



UNIVERSIDADE ESTADUAL DA PARAÍBA
CAMPUS VIII – PROFESSORA MARIA DA PENHA – ARARUNA
CENTRO DE CIÊNCIAS, TECNOLOGIA E SAÚDE
CURSO DE ODONTOLOGIA

IZABEL CRISTINA DA SILVA

**ALTERNATIVAS CLÍNICAS PARA POTENCIALIZAR O PREPARO QUÍMICO
MECÂNICO**

Araruna / PB
2017

IZABEL CRISTINA DA SILVA

**ALTERNATIVAS CLÍNICAS PARA POTENCIALIZAR O PREPARO QUÍMICO
MECÂNICO**

Artigo apresentado à Coordenação do
Curso de Odontologia da UEPB – Campus
VIII como requisito parcial para a obtenção
do título de Cirurgiã-Dentista

Orientador: Prof. José Cordeiro de Lima Neto.

Araruna / PB

2017

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.

S586a Silva, Izabel Cristina da.
Alternativas clínicas para potencializar o preparo químico
mecânico [manuscrito] : / Izabel Cristina da Silva. - 2017.
44 p.
Digitado.
Trabalho de Conclusão de Curso (Graduação em
Odontologia) - Universidade Estadual da Paraíba, Centro de
Ciências, Tecnologia e Saúde, 2017.
"Orientação : Prof. Esp. José Cordeiro de Lima Neto,
Departamento de Odontologia - CCBS."
1. Endodontia. 2. Odontologia. 3. Terapia fotodinâmica.
21. ed. CDD 617.634 2

IZABEL CRISTINA DA SILVA

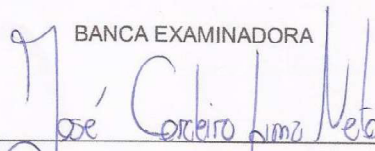
ALTERNATIVAS CLÍNICAS PARA POTENCIALIZAR O PREPARO QUÍMICO
MECÂNICO

Artigo apresentado à Coordenação do
Curso de Odontologia da UEPB –
Campus VIII como requisito parcial para a
obtenção do título de Cirurgião-Dentista.

Área de concentração: Endodontia

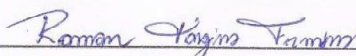
Aprovada em: 29/11/2017.

BANCA EXAMINADORA



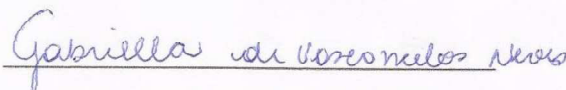
Prof. José Cordeiro de Lima Neto (Orientador)

Universidade Estadual da Paraíba (UEPB)



Prof. Me. Ramon Targino Firmino

Universidade Estadual da Paraíba (UEPB)



Profa. Gabriella de Vasconcelos Neves

Universidade Estadual da Paraíba (UEPB)

Dedico este trabalho aos meus pais,
pelo amor incondicional, companheirismo, dedicação
e por serem meus maiores incentivadores. Amo vocês!

AGRADECIMENTOS

Agradeço primeiramente a Deus, por me dar forças em todos os momentos da minha vida, por me ajudar a vencer todos os obstáculos, não ter me deixado fraquejar diante as dificuldades e em cada pequena coisa me mostrar o seu imenso amor.

Agradeço aos meus pais, Josefa Ana e Joseildo. Vocês são a minha base; palavras são insuficientes para expressar o tamanho da minha gratidão a vocês, mas agradeço pelo companheirismo, por serem meu apoio nos momentos difíceis e não me deixarem desanimar; muito obrigada por não medirem esforços para me fornecer o necessário durante toda a graduação e por me amarem incondicionalmente.

As minhas irmãs, Ana Márcia e Jamile, que me apoiaram em todos os momentos, e a todos os meus familiares que contribuíram direta ou indiretamente para minha formação. Essa vitória também é de vocês.

As minhas irmãs de coração e companheiras de curso, “as chicas” Viviane Gonçalves, Nayla Fernandes, Malena Dias e Daiane Nogueira. Vocês tornaram a caminhada bem mais leve, obrigada pelo companheirismo, apoio e por cada palavra amiga. Vou levá-las para sempre em minha vida. Agradeço em especial a minha dupla Daiane Nogueira, diretamente do ensino médio para vida acadêmica, obrigada pelo aprendizado durante todos esses anos e por concluir junto comigo mais uma missão.

Ao meu orientador José Cordeiro serei eternamente grata, por ter me acolhido com tanto carinho, ter sido uma verdadeira luz no fim do túnel e por ter contribuído de forma grandiosa para realização deste trabalho. A você minha eterna gratidão pela paciência e criteriosa orientação e admiração por ser um profissional humano, que realmente se importa. Sua contribuição foi valiosíssima para meu crescimento profissional e como ser humano.

Aos professores Ramon Targino e a Gabriella Neves, que é uma excelente profissional e uma das minhas inspirações na endodontia nesta universidade. Obrigada pela disponibilidade em participarem da minha banca; os valorosos conhecimentos de vocês serão enriquecedores para este trabalho.

A todos os professores que compartilharam seus conhecimentos durante esses “5 anos”, A contribuição de vocês foi muito importante para minha formação. Vou levar um pouco de cada um para sempre.

Agradeço também a cada funcionário que contribuiu de forma direta ou indireta, pelo trabalho impecável, ajuda e apoio diário.

A todos vocês minha eterna gratidão!

LISTA DE ABREVIATURAS E SIGLAS

SIGLA	DEFINIÇÃO
EC:	Easy Clean
FS:	Fotossensibilizador
EDTA:	Ácido etilenodiaminotetra-acético
IMC:	Irrigação manual convencional
IUP:	Irrigação ultrassônica passiva, em inglês PUI (Passive Ultrasonic Irrigation)
MEV:	Microscopia eletrônica de varredura
NaOCL:	Hipoclorito de sódio
PQM:	Preparo químico – mecânico
RCP:	Reação em cadeia da polimerase
TFD:	Terapia fotodinâmica, em inglês PDT (Photodynamic therapy)
UFC:	Unidade formadora de colônia

SUMÁRIO

	Página
1 INTRODUÇÃO	07
2 METODOLOGIA	09
3 REVISÃO DE LITERATURA	10
3.1 Irrigação Ultrassônica Passiva	10
3.2 Terapia Fotodinâmica	17
3.3 Easy Clean	27
4 DISCUSSÃO	30
5 CONCLUSÃO	33
REFERÊNCIAS	35

ALTERNATIVAS CLÍNICAS PARA POTENCIALIZAR O PREPARO QUÍMICO MECÂNICO

Izabel Cristina da Silva*

RESUMO

O sucesso da terapia endodôntica depende da correta realização de todos os passos, desde o diagnóstico à preservação. Entretanto, é o preparo químico mecânico o responsável pela desinfecção e modelagem dos canais, proporcionando condições favoráveis para a reparação dos tecidos periapicais. O presente estudo, por meio de uma revisão de literatura, objetiva discorrer sobre a irrigação ultrassônica passiva, a terapia fotodinâmica e a Easy Clean, que são alternativas terapêuticas utilizadas para potencializar a limpeza dos canais radiculares. Foi realizada uma busca nas bases de dados: Pubmed, SciELO, BVS, Scopus e Web of Science, utilizando como descritores easy clean, photodynamic therapy, PUI e endodontics. Foram incluídas pesquisas científicas (ensaios clínicos e laboratoriais) e revisões de literatura que abordassem as técnicas ou fizessem comparação com outras, publicadas no período de janeiro de 2011 a agosto de 2017. Todas as técnicas mostram-se eficazes para serem utilizadas como auxiliares ao preparo químico mecânico, mas a Easy Clean foi a que mais apresentou resultados positivos, especialmente no terço apical, porém, estudos adicionais são necessários para determinar protocolos universais e quais as circunstâncias clínicas que a utilização dessa terapia alternativa é realmente necessária.

PALAVRAS CHAVE: Doenças pulpares. Terapia fotodinâmica. Terapias complementares. Endodontia.

1 INTRODUÇÃO

A fase mais crítica da terapia endodôntica é o preparo do canal radicular. O seu sucesso depende de uma correta e eficaz desinfecção do sistema de canais, bem como o seu preenchimento de forma adequada, proporcionando assim, condições ideais para o reparo do tecido periapical (ØRSTAVIK; HAAPASALO; 1990). É durante o preparo químico mecânico (PQM), seja ele manual ou utilizando instrumentos automatizados que ocorre a formação da camada de *smear layer* e o acúmulo de detritos no interior dos canais. Isso acontece pela ação do instrumento na limpeza e modelagem do canal (VIOLICH; CHANDLER; 2010).

Os canais radiculares possuem uma anatomia complexa, com áreas contendo irregularidades, istmos, canais laterais e deltas apicais, que favorecem o acúmulo de

* Aluna de Graduação em Odontologia na Universidade Estadual da Paraíba – Campus VIII.
Email: belcris95@hotmail.com

detritos e microrganismos após a instrumentação (RICUCCI; SIQUEIRA; 2010, VERA et al, 2012). Partindo deste princípio, a irrigação tem um papel fundamental na limpeza dessas áreas. Durante o PQM, a solução irrigadora deve atuar como desinfetante, lubrificante e agente de limpeza, eliminando os resíduos de tecido e os microrganismos (SIQUEIRA et al, 2013). Essa limpeza se dá através da ação física dos irrigantes, ou seja, a agitação no interior dos canais, e da ação química, que está relacionada à capacidade de dissolução de matéria orgânica que o irrigante possui (LOPES; SIQUEIRA JUNIOR; 2015). O hipoclorito de sódio (NaOCl) é a principal solução utilizada durante qualquer terapia endodôntica, devido a sua potente ação antimicrobiana e a sua efetiva propriedade de dissolução tecidual. Apesar de bastante efetivo, possui cheiro e sabor desagradável, além de efeito citotóxico quando em contato com os tecidos periapicais (LUDDIN; AHMED; 2013).

