



UEPB

**UNIVERSIDADE ESTADUAL DA PARAÍBA
CAMPUS VIII ARARUNA, PB
CENTRO DE CIÊNCIAS, TECNOLOGIA E SAÚDE - CCTS
DEPARTAMENTO DE ODONTOLOGIA
CURSO DE ODONTOLOGIA**

VANESSA DE OLIVEIRA COSTA

**EFEITO ANTIMICROBIANO DA TERAPIA FOTODINÂMICA COMO ADJUVANTE
NA DESINFECÇÃO DE CANAIS RADICULARES DE DENTES COM
RETRATAMENTO ENDODÔNTICO: REVISÃO DE LITERATURA**

**ARARUNA
2019**

VANESSA DE OLIVEIRA COSTA

**EFEITO ANTIMICROBIANO DA TERAPIA FOTODINÂMICA COMO ADJUVANTE
NA DESINFECÇÃO DE CANAIS RADICULARES DE DENTES COM
RETRATAMENTO ENDODÔNTICO: REVISÃO DE LITERATURA**

Trabalho de Conclusão de Curso apresentado ao Curso de Odontologia da Universidade Estadual da Paraíba – Campus VIII, como requisito parcial para a obtenção do título de Cirurgiã-Dentista.

Área de concentração: Endodontia.

Orientadora: Profa. Me. Eveline Angélica L. S. S. Rocha.

**ARARUNA
2019**

É expressamente proibido a comercialização deste documento, tanto na forma impressa como eletrônica. Sua reprodução total ou parcial é permitida exclusivamente para fins acadêmicos e científicos, desde que na reprodução figure a identificação do autor, título, instituição e ano do trabalho.

C837e Costa, Vanessa de Oliveira.
Efeito antimicrobiano da terapia fotodinâmica como adjuvante na desinfecção de canais radiculares de dentes com retratamento endodôntico: revisão de literatura [manuscrito] / Vanessa de Oliveira Costa. - 2019.
30 p. : il. colorido.
Digitado.
Trabalho de Conclusão de Curso (Graduação em Odontologia) - Universidade Estadual da Paraíba, Centro de Ciências, Tecnologia e Saúde, 2019.
"Orientação : Profa. Ma. Eveline Angélica L. S. S. Rocha, Coordenação do Curso de Odontologia - CCTS."
1. Endodontia. 2. Lasers. 3. Fotoquimioterapia. 4. Retratamento. I. Título
21. ed. CDD 617.634 2

VANESSA DE OLIVEIRA COSTA

EFEITO ANTIMICROBIANO DA TERAPIA FOTODINÂMICA COMO ADJUVANTE
NA DESINFECÇÃO DE CANAIS RADICULARES DE DENTES COM
RETRATAMENTO ENDODÔNTICO: REVISÃO DE LITERATURA

Trabalho de Conclusão de Curso
apresentado ao Curso de Odontologia da
Universidade Estadual da Paraíba –
Campus VIII, como requisito parcial para a
obtenção do título de Cirurgiã-Dentista.

Área de concentração: Endodontia.

Aprovada em: 18/06/2019.

BANCA EXAMINADORA

Eveline A. L. S. S. Rocha

Profa. Me. Eveline Angélica L. S. S. Rocha (Orientadora)
Universidade Estadual da Paraíba (UEPB)

Liege Helena Freitas Fernandes

Profa. Me. Liege Helena Freitas Fernandes
Universidade Estadual da Paraíba (UEPB)

Yêska Paola Costa Aguiar

Profa. Me. Yêska Paola Costa Aguiar
Universidade Estadual da Paraíba (UEPB)

A minha família e amigos, pela dedicação,
companheirismo e amizade, DEDICO.

LISTA DE ILUSTRAÇÕES

Figura 1 – Fluxograma representativo da seleção da amostra	17
--	----

LISTA DE TABELAS

Tabela 1 – Principais características dos estudos incluídos após a triagem da pesquisa	18
Tabela 2 – Parâmetros de Terapia Fotodinâmica adotados por estudos.....	19
Tabela 3 – Resultados dos estudos incluídos.....	20

SUMÁRIO

1	INTRODUÇÃO	08
2	REFERENCIAL TEÓRICO	09
2.1	Microbiota do canal radicular de dentes com tratamento endodôntico	09
2.2	Principais dificuldades na desinfecção dos canais radiculares	10
2.3	Terapia Fotodinâmica Antimicrobiana	11
2.3.1	<i>Mecanismo de Ação</i>	11
2.3.1.1	<i>Interação da PDT com as bactérias</i>	12
2.3.2	<i>Fotossensibilizador</i>	13
2.3.3	<i>Fonte de Luz</i>	13
2.3.4	<i>Oxigênio</i>	14
2.3.5	<i>Tempo de Pré-Irradiação e dose de Irradiação</i>	14
3	METODOLOGIA	15
3.1	Caracterização do estudo	15
3.2	Universo	15
3.3	Amostra	15
3.4	Critérios de seleção da amostra	15
3.4.1	<i>Critérios de inclusão</i>	15
3.5	Coleta de dados	15
3.6	Análise de dados	16
4	RESULTADOS E DISCUSSÕES	16
5	CONCLUSÃO	26
	REFERÊNCIAS	26

EFEITO ANTIMICROBIANO DA TERAPIA FOTODINÂMICA COMO ADJUVANTE NA DESINFECÇÃO DE CANAIS RADICULARES DE DENTES COM RETRATAMENTO ENDODÔNTICO: REVISÃO DE LITERATURA

Vanessa de Oliveira Costa*
Eveline Angélica L. S. S. Rocha**

RESUMO

Introdução: A persistência de microrganismos ao final do preparo químico-mecânico ou após a utilização da medicação intracanal é considerada a principal causa dos insucessos do tratamento endodôntico, sendo necessário o retratamento do canal. A terapia fotodinâmica tem sido proposta como uma estratégia adicional de tratamento antimicrobiano, com a possibilidade de melhorar os resultados do tratamento endodôntico. Esta revisão de literatura visa avaliar o efeito antimicrobiano da Terapia Fotodinâmica como adjuvante na desinfecção de canais radiculares cuja terapia endodôntica prévia falhou. **Metodologia:** Foi realizada uma pesquisa bibliográfica na base de dados PubMed utilizando combinações específicas de descritores: “Endodontic retreatment AND photodynamic therapy”, “Photodynamic therapy AND secondary endodontic infections”, “Low level laser therapy AND root canal retreatment”, “Photodynamic therapy AND Apical periodontitis” e “Photodynamic therapy AND root canal disinfection”. Foram incluídos apenas artigos publicados em inglês. **Resultados e Discussões:** A pesquisa bibliográfica forneceu 138 títulos e resumos. Quatro artigos preencheram os critérios de inclusão e foram selecionados para a revisão. As razões para a exclusão dos estudos em cada fase foram registradas. Os estudos incluídos mostraram um efeito positivo da terapia fotodinâmica na redução da carga microbiana no tratamento do canal radicular, variando de 52,4% a 100%. Esses resultados foram alcançados devido a combinação da terapia fotodinâmica antimicrobiana com a terapia convencional de retratamento. **Conclusão:** Foi possível notar os efeitos positivos da combinação das terapias alcançado uma redução considerável da carga microbiana intracanal. Entretanto as informações clínicas disponíveis atualmente se mostram limitadas e são necessárias mais pesquisas sobre a terapia fotodinâmica antimicrobiana como adjuvante na desinfecção de canais retratados.

Palavras-chave: Endodontia. Lasers. Fotoquimioterapia. Retratamento.

ABSTRACT

Introduction: Introduction: The persistence of microorganisms at the end of the chemical-mechanical preparation or after the use of the intracanal medication is considered the main cause of the failures of the endodontic treatment, being necessary the retreatment of the canal. Photodynamic therapy has been proposed as an additional antimicrobial treatment strategy, with the possibility of improving the results of endodontic treatment. This literature review aims to evaluate the antimicrobial effect of Photodynamic Therapy as adjuvant in the disinfection of root

* Aluna de Graduação em Odontologia na Universidade Estadual da Paraíba – Campus VIII.
E-mail: vanessadeoliveira03@gmail.com

** Professora do curso de Odontologia na Universidade Estadual da Paraíba – Campus VIII.
E-mail: evelpb@hotmail.com

canals whose previous endodontic therapy failed. **Methodology:** A bibliographic search was performed in the PubMed database using specific combinations of descriptors: "Endodontic retreatment AND photodynamic therapy", "Photodynamic therapy AND secondary endodontic infections", "Low level laser therapy AND root canal retreatment", "Photodynamic therapy AND Apical periodontitis "And" Photodynamic therapy AND root canal disinfection ". Only articles published in English were included. **Results and Discussion:** The bibliographical research provided 138 titles and abstracts. Four articles met the inclusion criteria and were selected for review. The reasons for excluding studies at each stage were recorded. The included studies showed a positive effect of photodynamic therapy on the reduction of microbial load in root canal treatment, ranging from 52.4% to 100%. These results were achieved due to the combination of antimicrobial photodynamic therapy with conventional retreatment therapy. **Conclusion:** It was possible to note the positive effects of the combination of therapies achieved a considerable reduction of intracanal microbial load. However, the clinical information currently available is limited and more research is needed on antimicrobial photodynamic therapy as an adjuvant in the disinfection of the described channels.

Keywords: Endodontics. Lasers. Photodynamic Therapy. Retreatment.

