



**UNIVERSIDADE FEDERAL DE SERGIPE  
CENTRO DE CIÊNCIAS BIOLÓGICAS E DA SAÚDE  
DEPARTAMENTO DE ODONTOLOGIA**

**MYLLENA SOUZA MACÊDO DOS SANTOS**

**TERAPIA FOTODINÂMICA ASSOCIADA AO TRATAMENTO  
ENDODÔNTICO: REVISÃO DE LITERATURA**

**ARACAJU  
2018**

**MYLLENA SOUZA MACÊDO DOS SANTOS**

**TERAPIA FOTODINÂMICA ASSOCIADA AO TRATAMENTO  
ENDODÔNTICO: REVISÃO DE LITERATURA**

Trabalho de Conclusão de Curso apresentado ao Departamento de Odontologia como requisito parcial à conclusão do curso de Odontologia na Universidade Federal de Sergipe para obtenção do grau de Cirurgião-Dentista.

Orientador: Prof. Dr. José Mirabeau de Oliveira Ramos

**ARACAJU  
2018**

MYLLENA SOUZA MACÊDO DOS SANTOS

**TERAPIA FOTODINÂMICA ASSOCIADA AO TRATAMENTO ENDODÔNTICO:  
REVISÃO DE LITERATURA**

Trabalho de Conclusão de Curso apresentado ao Departamento de Odontologia como requisito parcial à conclusão do curso de Odontologia na Universidade Federal de Sergipe para obtenção do grau de Cirurgião-Dentista.

Aracaju, 27 de julho de 201

**BANCA EXAMINADORA**

---

José Mirabeau de Oliveira Ramos

Orientador

---

1º Examinador

---

2º Examinador

## RESUMO

A complexa anatomia dos canais radiculares dificulta ou, até mesmo, inviabiliza a desinfecção em algumas regiões dessa rede de canais. É dentro desse contexto, de impossibilidade de desinfecção, que novas abordagens têm sido propostas com o objetivo de potencializar a desinfecção. Dentro dessas abordagens, destaca-se a terapia fotodinâmica, que surge como uma técnica promissora, sendo objeto de ampla pesquisa na odontologia, com o intuito de eliminar os microrganismos resistentes ao preparo químico mecânico. Essa técnica é baseada na seguinte tríade: fonte de luz com comprimento específico, fotossensibilizador e oxigênio, gerando produtos fototóxicos danosos às células-alvo. É considerada uma técnica rápida, de fácil aplicação, indolor, podendo ser utilizada em única ou em múltiplas sessões, apresentando ainda a vantagem tanto de não induzir resistência bacteriana, como de não causar efeitos sistêmicos. O presente estudo buscou avaliar, por meio de uma revisão de literatura, a eficácia da associação da terapia fotodinâmica com o tratamento endodôntico convencional. Ao seu término, foi possibilitada a obtenção das seguintes conclusões: existe uma dificuldade de desinfecção no tratamento endodôntico diante da complexidade do sistema dos canais radiculares, havendo a possibilidade de a terapia fotodinâmica, quando associada ao tratamento convencional, promover o aumento das taxas de sucesso deste.

**Palavras-chave:** Desinfecção; Endodontia; *Laser*; Terapia Fotodinâmica.

## **ABSTRACT**

The complex anatomy of the root canals makes it difficult or even impossible to disinfect in some regions of this network of channels. It is within this context, from the impossibility of disinfection, that new approaches have been proposed with the aim of enhancing disinfection. Among these approaches, the photodynamic therapy emerges as a promising technique and is the object of extensive research in dentistry, in order to eliminate microorganisms resistant to mechanical chemical preparation. This technique is based on the following triad: light source with specific length, photosensitizer and oxygen, generating harmful phototoxic products to the target cells. It is considered a quick technique, easy to apply, painless and can be used in single or multiple sessions, with the advantage of not inducing bacterial resistance as well as not causing systemic effects. The present study aimed to evaluate, through a literature review, the effectiveness of the association of photodynamic therapy with conventional endodontic treatment. At the end, it was possible to obtain the following conclusions: there is a disinfection difficulty in the endodontic treatment due to the complexity of the root canal system, with the possibility that photodynamic therapy, when associated with conventional treatment, will promote increased success rates of this.

**Key words:** Disinfection; Endodontics; Laser; Photodynamic Therapy.

## SUMÁRIO

<b>1. INTRODUÇÃO .....</b>	<b>7</b>
<b>2.OBJETIVO .....</b>	<b>9</b>
<b>3. REVISÃO DE LITERATURA .....</b>	<b>10</b>
3.1. O Tratamento Endodôntico .....	10
3.2 A Terapia Fotodinâmica .....	11
3.3 Mecanismo de ação .....	12
3.4 Agentes Fotossensibilizantes .....	13
3.5 Fontes de luz .....	15
3.6 Técnica da Terapia Fotodinâmica na Endodontia .....	17
<b>4. MATERIAIS E MÉTODOS .....</b>	<b>19</b>
<b>5. DISCUSSÃO .....</b>	<b>20</b>
<b>6. CONCLUSÃO .....</b>	<b>25</b>
<b>REFERÊNCIAS .....</b>	<b>26</b>

## 1. INTRODUÇÃO

Um exitoso tratamento endodôntico depende da completa desinfecção dos canais radiculares. A complexa anatomia desse sistema de canais, bem como as falhas técnicas são “as principais causas para que essa contaminação persista” (de SOUZA, 2011). Para que o tratamento venha a obter sucesso, faz-se necessário o preparo químico mecânico, associado às substâncias químicas irrigadoras. (KOSAEIEH et al., 2016).

Todavia, mesmo a terapêutica endodôntica sendo realizada da maneira adequada, seguindo os protocolos de sanificação, pode não ser atingida a desinfecção do sistema de canais radiculares (ROSA et al., 2015).

Importante destacar que os avanços técnicos da Odontologia, como não poderia ser diferente impactaram a Endodontia. Nesse sentido, deve ser feito o destaque para a realização de pesquisas, as quais “encontraram novas formas de combater os microrganismos que afetam a polpa dental, principalmente aqueles que resistem ao preparo químico-mecânico” (OLIVEIRA, 2016).

Dentro desse contexto de avanço das técnicas odontológicas, surge a Terapia Fotodinâmica, tida como uma terapia promissora, antimicrobiana, auxiliar ao tratamento endodôntico convencional (LACERDA et al., 2014).

