

## Terapia fotodinâmica aPDT como coadjuvante no controle e tratamento de infecções endodônticas

Photodynamic therapy (aPDT) an adjuvant in the control and treatment of endodontic infections.

Kleitton Martins Pereira<sup>1</sup>, Sara De Luccas Dos Santos<sup>1</sup>, Danilo César Mota Martins<sup>2</sup>

1 Alunos do Curso de Odontologia

2 Professor Mestre do Curso de Odontologia

### Resumo

Introdução: A terapia fotodinâmica com uso de laser está revolucionando a Odontologia, trazendo técnicas menos invasivas e mais eficientes para os cirurgiões-dentistas. **Objetivo:** Neste estudo, buscamos apresentar, através de uma revisão de literatura, a eficácia da terapia fotodinâmica (aPDT) no controle da infecção e modulação da inflamação em patologia endodônticas. **Material e Métodos:** foram realizadas buscas nas bases de dados Pubmed, Scielo, Mesh Database e Science Direct, utilizadas as seguintes palavras-chave: "Laser na odontologia, aPDT, Fototerapia de baixa Potência" e as correspondentes em inglês "Laser in dentistry", "aPDT", "Low-level light therapy". Dos artigos encontrados, foram selecionados 55 trabalhos que correspondiam aos critérios de inclusão por nós estabelecidos, sendo estes a data de publicação entre 2012 e 2023 nos idiomas inglês e português. Os critérios de exclusão determinados foram artigos pagos, publicados fora do limite de data especificado. **Resultados:** Os resultados obtidos evidenciam que a terapia fotodinâmica com laser é uma valiosa aliada no tratamento endodôntico convencional. Sua principal aplicação é na desinfecção dos canais radiculares, utilizando uma fonte de luz específica que estimula um agente fotossensível, causando danos oxidativos e, conseqüentemente, a morte celular. Além disso, foram observados estudos que comprovam a eficácia do laser no preparo cavitário, controle da vitalidade pulpar, limpeza dos condutos radiculares, obturação, redução da dor e reparação pós-operatória. **Conclusão:** Em suma, concluímos que a terapia fotodinâmica, quando utilizada em conjunto com o tratamento endodôntico convencional, aumenta a previsibilidade de sucesso do procedimento. No entanto, é fundamental que o profissional tenha pleno conhecimento dos fundamentos e das interações com os tecidos biológicos para obter resultados satisfatórios.

**Palavras-Chave:** Laser na odontologia; aPDT; Fototerapia de baixa Potência.

### Abstract

Introduction: Photodynamic therapy using lasers is revolutionizing Dentistry, bringing forth less invasive and more efficient techniques for dentists. **Objective:** In this study, we aim to present, through a literature review, the effectiveness of photodynamic therapy (aPDT) in controlling infection and modulating inflammation in endodontic pathology. **Materials and Methods:** Searches were conducted in the Pubmed, Scielo, Mesh Database, and Science Direct databases, using the following keywords: "Laser in dentistry," "aPDT," "Low-level light therapy," and their corresponding terms in English. We selected 55 articles that met our inclusion criteria, which included publication dates between 2012 and 2023 and articles in both English and Portuguese. Exclusion criteria included paid articles and those published outside the specified date range. **Results:** The results obtained demonstrate that photodynamic therapy with lasers is a valuable ally in conventional endodontic treatment. Its primary application is in disinfecting root canals using a specific light source that stimulates a photosensitive agent, causing oxidative damage and, consequently, cell death. Additionally, studies have shown the effectiveness of lasers in cavity preparation, pulp vitality control, cleaning of root canals, obturation, pain reduction, and post-operative repair. **Conclusion:** In summary, we conclude that when used in conjunction with conventional endodontic treatment, photodynamic therapy increases the predictability of procedural success. However, it is essential for the professional to have a thorough understanding of the fundamentals and interactions with biological tissues to achieve satisfactory results.

**Keywords:** Laser in dentistry; aPDT; Low-Level Light Therapy.

**Contato:** Kleitondf@gmail.com; sahra.mg@gmail.com; daniloommartins@gmail.com

### Introdução

A terapia endodôntica é um procedimento que visa eliminar a infecção presente no tecido pulpar através da limpeza, modelagem e obturação dos canais radiculares do dente (ROSSO et al.,

2012); embora seja um tratamento com alta taxa de sucesso, a presença de bactérias persistentes nos canais radiculares ou a ocorrência de reinfecção pode levar ao fracasso do tratamento. A complexidade anatômica dos canais radiculares

pode dificultar o preparo químico-mecânico, mesmo com recursos importantes como instrumentos e medicações intracanal, podendo ocorrer a permanência de bactérias no interior do canal (VELOZO et al., 2021).

Nesse contexto, a Terapia Fotodinâmica (aPDT) tem surgido como um método promissor para desinfetar os canais radiculares (KONOPKA K et al., 2007). O aPDT utiliza luz (laser ou LED) combinada com fotossensibilizadores para eliminar as bactérias presentes no interior do canal. graças aos trabalhos pioneiros de pesquisadores como Stern & Sognaes e Goldman e sua equipe em 1964, que utilizaram um laser de rubi, vários tipos de aparelhos surgiram, como o Argônio (Ar), Dióxido de carbono (CO<sub>2</sub>), Neodímio YAG (Nd:YAG) e Érbio YAG (Er:YAG), todos submetidos a rigorosos testes para proporcionar o melhor tratamento para os pacientes (GENOVESE, 2007). Demonstrado a eficácia da aPDT contra bactérias gram-positivas e gram-negativas, bem como sua capacidade de penetrar nos túbulos dentinários (GENOVESE, 2007).

Com o objetivo de aprimorar os tratamentos endodônticos e oferecer maior conforto aos pacientes, têm surgido diversos estudos e hipóteses para reduzir a dor pós-tratamento. Dentre essas abordagens, destaca-se a laserterapia, que utiliza o laser de baixa intensidade para irradiar a região afetada (COELHO et al., 2019).

O uso da laserterapia não só proporciona um efeito analgésico, mas também pode ser utilizada como coadjuvante o uso de medicamentos anti-inflamatórios em muitos casos, contribuindo para a redução de efeitos colaterais nos pacientes (SANTOS et al., 2010).

Mesmo com os avanços tecnológicos e a relevância do tratamento endodôntico, a dor pós-operatória, ainda persiste como um problema frequente, podendo variar em níveis de intensidade. Aproximadamente 40% dos pacientes podem apresentar sintomas pós-tratamento endodôntico, afetando negativamente sua qualidade de vida, humor e até mesmo impedindo-os de realizar atividades cotidianas simples (LOPES, 2017).

Com o propósito de melhorar os tratamentos endodônticos e proporcionar maior conforto aos pacientes, diversos estudos e hipóteses têm surgido para reduzir a dor pós-tratamento. Entre essas abordagens, destaca-se a laserterapia por irradiação de laser de baixa intensidade, como mencionado por COELHO et al. (2019).