1 INTRODUÇÃO

Um dos objetivos do tratamento endodôntico é promover a máxima desinfecção do sistema de canais radiculares, assim como a prevenção da sua reinfecção (LACERDA; ALFENAS; CAMPOS, 2014; POURHAJIBAGHER; BAHADOR, 2019). A terapia radicular inicial pode resultar em insucesso por inúmeras razões. As mais frequentes são a falha em eliminar os microrganismos que estavam presentes no momento do tratamento inicial ou a reintrodução de microrganismos no sistema de canal radicular após o término do tratamento inicial (TORABINEJAD; WALTON, 2010).

Para cumprir esse objetivo, utiliza-se a terapia convencional, que consiste na limpeza e modelagem do sistema de canais radiculares por meio de limas manuais ou rotatórias, concomitantemente com a irrigação de substâncias químicas auxiliares, e, em alguns casos, complementa-se com medicação intracanal (LACERDA; ALFENAS; CAMPOS, 2014).

Embora essa técnica convencional seja capaz de reduzir o número de bactérias no canal radicular, a desinfecção completa de todo o sistema de canais radiculares é difícil de ser obtida (JURIĆ; PLEČKO; PANDURIĆ; ANIĆ, 2014). As bactérias encontradas no canal, após o preparo químico-mecânico (PQM) ou a medicação intracanal, podem ter sido resistentes ou inacessíveis aos procedimentos intracanaís de desinfecção (BATINIĆ; ROČAN; BUDIMIR; ANIĆ; BAGO, 2018) principalmente no terço apical do canal, que pode servir de reservatório para os microrganismos (JURIĆ; PLEČKO; PANDURIĆ; ANIĆ, 2014).

Como a persistência dos microrganismos é uma das principais causas do fracasso do tratamento endodôntico (JURIĆ; PLEČKO; PANDURIĆ; ANIĆ, 2014), para superar a falha de um tratamento inicial do canal radicular, o retratamento endodôntico não cirúrgico é a primeira opção clínica (TORABINEJAD; CORR; HANDYSIDES; SHABAHANG, 2009). Também tem sido recomendada estratégias adicionais de tratamento antimicrobiano para eliminar e neutralizar os

microrganismos e toxinas remanescentes (JURIČ; PLEČKO; PANDURIĆ; ANIĆ, 2014).

A desinfecção final do canal radicular também pode ser realizada com laser (BATINIĆ; ROČAN; BUDIMIR; ANIĆ; BAGO, 2018). A Terapia Fotodinâmica ou PDT, do inglês *Photodynamic Therapy*, é uma estratégia antimicrobiana de desinfecção que pode ser definida como a inativação de células, microrganismos e moléculas por meio da luz (CHREPA; KOTSAKIS; PAGONIS; HARGREAVES et al., 2014). Esta terapia tem sido cada vez mais explorada em estudos endodônticos (BATINIĆ; ROČAN; BUDIMIR; ANIĆ; BAGO, 2018), como estratégias adjuntas para atingir a microbiota residual, a fim de alcançar maiores taxas de cura em dentes com canais radiculares infectados (ASNAASHARI; HOMAYUNI; PAYMANPOUR, 2016).

A PDT, desenvolvida inicialmente como um método de terapia do câncer, requer três elementos básicos: um fotossensibilizador não tóxico/ uma substância fotoativada, uma fonte de luz adequada e oxigênio tecidual. A transferência de energia do fotossensibilizador ativado para o oxigênio disponível resulta na formação de espécies reativas de oxigênio, conhecidas como oxigênio singlete e radicais livres. Essas espécies químicas são altamente reativas, se unem à membrana das bactérias e danificam proteínas, lipídios, ácidos nucleicos e outros componentes celulares microbianos (JURIČ; PLEČKO; PANDURIĆ; ANIĆ, 2014; ASNAASHARI; HOMAYUNI; PAYMANPOUR, 2016; ALI; NEELAKANTAN, 2018; ESLAMI, 2019; SCHAEFFER; D'AVIZ; GHIGGI; KLASSMANN, 2019). Os fotossensibilizadores que apresentam forte carga catiônica ligam-se e penetram rapidamente nas células bacterianas, sem afetar a viabilidade das células hospedeiras (JURIČ; PLEČKO; PANDURIĆ; ANIĆ, 2014).

Diante do exposto, o presente artigo teve como objetivo revisar a literatura a respeito da terapia fotodinâmica antimicrobiana como adjuvante na desinfecção de canais radiculares cujo tratamento endodôntico prévio não teve sucesso.

2 REFERENCIAL TEÓRICO

O sucesso de um tratamento endodôntico deve ser caracterizado como ausência de doença perirradicular após um período de acompanhamento adequado. Assim, a detecção de sinais (radiolucidez, fístula, tumefação) e/ou sintomas (dor) da doença perirradicular associados a dentes tratados endodonticamente significa que o tratamento fracassou na manutenção ou restauração da saúde perirradicular (LOPES; SIQUEIRA JÚNIOR, 2015).

A permanência de bactérias e seus produtos no sistema de canais radiculares pode comprometer o prognóstico de dentes tratados endodonticamente. Devido às características da microflora e às variações anatômicas no sistema de canais radiculares, especialmente na região apical, dada sua complexidade anatômica, os procedimentos endodônticos convencionais podem não ser suficientes para garantir a desinfecção completa (GOMES, 2004; NAIR, 2004).

2.1 Microbiota do canal radicular de dentes com tratamento endodôntico

Infecções persistentes ou secundárias são os principais agentes etiológicos do fracasso da terapia endodôntica, caracterizado pela manutenção ou aparecimento de uma lesão perirradicular pós-tratamento (ZOLETTI; SIQUEIRA; SANTOS, 2006; LOPES; SIQUEIRA JÚNIOR, 2015).

Embora infecções extraradiculares possam ser responsáveis por alguns casos de tratamento endodôntico fracassado, infecções intraradiculares persistentes ou secundárias têm sido os achados mais comuns em casos selecionados para retratamento por causa de resultado insatisfatório (ZOLETTI; SIQUEIRA; SANTOS, 2006).

Enquanto a infecção secundária é causada por microrganismos que não faziam parte da microbiota da infecção primária, tendo sido levados ao sistema de canais radiculares ou durante as consultas ou após término do tratamento endodôntico, a infecção persistente é aquela que se manteve mesmo após os procedimentos de desinfecção e às consequentes alterações do microambiente decorrentes do tratamento endodôntico (LACERDA; COUTINHO; BARROCAS; RODRIGUES; VIDAL, 2016).

A microbiota relacionada a tais casos difere significativamente daquela da infecção primária do canal. Enquanto esta última é caracterizada por uma infecção mista, com um relativo equilíbrio entre bactérias Gram-positivas e Gram-negativas, predominantemente anaeróbias estritas, a microbiota associada a fracassos pode ser determinada como uma infecção mista com menor diversidade (menos espécies) que as infecções primárias, sendo compostas principalmente por bactérias Gram-positivas e sem um predomínio aparente de anaeróbios estritos ou facultativos (LOPES; SIQUEIRA JÚNIOR, 2015).

O *Enterococcus faecalis* é descrito por diversos estudos como um importante elemento associado aos casos de infecção persistente ou secundária, chegando a uma prevalência de 90% dos casos, e sendo nove vezes mais comum em infecção persistente/secundária do que em casos de infecção primária (LACERDA; COUTINHO; BARROCAS; RODRIGUES; VIDAL, 2016).

A prevalência elevada provavelmente esteja relacionada com algumas das propriedades do *E. faecalis* como sua excelente capacidade de adaptação a condições adversas; a capacidade de crescimento na forma de biofilme ou colônia única; a capacidade de penetrar nos túbulos dentinários e de resistir ao efeito do hidróxido de cálcio (LACERDA; COUTINHO; BARROCAS; RODRIGUES; VIDAL, 2016).

Outros microrganismos que podem ser encontrados nos canais tratados associados à lesão perirradicular incluem *Streptococcus*, *Candida albicans* e algumas espécies bacterianas anaeróbias estritas: *Pseudoramibacter alactolyticus*, *Propionibacterium propionicum*, *Propionibacterium acnes*, *Filifactor alocis*, *Dialister pneumosintes*, *Dialister invisus* e *Pyramidobacter piscolens* (LOPES; SIQUEIRA JÚNIOR, 2015; TORABINEJAD; WALTON, 2010).

Portanto, conclui-se que a microbiota associada a lesões pós-tratamento endodôntico normalmente é mista, mas com bem menos espécies que na infecção primária, com predomínio de bactérias facultativas (LOPES; SIQUEIRA JÚNIOR, 2015). Sendo assim, são necessárias estratégias suplementares para serem eliminadas ou reduzidas a um número compatível com a cura (LACERDA; COUTINHO; BARROCAS; RODRIGUES; VIDAL, 2016).

2.2 Principais dificuldades na desinfecção dos canais radiculares

Há duas questões principais que dificultam a desinfecção “ótima” do sistema de canais radiculares: (i) Organização de microrganismos em comunidades de biofilme e (ii) as complexidades anatômicas do sistema de canais radiculares, que resultam em áreas de difícil acesso, como canais acessórios, istmo, ramificações,

bem como a estrutura complexa da dentina com os numerosos túbulos dentinários, servindo como nichos para microrganismos (ALI; NEELAKANTAN, 2018).

A razão principal para os microrganismos persistirem no sistema de canal radicular após o tratamento inicial é a falha em detectar ou tratar todos os sistemas presentes no interior do canal radicular (TORABINEJAD; WALTON, 2010). E devido a sua anatomia complexa, nem mesmo a técnica de instrumentação única, manual, rotatória ou recíproca pode limpar completamente o canal radicular, portanto, uma significativa parte da parede dentinária (até 32%) permanece coberta de detritos infectados e biofilme bacteriano (BATINIĆ; ROČAN; BUDIMIR; ANIĆ; BAGO, 2018).

