



**UNIVERSIDADE DO SUL DE SANTA CATARINA - UNISUL
CAMPUS FLORIANÓPOLIS - ILHA
CURSO DE ODONTOLOGIA**

**AMANDA MÜLLER
ANA LUIZA LUZ DE ATHAYDE
ARTUR DUTRA DE ARRUDA
LUANA BEATRIZ RIBEIRO**

**UTILIZAÇÃO DA PDT NA REMOÇÃO DE MICRORGANISMOS NO
TRATAMENTO ENDODÔNTICO EM CONJUNTO COM A TÉCNICA DE
IRRIGAÇÃO CONVENCIONAL: REVISÃO DE LITERATURA**

**FLORIANÓPOLIS
2023**

**AMANDA MÜLLER
ANA LUIZA LUZ DE ATHAYDE
ARTUR DUTRA DE ARRUDA
LUANA BEATRIZ RIBEIRO**

**UTILIZAÇÃO DA PDT NA REMOÇÃO DE MICRORGANISMOS NO
TRATAMENTO ENDODÔNTICO EM CONJUNTO COM A TÉCNICA DE
IRRIGAÇÃO CONVENCIONAL: UM REVISÃO DE LITERATURA**

Projeto de Revisão apresentado ao Curso de Odontologia, da Universidade do Sul de Santa Catarina - UNISUL como requisito para a unidade de aprendizagem Trabalho de conclusão de curso em Odontologia.

Orientador: Prof. Me. Lincon Nomura
Coorientador: Prof. Me. Jardel Dorigon Santos

**FLORIANÓPOLIS
2023**

SUMÁRIO

1 INTRODUÇÃO	5
2 METODOLOGIA	8
3 REVISÃO DE LITERATURA	8
3.1 Remoção de <i>Smear Layer</i> utilizando-se a Irrigação Tradicional	8
3.2 Técnica de Irrigação associada à utilização de PDT	11
4. CONCLUSÃO	14
5. REFERÊNCIAS	15

RESUMO

A Terapia Fotodinâmica (PDT) é uma técnica que vem sendo utilizada no tratamento endodôntico para diminuição de conteúdo microbiológico que se acumula dentro dos canais radiculares durante a instrumentação. Esta técnica consiste na aplicação de um fotossensibilizador e uma luz laser, gerando um efeito fotoquímico capaz de promover a eliminação de microrganismos. Estudos demonstraram que a utilização da PDT apresenta resultados promissores em relação a remoção dos microrganismos intracanaís e também sobre as camadas orgânicas e inorgânicas da *smear layer*, com uma melhora significativa na limpeza do canal radicular e redução da inflamação periapical. Além de apresentar menor toxicidade para os tecidos periapicais quando comparada com técnicas de irrigação convencionais. Utilizou-se, como metodologia, a revisão de literatura baseada em pesquisas nas bases de dados científicos, sendo elas Pubmed, Biblioteca Virtual de Saúde e Scielo entre os meses de janeiro e junho de 2023. Como critérios de inclusão, foram utilizados artigos que demonstram as técnicas de irrigação convencional descritas, a técnica de PDT e a remoção da matéria orgânica da *smear layer*. Não houve exclusão de artigos por conta de idioma e foram utilizados artigos com até 15 anos de publicação. Como objetivo desta revisão, foi examinado de forma objetiva, a eficácia, o mecanismo de ação, fotossensibilizadores e fontes de ativação, na utilização da PDT, quanto a remoção de microrganismos no tratamento endodôntico considerando em conjunto a técnica de irrigação convencional. Como resultados, fomos ao encontro com evidências de estudos *in vitro*, positivas, porém por mais que nestes testes utilizados nos artigos de referência desta revisão, em maioria obtivemos resultados positivos, na empregabilidade do *in vivo* não temos a mesma quantidade de testes, assim precisamos em conclusão, de mais estudos, análises laboratoriais e estudos *in vitro* e *in vivo* sobre a empregabilidade do PDT antimicrobiano na endodontia.

Palavras-chave: Tratamento endodôntico; Terapia Fotodinâmica; PDT; microbiologia endodôntica; Canal Radicular.