Dado o seu potencial para aumento da eficácia na descontaminação dos canais radiculares, a Terapia Fotodinâmica – TFD vem sendo apontada como uma alternativa secundária no tratamento endodôntico. Deve-se destacar, ainda, o fato de que o aumento dessa eficácia ocorre quando o seu desenvolvimento é realizado com a instrumentação convencional (MARINIC et al., 2015).

A metodologia da TFD consiste em um método pelo qual uma fonte de luz ativará um agente fotossensibilizador, por meio de um comprimento de onda específico, causando a liberação de oxigênio singleto ou, ainda, cria espécies reativas de oxigênios, as quais são capazes de deteriorar a parede celular, proteínas da membrana celular e ácidos nucleicos das bactérias (GARCEZ et al., 2015; MARINIC et al., 2015).

Acerca dos fotossensibilizadores, deve-se ter em mente que eles precisam ter “uma banda de absorção ressonante com espectro de ação da luz sobre um

determinado comprimento de onda de máxima absorção” (SIVIRI-ARAUJO et al., 2013).

A fonte de luz mais utilizada na terapia fotodinâmica é o *laser*, o qual, em virtude de sua unidirecionalidade, coerência e monocromaticidade, permite a ocorrência de uma interação fotobiológica nas células alvo (OLIVEIRA, 2016).



## **2. OBJETIVO**

O objetivo deste estudo foi avaliar, por meio de uma revisão de literatura, a eficácia da terapia fotodinâmica na desinfecção dos canais radiculares após a realização do preparo químico mecânico convencional.

### 3. REVISÃO DE LITERATURA

#### 3.1. O Tratamento Endodôntico

Na endodontia, a eliminação de microrganismos é o objetivo principal, servindo para predeterminar o sucesso em longo prazo do tratamento endodôntico (ATTIGUPPE et al., 2017).

“O preparo químico-cirúrgico é etapa fundamental da terapia endodôntica e é nesta fase que se realiza a limpeza, desinfecção (sanificação) e modelagem do sistema de canais” (de SOUZA, 2011).

As etapas de instrumentação, irrigação e medicação são de extrema importância para a eliminação microbiana nesses complexos sistemas de canais radiculares (SILVA et al., 2010).

Esse sistema de canais deve ser limpo para remover os microrganismos e a *smear layer*, com o propósito de permitir uma adequada obturação e a reparação tecidual no pós-operatório (VERA et al., 2012).

No entanto, mostra-se extremamente desafiadora a tarefa de eliminar totalmente as bactérias antes da obturação (EDUARDO et al., 2015). Essa dificuldade pode ser atribuída, dentre outros fatores, à diversidade dos sistemas de canais, principalmente na região apical, onde há maior predomínio de deltas apicais e formação do biofilme extra radicular (JURIC et al., 2014; SAMIEI et al., 2016; XHEVDET et al., 2014).

A complexa anatomia dos canais radiculares, devido ao posicionamento ou ao seu reduzido diâmetro, muitas das vezes, não possibilita o acesso direto, dificultando a limpeza dessas áreas (GARCEZ et al., 2011).

Os resíduos bacterianos, que permanecem nesses canais após a instrumentação química-mecânica, podem levar à reinfecção e, conseqüentemente, à falência do tratamento (MADAN et al., 2011).

Dentre os resíduos bacterianos aos quais faz referência o parágrafo acima, destaca-se o *Enterococcus faecalis*, o qual se caracteriza por ser um microrganismo anaeróbio facultativo, apresentando resistência contra a ação dos agentes antimicrobianos mais utilizados na Endodontia, tais como o hipoclorito de sódio, a clorexidina e o hidróxido de cálcio (GOMES-FILHO et al., 2016; SUSILA et al., 2016; TENNERT et al., 2015).

Sendo assim, tendo em vista a sua resistência à maior parte dos medicamentos intracanaís, bem como à sua fácil proliferação e desenvolvimento de infecção, a sua eliminação por métodos convencionais possui um grau elevado de dificuldade (OLIVEIRA, 2016).

Apesar de ser dificilmente encontrado em infecções endodônticas primárias, o *Enterococcus faecalis* representa, enquanto microrganismo, a principal resistência à maioria dos medicamentos intracanaís, sendo uma das espécies mais isoladas nos casos de insucesso do tratamento endodôntico convencional (OLIVEIRA, 2016).

Diante das dificuldades acima destacadas, há sugestão, por parte da literatura, que novas terapias alternativas devam ser utilizadas após a instrumentação dos canais radiculares, com o propósito de potencializar essa redução microbiana (PINHEIRO et al., 2014).

Nesse sentido, uma grande variedade de técnicas e instrumentos vêm sendo fabricados na intenção de promover uma abordagem mais segura e eficaz na terapia endodôntica, buscando-se proporcionar um tratamento com uma qualidade melhor, que seja mais confortável tanto para o paciente como para o profissional (OLIVEIRA, 2016).

Inserida nesse contexto de avanço do tratamento endodôntico, a Terapia Fotodinâmica tem sido sugerida como uma terapia antimicrobiana adjuvante para complementar o tratamento endodôntico convencional (FIRMINO et al., 2016; RIOS et al., 2011; TRINDADE et al., 2015 ).

Deve-se destacar, por fim, que a referida terapia é uma importante forma de tratamento complementar das infecções bucais causadas por microrganismos resistentes, não podendo ser confundida com um substituto aos fármacos antimicrobianos, bem como aos tratamentos convencionais (EDUARDO et al., 2015).

### 3.2. A Terapia Fotodinâmica

O uso da luz para fins terapêuticos, desde a antiguidade, vem sendo aplicado no tratamento de doenças. Podem ser citados, como exemplos da utilização da luz para fins terapêuticos, o Egito, Índia e China, onde a luz solar era empregada no tratamento de doenças da pele, a exemplo da psoríase, vitiligo e câncer (AMARAL et al., 2010).

Segundo ACKROYD et al. (2001), o termo Terapia Fotodinâmica é reconhecido há mais de cem anos, mais precisamente desde 1900, quando Oscar Raab, estudante de medicina, juntamente com seu professor, Herman Von Tappeiner, publicaram artigo sobre os efeitos fotodinâmicos (apud AMARAL et al., 2010).