Com relação aos biofilmes, essas entidades microbianas de complexa organização são pelo menos 1000 vezes mais resistentes às terapias antimicrobianas do que suas contrapartes planctônicas. A matriz polimérica extracelular destes biofilmes serve como uma barreira de difusão, impedindo assim a penetração de agentes antimicrobianos no interior dos biofilmes para matar os microrganismos e perturbar ainda mais a arquitetura do biofilme (ALI; NEELAKANTAN, 2018).

Dos agentes químicos usados como soluções irrigadoras na endodontia contemporânea, somente o hipoclorito de sódio (NaOCl) parece ser capaz de romper biofilmes (ZEHNDER, 2006). O NaOCl tem sido considerado como o “padrão ouro” devido a suas propriedades antibacterianas, de dissolução de tecidos (CHREPA; KOTSAKIS; PAGONIS; HARGREAVES et al., 2014) e de romper biofilmes (ALI; NEELAKANTAN, 2018).

Uma das principais desvantagens NaOCl é a interação não específica com a matéria orgânica. Essa ausência de especificidade é um problema clínico em termos de citotoxicidade para os tecidos do hospedeiro e efeitos proteolíticos no colágeno da dentina radicular, resultando em enfraquecimento do dente. Isto é exemplificado quando são utilizados regimes sequenciais de irrigação de hipoclorito de sódio e agentes desmineralizantes (NEELAKANTAN et al., 2015; ALI; NEELAKANTAN, 2018).

Durante a última década, esforços substanciais foram direcionados para o desenvolvimento de estratégias alternativas de irrigação que sejam específicas para as células microbianas, com benefícios adicionais ou não aos tecidos do hospedeiro, especificamente o colágeno dentinário. A abordagem mais promissora diante de todo o contexto é o uso de fotossensibilizadores para obter a desinfecção (ALI; NEELAKANTAN, 2018).

2.3 Terapia Fotodinâmica Antimicrobiana

2.3.1 Mecanismo de Ação

O mecanismo de ação da PDT depende da administração tópica ou sistêmica de um fotossensibilizador não tóxico, seguida de irradiação de baixa dose de um comprimento de onda adequado. A absorção da luz desencadeia a excitação do fotossensibilizador que, na presença de oxigênio, leva a uma cascata de efeitos fotoquímicos, resultando na produção de altas Espécies reativas de oxigênio (EROs), que são tóxicas para células tumorais, bactérias e fungos (KONOPKA; GOSLINSKI; 2007; TRINDADE; DE FIGUEIREDO; STEIER; WEBER, 2015).

A terapia fotodinâmica é um processo fotoquímico em que a excitação eletrônica do fotossensibilizador provoca dois mecanismos: tipo I – transferência de

elétrons – e tipo II – transferência de energia. No mecanismo tipo I, há formação de produtos oxidados e ocorrem cerca de 5% da reação. Nos outros 95%, ocorre o mecanismo tipo II, mais desejável e responsável pela apoptose que, diferentemente da necrose, não provoca injúria aos tecidos adjacentes. Na apoptose, a célula tem morte programada com encolhimento dessa e formação de vesículas que são fagocitadas por macrófagos posteriormente. Como não há lise celular, não há extravasamento do conteúdo citoplasmático, evitando assim, lesão tecidual. Isso torna a PDT uma terapia eficaz e segura (LACERDA; ALFENAS; CAMPOS, 2014; TRINDADE; DE FIGUEIREDO; STEIER; WEBER, 2015; SCHAEFFER; D'AVIZ; GHIGGI; KLASSMANN, 2019).

2.3.1.1 Interação da PDT com as bactérias

Existe uma diferença fundamental na susceptibilidade à terapia fotodinâmica antimicrobiana entre as bactérias gram-positivas e gram-negativas. Em geral, as bactérias gram-positivas são mais susceptíveis que as bactérias gram-negativas. Portanto, as características estruturais de diferentes tipos de bactérias devem ser observadas. A alta suscetibilidade das espécies gram-positivas pode ser explicada pela sua fisiologia. A membrana citoplasmática é rodeada por uma camada relativamente porosa de peptidoglicano e ácido lipoteicóico, que permite a passagem do fotossensibilizador (TRINDADE; DE FIGUEIREDO; STEIER; WEBER, 2015; SCHAEFFER; D'AVIZ; GHIGGI; KLASSMANN, 2019).

Bactérias gram-negativas têm uma membrana citoplasmática interna e uma membrana externa, separadas por um periplasma contendo peptidoglicano que forma uma barreira física e funcional entre a célula e seu ambiente. Várias proteínas diferentes estão presentes na membrana externa, algumas das quais funcionam como poros para permitir a passagem de nutrientes, enquanto outras têm função enzimática ou estão envolvidas na manutenção da integridade estrutural da membrana externa (TRINDADE; DE FIGUEIREDO; STEIER; WEBER, 2015).

A fotossensibilização de bactérias está relacionada com a carga do fotossensibilizador. Em geral, os de carga neutra ou positiva interagem eficientemente e inativam bactérias Gram-positivas, ao passo que interagem apenas em alguma extensão na membrana externa de bactérias Gram-negativas. A camada de peptidoglicano e ácido lipoteicoico na membrana externa de bactérias Gram-positivas permite a difusão do fotossensibilizador. A membrana externa de bactérias Gram-negativas age como uma barreira física e funcional entre as células e o meio biológico (AMARAL; AMORIM; NUNES; SOARES; SILVEIRA, 2010; TRINDADE; DE FIGUEIREDO; STEIER; WEBER, 2015).

Para inativar uma célula bacteriana, o fotossensibilizador deve ser absorvido pela membrana celular e/ou ser transportado para o citoplasma, levando à inibição do DNA, RNA e síntese de proteínas (TRINDADE; DE FIGUEIREDO; STEIER; WEBER, 2015).

Observam-se também diferenças de susceptibilidade a PDT quando os microrganismos são organizados sob a forma de biofilme e quando estão dispostos como células isoladas, sendo que o desafio da PDT é maior quando os microrganismos estão organizados em forma de biofilme (SCHAEFFER; D'AVIZ; GHIGGI; KLASSMANN, 2019).

Existem algumas vantagens da PDT em relação ao uso dos antimicrobianos tradicionais. A morte celular mediada pela liberação de radicais livres torna o desenvolvimento de resistência pelos microrganismos improvável. Como a morte

bacteriana é rápida, não é necessária a manutenção do agente químico por longos períodos, caso dos antibióticos. Além disso, a terapia é altamente seletiva, sendo confinada a área da lesão pela aplicação tópica cuidadosa do corante e restrição da irradiação por meio do uso de fibra óptica específica (SCHAEFFER; D'AVIZ; GHIGGI; KLASSMANN, 2019).

2.3.2 Fotossensibilizador

Ao se verificar que as espécies bacterianas não apresentam fotossensibilizadores, preconizou-se então a utilização de um composto que pudesse atrair a luz e formasse radicais livres. Porém, a habilidade de um componente absorver luz, não significa necessariamente que ele possa atuar como fotossensibilizador. Para produzir efeito antimicrobiano, os fotossensibilizadores devem apresentar picos de absorção próximos ao comprimento de onda da luz utilizada e não devem apresentar toxicidade ao hospedeiro (LACERDA; ALFENAS; CAMPOS, 2014).

Cada fotossensibilizador possui um espectro de ação de luz sobre um comprimento de onda de máxima absorção e deve absorver a luz de comprimento de onda ressonante, ou seja, a faixa de absorção do fotossensibilizador deve coincidir com a faixa de emissão da fonte de luz (GURSOY; OZCAKIR-TOMRUK; TANALP; YILMAZ, 2013; LACERDA; ALFENAS; CAMPOS, 2014). A maioria dos fotossensibilizadores são ativados por luz entre 630 e 700 nm, correspondendo a uma profundidade de penetração de 0,5 cm (630 nm) a 1,5 cm (a ~ 700 nm) (GURSOY; OZCAKIR-TOMRUK; TANALP; YILMAZ, 2013).

Atualmente, vários fotossensibilizantes estão sendo empregados nos estudos da PDT, dentre os quais, destacam-se os fotossensibilizadores classe fenotiazinas, como azul de metileno, azul de toluidina, clorinas, e porfirina, que absorvem luz de comprimento de onda entre 550 e 700 nm, coincidente com a luz emitida pelo laser de diodo. A banda de absorção do azul de toluidina e do azul de metileno está situada entre 620 nm e 700 nm, o que possibilita a fotossensibilização bacteriana através da utilização de laser diodo atuando com luz de espectro vermelho situado em banda de 660 nm, que é ressonante à luz do laser diodo (LACERDA; ALFENAS; CAMPOS, 2014).

2.3.3 Fonte de Luz

Os lasers são as fontes de luz mais utilizadas na PDT, pois permitem a ocorrência de interação fotobiológica, por apresentarem unidirecionalidade, coerência e monocromaticidade, ou seja, emitem um comprimento de onda específico, facilitando, assim, a escolha do fotossensibilizador, bem como a profundidade de penetração de luz no tecido. Para a irradiação de tecidos biológicos, preconiza-se a utilização de comprimento de onda entre 660 nm (vermelho) a 1000 nm (infravermelho) (LACERDA; ALFENAS; CAMPOS, 2014).

Com o objetivo de desinfecção completa, utilizaram-se lasers de alta potência, resultando em 99% de eliminação bacteriana por aumento de temperatura e desnaturação proteica. No entanto, danos aos tecidos dentários e tecidos adjacentes, podem estar associados ao uso do laser de alta potência (SCHAEFFER; D'AVIZ; GHIGGI; KLASSMANN, 2019).