1. INTRODUÇÃO

O objetivo principal do tratamento endodôntico é a máxima remoção dos microrganismos do canal radicular. Para que o resultado seja satisfatório, estabilidade e durabilidade no tratamento, são necessárias técnicas de irrigação, que irão promover a desinfecção intracanal, eliminando a lama dentinária ou restos de tecidos necróticos, restos de dentina e esmalte e microrganismos que se acumulam durante a instrumentação do canal. (PLOTINO *et al.*, 2018).

Após a instrumentação do canal radicular ocorre o acúmulo de matéria orgânica e inorgânica no interior dos túbulos dentinários, formando a *smear layer*. Essa camada é composta por restos de dentina, saliva, microrganismos e outros compostos dentinários. Estes resíduos precisam ser removidos, a fim de facilitar a aderência, bem como aumentar a resistência dos materiais restauradores às estruturas dentárias e, para isso, usam-se técnicas de irrigação, diminuindo a proliferação de microrganismos (MAFRA *et al.*, 2017).

O prognóstico favorável está intimamente ligado à redução da quantidade de microrganismos patogênicos presente no interior do canal radicular. A esterilização dos canais é uma prática inviável, por isso a necessidade de utilizar técnicas que consigam diminuir ao máximo esse biofilme. A fim de chegar a este patamar de desinfecção são adotados protocolos de desinfecção intracanaís (químico/físico), formados pela etapa de irrigação com soluções químicas antimicrobianas, auxiliando a manobra física de remoção das bactérias através das limas endodôntica (HAAPASALO *et al.*, 2010).

Tais soluções químicas, devem apresentar boas características padronizadas, como biocompatibilidade com os tecidos do corpo humano, não promoverem qualquer tipo de alteração estrutural nos dentes, promover lubrificação e desinfecção durante e depois da instrumentação, possuir propriedades químicas capazes de causar a remoção de microrganismos e matéria orgânica intracanal (HAAPASALO *et al.*, 2010).

O hipoclorito de sódio e a solução de clorexidina são soluções irrigadoras empregadas nos tratamentos endodônticos. O hipoclorito apresenta ação antimicrobiana de grande capacidade, gera neutralização parcial dos subprodutos bacterianos, oferta poder de dissolução da camada de matéria orgânica, com característica de detergente e lubrificante, pH alcalino retirando a acidez, deixando o ambiente desfavorável ao desenvolvimento de microrganismos (HAAPASALO *et al.*, 2010). Em contrapartida, além de não remover totalmente os microrganismos intracanaís, possui caráter tóxico aos tecidos periapicais, com gosto e cheiro desagradáveis e sendo passível de reações alérgicas durante o seu uso (RODRIGUES *et al.*, 2016).

A clorexidina, por sua vez, também apresenta alto poder antisséptico assim como o hipoclorito, podendo ser utilizada durante e depois da instrumentação e desinfecção do canal, porém apresenta menor toxicidade aos tecidos periapicais, mas não apresentando as características de remoção da camada de tecido inorgânico. Independente do protocolo empregado, com ou sem medicação intracanal e da solução química utilizada em conjunto a remoção mecânica (instrumentos), nunca se tem em absoluto a erradicação dos microrganismos intracanaís radiculares, por isso as pesquisas neste campo não param e são de grande relevância acadêmica, uma vez que, quanto mais promovermos a eliminação das bactérias radiculares, mais eficiente e saudável estará sendo nosso tratamento endodôntico (HAAPASALO *et al.*, 2010). Assim, se discute o uso do PDT (*photodynamic therapy*), em conjunto com as técnicas convencionais, a fim de reduzir o máximo possível de microrganismos, sendo uma ótima opção para ser empregada no tratamento endodôntico (PLOTINO *et al.*, 2018).

A Terapia Fotodinâmica (PDT) envolve a utilização de um corante fotossensibilizador (ativado pela luz do laser de baixa frequência, até 100 mW e com ajuste fino de direção sobre as bactérias bucaís de acordo com a anatomia do dente) (GARCEZ *et al.*, 2011). Durante o processo, ocorre uma reação de transferência de energia entre o fotossensibilizador ativado pela luz do laser e o oxigênio disponível ao seu redor, gerando assim uma espécie tóxica de oxigênio com radicais livres sobre as bactérias, chamado de oxigênio singleto.

São tóxicos a estes microrganismos intracanaís, atacando suas barreiras de proteínas, lipídios, ácidos nucléicos e tornando o ambiente tóxico as mesmas. (PLOTINO *et al.*, 2018).