O artigo supracitado decorreu da observação de que o corante de acridina, na presença de luz, possuía um efeito letal sobre as culturas de paramécios, o protozoário causador da malária (ACKROYD et al., 2001 apud AMARAL et al., 2010).

A multicitada terapia vem sendo definida como uma reação entre um agente químico (corante) que, na presença de luz, gera um efeito citotóxico por meio de reações oxidativas, causando a morte celular, principalmente, por apoptose (LACERDA et al., 2014).

Na Odontologia, inicialmente, a Terapia Fotodinâmica foi utilizada no combate ao câncer. Enquanto agente antimicrobiano, o crescente interesse pelo uso da referida teoria apenas veio a ocorrer nas últimas décadas, sendo consequência do “aumento de espécies resistentes a antibióticos” (RIBEIRO, 2016).

### 3.3. Mecanismo de Ação

O mecanismo de fotossensibilização da Terapia Fotodinâmica baseia-se na interação da luz, a qual possuirá um comprimento de onda específico, com um fotossensibilizador e o oxigênio, formando espécies tóxicas, como o oxigênio singlete e radicais livres, os quais provocarão severos danos às células microbianas, inclusive a própria morte delas (SILVA et al., 2014; EDUARDO et al., 2015).

A responsável pela excitação do fotossensibilizador será a luz, que irá, por intermédio de dois mecanismos, interagir com as moléculas vizinhas (FOOTE, 1991 apud SIVIERI-ARAUJO et al., 2013).

Esses dois mecanismos são divididos da seguinte forma: o primeiro, denominado de tipo I, se dá pela transferência de elétrons; o segundo, por sua vez, chamado de tipo II, é resultado da transferência de energia (de SOUZA, 2011).

Na reação do tipo I, os radicais hidroxilas reagem com as biomoléculas, formando o peróxido de hidrogênio. Os efeitos citotóxicos produzirão a retirada de hidrogênio, alterando a permeabilidade e a integridade da membrana citoplasmática. Já no tipo II, a transferência da energia do fotossensibilizador para o oxigênio

produzirá uma espécie de oxigênio extremamente reativo, o oxigênio singlete, que será responsável pela destruição de proteínas, ácidos nucleicos e outros componentes celulares (SIVIERI-ARAUJO et al., 2013).

Feitas essas considerações, deve-se destacar que, no mecanismo do tipo I, a formação de produtos oxidados ocorre em cerca de 5% da reação, enquanto que nos 95% restantes, acontece o mecanismo do tipo II, mais desejável e responsável pela morte celular, também chamada de apoptose<sup>1</sup> (de SOUZA, 2011).

Na apoptose, a célula tem uma morte programada. Durante o processo, as células encolhem, havendo a formação de vesículas, as quais são denominadas de corpos apoptóticos. Esses corpos serão fagocitados, posteriormente, por macrófagos (de SOUZA, 2011).

Como, durante a apoptose, não acontece lise celular, não há extravasamento do conteúdo citoplasmático, evitando, dessa forma, lesão tecidual (de SOUZA, 2011).

### 3.4 Agentes Fotossensibilizantes

Os fotossensibilizadores, para gerar um efeito antimicrobiano, devem apresentar um pico de absorção próximo ao comprimento de onda do tipo de luz usada, não devendo ser tóxico para o hospedeiro (LACERDA et al., 2014).

Além disso, também há necessidade de que os fotossensibilizadores possuam “estabilidade biológica, eficiência fotoquímica, seletividade pelas células-alvo e mínimo efeito tóxico às células normais” (AMARAL et al., 2010).

O resultado da Terapia Fotodinâmica dependerá do nível tecidual adequado do fotossensibilizador. Estará o grau de eficiência da referida terapia relacionado, diretamente, à proximidade do comprimento de onda da luz empregada em relação ao fotossensibilizador (SIVIERI-ARAUJO et al., 2013).

Ademais, o efeito do fotossensibilizador sobre as bactérias também possui relação direta com a carga. Quando for positiva ou neutra, haverá uma interação eficiente, causando a inativação das camadas de peptidoglicano e ácido

---

<sup>1</sup> Quanto ao mecanismo do tipo II, embora de Souza (2011) explique ser a apoptose, a qual “diferentemente da necrose não provoca injúria aos tecidos adjacentes”, cumpre destacar a existência de divergência na literatura, já que, por exemplo, SIVIERI-ARAUJO et al. (2013) explica que o mecanismo final será por meio de “necrose celular local e específica”.

lipoteicoico na membrana externa de bactérias gram-positivas e permitindo a difusão do fotossensibilizador (AMARAL et al., 2010; SIVIERI-ARAUJO et al., 2013).

Já nas bactérias gram-negativas, o efeito será distinto, havendo a interação do fotossensibilizador com a membrana externa, que é responsável por formar uma barreira física e funcional entre as células e o meio biológico (AMARAL et al., 2010).

Tendo em vista a aplicação na endodontia, os fotossensibilizadores mais empregados pertencem às fenotiazinas, das quais são exemplos o corante de azul de toluidina, azul de metileno, tolueno e azuleno (de SOUZA, 2011; AMARAL et al., 2010).

Dentre os fotossensibilizadores mais utilizados na Endodontia, destaca-se o azul de metileno, o qual, tendo em vista a sua hidrofiliidade, bem como seu baixo peso molecular e carga positiva, tem a sua passagem permitida por meio das porinas das proteínas das bactérias Gram-negativas (OLIVEIRA, 2016).

Além disso, cumpre destacar que o azul de metileno é um corante catiônico, empregado na sinalização das bactérias. Apresenta, ainda, solubilidade em água e álcool, bem como características eletrocatalíticas, participando de diversas reações enzimáticas (SIVIERI-ARAUJO et al., 2013).

Além de todas as características supracitadas, o azul de metileno apresenta uma boa absorção de luz na faixa compreendida até 660nm, gerando espécies reativas de oxigênio (SIVIERI-ARAUJO et al., 2013).

Outro fotossensibilizador relevante para a endodontia é o azul de toluidina. O referido fotossensibilizador possui afinidade para a membrana externa de bactérias gram-positivas e para os lipopolissacarídeos das bactérias gram-negativas tornando-as mais suscetíveis à absorção da luz (PINHEIRO et al., 2014).