O objetivo desta pesquisa é contribuir para a melhor compreensão dos mecanismos de ação da terapia fotodinâmica antimicrobiana (aPDT) na desinfecção dos canais radiculares e avaliar sua eficácia em relação aos métodos convencionais de desinfecção (BAYETTO et al., 2020).

## Metodologia

Foram realizadas buscas nas bases de dados Pubmed, Scielo, Mesh Database e Science Direct. Seguida de uma análise descritiva do objeto de estudo. Nesta pesquisa foram utilizadas as seguintes palavras-chave: “Laser na odontologia, aPDT, Fototerapia de baixa Potência” e as correspondentes em inglês “Laser in dentistry”, “aPDT”, “Low-level light therapy”.

Dos artigos encontrados, foram selecionados 55 que correspondiam aos critérios de inclusão por nós estabelecidos, sendo estes a data de publicação entre 2012 e 2023 e nos idiomas inglês e português.

Os critérios de exclusão determinados foram artigos pagos, publicados fora do limite de data especificado, com devidas exceções para o tema referente ao laser que buscamos por um período maior ficando entre 2007 até 2023. Neste trabalho foram incluídos, revisões sistemáticas e meta-análise.

**Patologia Pulpar e Perirradicular:** As infecções patológicas pulpar e perirradiculares são geralmente causadas por bactérias que invadem a polpa dentária através de cáries profundas, fraturas dentárias ou procedimentos dentários mal executados. A infecção pode se espalhar além da polpa e afetar os tecidos circundantes, como a gengiva e o osso alveolar, resultando em uma infecção perirradicular (S.A. KAPRALOS et al., 2018).

Já a infecção perirradicular ocorre quando a infecção se estende para os tecidos perirradiculares, e é caracterizada por um processo inflamatório dos tecidos periapicais, estando diretamente associados à infecção e necrose do sistema de canais radiculares. Essa condição é desencadeada pela disseminação de produtos tóxicos do canal radicular em direção à zona apical, o que desencadeia a formação de lesões inflamatórias (NEVILLE, DAMM, ALLEN & CHI, 2016). O termo, periapicopatias são o resultado da interação entre patologias pulpares e perirradiculares, e podem incluir diversas condições, como abscessos periapicais, granulomas, cistos e reabsorções radiculares (SILVA et al., 2020).

De acordo com Werlang, et al (2016), o exame radiográfico é uma ferramenta importante para o diagnóstico de periapicopatias, Segundo Landwchr, (2021), a Tomografia Computadorizada de Feixe Cônico (TCFC) também pode ser muito útil, já que proporciona uma visão tridimensional da lesão e pode auxiliar no diagnóstico, especialmente em lesões extensas em que a radiografia periapical não é suficiente para visualizar o bordo da lesão permitindo a identificação de alterações nos tecidos periapicais e seus diversos microrganismos, bactérias e fungos, podem estar envolvidos no

desenvolvimento dessas infecções.

Entre as bactérias, destacam-se os anaeróbios obrigatórios, como *Porphyromonas*, e os anaeróbios facultativos, como *Enterococcus faecalis* (LACERDA et al., 2016. ROCHA et al., 2018. BELBER et al., 2018). Além disso, fungos como *Candida albicans* também podem estar envolvidos em infecções patológicas pulpares e perirradiculares, especialmente em pacientes imunocomprometidos (SOUSA et al., 2017).

Conforme Lam, et al (2016), as patologias pulpares podem ter diversas causas, entre elas, a cárie dentária, o traumatismo dento-alveolar (TDA) fratura dental, trauma dental, quando ocorre a fratura dental, a polpa pode ser exposta, resultando em dor e inflamação. Já o trauma dental pode provocar várias alterações na polpa, tais como necrose, calcificação e dilaceração. A cárie dentária é principal causa de patologias pulpares, afetando cerca de 90% da população mundial (RICHARDS, 2019; FEJERSKOV et al., 2017. BUOSI et al., 2020). A cárie é uma doença bacteriana que ocorre quando os ácidos produzidos pelas bactérias presentes na placa bacteriana dissolvem os minerais do dente (SOUSA et al., 2017).

A inflamação representa a resposta primordial da polpa e dos tecidos perirradiculares frente a uma ampla variedade de estímulos que são prejudiciais aos tecidos. A intensidade dessa resposta inflamatória pode variar de acordo com o tipo e, sobretudo, a intensidade do estímulo agressor. Diante da interrupção da integridade do tecido, a resposta inflamatória tem como objetivo localizar e preparar a área afetada para que o tecido danificado possa ser reparado (ROÇAS et al., 2020).

Na literatura, as doenças endodônticas recebem diferentes denominações, tais como lesão perirradicular, lesão periapical, periodontite apical ou periodontite periapical, as quais se referem especificamente à doença que ocorre na região ao redor do ápice radicular (ROÇAS et al., 2020). O diagnóstico é fundamental para a elaboração do tratamento endodôntico e, por isso, raramente é baseado em apenas um achado, mas em uma série de observações coletadas durante a avaliação do paciente (ALGHAITHY; QUALTROUGH, 2017; KÉROURÉDAN et al., 2017). Com base nas informações obtidas no processo diagnóstico, é possível classificar as alterações pulpares como polpa normal, pulpíte reversível, pulpíte irreversível e necrose pulpar (ROÇAS et al., 2020).

A pulpíte reversível é uma leve inflamação da polpa dentária em fase inicial, que pode ser reparada quando o agente agressor é removido. Essa condição geralmente não causa sintomas, mas pode provocar uma dor aguda, rápida, localizada e transitória quando o paciente é submetido a testes diagnósticos. O tratamento

indicado para a pulpíte reversível é conservador, ou seja, remoção do agente agressor, associado à proteção pulpar direta ou indireta (ROÇAS et al., 2020).

A pulpíte irreversível é identificada por uma inflamação grave da polpa dentária, que não pode ser revertida apenas com a remoção dos irritantes. A polpa é acometida por um processo inflamatório que pode evoluir para uma condição mais drástica, com progressão lenta ou rápida, nessa condição, o prognóstico para o dente é favorável, porém desfavorável para o tecido pulpar. O tratamento indicado é a remoção da polpa, por meio de biopulpectomia, e o tratamento endodôntico como conduta clínica (ROÇAS et al., 2020).

A necrose pulpar geralmente ocorre sem sintomas, mas o paciente pode relatar uma dor anterior. Os testes térmicos com calor e frio não provocam dor (GALDINO et al., 2018). As condições perirradiculares observadas em radiografias podem ser classificadas como normais, periodontite apical sintomática, periodontite apical assintomática, abscesso apical agudo e abscesso apical crônico (DE SOUSA et al., 2017).

De acordo com Lacerda et al. (2016) a presença da infecção intrarradicular é comum na maioria dos casos de canais com periodontite apical, sendo apontada como a principal causa dos sintomas persistentes e da exsudação, na presença de necrose pulpar, a infecção extrarradicular pode surgir e é caracterizada pela formação de agregados de polissacarídeos, juntamente com uma placa bacteriana que recobre a região periapical, contendo diferentes espécies de bactérias (SILVA et al., 2020. BONAN et al., 2011).