A técnica convencional de irrigação, embora permita um bom controle, só é efetiva no terço cervical e médio. Na região apical a limpeza não é adequada. Isso ocorre devido essa região ser mais delgada que os outros terços, dificultando assim, a chegada do irrigante até essa área. (THOMAS et al, 2014, MENDONÇA et al, 2015). As agulhas utilizadas normalmente só conseguem irrigar até 1.0mm além da sua ponta, o que a torna inadequada para a limpeza completa do sistema de canais (MUNOZ; CAMACHO-CUANDRA; 2012). Portanto, usar apenas essa técnica é insuficiente para remover toda a camada de smear layer do sistema de canais (VILLAS-BOAS et al, 2011).

A Irrigação ultrassônica passiva (IUP) é um método de ativação da solução irrigadora que foi descrito pela primeira vez por Weller e colaboradores, em 1980. Ela funciona como um excelente auxiliar no processo de limpeza final dos canais radiculares (BURLESON et al, 2007). A técnica consiste na ativação da solução dentro do sistema de canais, a fim de aumentar a eficácia de sua desinfecção (GUERREIRO-TANOMAU et al, 2015, LEONI et al, 2016). É realizada com o auxílio de uma ponta ultrassônica ativada, que atua no comprimento de trabalho do canal. Essa ponta é movida passivamente em um movimento para cima e outro para baixo, sem que haja o contato dessa ponta com as paredes dentinárias (MUNOZ, CAMACHO-CUADRA, 2012, KHAORD et al, 2015). Desta maneira, cria-se um fluxo acústico com forças que causam a ruptura física de agregações bacterianas, como o biofilme (HARRISON et al, 2010).

Quanto à utilização dos lasers, a terapia fotodinâmica (TFD) foi adicionada a endodontia como coadjuvante da terapia endodôntica convencional para auxiliar na redução microbiana das infecções endodônticas (KONOPKA; GOSLINSKI; 2007). Seu mecanismo baseia-se em três componentes: o agente fotossensibilizador (FS), a fonte de luz e o oxigênio (HUANG et al, 2012). Na presença de oxigênio e uma fonte de luz com comprimento de onda específico, ocorrerá à ativação do FS que resultará na formação de oxigênio reativo, que são tóxicos para os microrganismos. O FS ativado e as espécies altamente reativas de oxigênio que foram formadas danificam as proteínas, lipídeos, ácidos nucleicos e outros componentes das bactérias, causando a desintegração dos tecidos alvo (CHREPA et al, 2014).

Em relação a novos dispositivos de ativação de irrigantes, surgiu recentemente no mercado a Easy Clean (EC). Esta consiste em um dispositivo plástico a base de acrilonitrilo butadieno e estireno, projetado para produzir uma agitação de fluido intracanal vigorosa. O instrumento tem um tamanho inicial (D0) de 0,25 mm de diâmetro e conicidade de 0,04mm/mm, com a seção transversal em forma de asa de aeronave. De acordo com o fabricante, a EC aumenta a eficácia da irrigação e tem duas vantagens adicionais: maior segurança e versatilidade, pois pode ser montada em qualquer motor endodôntico tradicional (Easy Equipamentos Odontológicos, Belo Horizonte, Brasil).

Diferentes alternativas existem para atuarem de forma sinérgica ao preparo químico mecânico tradicional, potencializando a sua capacidade de desinfecção. Revisar essa temática é importante para fortalecer o estabelecimento de protocolos terapêuticos mais seguros e previsíveis, aumentando a eficácia da desinfecção e, consequentemente, os índices de sucesso da endodontia. Diante do exposto, este trabalho tem como objetivo, através de uma revisão de literatura, discorrer sobre as alternativas terapêuticas para potencializar a limpeza dos canais radiculares atualmente disponíveis no mercado e que são mais acessíveis.

2 METODOLOGIA

Foi realizada uma busca na literatura no mês de agosto de 2017, nas bases de dados: Pubmed– U.S. National Library of Medicine; SciELO – Scientific Electronic Librari Online, BSV – Biblioteca virtual em saúde, Scopus e Web of Science. Para

conduzir a pesquisa, foram utilizadas as seguintes palavras-chave: *Easy Clean*, *Photodynamic therapy*, *PUI* e *endodontics*.

Para os critérios de elegibilidade dos artigos, eles deveriam estar disponíveis em sua versão completa e gratuita, publicados em inglês e português no período entre janeiro de 2011 a agosto de 2017. Foram incluídas, pesquisas científicas: ensaios clínicos, estudos laboratoriais e revisões de literatura. Os artigos foram selecionados mediante a leitura dos resumos e somente os que abordavam as técnicas pesquisadas ou fizessem comparação com técnicas diferentes foram selecionados para leitura na íntegra.

3 REVISÃO DE LITERATURA

3.1 Irrigação Ultrassônica Passiva

A Irrigação Ultrassônica Passiva (IUP) é um método de ativação da solução química irrigadora no interior dos canais radiculares. O termo passivo refere-se a “ação não cortante” do instrumento que será utilizado na ativação. A técnica consiste na ativação ultrassônica da solução, utilizando instrumentos extremamente finos e lisos, sem que haja o contato desses com as paredes dentinárias. Ela é realizada ao final do preparo químico mecânico (PQM), independente da técnica de instrumentação que foi selecionada para fazer o preparo. O instrumento é introduzido no interior do canal inundado pela solução irrigadora, ficando o mais próximo da região apical. Em seguida, é realizada a ativação (FERRARI; BOMBANA; 2010).

Com a realização desse procedimento, é possível obter benefícios clínicos no controle da infecção endodôntica, pois além de potencializar a remoção dos detritos que se acumulam no interior dos canais após a instrumentação, ele reduz a microbiota intracanal, eleva a temperatura das soluções e intensifica a dissolução tecidual do hipoclorito de sódio (FERRARI; BOMBANA; 2010). Esse poder de intensificação que a IUP possui pode melhorar as propriedades das substâncias irrigadoras através de 3 mecanismos. O primeiro deles é a formação da cavitação transitória dentro dos canais (que é a formação e a implosão de bolhas de vapor); o segundo fator é a formação de um rápido movimento do líquido em círculos ou redemoinho; e o terceiro fator está relacionado com o aumento da temperatura da

substância química devido à aplicação da energia ultrassônica (FERRARI; BOMBANA; 2010).

A utilização da substância química auxiliar na IUP pode ser feita através de duas maneiras: com fluxo intermitente ou fluxo contínuo (CAMERON, 1988, VAN DER SLUIS et al, 2007, GU et al, 2009). O fluxo contínuo da solução irrigadora é mantido pela peça de mão do ultrassom e o fluxo intermitente é por meio de uma seringa e agulha de irrigação, onde a solução irrigadora é injetada várias vezes durante a ativação ultrassônica (VAN DER SLUIS et al, 2006).

No estudo de Paiva e colaboradores (2012) avaliaram a capacidade que a IUP e a clorexidina possuem para complementar os efeitos antimicrobianos do PQM em canais infectados. A amostra foi composta por canais radiculares necróticos de dentes com periodontite apical. Antes do PQM, uma amostra microbiológica foi retirada do canal radicular (S1), outra foi colhida após o PQM com irrigação de NaOCl a 2,5% (S2) e mais uma após a IUP para ativação do NaOCl (n = 13) ou enxague final com clorexidina a 2% (n = 14) (S3). Nos resultados obtidos, todas as amostras de S1 foram positivas para bactérias em todos os métodos. Os fungos não foram detectados e as arqueobactérias ocorreram em apenas uma amostra de S1. Os resultados dos procedimentos de tratamento foram significativamente efetivos na redução da incidência de cultura positiva e da reação em cadeia da polimerase (RCP). Embora ambas as abordagens suplementares tenham reduzido a incidência de resultados bacteriológicos positivos em comparação com as amostras de pós-instrumentação, a redução não foi estatisticamente significativa, pois em muitos casos ainda permaneceram com bactérias detectáveis ($p > 0,05$). Não foi observada diferença significativa nas comparações entre os grupos ($p > 0,05$).

Os autores Mancini e colaboradores (2013) avaliaram a eficácia de três sistemas de irrigação (Endo Ativador, EndoVac[®] e IUP) na remoção da camada de *smear layer* em 1, 3, 5 e 8 mm do ápice dos canais radiculares. Foram utilizados 65 pré-molares inferiores descoronados em um comprimento padronizado de 16 mm. As amostras foram divididas em 5 grupos (2 grupos controle [n = 10] e 3 grupos teste [n = 15]), de acordo com a técnica final de ativação / entrega do irrigante (por irrigação sônica, irrigação ultrassônica passiva ou pressão apical negativa). Para avaliar os resultados, os canais radiculares foram divididos longitudinalmente e observados por MEV de emissão de campo. Foi observada a presença de detritos e uma camada de *smear layer* a 1, 3, 5 e 8 mm do ápice. O Endo Ativador foi

significativamente mais eficiente do que a IUP e os grupos de controle na remoção da camada de *smear layer* a 3, 5 e 8 mm do ápice. O EndoVac® removeu significativamente mais camadas que todos os grupos a 1, 3, 5 e 8 mm do ápice. A 5 e 8 mm do ápice, a IUP e o EndoVac® não diferiram estatisticamente de forma significativa, mas ambos foram melhores em relação aos grupos de controle. Os autores concluíram que nenhum dos sistemas de ativação/entrega removeu completamente a camada de *smear layer*. No entanto, o Endo Ativador e o EndoVac® mostraram os melhores resultados em 3, 5 e 8 mm (Endo Ativador) e 1, 3, 5 e 8 mm (EndoVac®) a partir do ápice.