Em contrapartida, os lasers de baixa potência atuam com efeito terapêutico, ou seja, promovem reparação tecidual, modulação da inflamação e analgesia. Por

não provocarem aumento de temperatura no tecido, não possuem efeito antimicrobiano associado. Estes lasers, porém, podem apresentar índice de redução microbiana quando utilizados em associação com agentes fotossensibilizadores (SCHAEFFER; D'AVIZ; GHIGGI; KLASSMANN, 2019).

O desenvolvimento dos lasers de diodo de baixa intensidade com luz monocromática e coerente facilitou a associação com fotossensibilizadores com espectro de absorção ressonante com o comprimento de onda emitido pelo laser. A dose de radiação é facilmente calculada, a área de irradiação é controlada focalizando o tratamento (AMARAL; AMORIM; NUNES; SOARES; SILVEIRA, 2010).

A luz pode ser transmitida por meio de uma fibra óptica (AMARAL; AMORIM; NUNES; SOARES; SILVEIRA, 2010) capaz de direcionar a radiação com um mínimo de perdas. O uso do sistema de entrega por fibras ópticas é justificado pela compatibilidade com as dimensões dos canais radiculares permitindo que o feixe de irradiação alcance toda a extensão do canal radicular durante a ativação do fotossensibilizador (ALFENAS; SANTOS; TAKEHARA; DE PAULA, 2011).

2.3.4 Oxigênio

Sabe-se também que a presença de oxigênio no interior do sistema de canais radiculares e lesões periapicais é escassa - fato esse confirmado pela grande maioria de micro-organismos anaeróbios facultativos e anaeróbios estritos encontrados nessas regiões (XU, YOUNG, BATTAGLINO, 2009; LACERDA; ALFENAS; CAMPOS, 2014).

O oxigênio necessário para realizar a PDT é oriundo então, da água contida no fotossensibilizador, lipídios, peptídeos, proteínas, enzimas citoplasmáticas e ácido nucleico microbiano (LACERDA; ALFENAS; CAMPOS, 2014).

Uma forma de garantir a presença de oxigênio durante a PDT é acoplado uma fibra óptica à ponteira do laser, deslocando-a no interior do sistema de canais radiculares em movimentos helicoidais, de apical para cervical e vice-versa, durante todo o processo da irradiação (LACERDA; ALFENAS; CAMPOS, 2014; SCHAEFFER; D'AVIZ; GHIGGI; KLASSMANN, 2019).

2.3.5 Tempo de Pré-Irradiação e dose de Irradiação

O tempo de pré-irradiação é aquele em que o fotossensibilizador entra em contato com o microrganismo para que esse possa penetrar ou, ao menos, se ligar à membrana plasmática e, conseqüentemente, aumentar os danos causados aos microrganismos (AMARAL, AMORIM; NUNES; SOARES; SILVEIRA, 2010; LACERDA; ALFENAS; CAMPOS, 2014) e neste período o fotossensibilizador não sofra degradação antes da ativação pela fonte de luz. Esse tempo necessário para absorção do corante antes da irradiação é importante para o sucesso na PDT (AMARAL; AMORIM; NUNES; SOARES; SILVEIRA, 2010).

O tempo mais utilizado nos trabalhos in vitro para pré-irradiação foi de 5 minutos, no entanto, bactérias Gram-negativas por apresentarem estrutura molecular mais desenvolvida, com uma membrana externa a mais que as gram-positivas, necessitam de parâmetros mais eficazes, devendo-se aumentar a concentração do corante ou o tempo de pré-irradiação (LACERDA; ALFENAS; CAMPOS, 2014).

A literatura demonstra uma variabilidade no tempo de exposição ao laser que, por sua vez, pode variar desde 30 segundos até 30 minutos, sendo que o segundo

tempo é demasiadamente elevado para ser reproduzido durante a prática clínica. Como não há ainda um protocolo quanto aos parâmetros a serem utilizados durante a PDT e sabendo-se que a inativação dos micro-organismos é maior conforme o aumento de dose de energia, o tempo e a energia utilizada podem ser calculados através da seguinte fórmula: $E = P \times T$ (E = energia em joule, P = potência em watt e T = tempo em segundo), seguindo orientações do fabricante do laser diodo (LACERDA; ALFENAS; CAMPOS, 2014).

3 METODOLOGIA

3.1 Caracterização do estudo

O presente estudo foi de caráter exploratório e descritivo por meio da pesquisa bibliométrica criteriosa na base de dados PubMed (U.S. National Library of Medicine) com enfoque nos estudos que utilizaram a PDT como coadjuvante na desinfecção adicional de canais radiculares de dentes com retratamento endodôntico. Foram utilizados os seguintes descritores: “Endodontic retreatment AND photodynamic therapy”, “Photodynamic therapy AND secondary endodontic infections”, “Low level laser therapy AND root canal retreatment”, “Photodynamic therapy AND Apical periodontitis” e “Photodynamic therapy AND root canal disinfection”.

3.2 Universo

O universo do estudo compreende todos os artigos publicados na base de dados PubMed que utilizaram a PDT associada ao PQM para a redução da carga microbiana de canais cuja terapia endodôntica convencional prévia não obteve sucesso.

3.3 Amostra

Os artigos foram selecionados através de uma triagem com base no seu título e resumo. Os que não era pertinente ao objetivo desta revisão foram excluídos. Aqueles com potencial para este estudo tiveram seus textos completos analisados, totalizando quatro artigos disponíveis no PubMed.

3.4 Critérios de seleção da amostra

3.4.1 Critérios de Inclusão

Para inclusão no presente estudo foram utilizados os seguintes critérios de refinamento:

- ◆ Uso da terapia fotodinâmica como um tratamento adjunto para desinfecção de canais radiculares durante o retratamento endodôntico;
- ◆ Estudos *in vivo*;
- ◆ Apresentar resultados positivos de redução da carga microbiana;
- ◆ Artigos em inglês.

3.5 Coleta dos dados

O levantamento bibliográfico utilizou artigos publicados no PubMed. A busca foi realizada durante os meses de dezembro de 2018 e abril de 2019, utilizando combinações específicas dos descritores: “Endodontic retreatment AND photodynamic therapy”, “Photodynamic therapy AND secondary endodontic infections”, “Low level laser therapy AND root canal retreatment”, “Photodynamic therapy AND Apical periodontitis” e “Photodynamic therapy AND root canal disinfection”.

Na busca inicial sem recorte temporal foram identificados todos os artigos disponíveis obtidos pelas combinações dos descritores. Os artigos duplicados foram retirados. Em seguida, os títulos e resumos foram avaliados. Os trabalhos que se mostraram inviáveis por não atender aos critérios de inclusão foram excluídos e os que restaram após a triagem foram lidos por completo. Após esta etapa foi possível chegar a amostra final dos trabalhos elegidos. Os dados referentes as principais características dos estudos incluídos após a triagem da pesquisa, os parâmetros adotados da Terapia Fotodinâmica e os resultados dos estudos incluídos nesta revisão de literatura foram extraídos e colocados em tabelas.

3.6 Análise dos dados

Os dados coletados foram organizados utilizando o programa Microsoft Excel 2010 e analisados por meio de estatística descritiva.

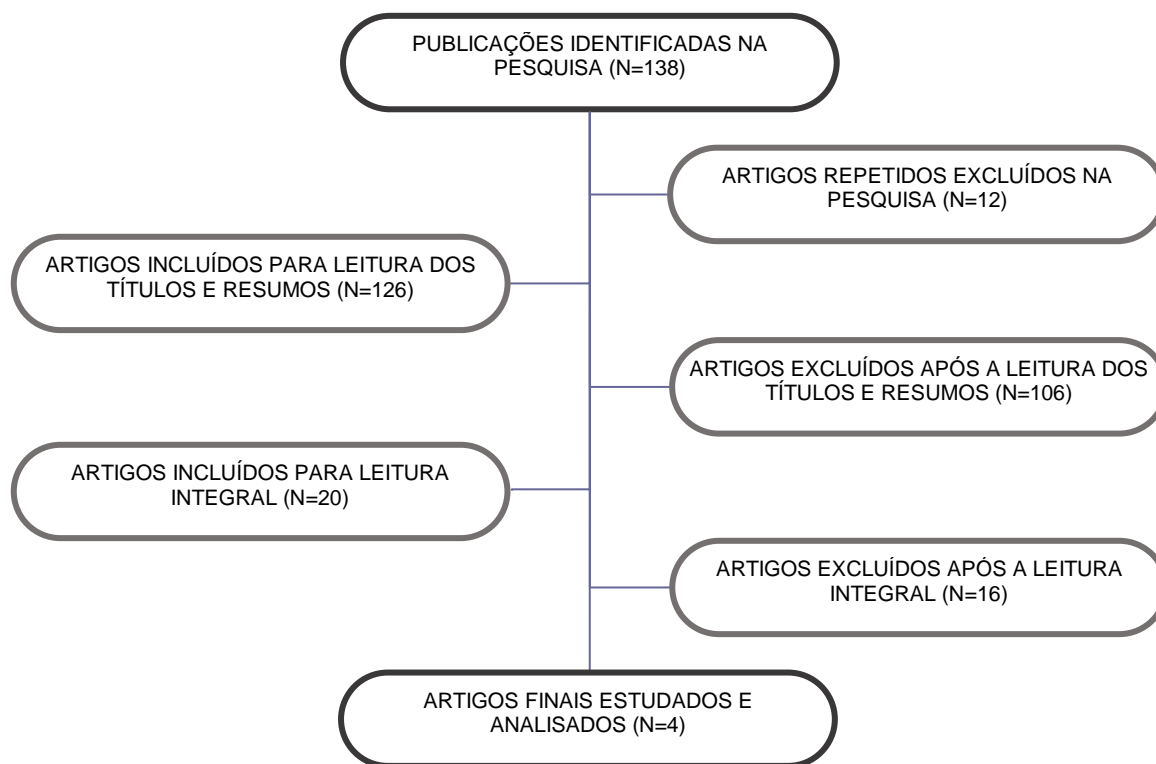
4 RESULTADOS E DISCUSSÕES

Um total de 138 títulos e resumos foram identificados após a busca na base de dados eletrônica citada, utilizando a combinação específica de descritores. Nenhum estudo adicional foi identificado como relevante após uma busca das listas de referência. Após a primeira fase de seleção, 12 artigos foram excluídos uma vez que eram repetidos na busca. Outros 106 artigos foram excluídos com base nos critérios de exclusão pré-definidos.