A faixa de absorção do azul de metileno e do azul de toluidina está situada entre 620nm e 700nm, possibilitando a fotossensibilização bacteriana por meio do uso de *laser* diodo, o qual atua no espectro de luz vermelha situado em banda de 660nm, que é ressonante à luz do *laser* diodo (LACERDA et al., 2014).

Variam entre 0,1µg/ml e 200µg/ml as concentrações dos fotossensibilizadores utilizados e dos fotossensibilizadores em geral. Para o uso da Terapia Fotodinâmica, recomenda-se a concentração compreendida entre 06µg/ml e 15µg/ml, de modo a atingir uma sensibilização eficaz dos microrganismos (LACERDA et al., 2014).

Segundo SANTOS et al. (2017), “a dose utilizada para o sucesso terapêutico é menor que a dose necessária para causar danos às células adjacentes”.

De acordo com LACERDA et al. (2014), a concentração mais usada é de 06µg/ml, na qual o fotossensibilizador não causa manchamento na coroa, não permitindo a ocorrência de escudo óptico, já que, nas altas concentrações, toda a luz será absorvida pelo fotossensibilizador, não permitindo que as áreas mais profundas dos sistemas de canais radiculares sejam atingidas.

Por fim, faz-se necessário abordar o tempo de pré-irradiação, que é o período compreendido entre o momento da aplicação do fotossensibilizador e o início do emprego da luz. Esse período será de alta importância para que possa ocorrer a absorção pelo fotossensibilizador, antes do início da irradiação, aumentando os danos causados aos microrganismos (LACERDA et al., 2014; SIVIERI-ARAUJO et al., 2013).

O período em questão, na endodontia, pode variar entre dois a cinco minutos, tempo necessário para que o fotossensibilizador venha a atingir e ultrapassar a membrana celular bacteriana. Esse fotossensibilizador deve ser aplicado de maneira local, a fim de que não ocorra a formação de espécies tóxicas fora da região desejada (SIVIERI-ARAUJO et al., 2013).

### 3.5 Fontes de luz

No ano de 1971, as propriedades terapêuticas do *laser* já eram objetos de estudos de Einstein. (RIBEIRO, 2016). Com os avanços técnicos-científicos, tornou-se possível o emprego da luz como agente terapêutico (SIVIERI-ARAUJO et al., 2013).

Desde então, diferentes tipos de *lasers* têm sido utilizados na laserterapia. O *laser* cirúrgico, que é conhecido como *laser* de alta potência, tem a sua ação pela elevação da temperatura, possuindo, por esse motivo, um efeito antimicrobiano associado à sua ação cirúrgica. Trata-se do efeito fototérmico, o qual desnatura o conteúdo proteico das células, causando a fotodestruição celular (RIBEIRO, 2016).

Já o *laser* de baixa potência, também denominado de *laser* terapêutico, tem propriedades biológicas como a ação analgésica, vasodilatadora, redução de edema, imunoestimulação e aceleração do metabolismo (RIBEIRO, 2016).

Esses *lasers*, por não produzirem aumento da temperatura, não possuem um efeito antimicrobiano, a não ser nos casos em que são utilizados de maneira associada com agentes fotossensibilizadores (EDUARDO et al., 2015).

As primeiras fontes de luz utilizadas na terapia fotodinâmica foram lâmpadas convencionais, as quais emitiam luz não coerente e policromática, associada a um forte componente térmico (OLIVEIRA, 2016).

Na endodontia, diferentes fontes de luz podem ser utilizadas para a terapia fotodinâmica, a exemplo do LED e *lasers* (AHANGARI et al., 2017).

O *laser* possui características específicas, tais como a colimação, coerência e monocromaticidade. Já o LED, consiste em um diodo emissor de luz com baixo componente térmico, que necessita de pouca energia para gerar a luz (SIVIERI-ARAUJO et al., 2013).

Atualmente, a fonte de luz mais utilizada na referida terapia são os *lasers*, os quais possuem, além das características já descritas, unidirecionalidade, emitindo um comprimento de onda específico, facilitando a escolha do fotossensibilizador, assim como a profundidade de penetração no tecido, favorecendo as interações fotobiológicas (LACERDA et al., 2014).

A escolha da fonte de luz dependerá do fotossensibilizador a ser aplicado. Existem vários tipos descritos pela literatura, sendo o azul de metileno o mais usado, motivo pelo qual a fonte de luz mais utilizada é a luz vermelha visível, que pode ser emitida pelo *laser* de baixa potência vermelho, com comprimento de onda na faixa entre 630nm a 690nm. Essa banda de luz favorece a maior absorção do sensibilizador, gerando, com isso, uma maior penetração de fótons no tecido biológico (EDUARDO et al., 2015; LACERDA et al., 2014).

O uso da fibra óptica para a irradiação na endodontia, promove uma distribuição melhor da luz intracanal. (GARCEZ et al., 2016). A utilização é justificada pela compatibilidade das fibras com as dimensões dos canais radiculares, fazendo com que, o feixe de irradiação alcance toda a extensão do canal radicular durante a ativação do fotossensibilizador (ALFENAS et al., 2011).

A fibra atua intracanal, através movimentos helicoidais, de apical a cervical, que devem ser realizados manualmente, de modo a assegurar a difusão uniforme da luz dentro do canal, favorecendo a uma distribuição mais homogênea da luz e garantindo uma melhor fotorreação (GARCEZ et al., 2010; EDUARDO et al., 2015).



### 3.6 Técnica da Terapia Fotodinâmica na Endodontia

Na literatura ainda há controvérsias em relação aos parâmetros da aplicação clínica da terapia fotodinâmica. Seu uso está indicado em casos de dentes com necrose pulpar, com ou sem lesão periapical, podendo ser utilizada em sessão única ou em múltiplas sessões e até mesmo, em casos de retratamento (FIMPLE et al., 2008 apud SIVIERI-ARAUJO et al., 2013; GARCEZ et al., 2011; NG et al., 2011; PAGONIS et al., 2010). Após a conclusão do preparo químico mecânico, o canal radicular deve ser seco, de maneira eficiente, com auxílio de cânulas de aspiração e cones de papel absorvente.