O processo de desenvolvimento de um abscesso dentário tende a ser lento, podendo levar vários meses para ocorrer, uma vez que a cárie dentária, principal causa do abscesso, costuma demorar meses para atingir a polpa dentária (BAYETO; CHENG; GOSS, 2021). Os abscessos apicais podem se apresentar em duas formas, aguda ou crônica (JALALI et al., 2019).

Quando ocorre o desenvolvimento de um abscesso periapical agudo, é comum que o paciente experimente uma dor intensa e localizada. Contudo, quando há necrose pulpar, a dor pode desaparecer gradualmente, dando lugar a um desconforto quase imperceptível e a uma exsudação intermitente de pus por meio de um trato sinusal associado. (BAYETO; CHENG; GOSS, 2021).

Quando não tratada, a proliferação microbiana pode levar à necrose do tecido pulpar e, posteriormente, à reabsorção óssea e dos tecidos dentais. As lesões resultantes são osteolíticas e podem ser classificadas como cistos radiculares, granulomas periapicais e abscessos periapicais, causados pela contaminação de microrganismos e seus produtos/subprodutos no sistema de canais

radiculares (SILVA et al., 2020).

**Terapia Endodôntica:** A endodontia é uma área da odontologia que estuda a polpa dentária e os tecidos ao redor da raiz do dente, com objetivo de identificar e tratar problemas relacionados a essas estruturas para manter a saúde bucal (BERGER, 2018). A terapia endodôntica é um tratamento que envolve diversas etapas e o sucesso do procedimento depende da execução adequada de todas elas. Segundo a literatura especializada, essas etapas são a limpeza, modelagem e obturação dos canais radiculares do dente. Tendo estas etapas é possível eliminar a infecção presente no tecido pulpar (ROSSO et al., 2012. DI SANTI et al 2015).

A terapia endodôntica pode ser realizada em uma ou várias sessões, dependendo do tipo de tratamento necessário, a principal diferença entre as duas abordagens é relacionada ao diagnóstico de vitalidade pulpar, em casos de poupa viva a terapia de sessão única é a opção preferencial (BERGER, 2018, PAULA-SILVA et al., 2021). Em condições normais, a polpa dentária não abriga uma microbiota intracanal. No entanto, quando ocorre a colonização da câmara pulpar e dos canais radiculares, isso pode resultar em processos patológicos como cárie, pulpíte ou necrose pulpar (DIOGUARDI et al., 2019).

Uma das principais causas de insucesso no tratamento endodôntico é a presença de bactérias persistentes nos canais radiculares após o tratamento ou a ocorrência de reinfecção (FONTANEZI et al.,2020). Para complementar, a migração de microrganismos dos canais radiculares em direção ao ápice do dente também é um fator importante que pode levar ao fracasso do tratamento (BERGER, 2018). A complexidade anatômica encontradas nos canais radiculares podem dificultar o preparo químico-mecânico, mesmo tendo a mão recursos importantes como instrumentos e medicações intracanal, pode ocorrer a permanência de bactérias no interior do canal (SILVA et al., 2018).

A formação de biofilme pelas bactérias é um dos mecanismos que contribuem para a resistência microbiana, resultando em infecções persistentes ou refratárias mesmo após procedimentos intracanaís de desinfecção. Isso acontece porque esses microrganismos remanescentes de infecções anteriores, tanto primárias quanto secundárias, podem permanecer aderidos à parede radicular (LACERDA et al., 2014; PASSOS et al., 2014).

A resistência microbiana é afetada pela localização bacteriana nos túbulos dentinários, áreas de ramificações e istmos, que dificultam ou até inviabilizam a ação dos instrumentos endodônticos e a eficácia das soluções irrigadoras e medicamentos intracanaís. Além disso, a diminuição do fornecimento de nutrientes estimula

a expressão genética e produção de proteínas de estresse, como heat-shock, aumentando a citotoxicidade dos microrganismos e a progressão dos mecanismos de resistência (LACERDA et al., 2014).

Na prática da odontologia, é fundamental que o cirurgião dentista tenha a habilidade e conhecimento necessários para realizar procedimentos endodônticos e utilizar medicamentos intracanal de forma adequada (SILVA et al. 2018).

A principal função das substâncias químicas auxiliares é irrigar os sistemas radiculares, mas também podem ser utilizadas como medicação intracanal, elas possuem diversas características, como aumento da permeabilidade dentinária, auxílio na instrumentação e limpeza, além de impedir a recolonização de bactérias, tanto no canal radicular quanto na polpa remanescente vital (AGUIAR et al. 2021).

**Laserterapia e Terapia fotodinâmica aPDT na Endodontia:** A odontologia abriu portas para o uso do laser, graças aos trabalhos pioneiros de pesquisadores como Stern & Sognaes e Goldman e sua equipe em 1964, que utilizaram um laser de rubi. Desde então, vários tipos de aparelhos surgiram, como o Argônio (Ar), Dióxido de carbono (CO<sub>2</sub>), Neodímio YAG (Nd:YAG) e Érbio YAG (Er:YAG), todos submetidos a rigorosos testes para proporcionar o melhor tratamento para os pacientes, sempre na busca de novas técnicas para garantir um sorriso saudável (LAKATOS E.M, 2017).

A utilização do laser nas diversas especialidades odontológicas e sua ação nos tecidos bucais tem sido objeto de estudo constante. Na área da endodontia o uso do laser teve início, em 1971, com Weichman e Johnson, que utilizaram o laser de CO<sub>2</sub> para selar canais radiculares, é notável como a evolução tecnológica tem se mostrado fundamental para o aprimoramento das técnicas odontológicas, otimizando a qualidade do tratamento oferecido aos pacientes (COELHO et al., 2019).

Os lasers de baixa intensidade foram cientificamente projetados para fins terapêuticos, oferecendo uma abordagem inovadora e não invasiva na promoção da foto bioestimulação. Sob suas propriedades foto físicas e fotoquímicas, essa forma de terapia é capaz de gerar efeitos imunomodulatórios, acelerando cicatrização e angiogênese, além de minimizar dores. (PROKT; TAKAHASHI; PAGNONCELLI, 2008).

Comprovadamente eficiente, o uso do laser no tratamento endodôntico é uma alternativa avançada para a eliminação de microrganismos. A energia e o comprimento de onda do laser tornam possível tratamentos em canais infectados. No entanto, há dificuldades em canais radiculares curvados (NAGPAL, GOEL, 2013). Para lidar com

esse desafio, são indicados diferentes tipos de lasers: Nd:YAG, Argônio, Er:YAG, CO2 e diodo. É uma escolha profissional e avançada que tem demonstrado resultados positivos (MATHEW, THANGARAJ, 2010).