Castagna e colaboradores (2013) avaliaram a eficácia da IUP na remoção da camada *smear layer* e de detritos da dentina radicular usando microscopia eletrônica de varredura (MEV). Neste estudo foram utilizados 25 incisivos bovinos que foram preparados manualmente e divididos em três grupos de acordo com o protocolo final de irrigação: EDTA - irrigação final com 12 mL de EDTA a 17% durante 3 min, seguido de 5 mL de NaOCl a 2,5%; EDTA/IUP - nivelamento final com 4 mL de EDTA a 17% e IUP por 30 segundos; Grupo controle - nem IUP nem EDTA foram utilizados. Estes procedimentos foram repetidos três vezes para padronizar o volume do irrigante. No grupo controle, após a preparação, as amostras foram irrigadas apenas com 17 mL de NaOCl a 2,5%. As raízes foram fraturadas e analisadas usando MEV. A análise intra grupo revelou que o protocolo EDTA/IUP removeu uma maior quantidade de detritos no terço cervical ($p=5 0,03$). A análise inter grupos revelou que EDTA/IUP apresentou a menor quantidade de detritos no terço cervical ($p=5 0,007$). Os escores da camada de *smear layer* foram maiores no grupo controle em comparação com os grupos EDTA e EDTA/IUP, mas apenas no terço cervical ($P=5 0,02$). Os autores concluíram que nenhum dos protocolos de irrigação final removeu completamente a camada de *smear layer*. O protocolo EDTA/IUP apenas melhorou a remoção no terço cervical.

Chávez-Andrade e colaboradores (2014) realizaram uma avaliação radiográfica para observar a eficácia da IUP utilizando o fluxo intermitente ou contínuo, e da irrigação manual convencional (IMC) na limpeza dos canais radiculares principal e laterais simulados. Neste estudo foram utilizados 24 dentes artificiais, os canais radiculares foram preparados e os canais laterais foram confeccionados nos terços médio e apical. Os espécimes foram divididos em três grupos: G1 - IMC, G2 - IUP 1 (fluxo intermitente) e G3 - IUP 2 (fluxo contínuo). Os canais radiculares foram

preenchidos com uma solução de contraste e as raízes foram radiografadas antes e após a irrigação. No terço apical os grupos G2 e G3 (IUP) foram mais eficazes na limpeza do que o grupo G1 (IMC) ($p < 0.05$). Os autores concluíram que a IUP com fluxo intermitente promoveu melhor limpeza dos canais laterais simulados do que a IMC no terço apical do canal radicular. Não houve diferenças entre os grupos no canal principal e no terço médio.

No estudo *in vitro* realizado por Justo e colaboradores (2014), comparou-se a eficácia da solução salina, NaOCl a 2,5% e clorexidina a 2% com ou sem IUP na remoção de detritos de irregularidades simuladas dentro dos canais radiculares preparados. Para esse estudo foram utilizados 90 incisivos laterais bovinos, divididos aleatoriamente em 3 grupos principais ($n = 30$) com base no irrigante. Após o preparo dos canais, os dentes foram divididos longitudinalmente e um sulco padronizado foi preparado no terço apical e preenchido com detritos dentinários. As amostras foram remontadas e colocadas em uma mufla. Cada grupo principal foi subdividido aleatoriamente em 2 grupos ($n = 14$) e esses foram tratados com diferentes protocolos de irrigação final. Nos grupos: NaOCl/IUP, clorexidina/IUP e solução salina/IUP, a solução foi ativada por ultrassom 3 vezes por 20 segundos. Nos demais grupos, a IUP não foi realizada. Nesse estudo foi possível concluir que os protocolos de irrigação final que utilizaram a IUP foram mais eficazes na remoção dos detritos das irregularidades simuladas do canal no terço apical do que os demais.

Tanomaru-Filho e colaboradores (2015) compararam a limpeza dos canais principais e laterais usando 3 métodos de irrigação: sistema EndoVac[®] (EV), IUP e IMC. Foram utilizados 48 dentes em resina. Após a instrumentação dos canais principais, quatro canais laterais foram construídos a 2 e 7 mm do ápice. Uma solução de contraste foi introduzida nos canais radiculares e esses foram radiografados antes e após a irrigação, utilizando o sistema radiográfico digital. Os protocolos para irrigação foram os seguintes: IMC 1 (agulha 22G a 5 mm do comprimento de trabalho - CT); IMC 2 (agulha 30G com 2 mm do CT); IUP; EV 1 (microcânula a 1 mm abaixo do CT); EV 2 (microcânula a 3 mm abaixo do CT). A irrigação de todos os grupos foi realizada com água destilada. Os autores concluíram que a irrigação por pressão negativa, seguida da IUP, apresentou maior capacidade de limpeza nos terços apical e médio que a irrigação manual.

Freire e colaboradores (2015), avaliaram a remoção de detritos de tecido duro após a utilização da IUP e do sistema EndoVac[®] (EV), e sua influência na obturação de canais curvos. Foram utilizados 24 molares mandibulares, que foram submetidos a 4 exames micro-tomográficos (antes e depois da instrumentação, após a irrigação final e após a obturação). Os canais mesiais foram preparados e divididos em 2 grupos de acordo com o método de irrigação final: grupo IUP (n = 12) e grupo EV (n = 12). Todos os espécimes foram obturados com a técnica de condensação contínua. Após a análise dos exames tomográficos micro-computadorizados, foi possível observar detritos acumulados dentro dos canais radiculares, ocupando uma média de 3,4% do volume do canal. A irrigação com IUP e o sistema EV reduziram o volume de detritos de tecido duro em 55,55% e 53,65%, respectivamente, sem diferença estatística entre eles ($p > 0,05$). Além disso, não houve diferença entre os grupos em relação ao volume do material obturador ($p > 0,05$). Diante dos dados os autores concluíram que a IUP e o sistema EV foram igualmente eficientes na remoção dos debris dentinários e na qualidade da obturação do canal radicular, sem influência do método de irrigação.

Guerreiro-Tanomaru e colaboradores (2015) realizaram um estudo *ex vivo* com o intuito de avaliar a eficácia da IUP na eliminação de *Enterococcus faecalis* no sistema de canais radiculares. Foram utilizados 75 dentes humanos unirradiculares. Após a preparação do canal radicular, os espécimes foram inoculados com *E. faecalis* e incubados a 37 °C durante 21 dias. Em seguida foram distribuídos em cinco grupos (n = 15), de acordo com o método de irrigação: IUP + solução salina (IUP/SS); IUP + NaOCl a 1% (IUP/NaOCl); irrigação manual convencional (IMC) + solução salina (IMC/SS); IMC + NaOCl a 1% (IMC/NaOCl); Sem irrigação (grupo controle). As amostras microbiológicas foram coletadas em três pontos: inicial (21 dias após a inoculação); pós-irrigação (imediatamente após a irrigação) e final (7 dias após a irrigação). As amostras pós-irrigação não demonstraram diferenças estatísticas entre IUP/SS e IMC/SS nem entre IUP/NaOCl e IMC/NaOCl ($p > 0,05$), mas IUP/NaOCl e IMC/NaOCl apresentaram menor número de UFC mL⁻¹ do que os outros grupos ($p > 0,05$). Foi observada uma diferença estatisticamente significativa entre as amostras iniciais e pós-irrigação e entre as amostras pós-irrigação e final ($p < 0,05$) em todos os grupos, exceto no controle. As amostras finais de todos os grupos apresentaram contagens bacterianas semelhantes às amostras iniciais.

Conclui-se que a IUP ou IMC com NaOCl a 1% contribuem para a desinfecção, porém não conseguem erradicar o *E. faecalis* do sistema de canais.

Cherian e colaboradores (2016) compararam a eficácia antimicrobiana do dicloridrato de octenidina a 2% versus clorexidina a 0,1% com e sem IUP contra *Enterococcus faecalis in vitro*. Foram utilizados 48 pré-molares mandibulares recém-extraídos, descoronados e padronizados em uma raiz de 14 mm. O biofilme de *E. faecalis* (cepa ATCC 29212) foi cultivado por sete dias e os espécimes foram divididos em quatro grupos (n = 12) com base no protocolo de irrigação: Grupo I – IMC com clorexidina a 2% de; Grupo II- IMC + 0,1% dicloridrato de octenidina; Grupo III - IUP + clorexidina a 2% e Grupo IV-IUP + 0,1% dicloridrato de octenidina. As raspas de dentina foram coletadas em duas profundidades (200 µm e 400 µm) e o número total de UFCs foi determinado. Os grupos III e IV (IUP) apresentaram diferença significativa em relação ao Grupo I e II (IMC) tanto a 200 µm como a 400 µm (p=0,000). Para o Grupo III e o Grupo IV, não foram encontradas diferenças significativas a 200 µm e 400 µm (p = 1.000 e 0.363, respectivamente), porém diferença significativa foi de 200 µm e 400 µm para todos os quatro grupos (p = 0.000). Diante desses dados é possível concluir que a octenidina (0,1%) foi mais eficaz do que clorexidina a 2% contra *E. faecalis* tanto a 200 µm como a 400 µm, e a IUP provou melhorar a ação antimicrobiana dos irrigantes.

Neuhaus e colaboradores (2016) compararam a eficácia da remoção bacteriana de um novo dispositivo de irrigação sônica passiva (ISP) (600Hz), com a IUP e IMC na desinfecção de canais radiculares retos e curvos. Nesse estudo foram realizados dois experimentos: em um modelo de infecção de 3 dias, foram incluídos 8 grupos de espécies microbianas únicas ou duplas irrigadas com cloreto de sódio a 0,9% usando ISP, IUP ou IMC. Em um modelo de infecção de 21 dias, os mesmos protocolos de irrigação foram testados em 4 grupos de microrganismos, utilizando NaOCl a 1,5% como irrigante. As amostras de controle de infecção foram coletadas nos dias 0, 3, 5 e 7 após o tratamento e foram posteriormente reincubadas. A ISP reduziu significativamente as UFCs de microrganismos quando comparado a IUP. O uso do hipoclorito de sódio levou a uma redução significativa nas UFCs mesmo com IMC. Após 3 dias, em comparação com a IMC, o crescimento dos microrganismos reduziram significativamente após o tratamento com ISP e IUP, mas nesses grupos em pelo menos metade das amostras os microrganismos foram detectados após 7

dias. Os autores concluíram que a ISP a 6000 Hz pode ser pelo menos igual a IUP em relação à redução da carga microbiana em canais curvos e retos.