O agente fotossensibilizante, na forma líquida, deve ser inserido no canal radicular, permanecendo por um período de pré-irradiação entre dois a cinco minutos. Geralmente os fotossensibilizadores mais utilizados são os corantes, azul de metileno e o azul de toluidina, que já se encontram disponível no mercado para uso clínico, com concentrações específicas (GARCEZ et al., 2011; NG et al., 2011;; SOUKOS et al., 2006 apud SIVIERI-ARAUJO et al., 2013).

Decorrido o tempo de pré-irradiação, a fonte de luz é empregada, no comprimento de onda específico para o fotossensibilizador. No caso do azul de metileno ou do azul de toluidina é utilizada a luz vermelha, que varia na faixa de 660nm a 685nm, que deve ser aplicada por cerca de três a cinco minutos, preferencialmente, com a fibra óptica intracanal acoplada a fonte de luz (GARCEZ et al., 2011; NG et al., 2011; PAGONIS et al., 2010). Após a irradiação, o corante deve ser removido com a própria solução irrigadora ou com soro fisiológico, e o canal radicular, novamente, deve ser seco.

Finalizado o processo de terapia fotodinâmica, o profissional deve seguir a sua conduta, colocar a medicação intracanal e obturar em uma próxima sessão, ou prosseguir diretamente para a obturação nos canais radiculares. (NG et al., 2011; GARCEZ et al., 2011; PAGONIS et al., 2010)

É uma técnica simples, rápida, indolor, de fácil aplicação e ainda apresenta como vantagem a não indução de resistência microbiana e não causa efeitos sistêmicos, podendo ser aplicada em sessão única ou em múltiplas sessões, sem riscos ao paciente. (ALFENAS et al., 2011; AMARAL et al., 2010).

Importante ressaltar que, assim como qualquer equipamento que utilize fontes de luz, *laser* ou LED, o uso de óculos de proteção específico é essencial para a

segurança tanto para o profissional quanto para o auxiliar e para o paciente (SIVIERI-ARAUJO et al., 2013).

#### **4. MATERIAIS E MÉTODOS**

Foi realizado um levantamento bibliográfico, por meio do qual foram revisados artigos e teses relevantes a respeito da temática abordada. A busca por trabalhos científicos foi realizada nos bancos de dados Scielo, LILACS, MEDLINE e PUB MED, publicados do ano de 2010 a 2018. Para a realização da pesquisa, foram utilizadas como palavras-chave: terapia fotodinâmica, endodontia, desinfecção, *laser*.

## 5. DISCUSSÃO

O tratamento endodôntico, como já explicado durante esta pesquisa, tem como objetivo a completa desinfecção do sistema de canais radiculares. Para isso, durante o preparo químico mecânico, etapa fundamental da terapia endodôntica, o canal radicular deve ser limpo, a fim de que sejam removidos os microrganismos (SILVA et al., 2010).

As soluções químicas irrigadoras associadas às medicações intracanaís são utilizadas com o objetivo de potencializar a limpeza dos canais, sendo elas as responsáveis pela promoção da maior parte da redução microbiana (GARCEZ et al., 2011).

Ocorre que, apesar dos avanços ocorridos na área da Odontologia, a máxima eliminação dos microrganismos geralmente não é atingida na prática clínica (LACERDA et al., 2014). Essa dificuldade na eliminação de microrganismos tem como causa a anatomia desses sistemas de canais, que impossibilita o acesso direto em algumas regiões, tornando a completa desinfecção um grande desafio para o profissional. A permanência de microrganismos nos canais radiculares pode levar a uma reinfecção, acarretando a falência do tratamento (GARCEZ et al., 2011).

Dentre as principais bactérias ocasionadoras das falhas endodônticas, possui grande destaque o *Enterococcus faecalis*, bactéria gram-positiva anaeróbica facultativa. A referida bactéria vem sendo, dentro dos estudos na área, bastante empregada como marcador microbiológico, dada a sua capacidade de colonizar com sucesso o canal radicular, invadir túbulos dentinários e resistir a alguns procedimentos de tratamento endodôntico (OLIVEIRA et al., 2014).

Diante desse contexto de considerável dificuldade no tratamento endodôntico, estudos recentes têm apresentado resultados satisfatórios da terapia fotodinâmica como coadjuvante ao tratamento endodôntico, demonstrando ser uma técnica antimicrobiana promissora, com potencial de reduzir a carga microbiana, tornando a descontaminação mais eficiente.

Antes de partir para a demonstração, por meios de estudos, da eficiência da terapia fotodinâmica quando associada ao tratamento endodôntico, faz-se necessário esclarecer importantes considerações da literatura a respeito dos parâmetros clínicos existentes. Dentre eles, mostra-se de fundamental importância

para o êxito da terapia fotodinâmica, a análise dos fotossensibilizadores, tempo de pré-irradiação, fontes de luz e uso de fibra ótica.

No tocante aos fotossensibilizadores, deve ser feito um destaque inicial de que são diversos os tipos que vêm sendo utilizados pela TFD, como pode ser demonstrado por meio dos estudos de POURHAJIBAGHER et al. (2016). O referido pesquisador buscou analisar, por meio de diferentes concentrações, o azul de toluidina, azul de metileno e verde de indocyanina quanto à capacidade de afetar negativamente a formação de biofilme e atividade metabólica de *Enterococcus faecalis*. Os resultados demonstraram que, apesar do uso de diferentes fotossensibilizadores, todos eles foram efetivos no combate à formação de biofilme e na atividade metabólica de *E. faecalis*.

Com relação ao tempo de pré-irradiação, que consiste no momento em que o fotossensibilizador entra em contato com os microrganismos, de modo a sensibilizar a área alvo antes da irradiação, destaca-se que o tempo mais utilizado nos trabalhos foi de 5 minutos (GARCEZ et al., 2011; LACERDA et al., 2014). No entanto, os autores fazem uma ressalva quanto às bactérias gram-negativas, nas quais, por conta da sua membrana celular mais desenvolvida, que apresenta uma camada a mais que as gram-positivas, podem ser necessários parâmetros mais eficazes, devendo-se aumentar a concentração do corante ou o tempo de exposição.

Referente às fontes de luz utilizadas, parte considerável da literatura aponta o uso do *laser* de baixa potência como fonte de luz para a devida ativação dos fotossensibilizadores (SOUZA et al., 2010; NAGAYOSHI et al., 2011; KOMINE et al., 2013; SILVA et al., 2014; AFKHAMI et al., 2016; ASNAASHARI et al., 2016; BELTES et al., 2017; SEBRÃO et al., 2017).