Para o resultado com a PDT, o uso de fotossensibilizador é imprescindível, uma vez que a maioria das bactérias da boca não interagem nem absorvem a luz do laser de baixa potência (até 100 mW), assim com os corantes fixados sobre as bactérias, gerando a exposição suficiente nas mesmas com o laser (GARCEZ *et al.*, 2011).

Percebe-se que os sistemas radiculares apresentam alta complexidade anatômica e que temos colônias de bactérias combinadas de forma diferente em cada um de nós, mesmo seguindo o melhor protocolo de desinfecção química e física do tratamento convencional do canal radicular, ou seja, a remoção completa dos microrganismos, evidenciando uma limitação (HAAPASALO *et al.*, 2010).

Estudos *in vitro* e pesquisas clínicas, apontam que se pode acrescentar uma etapa a mais no preparo químico-mecânico (PQM), onde na forma convencional é utilizado Hipoclorito de Sódio, disponível em diversas concentrações e EDTA (ácido etileno diamino tetracético). Essa etapa extra busca melhorar a antissepsia intracanal, utilizando a PDT, eficiente sob um maior número de microrganismos não removidos pelas etapas convencionais apenas (Garcez *et al.* 2011). A terapia com PDT utiliza apenas um agente fotossensibilizador e uma fonte de luz de baixa potência, como lasers de até 100mW e sem emissão de calor, a fim de gerar moléculas reativas de oxigênio que são citotóxicas aos microrganismos (PLOTINO *et al.* 2018).

Assim, entende-se a necessidade da busca por algo novo, como o uso do PDT, que promova um maior nível de desinfecção intracanal, que o que temos atingido até hoje, e assim gerar mais saúde aos seres humanos e sucesso nos tratamentos endodônticos (HAAPASALO *et al.*, 2010).

Desta forma o objetivo do presente estudo é analisar a técnica de desinfecção convencional, realizada com hipoclorito e EDTA, quando associada e quando não associada ao uso do PDT, no tratamento endodôntico, a fim de evidenciar e discutirmos o nível de eficiência da técnica PDT, na

eliminação de microrganismos intracanaís, seus parâmetros de uso, promovendo, assim, uma maior eficácia na desinfecção microbiana dos canais radiculares e mais saúde ao paciente.

2. METODOLOGIA

Esta é uma pesquisa em forma de revisão de literatura, sob uma seleção de artigos científicos relacionados ao uso da técnica PDT no tratamento endodôntico. Durante esta revisão de literatura foram realizadas análises críticas relacionadas a estudos científicos anteriores, com o objetivo de apresentar os protocolos de irrigação final convencional e a eficácia da técnica PDT com um fotossensibilizante, sendo ele, o azul de metileno em conjunto com as técnicas tradicionais.

Foram utilizados artigos científicos relevantes ao assunto, encontrados nas bases de dados PubMed, Biblioteca Virtual de Saúde (BVS) e Scielo, com as seguintes palavras-chaves em inglês: PDT; *smear layer*; *endodontics*; *endodontic treatment*; *intracanal irrigation*. Os artigos, primeiramente, foram selecionados pelo título e a leitura de seus respectivos resumos e a leitura dos artigos por completo. Foram utilizados, como critério de inclusão, artigos que citassem a técnica PDT, a utilização de substâncias utilizadas na irrigação convencional, sendo elas NaOCl e EDTA e ainda artigos que entrassem na discussão sobre a remoção ou permanência da camada de *smear layer*. Não houve exclusão de artigos por conta de idioma, não foram utilizadas revisões de literatura e foram incluídos artigos dos últimos 15 anos.

3. REVISÃO DE LITERATURA

3.1 A Remoção da Smear Layer com Irrigação Tradicional

O objetivo do tratamento endodôntico é prevenir e eliminar a infecção endodôntica, quando esta acontecer, fazendo com que ocorra a melhora de uma lesão periapical. Acontece que muitas das falhas que ocorrem no

tratamento estão relacionadas com a presença de microrganismos, os quais persistem mesmo após o preparo químico-mecânico do canal radicular, ou seja, mesmo depois da etapa de desinfecção. (PAGONIS *et al.*, 2010).