Ayranci e colaboradores (2016) avaliaram a eficácia da irrigação assistida por laser (IAL) na remoção da camada de *smear layer* em comparação com a IUP. Foram selecionados 48 incisivos centrais superiores e preparados com instrumentos ProTaper até o F4 nos comprimentos de trabalho. Os espécimes foram divididos em quatro grupos da seguinte forma: (a) IUP com 5 mL de NaOCl a 2,5% durante 60s; (B) IUP com 2,5 mL de EDTA a 17% e 2,5 mL de NaOCl 2,5% por 30s; (C) IAL com 5 mL de NaOCl a 2,5% durante 60s; e (d) IAL com 2,5 mL de EDTA a 17% e 2,5 mL de NaOCl a 2,5% por 30s. Nos grupos da IUP, a ponta ativada por ultrassom foi inserida 1 mm abaixo do comprimento de trabalho, mas nos grupos IAL, a ponta da fibra foi aplicada na câmara pulpar. A IAL na câmara pulpar com a combinação de 17% de EDTA e NaOCl a 2,5% removeu mais camada de *smear layer* do que os outros grupos ($p < 0,018$). A IAL na câmara pulpar com a combinação de NaOCl a 2,5% e EDTA a 17% melhorou a *smear layer* do que IAL aplicada de forma semelhante, mas sem EDTA ou IUP com as mesmas combinações de NaOCl e EDTA usando um instrumento ativado por ultrassom inserido 1 mm abaixo do comprimento de trabalho.

Leoni e colaboradores (2016) avaliaram a eficácia de quatro protocolos de irrigação: Pressão positiva apical (APP), IUP, *self adjustment file* (SAF) e *XP-endo Finisher* (XPF), na diminuição dos debrís dentinários no sistema de canal radicular mesial dos primeiros molares mandibulares utilizando micro-CT. Foram utilizadas 40 raízes mesiais de molares mandibulares com istmo único e contínuo que conecta os canais mesio-vestibular e mesio-lingual, foram selecionados e escaneados com uma resolução de 8,6 μ m. Os canais foram ampliados e preparados usando os instrumentos WaveOne Small e Primary ativados em movimento recíprocante sem irrigação intracanal, para permitir que os detritos acumulassem dentro do sistema de canais. Em seguida os espécimes foram distribuídos em quatro grupos ($n = 10$) de acordo com o protocolo final de irrigação. Os procedimentos de irrigação final foram realizados em 2 min usando um total de 5,5 mL de NaOCl a 2,5% por canal. Foi possível observar uma redução dos debrís dentinários acumulados em todos os grupos após o protocolo final de irrigação. O grupo IUP e XPF apresentaram maiores reduções percentuais médias de debrís dentinários acumulados (94,1% e 89,7%, respectivamente) do que os grupos APP e SAF (45,7% e 41,3%,

respectivamente) ($p < 0,05$). Não foram encontradas diferenças significativas ao comparar os resultados dos grupos IUP e XPF ($p > 0,05$) ou grupos APP e SAF ($p > 0,05$). Concluiu – se que a IUP e o instrumento *XP-endo finisher* foram associados com níveis significativamente mais baixos de detritos em comparação com a irrigação convencional e o protocolo do sistema SAF modificado.

Mancini e colaboradores (2017) compararam a eficácia do Endo Ativador, EndoVac[®], IUP e IAL na remoção da camada de *smear layer* dos canais radiculares. Foram utilizados 80 pré-molares mandibulares unirradiculares, que foram decorados a um comprimento padronizado de 15 mm. As amostras foram preparadas e irrigadas com NaOCl a 5,25% a 37 °C. Os dentes foram divididos em seis grupos (dois grupos controle [$n = 10$] e quatro grupos teste [$n = 15$]) de acordo com a técnica final de ativação / entrega da irrigação (irrigação sônica [Endo Ativador], IUP, pressão apical negativa [EndoVac[®]] e irrigação ativada por laser [IAL]). Os dentes foram divididos longitudinalmente e observados com microscopia eletrônica de varredura de emissão de campo para avaliar a presença de *smear layer* a 1, 3, 5 e 8 mm do ápice. O Endo Ativador foi significativamente mais eficiente do que a IUP, IAL e os grupos controle na remoção da *smear layer* a 3, 5 e 8 mm do ápice. O sistema EndoVac[®] removeu significativamente mais camada de *smear layer* que todos os grupos a 1 mm do ápice. A 5 mm do ápice, Endo Ativador e EndoVac[®] removeram mais camada do que a IAL e os grupos controle. A 5 e 8 mm do ápice, IUP e EndoVac[®] não diferiram estatisticamente, mas ambos foram melhores do que os grupos controle. Nenhum dos sistemas de ativação / entrega removeu completamente a camada de *smear layer* das paredes do canal radicular; No entanto, o EndoVac[®] e Endo Ativador mostraram, respectivamente, diferença estatisticamente significativas em 1, 3, 5 e 8 mm e 3, 5 e 8 mm do ápice.

3.2 Terapia Fotodinâmica

A Terapia Fotodinâmica (TFD), originada do termo em inglês Photodynamic Therapy (PDT), vem sendo utilizada com o intuito de criar um ambiente favorável para eliminação bacteriana e com isso evitar a presença de bactérias residuais. O conceito desta terapia é conhecido há mais de 100 anos. Ele foi introduzido por Oscar Raab, no ano de 1900, que publicou o primeiro artigo sobre os efeitos fotodinâmicos, quando observou que baixas concentrações do corante de acridina

na presença de luz podiam ser letais aos paramecios, protozoários causadores da malária. Três anos depois, em 1903, foi relatada a primeira aplicação na medicina, por Von Tappeiner e Albert Jesionek, que avaliaram o tratamento de carcinomas pela aplicação de eosina a 5% em solução aquosa e exposição à luz branca ou à luz solar. Em 1907, Von Tappeiner denominou este fenômeno de ação fotodinâmica (TEDESCO, 2007).

O mecanismo de ação da TFD envolve a interação da luz com o fotossensibilizador (FS) e o oxigênio. Essa interação gera radicais livres que vão ser responsáveis por causar severos danos às células microbianas, levando-as a morte. A luz é responsável por sensibilizar o agente FS, que nesse estado, reage com as moléculas vizinhas através de dois mecanismos (FOOTE, 1991). Na reação do tipo I, o FS sensibilizado pode agir removendo um átomo de hidrogênio de uma molécula do substrato biológico ou transferindo elétrons, levando à produção de radicais livres que reagem rapidamente com oxigênio no estado fundamental, como superóxido (O_2^-), radicais hidroxílicos (OH^-) e peróxido de hidrogênio (H_2O_2), que são capazes de oxidar um grande número de biomoléculas. Na reação do tipo II, o FS sensibilizado pode transferir energia para o oxigênio molecular no estado fundamental, levando à produção de radical oxigênio (O^{2-}) (FOOTE, 1991). O oxigênio livre é uma forma altamente reativa de oxigênio e é considerado o principal mediador do dano fotoquímico causado aos microrganismos por muitos FS (MAROTTI et al, 2008).

Para garantir a máxima eficácia do tratamento com a TFD, é necessária uma fonte de luz com comprimento de onda específico. Deste modo, é imprescindível que a fonte de luz a ser escolhida esteja de acordo com o FS. As fontes mais utilizadas são os LASERS de baixa potência, que fornecem radiação na frequência adequada e no comprimento de onda indicado para cada FS, tais como o Helium-Neon (He-Ne) e os *lasers* diodos, que são os mais utilizados por serem compactos, fáceis de manusear, menos onerosos, versáteis e possuem boa absorção pelos tecidos biológicos (SOUKOS; GOODSON, 2011). No mercado, é possível encontrar aparelhos que emitem em praticamente todo o espectro visível e infravermelho, favorecendo sua utilização com a grande maioria dos agentes FSs existentes (GUTKNECHT; EDUARDO, 2004). A obtenção dos efeitos na TFD não deve ser através do aumento da temperatura, mas por reações fotoquímicas entre o FS, a fonte de luz e o substrato (NUNES et al, 2011). Para a aplicação da luz nos canais

radiculares, pode se lançar mão do feixe de fibra ótica. Quando utilizado, esse acessório pode aumentar a eficácia da terapia devido a sua capacidade de distribuir a luz uniformemente em toda extensão do canal com um mínimo de perdas e por possuir dimensões compatíveis com as dos canais radiculares (FOSCHI et al, 2007, FIMPLE et al, 2008). Com ajuda da fibra, o efeito do laser pode estender – se para áreas de difícil acesso e chega facilmente ao terço apical, inclusive em molares com anatomia complexa e no biofilme externo ao ápice da raiz (SOUKOS; GOODSON, 2011).

Os FSs devem apresentar algumas características específicas para que a TFD atinja os resultados esperados, é de suma importância que possuam: estabilidade biológica, seletividade pela célula-alvo e sejam minimamente tóxico para células normais, devem ter eficiência fotoquímica e ser ressoante com o comprimento de onda emitido pela fonte de luz a ser utilizada (WAINWRIGHT et al, 1997, ACKROYD et al, 2001).

Os corantes derivados das fenotiazinas são os mais comumente utilizados na Odontologia. Os FSs dessa classe apresentam fototoxicidade tanto ao núcleo quanto às membranas celulares (HARRIS; CHATFIELD; PHOENIX, 2005). O mais conhecido deles é o azul de metileno, cuja máxima absorção ocorre em 664 nm. Desta forma, a TFD com o azul de metileno deve utilizar fontes de luz emitindo fótons na faixa do vermelho visível. As fenotiazinas são compostos heteroaromáticos tricíclicos que, quando se encontram em baixas concentrações, não possuem ação citotóxica. A dose necessária para levar a morte bacteriana é menor que a dose capaz de causar danos a células, como queratinócitos e fibroblastos (SOUKOS et al, 1996).