Em 1996, a equipe de Gutknecht et al. apresentou resultados notáveis sobre o uso do laser Nd: YAG, demonstrando seu sucesso em diversos casos. Com base em criteriosas experiências clínicas e acompanhamento cuidadoso dos pacientes, os autores constataram que a redução de microrganismos, fator decisivo para o sucesso terapêutico, foi amplamente proporcionada pelo uso do laser (GUTKNECHT, 2008).

A odontologia está em constante evolução na busca por métodos que reduzam ao mínimo a dor e o desconforto dos pacientes antes, durante e após os procedimentos. Neste contexto, a laserterapia desponta como uma opção adjuvante altamente eficiente nos tratamentos endodônticos, como defendem Cavalcanti et al. (2011). A incorporação desta técnica possibilita ganhos significativos na qualidade do tratamento, garantindo maior conforto e segurança para os pacientes (GUTKNECHT, 2008).

Em um estudo clínico realizado por Moritz et al (1997), foi avaliada a atividade antibacteriana do laser de Nd: YAG em canais radiculares contaminados. Após a realização do preparo químico mecânico, utilizou-se o laser em um dos grupos da pesquisa, enquanto o outro grupo não recebeu essa terapia luminosa. Os resultados demonstraram claramente uma maior redução de microrganismos no grupo tratado com o laser, em comparação com o outro grupo de controle que não recebeu a radiação. Esse achado foi confirmado por outro estudo, publicado por (Melo et al., 2007). Esses resultados indicam que o uso do laser Nd: YAG pode ser uma ferramenta eficaz para o tratamento de canais radiculares contaminados.

A Terapia Fotodinâmica (TFD) é uma técnica essencial no tratamento endodôntico, que atua como um importante adjuvante na desinfecção dos canais radiculares. Embora o Laser de Baixa Potência não possua efeito antimicrobiano, a TFD é altamente eficaz contra micro-organismos resistentes às terapias convencionais. Sua utilização possibilita um resultado promissor e favorável, com índices elevados de sucesso no tratamento endodôntico. Em suma, a TFD é uma estratégia valiosa para enfrentar as complexas situações anatômicas do SCR e garantir a saúde bucal de pacientes. (COELHO et al., 2019).

Endodontia é uma especialidade que domina técnicas capazes de salvar o órgão pulpar e recuperar dentes comprometidos, seguindo rigorosos princípios científicos e biológicos. Não é à toa que atingimos um índice de sucesso averbado em 95% dos casos (COELHO et al., 2019), estando

empenhando em proporcionar o melhor tratamento aos pacientes, utilizando técnicas modernas e avançadas para que, além de recuperar a função dentária, possa preservar a vitalidade pulpar.

Terapia Fotodinâmica (PDT), que usa luz (laser ou LED) combinada com fotossensibilizadores, é um método promissor para desinfetar os canais radiculares (KONOPKA et al., 2007), a técnica envolve o uso de uma fonte de luz com comprimento de onda específico 0.5 C que estimula um agente fotossensível, geralmente um corante, resultando em danos oxidativos e na morte celular em ambiente oxigenado. Com resultados comprovadamente eficazes, a PDT é uma alternativa altamente profissional para o tratamento de canal, oferecendo excelentes benefícios para a saúde bucal (REIS et al., 2015)

A terapia em questão tem sido minuciosamente analisada e implementada em distintas áreas da Odontologia, com enfoque na adoção de técnicas menos agressivas, tais como no preparo de cavidades para tratamentos restauradores, na periodontia, na promoção da atividade biológica de tecidos moles e no combate aos microrganismos na Endodontia (CALVACANTI, et al., 2011).

Considerando o desafio em eliminar microrganismos persistentes no tratamento endodôntico convencional, a terapia fotodinâmica surge como um coadjuvante promissor. Trata-se de uma técnica simples, de rápida aplicação e sem dor, que não desenvolve resistência microbiana. Com essas vantagens, ela pode ser indicada em tratamentos de múltiplas sessões com sucesso comprovado. Em suma, é uma nova aliada dos profissionais para oferecer resultados ainda melhores aos pacientes (PAIVA et al., 2007).

Conforme apontado por Silva et al. (2010), a abordagem que combina a instrumentação com a terapia fotodinâmica (PDT) apresentou uma maior eficácia na redução dos microrganismos presentes nos canais radiculares, em comparação com a técnica que se baseou somente na instrumentação. Ademais, a ausência de indução de resistência microbiana é um aspecto relevante que contribui para minimizar as chances de insucesso dos tratamentos convencionais. Portanto, tais resultados sugerem a importância de se considerar a PDT como uma estratégia complementar na terapêutica endodôntica (LEMOS et al., 2017).

Os especialistas destacam a importância de considerar a disposição dos microrganismos na hora de utilizar aPDT, alertando que a efetividade varia quando eles estão isolados ou em forma de biofilme. É importante ressaltar que, mesmo diante da resistência apresentada pelo *Enterococcus faecalis* ao tratamento endodôntico convencional, aPDT tem demonstrado resultados favoráveis contra essa espécie. No entanto, os autores pedem um aprimoramento ainda maior da técnica. Vale

destacar que a terapia apresenta melhores resultados quando aplicada em microrganismos isolados, corroborando com investigações anteriores, como a conduzida por (SILVA et al., 2010).

Na área de Endodontia, os fotossensibilizadores derivados de fenotiazinas têm sido bastante utilizados, porém, há uma preocupação com o risco de manchamento dental. Estudos recentes têm apontado que os corantes azuis, quando associados a um laser específico, são excelentes sensibilizadores para uma determinada faixa de bactérias, além de fungos. Os mais eficazes são o azul de ortotoluidina e o azul de metileno, utilizados em conjunto com laser de comprimento de onda em torno de 630nm. Testes realizados comprovam a eficácia bactericida de ambos os corantes quando irradiados pela luz vermelha, mas o azul de ortotoluidina apresentou ação mais eficiente a). (FIMPLE et al., 2008).

Apesar disso, estudos apontam que o azul de metileno tem sido o fotossensibilizador utilizado na técnica aPDT, devido ao sucesso nos resultados contra bactérias gram-positivas e gram-negativas, bem como pela sua capacidade de penetrar nos túbulos dentinários. É importante salientar que todas essas informações devem ser analisadas por profissionais especializados para avaliar a melhor conduta em cada caso individualmente. (FIMPLE et al., 2008)

Em um estudo conduzido por Garcez et al., (2008), investigou-se a eficácia da combinação de terapia fotodinâmica e tratamento endodôntico no combate à carga bacteriana em dentes comprometidos por necrose e lesões periapicais. Os resultados indicaram de maneira significativa que o emprego da terapia fotodinâmica (pdt) contribuiu para a redução bacteriana. Estes achados sugerem que a incorporação da pdt pode ser uma estratégia promissora no manejo destas condições.