Com a evolução da endodontia, o desenvolvimento de novas técnicas e materiais vêm para facilitar o tratamento endodôntico, reduzindo, conseqüentemente, o tempo do tratamento desempenhado, bem como, ajudar a promover uma eliminação mais eficiente de microrganismos presentes no canal radicular durante o preparo químico-mecânico (PQM) deste, onde grande parte das bactérias são removidas. Ainda assim, muitas dessas bactérias permanecem no canal radicular durante a obturação, uma vez que é impossível a completa limpeza do conduto radicular (AMARAL *et al.*, 2010).

Para se obter sucesso em um tratamento endodôntico, é essencial que haja uma boa remoção e desinfecção dos microrganismos encontrados nos canais radiculares, evitando complicações com doenças periapicais e/ou pulpares. Portanto, considerando que a remoção mecânica não é suficiente para retirada desses microrganismos, faz-se necessária a utilização da técnica de irrigação dos canais durante o tratamento endodôntico. Para isso, uma solução irrigadora de escolha é o NaOCl, que possui propriedades desejáveis e de modo geral, amplo espectro de ação. Dentre as propriedades, destaca-se sua capacidade única de dissolver remanescentes de tecidos necróticos e alta ação antibacteriana, assim sendo considerado o mais eficaz, além de possuir baixo custo (DARDA *et al.*, 2014).

Embora se destaque por seu ponto positivo, é importante manter um cuidado no momento da irrigação, uma vez que possui alta toxicidade, devido sua composição química, e outros fatores como a concentração, volume e pressão de extrusão podem intensificar as conseqüências de possíveis acidentes. Ao fim da irrigação, o EDTA é usado para remover a *smear layer* e preparar as paredes dos canais para uma melhor adesão dos cimentos obturadores. Deste modo, os seguintes cuidados devem ser tomados: uma irrigação lenta, com movimentos de vai e vem da seringa e concomitantemente, aspiração com auxílio de sugador endodôntico. Em caso de uma intercorrência, faz-se necessária uma irrigação abundante com soro fisiológico a fim de

minimizar os efeitos danosos do extravasamento do hipoclorito aos tecidos vitais, pele ou mucosa oral (DARDA *et al.*, 2014).

Nesta etapa, acontece a remoção dos resíduos da *Smear Layer*, que segundo a *American Association of Endodontics* (1994), pode ser descrita como uma fina película de detritos superficial, frouxamente aderida à superfície dentinária. A mesma ocorre no momento da utilização de instrumentos rotatórios e manuais, onde penetra-se na abertura dos túbulos dentinários. Em 1977 Lester & Boyde, descreveram a *smear layer* como "matéria orgânica presa dentro de dentina inorgânica translocada", ou seja, consta não apenas na dentina, como na *smear layer* coronal, mas também os remanescentes de processos odontoblásticos, tecido pulpar e bactérias - McComb & Smith (1975).

Portanto, a irrigação com NaOCl, associada ao uso do EDTA, consiste em remover a *smear layer*. Esta pode ser recomendada para remover os componentes orgânicos e inorgânicos da camada de *smear layer*, mas não deve ser utilizada simultaneamente durante a irrigação, pois, em conjunto ao NaOCl a ação sobre a dentina fica potencializada, já que depois de remover o componente inorgânico, ficam expostas as fibras de colágeno que serão dissolvidas pelo NaOCl, resultando na desvantagem de enfraquecer a dentina. O NaOCl 2% é utilizado devido a sua alta capacidade de dissolver material orgânico (GUO *et al.*, 2014).

Por ser considerada uma barreira física, muito se discute se a sua remoção deve ou não ser realizada. Drake *et al.*, em 1994 relacionou a presença de *smear layer* com o insucesso de tratamentos endodônticos e doenças perirradiculares. Já Kaplan (2023), em sua pesquisa sobre a penetração de cimento endodôntico nos túbulos dentinários após utilizar diferentes formas de irrigação (convencional e ultrassônica), concluiu que, tanto na irrigação com NaOCl 5% e EDTA 17%, a remoção da *smear layer* foi positiva, pois houve maior penetração do cimento endodôntico nos túbulos dentinários.

3.2 Técnica de irrigação associada à utilização de PDT

A PDT é um assunto discutido desde o ano de 1900, onde a ideia de misturar substâncias químicas com a interação da luz foi atribuída ao Oscar Raab. A partir desta data, iniciaram-se os primeiros empregos desta terapia com o intuito de eliminar infecções microbianas. Em 1960 foi admitida em diversos setores da medicina, por ser reconhecida como uma terapia minimamente invasiva, eficiente contra diversas infecções e com área de atuação seletiva (AMARAL *et al.*, 2010).