Procedeu-se com a leitura na íntegra de 20 artigos completos que foram considerados pertinentes. Na etapa final 16 trabalhos foram classificados como não elegíveis (estudos não pertinentes para a revisão por não atender a todos os critérios de inclusão), quatro trabalhos foram classificados como elegíveis para esta revisão.

A estratégia de busca dos artigos é apresentada na **Figura 1**. Ao final do processo de pesquisa, foram extraídos os dados principais de cada estudo e inseridos nas **Tabelas 1, 2 e 3**.

Figura 1 – Fluxograma representativo da seleção da amostra.



Fonte: Elaborada pela autora, 2019.

Tabela 1 – Principais características dos estudos incluídos após a triagem da pesquisa

Autores	Design do estudo		Características da população	Amostra	Método de coleta da amostragem microbiológica
<i>GARCEZ; NUNEZ; HAMBLIM; SUZUKI; RIBEIRO, 2010</i>	Ensaio Clínico Randomizado	Não	21 pacientes (com idade entre 17 e 52 anos), tratados previamente com antibioticoterapia e tratamento endodôntico em dentes anteriores (unirradiculares) diagnosticados com periodontite periapical.	30 dentes / canais radiculares infectados.	Coletas de amostras microbiológicas em 3 etapas: A1 - Após o preparo do acesso e retirada do material obturador prévio com lima Hedstroem e irrigação com solução salina. A2 - Após desbridamento químico-mecânico até o tamanho médio de 45.02 e uso de NaOCl 2,5%, H ₂ O ₂ 3%, EDTA 17%, solução salina. A3 - Após a PDT e irrigação final com solução salina. As amostras foram colhidas com 3 pontas de papel estéril.
<i>JURIĆ; PLEČKO; PANDURIĆ; ANIĆ, 2014</i>	Ensaio Clínico Randomizado	Não	21 pacientes saudáveis (com idade entre 20 e 45 anos) com tratamento endodôntico em incisivos ou caninos diagnosticados com periodontite apical crônica.	21 dentes / canais radiculares infectados.	Coletas de amostras microbiológicas em 3 etapas: A1 - Após o acesso e remoção do material obturador com ProTaper Universal para retratamento sem solvente químico e irrigação com solução salina estéril. A2 - Após a instrumentação dos canais radiculares com a sequência de limas ProTaper Universal rotatórias e uso de NaOCl 2,5%, EDTA 17%, NaOCl 2,5%, solução salina. A3 - PDT e solução salina estéril. 4 pontas de papel estéril foram utilizadas sequencialmente a cada coleta de amostra.
<i>ASNAASHARI; HOMAYUNI; PAYMANPOUR, 2016</i>	Ensaio Clínico Randomizado	Não	27 pacientes saudáveis, com tratamento endodôntico em dentes de canais únicos e diagnosticados previamente com periodontite apical.	30 dentes / canais radiculares.	Coletas de amostras microbiológicas em 3 etapas: A1 - Após acesso e remoção do material obturador prévio com limas k-File. Solução salina estéril. A2 - Após PQM do tipo coroa-ápice com gates glidden e limas rotatórias ProTaper Universal, e uso de NaOCl 2,5%, EDTA 17% e solução salina estéril. A3: Após a PDT e irrigação final com solução salina estéril. Cada amostra foi coletada com 3 pontas de papel.
<i>POURHAJIBAGHER; GHORBANZADEH; PARKER; CHINIFORUSH; BAHADOR, 2017</i>	Ensaio Clínico Randomizado	Não	14 pacientes saudáveis, com tratamentos endodônticos em dentes unirradiculares e diagnosticados com infecção secundária.	14 dentes / canais radiculares infectados.	Coletas de amostras microbiológicas em 2 etapas: A1 - Após o preparo do acesso e retirada do material obturador prévio com instrumentos rotatórios e com limas k-files sem solvente químico. A2 – Após a PDT. As amostras foram colhidas com 3 pontas de papel estéril.

NaOCl: Hipoclorito de sódio; EDTA: ácido etilendiamino tetra-acético; PDT: Terapia fotodinâmica; PQM: Preparo químico-mecânico.

Fonte: Elaborada pela autora, 2019.

Tabela 2 – Parâmetros de Terapia Fotodinâmica adotados por estudos

Autores	FS e Concentração	Tempo de Pré-Irradiação	Fonte de luz	Comprimento de onda	Diâmetro Fibra Óptica	Potência	Tempo de Emissão	Energia total
<i>GARCEZ; NUÑEZ; HAMBLIM; SUZUKI; RIBEIRO, 2010</i>	Cloridrato de poliestireno (PEI + CE6) em PBS (60 µmol/L)	2 min	Laser de diodo	660 nm	200 µm	40 mW	240 s	9,6 J
<i>JURIČ; PLEČKO; PANDURIĆ; ANIĆ, 2014</i>	Cloridrato de Fenotiazida (10 mg mL ⁻¹)	2 min	Laser de diodo	660 nm	450 µm	100 mW	60 s	6 J
<i>ASNAASHARI; HOMAYUNI; PAYMANPOUR, 2016</i>	Azul de Metileno (50mg/ml)	2 min	Laser de diodo	665 nm	300 µm	1 W	240 s	9.6 J
<i>POURHAJIBAGHER; GHORBANZADEH; PARKER; CHINIFORUSH; BAHADOR, 2017</i>	Azul de toluidina (25 µg/mL)	5 min	Laser de diodo	635 nm	0.75 mm	220 mW	30 s	*

FS: Fotossensibilizador; PBS: Tampão fosfato-salino ou *phosphate buffered saline*; * - dado não informado no artigo.

Fonte: Elaborada pela autora, 2019.

Tabela 3 – Resultados dos estudos incluídos

Autores	Intervenções	Resultado primário	Resultado de comparação intragrupo	Microbiota
GARCEZ; NUNEZ; HAMBLIM; SUZUKI; RIBEIRO, 2010	1ª visita: Retratamento com limas Hedstroem #15, 1 mL de solução salina → limas K-files Coroa-ápice até o tamanho médio de 45.02 / 10 mL de NaOCl 2,5% / 10 mL de H ₂ O ₂ 3 % / 5 mL EDTA 17% / PBS / 5 mL de solução salina → PDT e enxágue final com 10 mL de solução salina → 1 semana Ca (OH) ₂ 2ª visita: Desbridamento quimicomecânico repetido e PDT → obturação.	Eliminação da carga microbiana e Identificação microbiológica	A1 - 100% das amostras apresentaram pelo menos 1 espécie bacteriana resistente. A2 - 33% das amostras tiveram 100% de eliminação bacteriana. A3 - 100% das amostras tiveram 100% de eliminação bacteriana.	Entre as amostras iniciais, 33% eram gram-negativas e 67% eram bactérias gram-positivas; além disso, 57% eram anaeróbios facultativos e 43% eram anaeróbios obrigatórios. As bactérias resistentes a múltiplos fármacos encontradas nas amostras iniciais foram, por ordem de prevalência, <i>Enterococcus sp</i> , <i>Prevotella sp</i> , <i>Actinomyces sp</i> , <i>Peptostreptococcus sp</i> , <i>Streptococcus sp</i> , <i>Fusobacterium sp</i> , <i>Porphyronas sp</i> , <i>Enterobacter sp</i> e <i>Propionibacterium sp</i> . Após a terapia endodôntica, as espécies encontradas foram <i>Enterococcus sp</i> , <i>Actinomyces sp</i> , <i>Peptostreptococcus sp</i> , <i>Fusobacterium sp</i> e <i>Porphyromonas sp</i> . Após combinar as duas terapias todos os dentes estavam completamente livres de bactérias.
JURIĆ; PLEČKO; PANDURIĆ; ANIĆ, 2014	Acesso e remoção do material obturador com ProTaper Universal para retratamento D1, D2, D3 sem solvente químico → Comprimento do canal determinado usando uma lima #15-30 k-File e localizador apical. Irrigação com solução salina estéril → Instrumentação dos canais radiculares com a sequência de instrumentos ProTaper Universal rotatórios. 1 ml de NaOCl 2,5%/ 1 ml EDTA 17% / 1 ml de NaOCl 2,5% / 0,5 ml de solução salina → PDT e solução salina → Obturação cones gutta percha ProTaper e cimento AH Plus.	Redução da carga microbiana	A1 - apresentou o crescimento de bactérias em todos os 21 dentes, com média de 4,57 espécies de bactérias por canal. A2 - Após PQM a carga de infecções foi reduzida para 2,57 espécies de bactérias por canal e em um canal radicular não houve crescimento de bactérias. A3 – Após a PDT, 11 dos 21 canais radiculares (52,4%) não tinham CFUs.	14 espécies de bactérias isoladas foram de 21 canais radiculares inicialmente. Entre eles, 57% das bactérias eram gram positivas e 43% gram negativos, 57% anaeróbios facultativos e 43% anaeróbios obrigatórios