## Discussão

**A Eficiência da Terapia Fotodinâmica aPDT no Controle de Infecções Endodônticas:** A terapia fotodinâmica antimicrobiana (aPDT) tem se destacado como uma abordagem promissora para auxiliar no controle e tratamento de infecções endodônticas complexas. Através de uma série de estudos *in vitro* e *in vivo*, como os conduzidos por Garças et al. (2008) e Lacerda e Coutinho (2016), tem se tornado evidente que a técnica aPDT possui uma eficácia considerável contra uma ampla gama de patógenos microbianos. Desde bactérias gram-positivas, como *Streptococcus mutans* e *Enterococcus faecalis*, até bactérias gram-negativas e anaeróbias, como *Porphyromonas gingivalis* e *Fusobacterium nucleatum*, a técnica aPDT demonstrou sua capacidade de alvejar uma diversidade de micro-organismos envolvidos nas

infecções endodônticas (SILVA et al., 2018; RÔÇAS et al., 2020).

A ação antimicrobiana da aPDT é fundamentada em um processo complexo que envolve a interação entre um fotossensibilizador, luz com comprimento de onda específico e oxigênio molecular circundante (GRANEVIK e LOBO, 2017). Isso resulta na geração de espécies reativas de oxigênio (EROs), como o oxigênio singlete e o radical hidroxila, que são altamente reativos e capazes de danificar as membranas celulares bacterianas (DIOGO E FAUSTINO, 2019). A ruptura das membranas celulares leva à perda da integridade celular, desencadeando uma cascata de eventos que culmina na morte dos micro-organismos. A eficácia da aPDT se estende até mesmo aos biofilmes microbianos, estruturas que frequentemente protegem os patógenos das terapias convencionais (GRANEVIK E LOBO, 2017).

**Seleção de Fotossensibilizadores e Protocolos de Irradiação:** A seleção criteriosa de fotossensibilizadores desempenha um papel central na eficácia da aPDT. Fotossensibilizadores como a Methylene Blue, o Fotossensibilizador de Clorofila-a e o Toluidine Blue, são selecionados devido à sua afinidade por lipídios bacterianos e capacidade de acumulação nas membranas celulares (MORSY et al., 2018). Além disso, estratégias de encapsulamento em nanocarreadores estão sendo exploradas para direcionar efetivamente os fotossensibilizadores às infecções endodônticas, aumentando assim sua eficácia (DIOGO et al., 2019).

Os protocolos de irradiação são componentes críticos para otimizar a aPDT. A dose de luz administrada, o comprimento de onda e o tempo de exposição devem ser cuidadosamente ajustados para cada caso individual. A profundidade da infecção e a capacidade de penetração da luz nos tecidos são fatores que influenciam diretamente a eficácia da aPDT (CRONSHAW e PARKER, 2019; DIOGO et al., 2019). O uso de fontes de luz de fibra ótica tem sido proposto como uma abordagem que permite uma administração precisa da irradiação, garantindo a máxima ativação dos fotossensibilizadores (GRANEVIK et al., 2017).

Garças et al. (2008) em estudos têm demonstrado que a laserterapia tem funcionado reduzindo a inflamação e o estresse oxidativo. Porém, ainda não é um consenso na literatura, visto que a maioria não mostra uma grande variabilidade nos parâmetros de aplicação (como potência, comprimento de onda, tempo de irradiação e energia) utilizadas nos estudos, tornando difícil interpretar os resultados e utilizá-los na prática clínica.

Para a descontaminação de preparo cavitário

na endodontia com APDT com o laser DUO (ESTRELA et al., 2019) preconiza laser L1 com o tempo 80S e energia 8J, aplicando o corante dentro do preparo aguardando 3 minutos e realizando a irradiação da cavidade, é necessária uma sessão apenas com o azul de metileno a 0,005%.

**Benefícios da Seletividade da aPDT:** A aPDT se destaca pela seletividade inerente em direcionar seletivamente as células bacterianas, minimizando o impacto nas células hospedeiras. Ao alvejar as membranas lipídicas bacterianas, os fotossensibilizadores desencadeiam a produção localizada de EROs, atacando diretamente os micro-organismos. Essa seletividade é uma vantagem fundamental sobre os antimicrobianos convencionais, que muitas vezes não conseguem distinguir entre células patogênicas e saudáveis, resultando em efeitos colaterais indesejados (GOLMOHAMADPOUR, et al., 2018).

Além disso, a aPDT tem mostrado eficácia na desestruturação de biofilmes microbianos, um desafio significativo em infecções endodônticas. Essas comunidades de micro-organismos organizados em matrizes extracelulares podem resistir a tratamentos convencionais, tornando-se reservatórios de infecção recorrente. A aPDT, no entanto, demonstrou a capacidade de penetrar e dismantelar biofilmes, tornando os patógenos mais vulneráveis à ação antimicrobiana (SHRESTHA et al., 2018).

**Desafios e Futuro da aPDT em Infecções Endodônticas:** Embora a aPDT apresente promissoras vantagens, desafios técnicos e clínicos precisam ser superados para sua adoção generalizada. A identificação de fotossensibilizadores ideais, com afinidade seletiva pelas membranas bacterianas e mínima toxicidade aos tecidos circundantes, é uma área de pesquisa contínua (GOLMOHAMADPOUR, et al., 2018). Modificações moleculares dos fotossensibilizadores têm sido exploradas para aprimorar ainda mais a seletividade e eficácia da aPDT (PROCKT et al., 2015. ZANCAN et al., 2017).

A transição da pesquisa para a prática clínica também é um passo crítico. Estudos clínicos bem projetados são essenciais para avaliar a eficácia e a segurança da aPDT em configurações do mundo real (SILVA et al., 2018). A avaliação da resposta imunológica local, os efeitos a longo prazo e a viabilidade clínica da aPDT em diferentes contextos clínicos são considerações importantes nesse processo.

Além dos desafios técnicos, considerações éticas e sociais também merecem atenção. A implementação bem-sucedida da aPDT deve ser guiada pelo princípio da equidade no acesso aos cuidados de saúde oral. É fundamental que essa terapia inovadora esteja disponível e acessível a todas as camadas da sociedade, evitando

disparidades de saúde. Além disso, a conscientização e a educação pública são vitais para informar os pacientes sobre as opções de tratamento disponíveis, permitindo que façam escolhas informadas sobre sua saúde bucal (SILVA et al., 2018).

**A Importância da Pesquisa Futura:** A aPDT para infecções endodônticas representa um campo em crescimento que continua a evoluir. A pesquisa futura desempenha um papel crucial na consolidação da técnica aPDT como uma abordagem eficaz e confiável. Uma área de investigação promissora é a compreensão mais profunda das interações entre a aPDT, os tecidos endodônticos e o microbioma oral. Estudos detalhados sobre como a aPDT pode afetar a resposta imunológica local e a regeneração tecidual contribuirão para uma compreensão mais completa de seus efeitos a longo prazo (ROÇAS et al., 2020).