A terapia fotodinâmica está em evidência desde meados da última década, devido a busca por uma maior redução possível de microrganismos intracanais radiculares, bem como da obtenção de maior sucesso nos tratamentos endodônticos. Seu uso foi defendido em diversos artigos e revisões sobre o assunto e sendo reconhecidas pela sua eficiente ação em colaboração às etapas de limpeza/desinfecção microbiana e, conseqüentemente, na etapa de modelagem intracanal, atuando sempre como um adicional favorável à máxima desinfecção e êxito. Essa terapia se apresenta como um complemento para o tratamento endodôntico, com o propósito de aperfeiçoar as técnicas convencionais (PAGONIS *et al.*, 2010).

Inicialmente a terapia PDT, foi desenvolvida visando a empregabilidade em tratamentos contra tumores e doenças com potencial de malignidade, e foi aferido que a mesma apresenta um grande potencial de destruição contra bactérias, fungos e vírus (WIKINSON, F. *et al.*, 1995), onde tem total indicação de tratamento contra infecções microbianas localizadas, assim como as infecções intracanais (ROSSONIE *et al.*, 2010).

A terapia PDT oferece grande ajuda contra a dependência do profissional sobre o uso de antibióticos, uma vez que possui grande potencial em eliminar infecções localizadas. Tal fator contribui para que, atualmente, esta terapia esteja em evidência, considerando que os seres humanos vêm apresentando maiores resistências a antibióticos, antes totalmente eficazes,

mas que nunca atuam de forma totalmente direcionada e focada no corpo humano (SANTEZIE *et al.*, 2018).

Em contrapartida, a terapia PDT não apresenta potencial risco de gerar resistência às bactérias, pois a terapia consiste no uso do oxigênio singlete e radicais livres, que interagem com várias das estruturas celulares e vias metabólicas bacterianas (WAINWRIGHT *et al.*, 2004), atacando também a camada de matriz extracelular das bactérias, apresentando vantagem sobre o uso de antibióticos (KONOPKA *et al.*, 2007).

Portanto, a técnica PDT consiste em um complemento à irrigação tradicional final do canal radicular, utilizando-se de um laser de baixa potência vermelho (LED), oxigênio e um fotossensibilizante, sendo o azul de metileno o mais estudado atualmente. Essa reação conjunta gera radicais livres levando à morte de células microbianas (LACERDA *et al.*, 2014).

Os lasers de baixa potência agem com um efeito medicinal, promovendo a reparação tecidual, modulação da inflamação e analgesia. Embora não provoquem o aumento de temperatura, não destruindo o tecido, ele não possui efeito antimicrobiano associado. Apesar disso, muitas vezes apresentam um grande índice de redução microbiana (99-100%), quando associados a agentes fotossensibilizadores. (EDUARDO *et al.*, 2015).

Compreende-se o mecanismo de fotossensibilização da PDT como a interação da luz com o fotossensibilizador e o oxigênio, criando radicais livres que ocasionam danos às células microbianas, levando-as à morte. A luz é responsável por instigar o agente fotossensibilizador (FS), que interage com moléculas vizinhas através de dois mecanismos, quais sejam, transferência de elétrons e transferência de energia. Na transferência de elétrons, acontece a formação de produtos oxidados, ocorrendo cerca de 5% da reação. Na transferência de energia, ocorrem os outros 95% da reação, responsável pela morte das células, não provocando danos aos tecidos adjacentes (EDUARDO *et al.*, 2015).

Neste método, assim como a irrigação tradicional, acontece a desinfecção ou esterilização de um tecido duro ou mole. Porém, é realizado de maneira tópica com um composto fotossensibilizante no local, irradiando luz de

laser em um comprimento de onda absorvido pelo composto fotossensibilizador, dizimando assim os microrganismos da região. Também é conhecida como PDT antimicrobiana (APDT), quimioterapia antimicrobiana fotodinâmica, desinfecção fotoativada e desinfecção ativada por luz (LED) (GARCEZ *et al.*, 2011).