ASNAASHARI;
HOMAYUNI;
PAYMANPOUR, 2016

<p>Acesso e remoção do material obturador prévio com limas k-File #15 a #25. Patência apical com a #10 k-File. 1ml de solução salina estéril. → PQM do tipo coroa-ápice com gates glidden #3 e #2, e limas rotatorias ProTaper Universal S2-F3 / 10 ml de NaOCl 2.5% / EDTA 17% / 5ml de Solução salina estéril → PDT / irrigação final com 10ml de solução salina estéril → obturação pela técnica lateral com gutta percha e AH 26 sealer</p>	<p>Redução da carga microbiana</p>	<p>A1 - amostra microbiológica de todos os 30 dentes (100%) foram positivas. A2 - Após o PQM convencional se obteve 24 (80%) culturas negativas e 6 (20%) positivas. A3 - Após aplicar a PDT mais 4 culturas foram negativas, totalizando 28 (93.3%) livres de bactérias e apenas 2 (6,7%) com cultura positiva.</p>	<p>*</p>
<p>Remoção do material obturador do canal radicular com instrumentos rotatórios e limas K-Files sem o uso de solventes químicos. A radiografia foi então feita em direções buco-lingual e mesio-distal, a fim de confirmar a remoção do material obturador do canal radicular. Posteriormente, uma lima K # 15 foi usado para trabalhar o canal radicular e, usando um localizador apical eletrônico, o comprimento de trabalho foi determinado → PDT → obturação.</p>	<p>Diminuição da diversidade e contagem de microbiota em canais radiculares infectados.</p>	<p>A1 - Nas amostras coletadas, o número de espécies microbianas variou de um a quatro (média = 2,2) por amostra. Dois dos 14 casos (14,2%) e 12 dos 14 casos (85,8%) foram infecções monomicrobianas e polimicrobianas, respectivamente. A2 - Nos espécimes coletados após o PDT, o número de espécies bacterianas foi significativamente reduzido (P <0,05), apresentado 0 a 1 (média = 0,2) espécies por amostra. Não foram encontrados microrganismos em 11 casos (78,6%) e um único microrganismo em três casos (21,4%) após a PDT.</p>	<p>Os gêneros bacterianos mais comuns apresentados da infecção secundária dos canais radiculares antes da PDT <i>E. faecalis</i> (35,4%), e após a PDT <i>V. parvula</i> (1; 33,3 %), <i>E. faecalis</i> (1; 33,3%) e <i>C. albicans</i> (1; 33,3%).</p>

H₂O₂: Peróxido de Hidrogênio; CFU: Unidade Formadora de Colônias; * - dado não informado no artigo.

Fonte: Elaborada pela autora, 2019.

Nenhum dos estudos incluídos relatou quaisquer eventos adversos associados ao uso da PDT. Sendo assim, os resultados observados em cada estudo foram os efeitos positivos que a PDT tem na redução da carga microbiana (ou número de espécies microbianas) no sistema de canais radiculares em retratamento.

O uso da PDT na terapia endodôntica tem sido testado em termos de redução da carga bacteriana *in vivo* (BONSOR; NICHOL; REID; PEARSON, 2006; GARCEZ; NUÑEZ; HAMBLIN; RIBEIRO, 2008; TRINDADE; DE FIGUEIREDO; STEIER; WEBER, 2015), bem como *in vitro* (SILVA; NOVAES; DE OLIVEIRA; NELSON-FILHO, 2012; KOMINE; TSUJIMOTO, 2013) e *ex vivo* (NG et al., 2011) e tem mostrado resultados promissores. Porém poucos estudos têm avaliado o efeito da PDT nos canais retratados endodonticamente. Os quatro trabalhos triados sobre este tema foram estudos realizados *in vivo*.

A literatura relata que a terapia endodôntica terá uma taxa de sucesso de 94% quando uma cultura microbiológica negativa é obtida a partir do canal radicular no momento da obturação. Por outro lado, quando a obturação é realizada e as culturas são positivas, a taxa de sucesso é reduzida para 68%; no caso de uma lesão periapical, a falha da cicatrização é mais provável quando o canal é obturado na presença de infecção persistente (SJÖGREN; FIGDOR; PERSSON; SUNDQVIST, 1997; GARCEZ; NUÑEZ; HAMBLIM; SUZUKI; RIBEIRO, 2010; ASNAASHARI; HOMAYUNI; PAYMANPOUR, 2016). Os estudos incluídos na pesquisa apresentaram cultura positiva de patógenos em todas amostras microbiológicas coletadas após o acesso dos canais e remoção dos materiais obturadores prévios, demonstrando a existência de microrganismos persistentes ou secundários.

Para superar a falha de um tratamento inicial do canal radicular, o retratamento endodôntico não cirúrgico é a primeira opção clínica (TORABINEJAD; CORR; HANDYSIDES; SHABAHANG, 2009).

O retratamento endodôntico consiste na realização de uma nova terapia, objetivando remover o material obturador, a reinstrumentação e reobturação do sistema de canais radiculares, para suprir as deficiências da terapia endodôntica anterior. Usualmente é efetuado porque o anterior fracassou ou, simplesmente, porque se deseja fazer um tratamento mais correto ou adequado, principalmente nos casos em que surgiu a necessidade de os elementos dentários servirem de suporte a trabalhos protéticos (LOPES; SIQUEIRA JÚNIOR, 2015).

A técnica mais comumente utilizada é a que faz uso de instrumentos manuais, manuseando limas tipo Kerr ou Hedstroen, com auxílio de solvente como Xylol, eucaliptol, clorofórmio e solvente à base da casca de laranja. Entretanto, com o desenvolvimento de novas tecnologias, como o ultrassom e instrumentos rotatórios, uma nova perspectiva foi criada para a realização do retratamento (SOMMA; CAMMAROTA; PLOTINO; GRANDE; PAMEIJER, 2008).

Em caso de infecção, o uso de antibióticos e antissépticos é uma abordagem alternativa, mas o uso a longo prazo de agentes antimicrobianos, no entanto, pode se tornar ineficaz pelo desenvolvimento de resistência nos organismos-alvos (WAINWRIGHT et al., 1998; GARCEZ et al. 2010). Por tanto, é importante identificar métodos de desinfecção mais eficazes para melhorar o resultado do tratamento do canal radicular (CHREPA; KOTSAKIS; PAGONIS; HARGREAVES et al., 2014).

A PDT é um avanço recente no campo dos protocolos de desinfecção. Mostrou propriedades antimicrobianas potentes, e suas aplicações orais foram extensivamente testadas. Em relação ao protocolo clínico, um agente fotossensibilizador é aplicado em um tecido alvo que é subseqüentemente irradiado

com luz de comprimento de onda adequado na presença de oxigênio para produzir radicais livres, oxigênio singlete e outras espécies reativas de oxigênio (EROs) (CHREPA; KOTSAKIS; PAGONIS; HARGREAVES et al., 2014; GURSOY; OZCAKIR-TOMRUK; TANALP; YILMAZ, 2013).

Uma das vantagens da PDT com alta relevância clínica é a ausência de efeitos colaterais térmicos nos tecidos perirradiculares. A ação letal da PDT é baseada em eventos fotoquímicos e não em efeitos térmicos, ao contrário de muitas técnicas de terapia a laser (ASNAASHARI; HOMAYUNI; PAYMANPOUR, 2016; CHREPA; KOTSAKIS; PAGONIS; HARGREAVES et al., 2014). A ausência de um efeito térmico da PDT torna-a potente na erradicação de microrganismos, como bactérias, fungos e vírus, sem causar superaquecimento dos tecidos adjacentes (CHREPA; KOTSAKIS; PAGONIS; HARGREAVES et al., 2014). Todos os estudos utilizaram como fonte de luz o laser de diodo de baixa intensidade, cujo comprimento de onda (λ) variava entre 635 e 665 nm.

Nesta revisão de literatura, a aplicação da PDT após procedimentos de retratamento de rotina reduziu significativamente o número de culturas positivas como desfecho primário.

Notou-se que a PDT adicional proporcionou canais radiculares retratados com amostras livres de bactérias em 100% (GARCEZ, et al., 2010), 52,4% (JURIČ; PLEČKO; PANDURIĆ; ANIĆ, 2014), 93,3% (ASNAASHARI; HOMAYUNI; PAYMANPOUR, 2016) e 78,6% (POURHAJIBAGHER; GHORBANZADEH; PARKER; CHINIFORUSH; BAHADOR, 2017).

Jurič, Plečko, Pandurić e Anić (2014) mostram em seu trabalho que o tempo de irradiação mais curto (60 s) e energia total mais baixa (6 J), poderiam ser a razão para a metade das bactérias que permaneceram nos canais radiculares após a reinstrumentação e a PDT, diferente dos trabalhos de Garcez, Nuñez, Hamblim, Suzuki e Ribeiro (2010) e Asnaashari, Homayuni e Paymanpour (2016), em que ambos usaram um tempo de irradiação (240 s) e energia total (9,6 J) maior em seu protocolo de PDT. Pourhajibagher, Ghorbanzadeh, Parker, Chiniforush e Bahador (2017) não informou a energia total utilizada no seu protocolo, mas podemos destacar também o tempo de irradiação mais curto (30s) dentre todos os trabalhos.

Outra possível explicação para a eliminação bacteriana incompleta em alguns canais radiculares após a PDT pode ser a difusão limitada do fotossensibilizador em irregularidades intracanalais, túbulos dentinários e biofilme, e produção restrita de EROs devido à baixa concentração de oxigênio disponível nos canais (JURIČ; PLEČKO; PANDURIĆ; ANIĆ, 2014).