A fibra ótica, quando utilizada para a irradiação intracanal, conforme estudos de GARCEZ et al. (2013) e SABINO et al. (2015), faz com que ocorra uma melhor distribuição e acesso da luz no complexo sistema de canais radiculares, bem como em áreas como a região periapical.

A literatura vem demonstrando que o uso da terapia fotodinâmica acarreta bons resultados na eliminação dos microrganismos. JURIC et al. (2014) avaliou a presença de bactérias no canal radicular antes, após o preparo biomecânico e após a terapia fotodinâmica, constatando, nesta, grande diminuição e até mesmo total eliminação dos microrganismos.

MARTINS (2012) buscou verificar a redução da bactéria *E. faecalis* em dentes infectados, associando a terapia fotodinâmica ao tratamento endodôntico convencional. Durante sua pesquisa, foi realizada a comparação de cinco grupos: no primeiro, foi utilizado apenas irrigação com soro fisiológico; no segundo, utilizou-se hipoclorito de sódio a 5,25%; no terceiro, foi utilizada irrigação com soro fisiológico associado à terapia fotodinâmica; no quarto, optou-se por irrigação com hipoclorito de sódio a 5,25% associado à TFD; e, por fim, no último grupo, foi utilizada irrigação com hipoclorito de sódio a 0,5% associado à TFD.

Ao fim da pesquisa, chegou-se aos seguintes resultados: desinfecção máxima nos grupos 04 e 05; redução de quase totalidade nos grupos 02 e 03; redução baixíssima de microrganismos no grupo 01, sugerindo, assim, que a adição da terapia fotodinâmica, mediante o uso de soluções irrigantes, apresenta grande capacidade de desinfecção.

Muitos outros estudos, assim como o acima referido, comprovam a eficiência da terapia fotodinâmica contra o *Enterococcus faecalis*. (SILVA et al., 2014; ASNAASHARI et al., 2016; SOARES et al., 2016; MASUDA et al., 2018).

A terapia em questão não deve ser considerada uma substituta aos fármacos antimicrobianos, bem como de qualquer tratamento convencional, mas sim um importante tipo de tratamento complementar de infecções localizadas, principalmente em situações nas quais o profissional se depara com a existência de microrganismos resistentes (EDUARDO et al., 2015).

Nesse sentido, relevante foi a pesquisa realizada por GARCEZ et al. (2010), por meio da qual foi realizado o teste da terapia fotodinâmica em 30 dentes, visando o retratamento de infecções endodônticas antibiótico-resistentes. Durante a pesquisa, foram realizadas três coletas: uma inicial; uma após o preparo químico-cirúrgico e, por fim, uma após a terapia fotodinâmica. Para isso, foram utilizados como parâmetros 40 mW de potência por 4 minutos, energia total de 9.6 J e, como sensibilizador, uma mistura de polietilenimina e clorina. Analisando os resultados, após a utilização da terapia fotodinâmica, ficou comprovada a diminuição do número de unidades formadoras de colônias (u.f.c) das seguintes espécies: *Enterococcus* sp, *Prevotella* sp, *Actinomyces*, *Peptostreptococcus* sp, *Streptococcus* sp, *Fusobacterium* sp, *Porphyromonas* sp, *Enterobacter* sp e *Propionibacterium* sp.

Os resultados apresentados pela literatura atual vêm demonstrando que a utilização do laser para o preparo dos canais radiculares resulta em um preparo

seguro, sem provocar alterações prejudiciais na estrutura dentária. Após a aplicação do *laser*, tem-se como resultados o fato das paredes dentinárias estarem limpas, com tubos expostos, quando comparados a outras técnicas de limpeza, em cerca de 98% dos casos (ASHRAF et al., 2014; MOURA-NETO et al., 2015).

Nesse sentido, destaca-se o estudo promovido por LACERDA et al. (2014), o qual procurou avaliar tanto as alterações morfológicas dentinárias como o percentual de infiltração apical radicular nos dentes submetidos à terapia fotodinâmica.

Para a realização do estudo acima destacado, quarenta dentes foram instrumentados pelo sistema rotatório *protaper®*. O hipoclorito de sódio, na concentração de 5,25%, foi utilizado como substância irrigadora. Após o preparo, os canais foram irrigados, com 05 ml de EDTA 17%, por 03 minutos. Feito isso, os dentes foram divididos aleatoriamente em dois grupos de 20 unidades cada: o grupo 01, grupo controle, não recebeu terapia fotodinâmica; o grupo 02 foi submetido ao uso da terapia fotodinâmica, sendo utilizado como fotossensibilizador o azul de toluidina, o qual fora ativado com *laser* diodo de ASGaAl. Dez dentes de cada grupo foram analisados quanto às alterações morfológicas, enquanto que os outros dez dentes de cada grupo tiveram como objeto de análise o percentual de infiltração apical.

Com relação às alterações morfológicas, o grupo 01 apresentou maior presença de debris, tendo o grupo 02 a maior ocorrência de túbulos dentinários abertos. Quanto ao percentual de infiltração apical, foi observado um nível significativamente maior no grupo 02.

Diante dos resultados acima expostos, concluiu-se que a utilização da terapia fotodinâmica promoveu a redução da smear *layer* e a abertura dos túbulos dentinários, aumentando a permeabilidade da dentina apical. Quanto ao smear *layer*, deve-se destacar que a sua remoção é responsável por auxiliar na penetração e no refluxo das substâncias irrigadoras, criando condições que facilitam um selamento hermético com a obturação (LOPES, 2010).

Além disso, a sua remoção é responsável por promover o aumento da penetração dos cimentos nos túbulos dentinários, gerando uma melhor adaptação do material obturador às paredes dentinárias (PIAZZA e VIVIAN, 2014).

Observa-se, dessa forma, com base nos estudos acima apresentados, que a terapia fotodinâmica, associada ao tratamento endodôntico convencional, constitui

uma relevante técnica antimicrobiana, potencializando a desinfecção e, por consequência, o sucesso do tratamento endodôntico.

Dentre as vantagens da técnica trabalhada na presente pesquisa, a revisão utilizada permitiu concluir as seguintes: técnica segura, de fácil aplicação, rápida e indolor. Somada às características benéficas do *laser*, não causa danos aos tecidos adjacentes, bem como não provoca riscos de resistência microbiana e efeitos colaterais.