Além disso, a pesquisa continuada na busca por fotossensibilizadores mais eficazes, com maior especificidade e menor toxicidade, é essencial. O refinamento das propriedades químicas e físicas dos fotossensibilizadores pode melhorar sua capacidade de se ligar às membranas bacterianas e otimizar a produção de EROs. Estratégias de modulação molecular também devem ser exploradas para aprimorar a seletividade e a eficácia da aPDT (SHRESTHA et al., 2018).

**Avanços Tecnológicos e Prática Clínica:** A incorporação da aPDT na prática clínica exige uma abordagem interdisciplinar. Avanços contínuos na tecnologia de irradiação e na administração de fotossensibilizadores são cruciais para otimizar a aPDT em configurações clínicas reais. A disponibilidade de fontes de luz de fibra ótica, por exemplo, permite a administração direcionada da irradiação, garantindo que a luz alcance os locais-alvo com eficácia (GRANEVIK et al., 2017).

Além disso, a definição de diretrizes clínicas específicas para a aPDT em infecções endodônticas é um passo necessário para garantir sua aplicação segura e eficaz. Essas diretrizes devem abordar questões como a seleção de fotossensibilizadores, protocolos de irradiação, duração do tratamento e monitoramento pós-tratamento (MORSY et al., 2018). A colaboração entre profissionais de saúde bucal, pesquisadores e regulamentadores é essencial para desenvolver um quadro clínico sólido para a aPDT.

**Limitações da Terapia Fotodinâmica Antimicrobiana (aPDT) na Endodontia:** A aplicação da Terapia Fotodinâmica Antimicrobiana (aPDT) na endodontia suscita um interesse crescente, impulsionado pela busca por alternativas eficazes no combate a microrganismos resistentes a antibióticos. Entretanto, a compreensão crítica de suas desvantagens é imperativa para uma avaliação contextualizada de sua aplicabilidade

clínica(GOLMOHAMADPOUR et al., 2018).

A limitada penetração da luz na aPDT em tecidos endodônticos complexos levanta preocupações sobre sua eficácia em casos desafiadores. Em canais radiculares intrincados, a aPDT pode se deparar com obstáculos, questionando sua utilidade em cenários clínicos específicos(GRANEVIK LINDSTRÖM et al., 2017).

Seletividade de cor em alguns sistemas de aPDT pode restringir sua eficácia a grupos específicos de microrganismos, limitando sua aplicação em um espectro mais amplo (DIOGO et al., 2019). Isso levanta a necessidade de uma abordagem mais abrangente diante da diversidade microbiológica das lesões endodônticas.

O tempo de aplicação estendido da aPDT, em comparação com métodos convencionais, apresenta um desafio prático, especialmente em ambientes clínicos que demandam eficiência (GARCEZ et al., 2008). Questões relacionadas à praticidade e à otimização do tempo precisam ser ponderadas durante a consideração da aPDT como abordagem terapêutica.

A implementação da aPDT na endodontia acarreta custos adicionais, incluindo aquisição de equipamentos e fotossensibilizadores, o que pode ser uma barreira financeira para algumas clínicas (Konopka K et al., 2007). Essa consideração econômica impacta diretamente na acessibilidade dessa tecnologia inovadora.

A ausência de um protocolo universalmente aceito para a aPDT na endodontia contribui para

variações nos resultados clínicos. A falta de padronização compromete a comparabilidade entre estudos e destaca a necessidade premente de diretrizes robustas (GOLDMAN L & HORNBY P & MEYER R, 1996).

### **Conclusão:**

A terapia fotodinâmica emerge como uma estratégia promissora para auxiliar no controle da dor e tratamento de infecções endodônticas.

A terapia fotodinâmica, utilizando fotossensibilizador e o laser como fonte de luz, tem demonstrado resultados satisfatórios na eliminação de microrganismos e redução da carga bacteriana. Além disso, sua aplicação é minimamente invasiva e apresenta poucos efeitos colaterais, o que a torna uma opção atraente para pacientes e profissionais da área odontológica.

No entanto, é importante ressaltar que mais pesquisas devem ser realizadas para aprimorar a eficácia e a segurança da terapia fotodinâmica. Estudos clínicos randomizados e controlados são necessários para avaliar sua efetividade a longo prazo e compará-la com os tratamentos convencionais. Além disso, é fundamental aperfeiçoar os protocolos de aplicação e definir as condições ideais para sua utilização.

Sua capacidade de eliminar microrganismos e reduzir a carga bacteriana, aliada às suas características minimamente invasivas, a torna uma opção atrativa para profissionais e pacientes.

### **Referências:**

AGUIAR, Bernardo Almeida et al. Avaliação do PH e liberação de íons cálcio de diferentes pastas de medicação intracanal. *Brazilian Journal of Development*, v. 7, n. 5, p. 48967-48983, 2021.

ALGHAITHY, R. A.; QUALTROUGH, A. J. E. Pulp sensibility and vitality tests for diagnosing pulpal health in permanent teeth a critical review. *International endodontic journal*, v. 50, n. 2, p. 135-142, 2017.

BAYETTO, K.; CHENG, A.; GOSS, A. Dental abscess: a potential cause of death and morbidity. *Australian Journal of General Practice*. Victoria, v.49, n. 9, sept., 2020.

BELBER VB. Verificação da redução de *Enterococcus faecalis* no canal radicular e nos túbulos dentinários utilizando diferentes substâncias químicas auxiliares e técnicas de instrumentação: estudo in vitro [Dissertação]. Piracicaba: Faculdade de Odontologia de Piracicaba, Universidade Estadual de Campinas; 2005. BERGER, R. C. *Endodontia*. 1ª ed. Quintessence, 2018.

BONAN RF, BATISTA AUD, HUSSNE RP. Comparação do Uso do Hipoclorito de Sódio e da Clorexidina como Solução Irrigadora no Tratamento Endodôntico: Revisão de Literatura. *Revista Brasileira de Ciências*

da Saúde. 2011;15(2): 237-244. Disponível em:  
<http://periodicos.ufpb.br/index.php/rbcs/article/viewFile/9932/6054>.

BUOSI, JULIA et al. Avaliação da Influência dos Veículos Utilizados na Pasta de Hidróxido de Cálcio Associada ao Diclofenaco de Sódio Sobre *Enterococcus Faecalis*. Unifunec Ciências da Saúde e Biológicas, v. 3, n. 6, p. 1-7, 2020.

CAVALCANTI TM, ALMEIDA-BARROS RQ, CATÃO MHCV, FEITOSA APA, LINS RDAU. Conhecimento das propriedades físicas e da interação do laser com os tecidos biológicos na odontologia. An Bras Dermatol. 2011; 86(5):955-60.

CAVALCANTI, T.M., CATÃO, M.H.C.V., LINS, R.D.A.U., BARROS, R.Q.A. & FEITOSA, A.P.A. (2011). Conhecimento das propriedades físicas e da interação do laser com os tecidos biológicos na odontologia. An Bras Dermatol. 86(5): 955-60.<https://doi.org/10.1590/S0365-05962011000500014>.