Além disso, a presença de áreas praticamente intocadas do sistema de canais radiculares é bastante comum após a instrumentação endodôntica rotatória e manual (ASNAASHARI; HOMAYUNI; PAYMANPOUR, 2016). Lacerda et al. (2017) mostraram estudos utilizando imagens tomográficas micro-computadorizadas (micro-CT) revelando que a quantidade de superfícies não preparadas em canais ovais varia de 5% a 80% após o uso de diferentes técnicas de instrumentação.

As amostras microbiológicas de Garcez, Nuñez, Hamblim, Suzuki e Ribeiro (2010) mostraram que as bactérias multirresistentes encontradas consistiam em espécies anaeróbias facultativas e obrigatórias. No entanto, é bem conhecido que microrganismos aeróbicos podem lidar melhor com espécies reativas de oxigênio, e a maior suscetibilidade dos anaeróbios às espécies reativas de oxigênio produzidas durante a PDT poderia explicar os 100% redução de bactérias resistentes a múltiplos fármacos após a combinação terapia. Além disso, a maioria das espécies encontradas era gram-positiva, e a literatura mostra que a PDT é mais eficiente em

matar esses microrganismos. Jurič, Plečko, Pandurić e Anić (2014) também apresentaram valores semelhantes acerca das espécies encontradas do tipo gram-positivas e gram-negativas, assim como as espécies do tipo anaeróbias facultativas e obrigatórias.

As amostras microbiológicas de Pourhajibagher, Ghorbanzadeh, Parker, Chiniforush e Bahador (2017) apresentaram inicialmente maior prevalência de *E. faecali*, que é um coco, gram-positivo, anaeróbio facultativo (TORABINEJAD; WALTON, 2010). Estudos *in vitro* demonstraram a capacidade do *E. faecalis* de penetrar nos túbulos dentinários, habilidade esta não demonstrada por todas as espécies bacterianas (ROCAS, SIQUEIRA, SANTOS, 2004; ZOLETTI; SIQUEIRA; SANTOS, 2006).

Tais achados sugerem que Gram-positivas podem ser mais resistentes ao tratamento antimicrobiano e serem mais capazes de se adaptar às condições ambientais bastante desfavoráveis em um canal instrumentado (e medicado) (LOPES; SIQUEIRA JÚNIOR, 2015).

Entretanto, Ali e Neelakantan (2018) afirmam que alcançar a esterilidade do sistema de canais radiculares parece ser um objetivo intangível. Dessa forma, é mais importante reduzir a carga microbiana a um limiar específico no qual o sistema imunológico do corpo pode iniciar a cicatrização (ALI; NEELAKANTAN, 2018; BATINIĆ; ROČAN; BUDIMIR; ANIĆ; BAGO, 2018). Curiosamente, esse limite não foi definido e, sendo assim, os protocolos clínicos devem ser projetados para alcançar a maior redução microbiana possível (ALI; NEELAKANTAN, 2018).

A pesquisa também mostrou que todos os estudos apresentados utilizaram as pontas de papel estéril para a coleta microbiológica. Porém, Asnaashari, Homayuni e Paymanpour (2016), relata que a técnica de amostragem usando pontas de papel não tem a capacidade de testar a eficácia da PDT em biofilmes.

No que concerne aos fotossensibilizadores apresentados, três estudos são da classe das fenotiazinas, Cloridrato de Fenotiazida (JURIČ; PLEČKO; PANDURIĆ; ANIĆ, 2014), Azul de Metileno (ASNAASHARI; HOMAYUNI; PAYMANPOUR, 2016) e Azul de toluidina (POURHAJIBAGHER; GHORBANZADEH; PARKER; CHINIFORUSH; BAHADOR, 2017).

As fenotiazinas são mais efetivas contra espécies de microrganismos Gram-positivos do que contra espécies Gram-negativas. O azul de metileno tem sido utilizado como alvo para microrganismos da microbiota endodôntica. Em razão de sua natureza hidrofílica, acompanhada de baixo peso molecular e carga positiva, permite a passagem através dos canais de proteína-porina na membrana externa de bactérias Gram-negativas (AMORIM; NUNES; SOARES; SILVEIRA, 2010; SCHAEFFER; D'AVIZ; GHIGGI; KLASSMANN, 2019; TRINDADE; DE FIGUEIREDO; STEIER; WEBER, 2015). O azul de metileno interage predominantemente com macromoléculas lipopolissacárides aniônicas, participando, assim, do processo de fotossensibilização (TRINDADE; DE FIGUEIREDO; STEIER; WEBER, 2015).

Apenas o estudo realizado por Garcez, Nuñez, Hamblim, Suzuki e Ribeiro (2010) utilizou um conjugado de Cloridrato de poliestireno (PEI + CE6) que foi projetado para ter um efeito antimicrobiano de amplo espectro sob irradiação (GARCEZ; NUÑEZ; HAMBLIM; SUZUKI; RIBEIRO, 2010).

Em relação à seleção do tipo de dentes para o estudo, as seguintes questões clínicas surgem: (1) A PDT será efetiva em todos os tipos de anatomia do canal radicular? e (2) a entrega da luz será dificultada pela complexa anatomia ou curvatura de grupos específicos de dentes? (CHREPA; KOTSAKIS; PAGONIS;

HARGREAVES, 2014). Os quatro estudos incluídos se limitaram a selecionar apenas dentes anteriores com canal único (ASNAASHARI; HOMAYUNI; PAYMANPOUR, 2016; GARCEZ; NUÑEZ; HAMBLIM; SUZUKI; RIBEIRO, 2010; JURIČ; PLEČKO; PANDURIĆ; ANIĆ, 2014; POURHAJIBAGHER; GHORBANZADEH; PARKER; CHINIFORUSH; BAHADOR, 2017). Ficando claro a necessidade de estudos clínicos incluindo dentes posteriores para avaliar se tais questões terão repercussão nos resultados da PDT na desinfecção de canais radiculares indicados ao retratamento endodôntico.

Devido à heterogeneidade nas indicações clínicas e protocolos entre várias pesquisas bem como aos escassos estudos relacionando PDT ao retratamento endodôntico, ensaios clínicos randomizados são cruciais para fortalecer o nível de evidência atualmente disponível (ASNAASHARI; HOMAYUNI; PAYMANPOUR, 2016).

5 CONCLUSÃO

Os dados clínicos disponíveis atualmente são limitados quando se trata do uso da PDT em canais radiculares a serem retratados. A maioria dos estudos abordam tal terapia associada ao tratamento endodôntico primário. Porém, dentre os poucos estudos disponíveis, todos mostraram um efeito positivo da PDT na redução da carga microbiana nos canais cuja terapia endodôntica anterior não teve sucesso. Desta maneira, pode-se dizer que a PDT tem se mostrado uma promissora terapia adjuvante quando associada ao retratamento endodôntico convencional, possibilitando a redução ou até mesmo a eliminação de microrganismos persistentes após o PQM do sistema de canais radiculares.

Entretanto, ainda é necessário determinar protocolos em relação aos parâmetros a serem utilizados, e divulgar os resultados clínicos dessa utilização. Isso expõe a necessidade de mais pesquisas científicas sobre o tema, como por exemplo os ensaios clínicos randomizados que relatem os resultados obtidos do tratamento clínico e possibilitem uma padronização da técnica.

REFERÊNCIAS

ALFENAS, C.F.; SANTOS, M.F.L; TAKEHARA, G.N.M.; DE PAULA M.V.Q. Terapia fotodinâmica na redução de micro-organismos no sistema de canais radiculares.

Revista Brasileira de Odontologia, v. 68, n. 1, p. 68-71, 2011.

ALI, I.A.A.; NEELAKANTAN, P. Light Activated Disinfection in Root Canal Treatment- A Focused Review. **Dentistry Journal (Basel)**, v. 6, n. 3, p. 1-18, 2018.

AMARAL, R.R.; AMORIM, J.C.F.; NUNES, E.; SOARES, J.A.; SILVEIRA, F.F. Terapia fotodinâmica na endodontia - revisão de literatura. **Revista da Faculdade de Odontologia - UPF**, v. 15, n. 2, p. 207-211, 2010.

ASNAASHARI, M.; HOMAYUNI, H.; PAYMANPOUR, P. The antibacterial effect of additional photodynamic therapy in failed endodontically treated teeth: a pilot study. **Lasers in Medical Science**, v. 7, n. 4, p. 238-242, 2016.

BATINIĆ, M.; ROČAN, M.; BUDIMIR, A.; ANIĆ, I; BAGO, I. Comparison of final disinfection protocols using antimicrobial photodynamic therapy and different irrigants

after single-file reciprocating instrumentation against intracanal bacterial biofilm - An *in vitro* study. **Photodiagnosis and Photodynamic Therapy**, v. 24, p. 153-157, 2018.

BONSOR, S. J.; NICHOL, R.; REID, T. M. S.; PEARSON, G. J. An alternative regimen for root canal disinfection. **British Dental Journal**, v. 201, n. 2, p. 101–5, 2006.

CHREPA; KOTSAKIS; PAGONIS; HARGREAVES, V.; KOTSAKIS, G.A.; PAGONIS, T.C.; HARGREAVES, K.M. The effect of photodynamic therapy in root canal disinfection: a systematic review. **Journal of Endodontics**, v. 40, n. 7, p. 891-8, 2014.

ESLAMI, L.M. 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, 2019.

FIGUEIREDO, R.A.; ANAMI, L.C.; MELLO, I.; CARVALHO, E.S., HABITANTE, S.M.; RALDI, D.P. Tooth discoloration induced by endodontic phenothiazine dyes in photodynamic therapy. **Photomedicine and Laser Surgery**, v. 32, n. 8, p. 458-62, 2014.