De acordo com Wainwright *et al.*, 2004, o tratamento com a PDT ainda é incerto, uma vez que os radicais livres, o oxigênio singlete e as células microbianas atuam em variadas estruturas celulares e vias metabólicas. Entretanto, há dois tipos de mecanismos de ação nas quais, na presença de um substrato como o oxigênio, a ativação de droga sensibilizadora entra em reação química com biomoléculas. No Tipo I acontece a formação de radicais livres através de hidrogênio e/ou elétrons. Quando as mesmas entram em contato com o oxigênio, podem produzir oxigênio altamente reativo (ânions peróxido e superóxido), onde agem no ataque celular, ou seja, no tipo I, podem causar danos diretos por reação dos radicais livres, levando à morte celular. No tipo II, é regido por espécies de oxigênio singlete, que se trata de uma molécula altamente reativa, podendo ser gerada diretamente pela junção entre água oxigenada - H₂O₂ e NaOCl, ou indiretamente pela transferência de energia de uma molécula excitada por luz visível ou ultravioleta. Portanto, o oxigênio singlete é a principal via de destruição celular microbiana (DE ROSA & BETTY, 2002).

Todavia, ainda é difícil distinguir entre os dois mecanismos de ação (I e II). Por isso, em conjunto, dependem tanto da tensão de oxigênio, quanto da concentração de fotossensibilizante (PS). Estudos relataram que a técnica PDT pode chegar próximo de uma máxima desinfecção e isso acontece por conta do alcance do laser ser maior do que da seringa de irrigação. Como ponto positivo, a técnica não possui toxicidade devido ao uso de fotossensibilizante (KONOPKA & GOSLINKI 2007).

Segundo Garcez *et al.*, em 2016, para obter êxito no tratamento endodôntico, uma combinação de instrumentação mecânica e irrigação química deve ser utilizada, as particularidades de uma infecção microbiana, tanto no interior do sistema de canais, como na região periapical, o tratamento

convencional poderá apresentar falhas, mesmo quando os procedimentos de limpeza e desinfecção forem adequadamente realizados. Sendo assim, apenas uma desinfecção correta dos canais pode causar um sucesso permanente do retratamento endodôntico (GARCEZ *et al.*, 2016).

4. CONCLUSÃO

Diante do estudo, concluiu-se que ainda não há uma técnica que seja totalmente eficaz para remoção dos microrganismos dos túbulos dentinários. Mesmo que a PDT possa ser uma alternativa promissora, os artigos revisados sugerem que ainda faltam evidências mais robustas para comprovar sua superioridade. Por isso, é importante lembrar que ainda são necessárias mais pesquisas para atestar a eficácia da técnica em longo prazo, visto que possa vir a ser um método muito eficaz, mas que necessita de mais estudos para sua comprovação.

5. REFERÊNCIAS

AMARAL, Rodrigo et al. **Terapia fotodinâmica na endodontia: revisão de literatura.** RFO UPF, Passo Fundo, v. 15, n. 2, p. 207-211, mai./ago. 2010. Disponível em: http://revodonto.bvsalud.org/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1413-40122010000200020 . Acesso em: 15 abri. 2023.

AMARO, Carolina et al. **Substâncias químicas auxiliares.** Revista científica Facs, Minas Gerais, v. 19, n. 24, p.57-64, nov. 2019. Disponível em: <https://periodicos.univale.br/index.php/revcientfacs/article/view/299> . Acesso em: 30 mar. 2023.

CHANDLER, Nicholas et al. **The smear layer in endodontics- a review.** International Endodontic Journal, Nova Zelândia, v. 43, n. 1, p. 2-15, jan. 2010. Disponível em: <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/20002799/> . Acesso em: 31 abr. 2023.

CHREPA, Vanessa et al. **The effect of photodynamic therapy in root canal disinfection: a systematic review.** Journal of Endodontics, San Antonio v. 40, n. 7, p. 891-898, mai. 2014. Disponível em: <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/24935531/> . Acesso em: 18 mai. 2023.

D'ARCANGELO, Camilo et al. **An evaluation of the action of different root canal irrigants of facultative aerobic-anaerobic, obligate anaerobic, and microaerophilic bacteria.** Journal of Endodontics, Chieti, v. 25, n. 5, p.351-353, mai. 1999. Disponível em: <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/10530260/> . Acesso em: 05 abr. 2023.

DRAKE, David et al. **Bacterial retention in canal walls in vitro: effect of smear layer.** Journal of Endodontics, Iowa, v. 20, n. 2, p; 78-82, fev. 1994. Disponível em: <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/8006570/> . Acesso em: 18 mai. 2023.