CERQUEIRA, LARISSA DA SILVA SENA et al. MEDICAÇÃO INTRACANAL: Uma revisão de literatura. Ciência Atual–Revista Científica Multidisciplinar do Centro Universitário São José, v. 10, n. 2, 2017.

CHEN Y, CHEN XL, ZOU XL, CHEN SZ, ZOU J, WANG Y. Efficacy of low-level therapy in pain management after root canal treatment of retreatment: a systematic review. Lasers Med Sci. 2019;34(7):1305-16.

COELHO, M.S., VILAS-BOAS, L. & TAWIL, P.Z. (2019). The effects of photodynamic therapy on postoperative pain in teeth with necrotic pulps. Photodiagnosis Photodyn Ther. 27: 396-401. 10.1016/j.pdpdt.2019.07.002. Epub 2019 Jul 10. PMID: 31301436.  
<https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/31301436/> MACHADO, David Emanuel

FONSECA. Contra-indicações do tratamento endodôntico. Universidade Católica Portuguesa, Instituto de Ciência das Saúde, Viseu, 2014. da polpa / editores Louis H. Berman, Kenneth M. Hargreaves, Ilan Rotstein.

CRONSHAW, M.; PARKER, S.; ARANY, P. Sentindo o Calor: Base Evolutiva e Microbiana para os Mecanismos Analgésicos da Terapia de Fotobiomodulação. Fotobiomodulação Photomed. Cirurgia Laser. 2019,37, 517–526.

DE SOUSA MN, DE MACEDO AT, DOS SANTOS JRA. Inter-relação entre *Enterococcus faecalis*, *Candida albicans* e os tratamentos endodônticos. Rev. Investig, Bioméd., São Luís. 2017;9:49-57. Disponível em: <http://www.ceuma.br/portalderevistas/index.php/RIB/article/download/87/pdf>

DI SANTI, B. T. et al. Avaliação da suscetibilidade antimicrobiana de bactérias naeróbias facultativas isoladas de canais radiculares de dentes com insucesso endodôntico frente aos antibióticos de uso sistêmico. Rev. odontol. UNESP, Marília, v. 44, n. 4, p. 200-206, 2015.

DIOGO, P.; FAUSTINO, MFA; NEVES, GMPMS; PALMA, PJ; BAPTISTA, IP; GONÇALVES, T.; SANTOS, JM  
Uma visão sobre abordagens avançadas para otimização de fotossensibilizadores em endodontia—Uma  
revisão crítica. J. Função. Biomater.2019

DIOGUARDI, M.; GIOIA, D. G.; ILLUZZI, G.; ARENA, C.; CAPONIO, A. C. V.; CALORO, A. G.;  
ZHURAKIVSKA, K.; ADIPIETRO, I.; TROIANO, G.; MUZIO, L. Inspection of the Microbiota in Endodontic  
Lesions. Dentistry Journal v.7, n,47, p. 1- 15, 2019

ESTRELA, C. et al. Common operative procedural errors and clinical factors associated with root canal  
treatment. Brazilian Dental Journal. v. 28, n. 2, p. 179-190, 2017. Evidence-Based Dentistry, [S.l.], v. 20, n.  
2, p. 39, 2019.

Fimple JL, Fontana CR, Foschi F, Ruggiero K, Song X, Pagonis TC et al. Photodynamic treatment of  
endodontic polymicrobial infection in vitro. J Endod. 2008;34(6):728-34.

FONTANEZI, VITÓRIA; PEREIRA, ANA CAROLINA CALLEGARIO; DA CRUZ NOBRE, SAMANTHA  
GRISOL. Proposta de gestão do resíduo-filme radiológico, oriundo de consultórios odontológicos da rede  
municipal de Volta Redonda-RJ. Cadernos UniFOA, v. 15, n. 43, 2020.

GALDINO, A. B. et al., Procedimentos destinados ao diagnóstico da condição pulpar: revisão de literatura.  
Rev. Salusvita (Online), p. 985-1007, 2018.

GARCEZ, AGUINALDO SILVA; et al. Antimicrobial effects of photodynamic therapy on patients with necrotic  
pulp and periapical lesion. JOE, b. 34, v. 2, p. 138-142, 2008.

GENOVESE, W. J. (2007). Laser de baixa intensidade: aplicações terapêuticas em odontologia. São Paulo,  
Editora Santos.

GOLDMAN L, HORNBY P, MEYER R, GOLDMAN B. Impact of the laser on dental caries. Nature, New York,  
v. 203, p. 417, 1964.

GUTKNECHT, N.; MORITZ, A.; CONRADS, G.; SIEVERT, T.; LAMPERT, F. Bactericidal effect of the Nd:  
YAG laser in vitro root canals. J Clin Laser Med Surg, v.14, p. 77-80, 1996.

GOLMOHAMADPOUR, A.; BAHRAMIAN, B.; KHOOBI, M.; POURHAJIBAGHER, M.; BARIKANI, RH;  
BAHADOR, A. Avaliação da terapia fotodinâmica antimicrobiana de três estruturas de metal-orgânico  
carregadas de verde de indocianina contra *Enterococcus faecalis*. Fotodiagn. Photodyn. Lá.2018,23, 331–  
338.

GRANEVIK LINDSTRÖM, M.; LOBO, E.; FRANSSON, H. O efeito antibacteriano do tratamento a laser  
Nd:YAG de dentes com periodontite apical: um estudo controlado randomizado. J. Endod.2017,43, 857-863.

JALALI, P. Dynamics of bone loss in cases with acute or chronic apical abscess. Journal of Endodontics. v.

45, n. 9, p. 1114-1118, sep., 2019. K. T. Carvalho. - 12. ed. - Rio de Janeiro : GEN | Grupo Editorial Nacional

KONOPKA K, GOSLINSKI T. Photodynamic Therapy in Dentistry. J Dent Res. 2007;86(8):694-707.

LACERDA MFLS, COUTINHO TM, BARROCAS D, RODRIGUES JT, VIDAL F. Infecção secundária e persistente e sua relação com o fracasso do tratamento endodôntico. Rev. bras. odontol., Rio de Janeiro. 2016;73(3): 212-217. Disponível em: <http://revista.aborj.org.br/index.php/rbo/article/download/732/533>.

LACERDA, M. F. L. S et al. Infecção secundária e persistente e sua relação com o fracasso do tratamento endodôntico. Rev. bras. odontol., Rio de Janeiro, v. 73, n. 3, p. 212-217, 2016.

LAKATOS EM, MARCONI MA. Fundamentos de metodologia científica. 8. ed. São Paulo: Atlas, 2017.  
Lam, R.. Epidemiology and outcomes of traumatic dental injuries: a review of the literature. Aust Dent J, 61(1), 4-20. 2016.

LEMOS, MARÍLIA GOULART et al. Eficácia do hidróxido de cálcio associado a veículos medicamentosos no combate ao enterococcus faecalis no interior do canal radicular: uma revisão de literatura. Revista de Odontologia da Universidade Cidade de São Paulo, v. 27, n. 2, p. 135-141, 2017.