Para que o mecanismo da TFD ocorra de maneira efetiva, é necessário aguardar alguns minutos antes de ativar a luz após a inserção do FS. Este passo é chamado de “Tempo de pré-irradiação”, é esse tempo que vai garantir que o FS chegue aos tecidos alvo e que as espécies reativas de oxigênio sejam liberadas no local desejado (BAGNATO, 2008). O tempo de pré-irradiação vai variar de acordo com cada caso e protocolo utilizado, quando não existe a presença de exudato, 3 minutos são suficientes (GARCEZ et al, 2008).

A TFD apresenta algumas vantagens; uma delas é em relação aos antimicrobianos tradicionais. Como a interação de oxigênio altamente reativo com moléculas orgânicas não é específica, qualquer macromolécula dentro das células

microbianas pode se tornar um alvo em potencial, dificultando o desenvolvimento do mecanismo de resistência microbiana. Como a morte bacteriana é rápida, não é necessária a manutenção do agente químico por longos períodos, como no caso dos antibióticos. Outra vantagem é que esse processo pode ser repetido diversas vezes, pois não existem relatos dos efeitos cumulativos da terapia. (WILSON, 2004, MAROTTI et al, 2008, SOUKOS; GOODSON, 2011).

É uma terapia altamente seletiva, pois restringe a área da lesão pela aplicação tópica cuidadosa do corante e restrição da irradiação por meio do uso da fibra ótica específica, além do que, mesmo em baixas concentrações, é capaz de matar os microrganismos sem causar danos as células saudáveis (JORI et al., 2006; MAROTTI et al, 2008).

Outros atributos que a TFD possui são: capacidade de erradicar os agentes patogênicos nos biofilmes, ser indolor, ter fácil aplicação, baixo custo, acesso a áreas com anatomia complexa e diminuição da sensibilidade dentinária após o tratamento (SILVA et al, 2012, GURSOY et al, 2013).

Na literatura existem diversos trabalhos que analisaram a eficácia da TFD em bactérias intracanais, como no estudo realizado por Ng e colaboradores (2011). Os autores avaliaram os efeitos antimicrobianos da TFD em dentes humanos infectados *ex vivo*. As amostras deste estudo foram compostas por 52 dentes recentemente extraídos com necrose pulpar e lesão periapical associada. Eles foram divididos em dois grupos com 26 dentes cada. No 1º foi realizado o preparo químico mecânico (PQM) com NaOCl a 6% e no outro grupo PQM mais TFD. Para a TFD, os sistemas de canais radiculares foram incubados com azul de metileno a uma concentração de 50 mg / mL durante 5 minutos, seguido de exposição à luz vermelha a 665 nm com fluência de energia de 30 J / cm². Os resultados mostraram que o PQM + TFD conseguiram reduzir significativamente a quantidade de bactérias no sistema de canais, quando comparada ao PQM associado a NaOCl, evidenciando que a TFD tem grande potencial para ser usada como complemento ao tratamento convencional.

Quanto a utilização da fibra ótica, Nunes e colaboradores (2011) em um estudo *in vitro*, compararam a eficácia da TFD contra *E. faecalis*, com e sem o uso da fibra. Foram utilizados dentes unirradulares. Os mesmos foram instrumentados, inoculados com *E. faecalis* e divididos em seis grupos: um grupo controle (não tratado), um grupo tratado convencionalmente (irrigação de NaOCl a 1%) e quatro

grupos tratados com TFD. A irradiação (laser de diodo) foi realizada com fibra ótica (FO) ou sem fibra ótica intracanal (SFO) usando dois tempos de irradiação diferentes: 1 min e 30 segundos (IT90) ou 3 min (IT180). As coletas das amostras foram realizadas antes e após os procedimentos de teste. Como resultado, a maior redução de *E. faecalis* (99,99%) foi alcançada com irrigação de NaOCl a 1%. A TFD também reduziu significativamente *E. faecalis* na seguinte ordem decrescente: FO / IT180, SFO / IT180, FO / IT90 e SFO / IT90, sem diferença estatística significativa entre os grupos. Os resultados obtidos sugerem que a TFD foi eficaz contra *E. faecalis*, independentemente do uso de uma fibra ótica intracanal.

Bago e colaboradores (2012) avaliaram a eficácia antimicrobiana da irradiação de um laser de diodo de alta potência, TFD, irrigação convencional e sônica ativada com NaOCl a 2,5% em *E. faecalis*. Foram utilizados 120 dentes unirradiculares com canais simples e retos, foram preparados, esterilizados, contaminados com uma suspensão de *E. faecalis* e incubados durante 7 dias. Em seguida foram distribuídos aleatoriamente em seis grupos: G1, irradiação laser de diodo (2 W, 3 9 20 s); G2, PAD (100 mW, 60 s); G3, TFD com Endoprobe 3D (100 mW, 60 s); G4, irrigação de seringa de calibre 30 com NaOCl (60 s); G5, agitação sônica com NaOCl com o sistema Endo Ativador (60 s); G6, irrigação de seringa de calibre 30 com NaOCl (60 s). Nos resultados foi possível observar que houve uma redução significativa na população bacteriana após todos os tratamentos ($p < 0,001$). A TFD utilizando ambos os sistemas a laser, e a irrigação de NaOCl ativada por instrumento sônico foram significativamente mais eficazes do que a irradiação de diodo e irrigação somente com NaOCl na redução da UFC ($P < 0,05$). O laser de diodo de alta potência e a irrigação de NaOCl simples obtiveram um efeito antibacteriano igual ($p > 0,05$). Concluiu-se que a TFD e Endo Ativador foram mais bem sucedidos na redução da infecção do canal radicular do que o laser de diodo e irrigação somente com NaOCl.

Yildirim e colaboradores (2013) realizaram um estudo para avaliar a eficiência antimicrobiana da TFD com diferentes durações de irradiação. Utilizaram 60 dentes humanos unirradiculares recentemente extraídos que foram distribuídos em cinco grupos. O grupo controle não recebeu tratamento. O grupo 1 foi tratado com uma solução de NaOCl a 5%. Os grupos 2, 3 e 4 foram tratados com FS de azul de metileno e irradiação a laser de diodo de 660 nm para 1, 2 e 4 min, respectivamente. Os canais radiculares foram instrumentados e irrigados com NaOCl, EDTA e solução salina, seguido de autoclavagem. Todas as raízes foram inoculadas com *E. faecalis*

e armazenados por 21 dias para permitir a formação de biofilmes. Nos resultados foram observados que a carga de microrganismos no grupo controle aumentou. A menor redução na carga de microrganismos foi observada no grupo de irradiação de 1 min (Grupo 2 = 99,8%), que foi muito próximo dos resultados dos outros grupos experimentais (99,9%). Não houve diferenças significativas entre os grupos, concluindo-se que a TFD é tão eficaz quanto a irrigação convencional de NaOCl a 5%. Quanto ao tempo de irradiação, 1 min é suficiente para atingir o efeito antimicrobiano da TFD.

Miranda e colaboradores (2013) avaliaram a eficácia *ex vivo* do sistema EndoVac® e a TFD como adjuvantes no PQM associado com hidróxido de cálcio (CaOH₂) na redução dos níveis de *E. faecalis* intracanal. O acesso de 125 pré-molares estéreis foi realizado, após o preparo foram contaminados com *E. faecalis* (ATCC 29212) por 30 dias. Os dentes foram divididos aleatoriamente em 4 grupos: controle (PQM com irrigação convencional); EndoVac® (PQM com sistema EndoVac®); TFD (PQM com irrigação convencional e TFD) e EndoVac® + TFD (PQM com EndoVac® e TFD). Os irrigantes utilizados em todos os grupos foram NaOCl a 5,25% e 17% de EDTA e no final do tratamento um curativo intracanal (CaOH₂) foi colocado em todos os canais durante 7 dias. As amostras foram obtidas antes (T1) e após os procedimentos terapêuticos (T2) e, após a medicação intracanal (T3), plaqueadas em meio BHI e incubadas (37 °C, 48 h) para determinar as UFCs. Nos resultados foi possível observar que a contagem média geral de *E. faecalis* foi alta na contaminação inicial (T1). Observou-se redução significativa ($p < 0,05$) da contagem média de *E. faecalis* em todos os grupos desde a linha de base (T1) até as amostragens pós-terapia (T2 e T3). Não foram detectadas alterações significativas nas contagens bacterianas de T2 a T3. Concluiu-se que o uso adjuvante do sistema EndoVac® e do tratamento fotodinâmico, em combinação ou não, foi tão eficaz quanto o PQM convencional associado ao CaOH₂ na redução das contagens de *E. faecalis* intracanal.

Tennert e colaboradores (2014) realizaram um estudo para determinar o efeito antibacteriano da TFD nos biofilmes de *E. faecalis* em canais radiculares infectados experimentalmente em infecções primárias e retratamentos endodônticos. Foram utilizados 160 dentes unirradulares, 70 espécimes foram deixados sem obturação do canal radicular e autoclavados. Os canais radiculares de outros 70 foram obturados com Thermafil® e AH Plus® e após 24 horas as obturações foram

removidas utilizando instrumentos ProTaper Retratamento e plasma esterilizado. Os espécimes foram infectados com um isolado clínico de *E. faecalis* por 72 horas, e em seguida divididos aleatoriamente em grupos de acordo com seu tratamento. No grupo da TFD, os dentes foram tratados usando como FS o azul de toluidina e uma fonte de luz TFD a 635 nm. No grupo NaOCl, os canais radiculares foram irrigados com 10 mL de NaOCl a 3%. No grupo NaOCl-TFD, os canais radiculares foram irrigados com 10 mL de NaOCl a 3% e depois tratados com TFD. O tratamento antimicrobiano dos canais radiculares resultou em redução significativa da carga bacteriana em todos os grupos. A irrigação de NaOCl eliminou eficazmente o *E. faecalis*. A TFD sozinha foi menos efetiva em comparação com a irrigação com NaOCl e a combinação da irrigação com NaOCl e TFD. Os níveis de UFCs recuperados do material obturador após a irrigação com NaOCl dos canais radiculares foram 10 vezes superiores em relação à TFD e à combinação de irrigação com NaOCl e TFD. Concluiu-se que a TFD matou *E. faecalis* em infecções endodônticas primárias experimentais e em canais radiculares retratados.