Importante destacar, ainda, a necessidade de se estabelecer um protocolo clínico com relação aos parâmetros da técnica, a exemplo da luz, fotossensibilizadores e tempo de exposição, tendo em vista a influência deles na efetividade da terapia.

Para isso, é necessário que novas pesquisas científicas sejam realizadas, *in vivo* e *in vitro*, a fim de testar e esclarecer os parâmetros ideais, aprimorando cada vez mais o uso na clínica, fazendo com que a terapia fotodinâmica seja efetiva para condição específica que venha a surgir.



## **6. CONCLUSÃO**

Ao final desta revisão de literatura, foi possível concluir que o sistema de canais radiculares possui considerável complexidade, constituindo, assim, um ambiente ideal para a permanência de microrganismos, fazendo com que a desinfecção completa represente um grande desafio, necessitando de avanços odontológicos que venham a facilitar a solução dos problemas existentes nessa área.

É dentro desse contexto que os estudos apresentados nesta revisão trabalham com a utilização da terapia fotodinâmica, apontando como essa técnica tem contribuído de forma efetiva para o melhoramento da descontaminação do sistema de canais radiculares e consequente elevação da taxa de sucesso da terapia endodôntica.

## REFERÊNCIAS

- AFKHAMI, F., et al. **Enterococcus faecalis elimination in root canals using silver nanoparticles, photodynamic therapy, diode laser, or laser-activated nanoparticles: an in vitro study.** J Endod 2017;43(2):279-282.
- AHANGARI Z., et al. **Comparison of the antimicrobial efficacy of calcium hydroxide and photodynamic therapy against Enterococcus faecalis and Candida albicans in teeth with periapical lesions; an in vivo study.** J Lasers Med Sci. 2017;8(2):72-78. doi:10.15171/jlms.2017.13.
- ALFENAS, C. F., et al. **Terapia fotodinâmica na redução de micro-organismos no sistema de canais radiculares.** Rev. bras. odontol., Rio de Janeiro, v. 68, n. 1, p. 68-71, jan./jun. 2011.
- AMARAL, R. R., et al. **Terapia fotodinâmica na endodontia - revisão de literatura.** RFO, Passo Fundo, v. 15, n. 2, p. 207-211, maio/ago. 2010.
- ASHRAF, H., et al. **Smear Layer Removal in the Apical Third of Root Canals by Two Chelating Agents and Laser: A Comparative in vitro study.** Iranian Endodontic Journal, Tehran, v. 9, n. 3, p. 210-214, 2014
- ASNAASHARI, M., et al. **Comparison of the antibacterial effect of 810nm diode laser and photodynamic therapy in reducing the microbial flora of root canal in endodontic retreatment in patients with periradicular lesions.** J Lasers Med Sci 2016;7(2):99-104.
- ATTIGUPPE, P. R., et al., **Comparative Evaluation of Different Modes of Laser Assisted Endodontics in Primary Teeth: An In vitro Study.** Journal of Clinical and Diagnostic Research. 2017 Apr, Vol-11(4): ZC124-ZC127.
- BELTES, C., et al. **Evaluation of antimicrobial photodynamic therapy using indocyanine green and near-infrared diode laser against Enterococcus faecalis in infected human root canals.** Photomed Laser Surg 2017; 35(5):264-9.
- DE SOUZA, E. B. **Efeito da terapia fotodinâmica na desinfecção do sistema de canais radiculares in vivo.** 2011. 72f. Dissertação de Doutorado – Universidade de São Paulo, São Paulo, 2011.
- EDUARDO, C. P., et al. **A terapia fotodinâmica como benefício complementar na clínica odontológica.** REV ASSOC PAUL CIR DENT 2015;69(3):226-35.
- FIRMINO, R. T., et al. **Endodontic treatment associated with photodynamic therapy: Case report.** 1572-1000/© 2016 Elsevier B.V. All rights reserved.
- GARCEZ, A. S., et al. **Antimicrobial Photodynamic Therapy Combined With Conventional Endodontic Treatment to Eliminate Root Canal Biofilm Infection.** Lasers Surg Med. 2011 January ; 39(1): 59–66. doi:10.1002/lsm.20415.
- GARCEZ, A. S., et al. **Effects of antimicrobial photodynamic therapy and surgical endodontic treatment on the bacterial load reduction and periapical**

**lesion healing. Three years follow up.** Photodiagnosis and Photodynamic Therapy, 2015; 12: 575-580.

GARCEZ, A. S., et al. **Uma nova estratégia para PDT antimicrobiana em Endodontia.** Rev Assoc Paul Cir Dent 2016;70(2):126-30.

GARCEZ, A.S., et al. **Photodynamic therapy associated with conventional endodontic treatment in patients with antibiotic-resistant microflora: a preliminar report.** Journal of Endodontics, v. 36, n. 9, p. 1463-1466, 2010.

GARCEZ, A.S., et al. **The use of optical fiber in endodontic photodynamic therapy. Is it really relevant?** Lasers Med Sci. Jan 2013;28(1):79-85.

GOMES-FILHO, J. E., et al. **Evaluation of photodynamic therapy on fibroblast viability and cytokine production.** Photodiagnosis and Photodynamic Therapy, 2016; 13: 97-100.

JURIC, I. B., et al. **The antimicrobial effectiveness of photodynamic therapy used as an addition to the conventional endodontic treatment: A clinical study.** Photodiagnosis and Photodynamic Therapy, 2014; 11: 549-555.

KOMINE, C.; TSUJIMOTO, Y. **A small amount of singlet oxygen generated via excited methylene blue by photodynamic therapy induces the sterilization of Enterococcus faecalis.** J Endod 2013;39(3):411-4.

KOSARIEH, E., et al. **The comparison of penetration depth of two different photosensitizers in root canals with and without smear layer: An in vitro study.** Photodiagnosis Photodyn Ther. Mar 2016;13:10-14.

LACERDA, M. F. L. S., ALFENAS, C. F., CAMPOS, C. N. **Terapia fotodinâmica associada ao tratamento endodôntico - revisão de literatura.** RFO, Passo Fundo, v. 19, n. 1, p. 115-120, jan./abr. 2014.

LOPES, H.P, Siqueira Jr, J. S. (2010). **Endodontia: biologia e ética.** Rio de Janeiro, Guanabara Koogan.