MATHEW, S., THANGARAJ, D. N. Laser in Endodontics. Journal of Indian Academy of Dental Specialists, v.1, n.1, p.31-37, jan. 2010.

MELO, T. A. F.; OLIVEIRA, E. P. M.; BARLETTA, F. B.; BECKER, A. N.; KUNERT, G. G. Aplicação do laser na terapia endodôntica. Stomatos, v.28, n.24, p.53-61, jan. 2007.

MORITZ, A.; GUTKNECHT, N.; SCHOOP, U.; GOHARKHAY, K.; DOERTBUDAK, O.; SPERR, W. Irradiation of infected root canals diode laser in vivo: results of microbiological examinations. Lasers in Surgery and Medicine, v.21, n.3, p.221-226, 1997.

MORSY, DA; NEGM, M.; DIAB, A.; AHMED, G. Dor pós-operatória e efeito antibacteriano do laser de diodo de 980 nm versus tratamento endodôntico convencional em dentes necróticos com lesões periapicais crônicas: um estudo de controle randomizado. F1000 Res. 2018,7

NAGPAL, R., GOEL, M. Lasers In Endodontics – A Review. Indian Journal of Dental Sciences, v.5, n.4, 2013.

NEVES, M.A., PROVENZANO, J.C., RÔÇAS, I.N. & SIQUEIRA, J.F. (2016). Clinical Antibacterial Effectiveness of Root Canal Preparation with Reciprocating Singlein- strumentor Continuously Rotating Multi-instrument Systems. J Endod. 42(1): 25-9. 10.1016/j.joen.2015.09.019.  
<https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/26549221/>

NEVILLE, Brad; DAMM, Douglas, ALLEN, Carl; CHI. Patologia Oral e Maxilofacial. 4ªed., Elsevier, Rio de Janeiro, 2016.

PAIVA PCP, NUNES E, SILVEIRA FS, CORTES MIS. Aplicação clínica do laser em endodontia. RFO. 2007;12(2):84-8. PASSOS, S. M. Microbiologia das infecções endodônticas. 2014. Monografia Especialização) – Faculdade de Odontologia, Universidade Federal de Minas Gerais, Belo Horizonte, 2014.

PAULA-SILVA FWG, RIBEIRO-SANTOS FR, PETEAN IBF, ARNEZ MFM, ALMEIDA-JUNIOR LA, CARVALHO FK, ET AL. ROOT canal contamination or exposure to lipopolysaccharide differentially modulate prostaglandin E2 and leukotriene B4 signaling in apical periodontitis. J Appl Oral Sci. 2020;28: e20190699. Publicado pelo selo Editora Guanabara Koogan Ltda., 2021.968 p. RICHARDS, W. Carious lesion activity assessment in clinical practice.

PROCKT, ANDERSON PEDROSO; TAKAHASHI, ANDRÉ; PAGNONCELLI, ROGÉRIO MIRANDA. Uso de terapia com laser de baixa intensidade na cirurgia bucomaxilofacial. Revista Portuguesa de Estomatologia, Medicina Dentária e Cirurgia Maxilofacial, v. 49, n. 4, 2008. Reis F. Tecnologias endodônticas. São Paulo: Santos; 2015.

RÔÇAS, I. N. Patologia pulpar e perirradicular. In: LOPES, H. P.; SIQUEIRA JR, J. F Endodontia : biologia e técnica.. 5ª. ed. Rio de Janeiro: GEN - Grupo Editorial Nacional. Editora Guanabara Koogan Ltda., 2020.

ROCHA TAF, CERQUEIRA JDM, CARVALHO ES. Infecções endodônticas persistentes: causas, diagnóstico e tratamento. Revista de Ciências Médicas e Biológicas. 2018;17(1): 78-83. Disponível em: <https://portalseer.ufba.br/index.php/cmbio/article/view/23276>

ROSSO, B. C.; PEREIRA, S. F. K.; BORETTI, H. V.; ARASHIRO, N. F.; GURERISOLI, Z. M. D.; YOSHINARI, H. G. Dor Pós-Operatória em Dentes com Infecções após única ou Múltiplas Sessões- Revisão Sistemática. Pesquisa Brasileira em Odontopediatria e Clínica Integrada v.12, n.1, p. 143-148, 2012.

S.A. KAPRALOS V, KOUTROULIS A, ORSTAVIK D, SUNDE PT, RUKKE HV. Antibacterial Activity of Endodontic Sealers against Planktonic Bacteria and Bacteria in Biofilms. Journal of Endodontics. 2018;44(1): 149-154. Disponível em: [https://www.jendodon.com/article/S0099-2399\(17\)30975-5/fulltext](https://www.jendodon.com/article/S0099-2399(17)30975-5/fulltext).

SHRESTHA, A.; FRIEDMAN, S.; TORNECK, CD; KISHEN, A. Bioatividade de nanopartículas funcionalizadas fotoativadas avaliadas em canais radiculares contaminados por lipopolissacarídeos in vivo. J. Endod. 2018,44, 104–110

SILVA FC, FREITAS LRP, LOURENÇO APA, BRAGA JUNIOR ACR, JORGE AOC, OLIVEIRA LD 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;13(5):31-8.

SILVA, E. J. N.; ROVER, G.; BELLADONNA, F. G.; DE-DEUS, G.; TEIXEIRA, C. da. SILVEIRA.; FIDALGO, T. K. da. S. Impact of contracted endodontic cavities on fracture resistance of endodontically treated teeth: a systematic review of in vitro studies. Clinical Oral Investigations, Berlim, v. 22, n. 1, p. 109-118, 2018.

SILVA, E. L. et al., Urgência em Endodontia: diagnóstico e tratamento em casos de pulpite irreversível sintomática. *Revista Salusvita (Online)*, v. 39, n. 1, p. 153-168, 2020. tradução Monica Simões Israel ... [et al.]; coordenação da revisão técnica Kleber

VELOZO, C. et al.,. Eficácia antimicrobiana de associações medicamentosas com o hidróxido de cálcio na periodontite apical: Revisão sistemática. *Research, Society and Development*, [S. l.], v. 10, n. 4, p. e55810414593, 2021. DOI: 10.33448/rsd- 10i4.14593.

WEICHMAN JA, JOHNSON FM, NITTA LK. Laser use in endodontics. Part II. *Oral Surg Oral Med Oral Pathol*, St. Louis, v. 34, n. 5, p. 828–30, 1972.

WERLANG, A. I. et al. Insucesso no tratamento endodôntico: uma revisão de literatura. *Rev. inf. cient. tec. cuba. ser. bioméd.*, La Habana, v. 5, n. 6, p. 1-17, 2016.

YOSHINARI, Franciely Mariani Silva. A influência da terapia fotodinâmica no controle da dor pós tratamento endodôntico. Campo Grande, 2015.

ZANCAN, RAFAELA FERNANDES ET AL. Novas associações ao EDTA aprimoram sua ação antimicrobiana. *Dental Press Endodontics*, v. 7, n. 3, p. 85, 2017.