Miranda e colaboradores (2015) realizaram um estudo para avaliar a eficácia antimicrobiana *ex vivo* do sistema EndoVac[®] e da TFD associada ao PQM e à medicação intracanal em *Candida albicans*. Foram utilizados 78 pré-molares estéreis, posteriormente contaminados com *C. albicans* (ATCC 21433) durante 30 dias. Os dentes foram distribuídos aleatoriamente em quatro grupos: controle (PQM com irrigação convencional); EndoVac[®] (PQM com sistema EndoVac[®]); TFD (PQM com irrigação convencional e TFD); e EndoVac[®] + TFD (PQM com EndoVac[®] e TFD). Após as terapias, o curativo intracanal (hidróxido de cálcio) foi aplicado em todos os dentes durante sete dias. As amostras foram obtidas antes (T1), após os procedimentos terapêuticos (T2) e após a medicação intracanal (T3). O nível médio geral de *C. albicans* na linha de base foi relativamente alto ($1,85 \times 10^6 \pm 2,7 \times 10^6$ UFC mL⁻¹). Uma redução significativa de *C. albicans* ($p < 0,05$) foi observada ao longo do tempo (T1 a T2 e T1 a T3) em todos os grupos. Uma redução significativa adicional de T2 para T3 foi observada apenas no grupo EndoVac[®] ($p < 0,05$). Não foram observadas diferenças na redução média de *C. albicans* entre os grupos. No entanto, o grupo EndoVac[®] apresentou a menor contagem média de *C. albicans* em T3, enquanto o grupo TFD apresentou as maiores contagens deste microrganismo ($p < 0,05$). O sistema EndoVac[®] de irrigação / aspiração associado ao

PQM foi o protocolo terapêutico mais eficaz para a redução dos níveis intracanaís de *C. albicans*. A TFD mostrou uma eficácia limitada contra esta espécie.

No estudo de Asnaashari e colaboradores (2015) os autores investigaram os efeitos antibacterianos de dois métodos de TFD usando uma lâmpada de diodo emissor de luz (lâmpada LED, 630 nm) e um laser de diodo (810 nm) em biofilmes de *E. faecalis*. Foram utilizados 56 dentes unirradiculares extraídos. Após a limpeza, modelagem e esterilização do canal radicular, os dentes foram incubados com *E. faecalis* por um período de duas semanas e posteriormente, divididos em dois grupos experimentais (nu = 23) e dois grupos de controle (nu = 5). Os dentes do grupo experimental foram expostos a um laser de diodo (810 nm) e, no outro grupo, as amostras foram expostas a uma lâmpada LED (630 nm). A UFC no grupo de LEDs (log 10 UFCs = $4,88 \pm 0,82$) foi significativamente menor do que o grupo laser (log CFUs = $5,49 \pm 0,71$) ($p = 0,021$). As UFCs no grupo controle positivo (log 10 CFUs = $10,96 \pm 0,44$) foram significativamente maiores do que o grupo de tratamento ($p < 0,001$). Nenhuma colônia bacteriana foi encontrada no grupo controle negativo. Os resultados desta pesquisa mostram que a TFD pode ser um suplemento efetivo na desinfecção do canal radicular e que a TFD usando lâmpada LED foi mais eficaz do que o laser de diodo 810 nm na redução de UFCs de *E. faecalis* nos dentes humanos.

No estudo de Samiei e colaboradores (2016) foi comparada a eficácia da TFD, clorexidina a 2% e NaOCl a 2,5% na eliminação de *E. faecalis* do sistema de canais. Os canais de 60 incisivos centrais superiores foram contaminados com *E. faecalis* e as bactérias foram incubadas durante 24 horas. Após o preparo dos canais, as amostras foram distribuídas aleatoriamente em três grupos experimentais e um grupo controle (n = 15). No grupo controle, nenhuma intervenção foi feita. No grupo da TFD, a terapia a laser foi realizada com feixes de laser de diodo (com potência de saída de 100 mW / cm²) por 120 segundos. Para os outros dois grupos experimentais, os canais radiculares foram irrigados com 5 mL de clorexidina a 2% ou NaOCl a 2,5%, respectivamente. A inibição do crescimento bacteriano em todos os grupos experimentais foi significativamente superior ao grupo controle ($p < 0,05$). Não houve diferença significativa entre o efeito da TFD e clorexidina a 2% ($p = 0,05$). O efeito do NaOCl a 2,5% foi significativamente melhor que o da técnica da TFD ($p < 0,001$). Além disso, o NaOCl a 2,5% foi significativamente melhor do que clorexidina a 2% ($p = 0,007$). Os autores concluíram que a TFD foi efetiva na

redução das contagens de *E. faecalis* em comparação com o grupo controle, mas o NaOCl a 2,5% foi o protocolo mais efetivo.

Vaid e colaboradores (2017) realizaram um estudo *in vitro* com o intuito de avaliar o efeito aditivo da TFD na atividade antibacteriana de NaOCl a 2,5% e QMix 2in1 em canais radiculares contaminados com biofilmes de *E. faecalis* de 6 semanas, para estabelecer qual irrigante é mais adequado para esta situação. Um biofilme de *E. faecalis* (ATCC 29212) de 6 semanas foi formado em 190 dentes extraídos que foram posteriormente submetidos a protocolos de irrigação da seguinte maneira. Grupo A 1: solução salina normal, Grupo A 2: NaOCl a 2,5%, Grupo A 3: QMix, Grupo B 1: solução salina normal e TFD, Grupo B 2: NaOCl a 2,5% e TFD, Grupo B 3: QMix e TFD, Grupo C: sem irrigação. Para TFD, a irradiação foi realizada três vezes por 5s cada uma com intervalo de 10s no modo contínuo com um laser de diodo de 980 nm. Nos resultados obtidos a porcentagem máxima de desinfecção (99%) foi observada no Grupo B 2 (NaOCl com TFD), que foi semelhante aos Grupos A 2 (97,6%) e B 3 (98,8%) ($p < 0,0001$). Concluiu-se que o NaOCl com TFD resultou em desinfecção máxima.

No estudo realizado por Janani e colaboradores (2017) avaliaram a capacidade da TFD e do NaOCl a 2,5%, na eliminação do *E. faecalis* dos canais radiculares usando Técnica de RCP em Tempo Real. Foram utilizados 60 incisivos centrais superiores extraídos e esterilizados em uma autoclave. Os canais radiculares foram infectados com *E. faecalis* (PTCC 1237, Persian Type Culture Collection, Irã) e depois incubados durante 24 horas. As amostras foram divididas aleatoriamente em 3 grupos. Nenhuma intervenção foi feita no grupo controle (grupo 1). No grupo 2 a terapia com laser foi realizada com potência de 100 mW por laser de diodo por 120 segundos. No grupo 3 os canais foram irrigados com 5 mL de NaOCl a 2,5%. A extração de DNA foi realizada seguindo a técnica de RCP em tempo real para todas as amostras. Foi possível observar que houve diferença significativa entre a TFD e o NaOCl a 2,5%. O efeito do NaOCl em todas as amostras foi melhor do que a TFD. Os resultados da TC média (limiar cíclico) foram 40, 30,2 e 15,35 para NaOCl a 2,5%, TFD e grupo controle, respectivamente. Concluiu-se que o NaOCl a 2,5% eliminou *E. faecalis* de canais radicais infectados de forma mais eficaz que a TFD.

Attiguppe e colaboradores (2017) realizaram um estudo *in vitro* para comparar a eficácia da desinfecção utilizado laser de diodo, nomeada de irradiação a laser direta, TFD e irrigação ativada a laser com hipoclorito de sódio em dentes decíduos.

Foram coletados 60 dentes decíduos recentemente extraídos, com raiz única ou não, desde que com dois terços do seu comprimento intactos. Após o preparo os dentes foram divididos aleatoriamente em 3 grupos: Grupo 1- irradiação a laser direta; Grupo 2- TFD; Grupo 3- Irrigação ativada por laser com NaOCl a 2,5%. Os espécimes dos dentes foram inoculados com *E. faecalis*. As colônias bacterianas foram contadas no pré e pós-operatório. Nos resultados obtidos todos os três grupos pós-operatórios foram altamente significativos ($p < 0,001$). Foram encontradas diferenças estatisticamente significativas entre os resultados do Grupo 1 e do Grupo 2 e também entre o Grupo 1 e o Grupo 3 ($p \leq 0,001$). No entanto, diferenças estatísticas não foram observadas entre o Grupo 2 e o Grupo 3 ($p = 0,96$). Concluindo-se que as estratégias de desinfecção usando laser de diodo trazem resultados promissores. Técnicas como irrigação ativada por laser e desinfecção fotoativada são melhores do que a irradiação laser direta na eliminação de *E. faecalis*.

Pražmo e colaboradores (2017) realizaram um estudo *in vitro* com o intuito de avaliar a eficácia da TFD na eliminação do biofilme intracanal com *E. faecalis* e analisar como a irradiação de luz repetida e o reabastecimento de oxigênio e fotossensibilizador afetam os resultados do protocolo de desinfecção. Após o PQM, 46 dentes unirradiculares foram infectados com *E. faecalis* e incubados durante uma semana em condições microaeróbicas. Os procedimentos experimentais incluíram grupos de aplicação única da TFD, dois ciclos de TFD, irrigação com NaOCl a 5,25% e controle negativo e positivo. No grupo irrigado com NaOCl não foram observadas colônias bacterianas. Uma única aplicação da TFD eliminou 45% das UFC inicial/ml. A TFD repetida erradicou 95% do biofilme bacteriano intracanal, ter um alto potencial para a eliminação do biofilme de *E. faecalis*.