EDUARDO, Carlos et al. **A terapia fotodinâmica como benefício complementar na clínica odontológica.** Revista da Associação Paulista de Cirurgiões Dentistas, São Paulo, v. 69, n. 3, p. 226-235, mai. 2015. Disponível em: http://revodonto.bvsalud.org/scielo.php?script=sci_abstract&pid=S0004-52762015000200004&lng=pt&nrm=iss&tlng=pt . Acesso em: 28 mai. 2023.

GARCEZ, Aguinaldo et al. **Uma nova estratégia para PDT antimicrobiana em endodontia.** Revista da Associação Paulista de Cirurgiões Dentistas, São Paulo, v. 70, n. 2, p. 126-130, abr./jun. 2016. Disponível em: http://revodonto.bvsalud.org/scielo.php?pid=S0004-52762016000200005&script=sci_arttext . Acesso em: 21 abr. 2023.

GUO, Xiangjum et al. **Efficacy of four different irrigation techniques combined with 60° C 3% sodium hypochlorite and 17% EDTA in smear layer removal.** BMC Oral Health, China, v. 14, n. 114, p. 1-6, set. 2014. Disponível em: <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/25201549/> . Acesso em: 28 fev. 2023.

GHASEMI, Negin et al. **The effect of photodynamic therapy on the smear layer removal: a scanning electron microscopic study.** Journal of Dentistry, Iran, v. 22, n. 3, p. 162-168, set. 2021. Disponível em: <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pmc/articles/PMC8417544/> . Acesso em: 18 mai. 2023.

GOMES, Brenda et al. **Chlorhexidine in endodontics.** Brazilian Dental Journal, Piracicaba, v. 24, n. 2, p. 89-102, mar./abr. 2013. Disponível em: <https://www.scielo.br/j/bdj/a/89KZLXKMY3jxg7TTvTF9jPb/?lang=en> . Acesso em: 26 mai. 2023.

HAAPASALLO, Markus et al. **Irrigation in endodontics.** Dental clinics of North America, Vancouver, v. 54, n. 2, p. 291-312, abr. 2010. Disponível em: <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/24651335/> . Acesso em: 29 abr. 2023.

KAPLAN, Fatma et al. **Evaluating the effect of different irrigation activation techniques on the dentin tubules penetration of two different root canal sealers by laser scanning confocal microscopy.** Analytical Science Journal, Turquia, v.86, n. 6, p. 1-12, mai. 2023. Disponível em: <https://pesquisa.bvsalud.org/portal/resource/pt/mdl-37158110> . Acesso em: 18 fev. 2023.

MACHADO, Antônio et al. **Terapia fotodinâmica: princípios, potencial de aplicação e perspectivas.** Química Nova, Uberlândia, v. 23, n. 2, p. 237-243, abr./ 2000. Disponível em: <https://www.scielo.br/j/qn/a/PTsbrFMBBzN6HhXjSrfqRGz/?lang=pt> . Acesso em: 21 abr. 2023.

MAFRA, Shelly et al. **A eficácia da solução de EDTA na remoção da smear layer e sua relação com o tempo de uso: uma revisão integrativa.** RFO UFP, Passo Fundo, v. 22, n. 1, p. 120-129, jan./abr. 2017. Disponível em: <https://pesquisa.bvsalud.org/portal/resource/pt/biblio-848734> . Acesso em: 21 abr. 2023.

MIRANDA, Rachel et al. **Ex vivo antimicrobial efficacy of the endovac system plus photodynamic therapy associated with calcium hydroxide against intracanal enterococcus faecalis.** International Endodontic Journal, Rio de Janeiro, v. 46, n. 6, p. 499-505, jun. 2013. Disponível em: <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/23137292/> . Acesso em: 10 mar. 2023.

PLOTINO, Gianluca et al. **Photodynamic therapy in endodontics.** International Endodontic Journal, Italy, v. 56, n. 6, p. 760-774, jun. 2019. Disponível em: <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/30548497/> . Acesso em: 10 mar. 2023.

PRETEL, Hermes et al. **Comparação entre soluções irrigadoras na endodontia: clorexidina e hipoclorito de sódio.** Revista Gaúcha de Odontologia, Porto Alegre, v. 59, n.1, p. 127-132, jan./jun. 2011. Disponível em: http://revodonto.bvsalud.org/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1981-86372011000500018 . Acesso em: 15 mar. 2023.