MADAN, N., et al. **K-files vs Profiles in cleaning capacity and instrumentation time in primary molar root canals: an in vitro study.** J Indian Soc Pedod Prev Dent 2011;29:2-6.

MARINIC, K., et al. **Repeated exposures to blue light-activated eosin Y enhance inactivation of E. faecalis biofilms, in vitro.** Photodiagnosis and Photodynamic Therapy, 2015; 12: 393-400.

MARTINS, L.F. **Avaliação quantitativa da descontaminação bacteriana intracanal mediante o uso de protocolos de irrigação com NaOCl e de laser diodo de GaAlAs.** Tese de Mestrado. Faculdade de Ciências da Saúde da Universidade Fernando Pessoa, Porto, 2012.

MASUDA, Y., et al. **Photodynamic Therapy with Pyoktanin Blue and Diode Laser for Elimination of Enterococcus faecalis.** In vivo 32: 707-712, 2018

MOURA NETTO, C., et al. **Adaptation and penetration of resin-based root canal sealers in root canals irradiated with high-intensity lasers.** Journal of Biomedical Optics, Bellingham, v. 20, n. 3, p. 038002, 2015.

NAGAYOSHI, M., et al. **Bactericidal effects of diode laser irradiation on enterococcus faecalis using periapical lesion defect model.** ISRN Dent 2011;2011:1-6.

NG, R., et al. **Endodontic photodynamic therapy ex vivo.** JEndod.2011;37(2):217-22.

OLIVEIRA, B.P., et al. **Photodynamic therapy in combating the causative microorganisms from endodontic infections.** Eur J Dent 2014; 8(3):424-30.

OLIVEIRA, J. A.R. **Terapia Fotodinamica em Endodontia.** Porto: Universidade Fernando Pessoa, 2016.

PAGONIS, T.C., et al. **Nanoparticle-based endodontic antimicrobial photodynamic therapy.** J Endod. 2010; 36(2):322-8.

PIAZZA, B.; VIVIAN, R. R. **O uso do laser e seus princípios em endodontia: revisão de literatura.** SALUSVITA, Bauru, v. 36, n. 1, p. 205-221, 2017.

PINHEIRO, S. L., et al. **Manual and rotary instrumentation ability to reduce Enterococcus faecalis associated with Photodynamic Therapy in deciduous molars.** Brazilian Dental Journal (2014) 25(6): 502-507.

POURHAJIBAGHER, M., et al. **Sub-lethal doses of photodynamic therapy affect biofilm formation ability and metabolic activity of Enterococcus faecalis.** Photodiagnosis Photodyn Ther 2016;15:159-66.

RIBEIRO, E. S. G. **Os Benefícios da Terapia Fotodinâmica na Clínica Odontológica.** Campina Grande: Universidade Estadual da Paraíba, 2016.

RIOS, J., et al. **Evaluation of photodynamic therapy using a light-emitting diode lamp against Enterococcus faecalis in extracted human teeth.** J. Endod. 37 (2011)856–859.[7]

ROSA, T.P., et al. **Prevalence of Treponema spp. in endodontic retreatment-resistant periapical lesions.** Braz Oral Res. 2015;29.

SABINO, C.P., et al. **Real-time evaluation of two light delivery systems for photodynamic disinfection of Candida albicans biofilm in curved root canals.** Lasers Med Sci. Aug 2015;30(6):1657-1665.

SAMIEI, M., et al. **The Antibacterial Efficacy of Photo-Activated Disinfection, Chlorhexidine and Sodium Hypochlorite in Infected Root Canals: An in Vitro Study.** Iranian Endodontic Journal, 2016; 11 (13): 179-183.

SANTOS, M. G. C., et al. **Análise do uso da terapia fotodinâmica no tratamento endodôntico com base em um Congresso Odontológico.** RFO, Passo Fundo, v. 22, n. 1, p. 49-53, jan./abr. 2017.

SEBRÃO, C.C., et al. **Comparison of the efficiency of rose bengal and ethylene blue as photosensitizers in photodynamic therapy techniques for *Enterococcus faecalis* inactivation.** Photomed Laser Surg 2017; 35(1):18-23.

SILVA, E. J., et al. **Evaluation of photodynamic therapy using a diode laser and different photosensitizers against enterococcus faecalis.** Acta Odontol. Latinoam. 2014. Vol. 27 Nº 2 / 2014 / 63-65.

SILVA, F. C., et al. **Análise da efetividade da instrumentação associada à terapia fotodinâmica antimicrobiana e a medicação intracanal na eliminação de biofilmes de *Enterococcus faecalis*.** Braz Dent Sci 2010 jan./jun.; 13 (5) 31-38.

SIVIERI-ARAUJO G., et al. **Photodynamic therapy in Endodontics: Use of a supporting strategy to deal with endodontic infection.** Dental Press Endod. 2013 May-Aug;3(2):52-8.

SOARES, J. A., et al. **Monitoring the effectiveness of photodynamic therapy with periodic renewal of the photosensitizer on intracanal *Enterococcus faecalis* biofilms.** Photodiagnosis Photodynamic Therapy, Amsterdam, v. 13, p. 123-7, 2016.

SOUZA, L.C., et al. **Photodynamic therapy with two different photosensitizers as a supplement to instrumentation/ irrigation procedures in promoting intracanal reduction of *Enterococcus faecalis*.** J Endod 2010;36(2):292-6.

SUSILA, A. V., et al. **Combined effects of photodynamic therapy and irrigants in disinfection of root canals.** Journal of Biophotonics, 2016; 9 (6):603-609.

TENNERT, C., et al. **Ultrasonic activation and chemical modification of photosensitizers enhance the effects of photodynamic therapy against *Enterococcus faecalis* root-canal isolates.** Photodiagnosis and Photodynamic Therapy, 2015; 12: 244-251.

TRINDADE, A.C., et al. **Photodynamic therapy in endodontics: a literature review, Photomed. Laser Surg.** 33 (2015) 175–182.

VERA, J., et al. **One-versus two-visit endodontic treatment of teeth with apical periodontitis: a histobacteriologic study.** J Endod. 2012;38(8):1040-52.

XHEVDET, A., et al. **The Disinfecting Efficacy of Root Canals with a Laser Photodynamic Therapy.** Journal of Lasers in Medical Sciences, 2014; 5 (1): 19-26