Quanto aos fotossensibilizadores (FS), Camacho-Alonso e colaboradores (2017) em um estudo *in vitro*, avaliaram a eficácia antibacteriana da TFD e quitosana contra *E. faecalis*. Foram utilizados 102 dentes unirradiculares. Eles foram contaminados com 0.1 mL de *E. faecalis* ($3 \cdot 10^8$ células / mL). Estes foram randomizados em seis grupos de tratamento ($n = 17$ dentes): Grupo 1 (NaOCl a 2,5%); Grupo 2 (TFD); Grupo 3 (quitosana 3 mg / mL); Grupo 4 (TFD + quitosana 3 mg / mL); Grupo 5 (controle positivo, sem tratamento); e Grupo 6 (controle negativo, sem inoculação, sem tratamento). O grupo controle positivo apresentou o maior número de UFC/mL, com diferenças estatisticamente significativas em comparação

com os demais grupos de tratamento ($p \leq 0,05$). O grupo 4 (TFD + quitosana) mostrou a menor contagem de UFC/mL, seguida do Grupo 2 (TFD sozinho), que obteve resultados semelhantes ao Grupo 1 (NaOCl), mas não houve significância entre os grupos tratados. As imagens de MEV mostraram que o Grupo 4 (TFD + Chitosan) apresentou a menor área de contaminação. Foi possível observar que a combinação de TFD e quitosana mostrou potencial antibacteriano contra a infecção endodôntica por *E. faecalis*.

3.3 Easy Clean

A Easy Clean (EC) é um instrumento que foi recentemente lançado no mercado. Consiste em um instrumento de acabamento plástico pré-esterilizado de uso único, cuja função é obter uma máxima redução de detritos e biofilme por meio da raspagem das paredes dentinárias e agitação das soluções utilizadas para irrigação dos canais. É possível conseguir esses efeitos porque a EC é composta de um plástico de acrilonitrilo butadieno estireno (ABS), que aumenta a flexibilidade do instrumento e diminui ou até mesmo evita os danos que possam ocorrer durante o contato com paredes do canal radicular (KATO et al, 2016). De acordo com as especificações do fabricante, a EC possui um tamanho de 0,25mm de diâmetro, conicidade de 0,04 mm/mm e foi desenvolvida para uso principalmente após o preparo do canal radicular com o intuito de promover a limpeza das paredes dos sistemas de canais utilizando movimento recíprocante. Este instrumento alternativo realiza um giro no sentido horário de 150°, seguido de uma volta de 70° no sentido anti-horário, evitando a fratura do instrumento ou o seu bloqueio dentro dos canais radiculares. O sistema EC tem um valor mais acessível quando comparados com os equipamentos sônicos e ultrassônicos (KATO et al., 2016).

Prado e colaboradores (2016) realizaram um estudo para avaliar os efeitos da IUP e EC na remoção da camada de *smear layer* utilizando a solução quelante QMix. Foram utilizados 50 dentes humanos permanentes unirradiculares. Utilizou-se um gel de clorexidina a 2% como substância auxiliar durante a preparação. As amostras foram distribuídas em cinco grupos ($n = 10$ cada) de acordo com o protocolo final de irrigação: água destilada (grupo controle); QMix por 1 min; QMix + IUP; QMix + EC e QMix por 3 min. Os dentes foram preparados e avaliados por MEV, foram obtidas três fotomicrografias (ampliação, 1.000×) para cada terço da raiz. Os grupos foram

classificados de acordo com a extensão da remoção da camada de *smear layer*. A área total das paredes do canal radicular e dos terços da raiz apical foram calculadas e os grupos classificaram-se em: IUP > EC = QMix por 3 min > QMix por 1 min > controle. QMix por 1 min foi eficaz para a remoção da camada de *smear layer* apenas quando utilizada com dispositivos auxiliares, e a IUP + QMix produziu os melhores resultados, especialmente no terço apical.

Nunes e colaboradores (2016) analisaram a capacidade de dissolução do tecido orgânico do canal radicular, promovida por soluções de irrigação, com ou sem o uso de técnicas de agitação (Endo ativador e Easy Clean). Os fragmentos de tecido de polpa bovina foram inicialmente pesados. As seguintes soluções de irrigação foram testadas: NaOCl a 2,5%, 2% de solução de digluconato de clorexidina e água destilada. Os protocolos de irrigação foram: imersão, agitação mecânica com instrumentos endodônticos e sistemas ultrassônicos ou sônicos. No final dos protocolos, as polpas foram pesadas para determinar o seu peso final. Entre as soluções de irrigação, o NaOCl a 2,5% apresentou maior poder de dissolução do que clorexidina a 2% e água destilada. Além disso, os sistemas ultrassônicos e sônicos foram protocolos mais eficazes do que a imersão e agitação mecânica com instrumentos endodônticos. Conclui-se que a combinação de hipoclorito de sódio com um sistema de agitação promove um maior grau de degradação tecidual.

Silva e colaboradores (2016) compararam os efeitos da EC sobre o fornecimento de irrigantes em canais laterais simulados usando um sistema de canal fechado artificial, utilizando a IUP como técnica de referência. Foram utilizados 40 canais com raiz curva simulada, fabricados em resina transparente e com canais laterais simulados, após o PQM foram aleatoriamente atribuídos a quatro grupos (n = 10) de acordo com a técnica de ativação do irrigante: grupo IUP, grupo ECrec (EC usado em movimento recíprocante), grupo ECrot (EC usado em movimento rotatório) e grupo controle (sem ativação). Não foi observada penetração no grupo controle. O grupo ECrec apresentou menor penetração do que o outro grupo ($p < 0,05$). Não foram observadas diferenças entre o grupo ECrot e o grupo IUP ($P > 0,05$). Neste estudo foi possível concluir que a EC utilizada no movimento rotatório foi eficaz para aumentar a penetração da solução de irrigação em canais laterais simulados.

Kato e colaboradores (2016) realizaram um estudo *ex vivo* para investigar a eficácia da IUP versus o novo sistema de Irrigação com ativação alternada

(EasyClean) na remoção de detritos das paredes do canal radicular em 6 níveis apicais predeterminados, utilizando microscopia eletrônica de varredura. Os canais radiculares mesio-vestibular de 10 molares mandibulares foram preparados com um instrumento final de ponta 30 e conicidade .05. As amostras foram colocadas em frascos contendo silicone denso, foram divididas longitudinalmente e 6 perfurações foram feitas na região apical da metade vestibular com intervalos de 1 mm. Os mesmos espécimes foram utilizados para preparar um grupo controle em branco (sem detritos), um grupo controle negativo (completamente coberto por detritos) e 2 grupos experimentais: IUP e EC. Imagens padronizadas das perfurações foram obtidas em microscopia eletrônica de varredura ambiental e avaliadas por 2 examinadores. A quantidade de detritos foi então classificada usando um sistema de pontuação de 4 categorias. O grupo EC obteve resultados estatisticamente semelhantes aos do grupo controle em branco para os 6 níveis de raiz examinados. No grupo IUP seus resultados foram estatisticamente semelhantes aos do grupo controle negativo para os 3 níveis mais apicais e similares aos do grupo controle em branco para os 3 níveis mais cervicais. Conclui-se que a ativação do irrigante com o sistema EC foi mais eficaz na remoção dos detritos da região apical do que a IUP.

Duque e colaboradores (2016) compararam a eficácia da EC em movimento contínuo e recíprocante, IUP, sistema Endo ativador, e irrigação convencional para a remoção de detritos dos canais radiculares e do istmo. Foram utilizadas 50 raízes mesiais de molares mandibulares incorporados em resina epóxi usando uma mufala de metal. Em seguida, os blocos contendo as raízes foram seccionados a 2, 4 e 6 mm do ápice e após a instrumentação, as raízes foram divididas em 5 grupos (n = 10) para aplicação do protocolo final de irrigação usando EC em rotação contínua, EC em movimento recíprocante, IUP, Endo ativador e irrigação convencional. As imagens da MEV foram realizadas após a instrumentação e após a primeira, segunda e terceira ativação da solução de irrigação para avaliar a área de detritos remanescentes. Os resultados mostraram que o protocolo de 3 ativações da solução de irrigação por 20 segundos proporcionou melhor limpeza do canal e do istmo. Na conclusão de todos os procedimentos, a análise dos canais mostrou diferença estatística apenas a 2 mm; A EC em rotação contínua foi mais eficiente que a irrigação convencional ($p < 0,05$). Na conclusão de todas as etapas, a maior diferença foi observada no istmo em que a EC em rotação contínua foi utilizada, pois ela foi mais eficaz do que a irrigação convencional nos 3 níveis analisados e o Endo

ativador a 4 mm ($p < 0,05$). A IUP promoveu maior limpeza do que a irrigação convencional a 6 mm ($P < 0,05$). Não houve diferença estatística entre EC em rotação contínua, EC no movimento recíprocante e IUP ($p > 0,05$). Os autores concluíram que os métodos de ativação da solução de irrigação proporcionaram uma melhor limpeza do canal e do istmo, especialmente a EC usada em rotação contínua.

No estudo realizado por Prado e colaboradores (2017), investigou-se a capacidade de limpeza da IUP e a EC utilizando o agente quelante QMix. Foram utilizados 50 dentes humanos permanentes, preparados e irrigados com NaOCl a 6%. As amostras foram distribuídas aleatoriamente para cinco grupos ($n = 10$) de acordo com o protocolo de irrigação final: G1, controle negativo (água destilada); G2, controle positivo (QMix por 1 min); G3, QMix por 1 min/IUP; G4, QMix por 1 min/EC; G5, QMix por 3 minutos. Posteriormente, os dentes foram preparados e três fotomicrografias foram obtidas de cada um dos terços das raízes, por MEV. Houve diferenças entre os grupos ($p < 0,05$). A IUP mostrou melhor capacidade de limpeza do que EC ($p < 0,05$). Houve melhorias quando QMix foi usado com dispositivos auxiliares em comparação com a irrigação convencional ($p < 0,05$). A irrigação convencional por 3 minutos apresentou resultados significativamente melhores do que o uso durante 1 minuto ($p < 0,05$). Concluiu-se que o QMix deve ser usado por 1 minuto quando é usado com a IUP, uma vez que este protocolo de irrigação final mostrou o melhor desempenho e também permitiu a otimização clínica desse procedimento.