GARCEZ, A.S.; NUÑEZ, S.C.; HAMBLIM, M.R.; SUZUKI, H. RIBEIRO, M.S. Photodynamic therapy associated with conventional endodontic treatment in patients with antibiotic-resistant microflora: a preliminary report. **Journal of Endodontics**, v. 36, n. 9, p. 1463-6, 2010.

GARCEZ, A.S.; NUÑEZ, S.C.; HAMBLIN, M.R.; RIBEIRO, M. S. Antimicrobial effects of photodynamic therapy on patients with necrotic pulps and periapical lesion. **Journal of Endodontics**, v. 34, n. 2, p. 138–142, 2008.

GOMES, B.P. *et al.* Microbiological examination of infected dental root canals. **Oral Microbiology and Immunology**, v.19, n. 2, p. 71-6, 2004.

GURSOY, H.; OZCAKIR-TOMRUK, C.; TANALP, J.; YILMAZ, S. Photodynamic therapy in dentistry: a literature review. **Clinical Oral Investigations**, v. 17, n. 4, p. 1113-25, 2013.

JURIČ, I.B.; PLEČKO, V.; PANDURIĆ, D.G.; ANIĆ, I. The antimicrobial effectiveness of photodynamic therapy used as an addition to the conventional endodontic re-treatment: a clinical study. **Photodiagnosis and Photodynamic Therapy**, v. 11, n. 4, p. 549-55, 2014.

KOMINE, C.; TSUJIMOTO, Y. A Small Amount of Singlet Oxygen Generated via Excited Methylene Blue by Photodynamic Therapy Induces the Sterilization of *Enterococcus faecalis*. **Journal of Endodontics**, v. 39, n. 3, p. 411–414, 2013.

KONOPKA, K.E.; GOSLINSKI, T. Photodynamic therapy in dentistry. **Journal of Dental Research**, v. 86, n. 8, p. 694–707, 2007.

LACERDA, M. F. L. S.; COUTINHO, T. M.; BARROCAS, D.; RODRIGUES, J. T.; VIDAL, F. Infecção secundária e persistente e sua relação com o fracasso do tratamento endodôntico. **Revista Brasileira de Odontologia**, v. 73, n. 3, p. 212-7, 2016.

LACERDA, M.F.L.S. et al. Cleaning and Shaping Oval Canals with 3 Instrumentation Systems: A Correlative Micro-computed Tomographic and Histologic Study. **Journal of Endodontics**, v. 43, n. 11, p. 1878-1884, 2017.

LACERDA, M.F.L.S.; ALFENAS, C.F.; CAMPOS, C.N. Terapia fotodinâmica associada ao tratamento endodôntico - revisão de literatura. **Revista da Faculdade de Odontologia - UPF**, v. 19, n. 1, p. 115-120, 2014.

LOPES, H.P.; SIQUEIRA JÚNIOR, J.F. **Endodontia: biologia e técnica**. 4. ed., Rio de Janeiro: Elsevier, 2015.

NAIR, P.N.R. Pathogenesis of apical periodontitis and the causes of endodontic failures. **Critical reviews in oral biology and medicine**, v. 15, n. 6, p. 348-81, 2004.

NEELAKANTAN, P. *et al.* Photoactivation of curcumin and sodium hypochlorite to enhance antibiofilm efficacy in root canal dentin. **Photodiagnosis and Photodynamic Therapy**, v. 12, n. 1, p. 108–114, 2015.

NG, R. et al. Endodontic Photodynamic Therapy Ex Vivo. **Journal of Endodontics**, v. 37, n. 2, p. 217–222, 2011.

NUÑEZ, S. C.; RIBEIRO, M. S.; GARCEZ, A. S. **PDT Terapia Fotodinâmica Antimicrobiana na Odontologia**. 1. ed., Rio de Janeiro: Elsevier, 2013.

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

POURHAJIBAGHER, M.; GHORBANZADEH, R.; PARKER, S.; CHINIFORUSH, N.; BAHADOR, A. The evaluation of cultivable microbiota profile in patients with secondary endodontic infection before and after photo-activated disinfection. **Photodiagnosis and Photodynamic Therapy**, v. 18, p. 198-203, 2017.

ROCAS, I.N.; SIQUEIRA, J.F. JR.; SANTOS, K.R. Association of *Enterococcus faecalis* with different forms of periradicular diseases. **Journal of Endodontics**, v. 30, n. 5, p. 315-20, 2004.

SCHAEFFER, B.; D'AVIZ, F.S.; GHIGGI, P.C.; KLASSMANN, L.M. Terapia fotodinâmica na endodontia: revisão de literatura. **Journal of Oral Investigations**, v. 8, n. 1, p. 86-99, 2019.

SILVA, L. A. B., NOVAES, A. B., DE OLIVEIRA, R. R., NELSON-FILHO, P., SANTAMARIA, M., & SILVA, R. A. B. Antimicrobial Photodynamic Therapy for the Treatment of Teeth with Apical Periodontitis: A Histopathological Evaluation. **Journal of Endodontics**, v. 38, n. 3, p. 360–366, 2012.

SJÖGREN, U., FIGDOR, D.; PERSSON, S.; SUNDQVIST, G. Influence of infection at the time of root filling on the outcome of endodontic treatment of teeth with apical periodontitis. **International Endodontic Journal**, v. 30, n. 5, p. 297-306, 1997.

SOMMA, F.; CAMMAROTA, G.; PLOTINO, G.; GRANDE, N.M.; PAMEIJER, C.H. The effectiveness of manual and mechanical instrumentation for the retreatment of three different root canal filling materials. **Journal of Endodontics**, v. 34, n. 4, p. 466-9, 2008.

TORABINEJAD, M.; CORR, R.; HANDYSIDES, R., SHABAHANG, S. Outcomes of nonsurgical retreatment and endodontic surgery: a systematic review. **Journal of Endodontics**, v. 35, n. 7, p. 930–937, 2009.

TORABINEJAD, M; WALTON, R. E. **Endodontia: Princípios e prática**. 4. ed. Rio de Janeiro: Elsevier, 2010.

TRINDADE, A. C.; DE FIGUEIREDO, J. A. P.; STEIER, L.; WEBER, J. B. B. Photodynamic Therapy in Endodontics: A Literature Review. **Photomedicine and Laser Surgery (Online)**, v, 33, n. 3, p. 175–182, 2015.

WAINWRIGHT, M.; PHOENIX, D.A.; LAYCOCK; S.L; WAREING, D.R.; WRIGHT, P.A. Photobactericidal activity of phenothiazinium dyes against methicillin-resistant strains of *Staphylococcus aureus*. **FEMS Microbiology Letters**, v.160, n. 2, p. 177–81, 1998.

XU, Y.; YOUNG, M.J.; BATTAGLINO, R.A. Endodontic antimicrobial photodynamic therapy: safety assessment in mammalian cell cultures. **Journal of Endodontics**, v. 35, n. 4, p.1567-72, 2009.

ZEHNDER, M. Root canal irrigants. **Journal of Endodontics**, v. 32, n. 5, p. 389-98, 2006.

ZOLETTI, G.O.; SIQUEIRA, J.F. Jr; SANTOS, K.R. Identification of *Enterococcus faecalis* in root-filled teeth with or without periradicular lesions by culture-dependent and independent approaches. **Journal of Endodontics**, v. 32, n. 8, p. 722-6, 2006.

AGRADECIMENTOS

A Deus, pelo dom da vida, por me guiar a cada passo com seu cuidado sem fim e por ter colocado em meu coração o desejo de ser cirurgiã-dentista e me capacitado para tal.

À minha família por todo amor incondicional, por sempre confiarem e apoiarem as minhas decisões. Por cada esforço diário realizado para contribuir na minha formação pessoal e profissional. Vocês foram fundamentais para realizar este sonho. Amarei eternamente cada um.

À minha orientadora, Eveline Rocha, pela competência, dedicação, paciência, disponibilidade, ensinamentos e por toda atenção dada para alcançar este objetivo. Sua paixão pela endodontia e docência é inspiradora, assim como o seu coração bondoso e acolhedor.

Às professoras de endodontia, Lívia Andrade, Manuela Gouvêa e Andressa Cartaxo pela formação, confiança, incentivo e amizade. Aos meus inúmeros professores da graduação pelos conhecimentos transmitidos, carregarei os ensinamentos de cada um por toda minha vida. Obrigada por tudo, vocês são verdadeiros exemplos de força, determinação e amor à profissão.

Aos meus amigos da vida, Ingrid Vanessa, Emille Esthefanne, Rodrigo Andrade e Danilo Oliveira, obrigada pela amizade, companheirismo e refúgio de todas as horas.

Às minhas amigas e irmãs, Renata Agra, Paula Mariany e Sara Ramona. Sou grata por ter conhecido cada uma. Vocês me inspiram a ser uma pessoa melhor a cada dia. Amo vocês.

Aos amigos de graduação Matheus Clímaco, Caio Brito, Francisco Alisson, Leonardo Borges, Ivo Antero, Daniel Guimarães e Wagner Cunha, vocês são verdadeiro presentes e fazem parte das minhas melhores histórias, sou grata por cada momento compartilhado. Obrigada por ser a minha família em Araruna.

Aos pacientes que colaboraram e possibilitaram a minha formação confiando a mim os seus cuidados de forma voluntária e complacente.

Ao Centro de Ciências, Tecnologia e Saúde (CCTS) da Universidade Estadual da Paraíba (UEPB), pela oportunidade de realização deste curso.