaments, diode laser and photodynamic therapy on removing the biofilm of *Enterococcus faecalis* and *Candida albicans* in the root canal system (ex-vivo study). **Photodiagnosis and Photodynamic Therapy**, v. 26, p. 157–161, jun. 2019.
32. FIGUEIREDO, R. A. et al. Tooth Discoloration Induced by Endodontic Phenothiazine Dyes in Photodynamic Therapy. **Photomedicine and Laser Surgery**, v. 32, n. 8, p. 458–462, ago. 2014.
33. FARAONI, G. et al. Avaliação comparativa do escoamento e tempo de presa do cimento MTA Fillapex®. **RFO UPF**, v. 18, n. 2, p. 180–184, 1 ago. 2013.
34. ROSA, S. M. C. **Comparação do potencial fotodinâmico de três fotossensibilizadores associados a uma lâmpada de LEDs sobre culturas de *Enterococcus faecalis***. 2011. Trabalho de Conclusão de Curso (Curso Superior de Tecnologia em Processos Ambientais), Universidade Tecnológica Federal do Paraná. Curitiba, 2011.
35. CAROLINE et al. Antimicrobial Photodynamic Therapy Associated with Conventional Endodontic Treatment: A Clinical and Molecular Microbiological Study. **Photochemistry and Photobiology**, v. 94, n. 2, p. 351–356, 1 mar. 2018.