4 DISCUSSÃO

Na literatura existem diversas pesquisas buscando alternativas que auxiliem o PQM (BAGO et al, 2012, MANCINI et al, 2013, PRADO et al, 2016), alternativas essas que farão com que o tratamento endodôntico seja realizado de maneira mais eficaz e não necessite de retratamento posteriormente.

A IUP tem o poder de intensificar a dissolução tecidual das substâncias auxiliares (FERRARI; BOMBANA; 2010), como pode ser observado nos trabalhos de Martins e colaboradores (2014) e Cherian e colaboradores (2016), que compararam a eficácia da clorexidina com outras substâncias auxiliares com e sem o uso da IUP para a remoção de detritos no interior dos canais e na redução de *E.*

faecalis in vitro, respectivamente. Foi observado que os protocolos que utilizaram a IUP foram mais eficazes na redução dos detritos e bactérias do que os protocolos que não a utilizaram. Já o estudo de Guerreiro-Tanomaru e colaboradores (2015) mostrou que tanto a IUP quanto a IMC com NaOCl a 1% contribuem para desinfecção, porém não são capazes de erradicar o *E. faecalis* do sistema de canais, isso ocorre devido a resistência bacteriana, pois com o passar do tempo vão surgindo bactérias gram negativas, elas possuem uma membrana mais fina e complexa e essa característica dificulta a sua eliminação.

Em relação à remoção da *smear layer*, quando comparada com o EndoVac[®], que é o outro dispositivo disponível no mercado para ativação da solução, a IUP mostra-se um pouco menos eficaz em relação a ele (AHUJA et al, 2014, TANOMARU-FILHO et al, 2015), ou com o mesmo nível de eficiência (FREIRE et al, 2015). Quando a IUP e o EndoVac[®] são comparados com o endo ativador, um dispositivo sônico, este mostra-se melhor em relação a IUP e o EndoVac[®], principalmente em níveis mais apicais (MANCINI et al, 2013).

Quanto à redução bacteriana da TFD, no estudo de Ng e colaboradores (2011) foi observado que quando é utilizada junto com o PQM ela consegue reduzir um grande número de bactérias e é mais efetiva que o PQM apenas com NaOCl, diante disso, mostra-se como um efetivo método auxiliar para a terapia endodôntica convencional (OLIVEIRA et al, 2014, CHREPA et al, 2014). Outros estudos mostraram que a TFD é eficaz na redução de *E. faecalis*, porém, de acordo com os protocolos utilizados nas pesquisas, a irrigação com solução de NaOCl a 2,5% foi o protocolo mais efetivo quando comparada a TFD (SAMIEI et al, 2016, JANANI et al, 2017). Vaid e colaboradores (2017) também mostraram que a combinação da TFD com NaOCl a 2,5%, foi o protocolo que obteve máxima porcentagem de desinfecção.

Quando comparada a IUP, a TFD apresenta menor efetividade na remoção bacteriana e na destruição do biofilme. Isso foi observado no estudo de Muhammad e colaboradores (2014). De acordo com a metodologia utilizada neste estudo, essa superioridade da IUP pode ter ocorrido devido à perda da luz durante a aplicação da TFD, pela incompatibilidade do FS com a fonte de luz utilizada e a resistência bacteriana.

No estudo de Ghinzelli e colaboradores (2014), mostraram que quando a IUP é utilizada junto com a TFD ocorre uma maior eliminação de *E. faecalis* do interior dos

canais. Isto também foi observado por Tenert e colaboradores (2015), que utilizaram FSs modificados a base de EDTA e ácido cítrico junto com a IUP. Os resultados mostraram que a TFD sozinha alcançou uma redução na contagem de *E. faecalis* de 92,7%, porém, mais de 99% foram mortos quando foi utilizada a TFD junto com os FSs modificados e ativação ultrassônica, mostrando que essa junção resultou em uma redução significativamente maior nas contagens de *E. faecalis* em comparação com TFD convencional.

A EC é um dispositivo que foi lançado recentemente no mercado, por ser um produto novo existem poucos trabalhos disponíveis na literatura sobre este dispositivo (DUQUE et al, 2016, KATO et al, 2016, SILVA et al, 2016). Ela apresenta como uma de suas principais vantagens o baixo custo em relação aos equipamentos sônicos e ultrassônicos.

Silva e colaboradores (2016) compararam a IUP com a EC em relação ao fornecimento de irrigantes em canais laterais simulados, a EC foi testada em dois grupos: ECrec (EC em movimento alternativo), e ECrot (EC em movimento rotativo). O grupo ECrec apresentou menor penetração em relação ao outro grupo. E quanto a IUP e o ECrot, que foi o grupo que teve uma maior penetração do irrigante, não foi observado diferenças entre eles.

No estudo de Kato e colaboradores (2016) foi investigada a eficácia da EC em comparação com a IUP, na remoção de detritos das paredes do canal radicular em 6 níveis apicais predeterminados. De acordo com a metodologia utilizada neste estudo, foi possível observar que os dois métodos de ativação possui efetiva capacidade de remoção dos detritos, no entanto a IUP atua de maneira satisfatória apenas no terço médio, no terço apical ela não consegue atingir índices favoráveis. A EC mostrou grande poder de limpeza na região apical, sendo superior a IUP, isso acontece devido o terço apical ser mais delgado que o terço médio, e a IUP precisa está livre no interior dos canais para poder ser ativada, visto que ela não pode está em contato com as paredes dentinárias, caso ocorra, isso pode provocar o travamento ou até mesmo a fratura do instrumento no interior dos canais. Outro trabalho que também comparou as duas técnicas foi o de Duque e colaboradores (2016), que investigaram a eficácia da EC em movimento contínuo e reciprocante, IUP, sistema Endo ativador, e irrigação convencional para a remoção de detritos dos canais radiculares e do istmo. Neste estudo foi observado que a EC em rotação contínua foi mais eficaz na remoção dos detritos em relação ao endo ativador e a

irrigação convencional. Quanto a EC em rotação contínua, recíprocante e IUP, não foi observado diferenças significativas, ambos os métodos mostraram ser eficientes na limpeza dos canais. No estudo de Prado e colaboradores (2017), mostraram a capacidade de limpeza da IUP e a EC, utilizando o agente quelante QMix, foi possível observar que a IUP apresentou melhor capacidade de limpeza do que a EC.

É importante ressaltar que as técnicas auxiliares surgiram com o intuito de potencializar o tratamento endodôntico convencional e não substituí-lo, mesmo antes desses recursos serem lançados comercialmente, os procedimentos endodônticos já tinham eficácia comprovada. Diversas pesquisas mostraram que a combinação de técnicas alternativas com o tratamento convencional trás resultados positivos (NG et al, 2011, OLIVEIRA et al, 2014, MARTINS et al, 2014, CHERIAN et al, 2016). No entanto, é importante que novas pesquisas sejam realizadas para sanar todas as dúvidas a respeito do tema e para estabelecer os casos em que essas técnicas complementares tenham real influência na terapia endodôntica. Para isso, pesquisas laboratoriais e ensaios clínicos, com amostras significativas, com cálculo amostral realizado, e uma metodologia bem embasada, com controle de todas as etapas, são necessários.

5 CONCLUSÃO

Conclui-se que:

A Irrigação ultrassônica passiva é eficaz na potencialização da limpeza dos canais, porém alguns estudos mostraram certa ineficiência em níveis mais apicais.

A terapia fotodinâmica possui potencial antibacteriano e pode ser utilizada como adjuvante a terapia endodôntica convencional, e seu potencial é ainda maior quando utilizada em conjunto com a irrigação ultrassônica passiva. Contudo, mais estudos são necessários para que se chegue a um protocolo específico.

A Easy clean possui características que a tornam uma técnica promissora, podendo ser considerada como a melhor abordada nesta pesquisa. Em alguns estudos ela mostrou ser levemente superior à irrigação ultrassônica passiva no terço apical, no entanto, novas pesquisas são necessárias para se obter resultados conclusivos.

THERAPIES TO POTENTIALIZE CLEANING OF MECHANICAL CHEMICAL PREPARATION

ABSTRACT

The success of endodontic therapy depends on the correct performance of all steps, from diagnosis to preservation. However, it is the mechanical chemical preparation responsible for the disinfection and modeling of the channels, providing favorable conditions for the repair of the periapical tissues. The present study, through a review of the literature, aims to discuss passive ultrasonic irrigation, photodynamic therapy and Easy Clean, which are therapeutic alternatives used to potentiate root canal cleansing. We searched the databases: Pubmed, SciELO, VHL, Scopus and Web of Science, using as descriptors easy clean, photodynamic therapy, PUI and endodontics. We included scientific research (clinical and laboratory tests) and literature reviews that approached the techniques or made comparisons with others, published from January 2011 to August 2017. All the techniques are effective to be used as preparation aids but Easy Clean was the one that presented the most positive results, especially in the apical third, however, additional studies are necessary to determine universal protocols and the clinical circumstances that the use of this alternative therapy is really necessary.

KEY WORDS: Dental Pulp Diseases. Photodynamic Therapy. Complementary Therapies. Endodontics.

REFERÊNCIAS

- ACKROYD, R. et al. The history of photodetection and photodynamic therapy. **Photochem Photobiol**, [S.l.], v. 74, n. 5, p. 656-669, nov. 2001.
- AHUJA, P. et al. Effectiveness of Four Different Final Irrigation Activation Techniques on Smear Layer Removal in Curved Root Canals: A Scanning Electron Microscopy Study. **Journal of Dentistry**, Tehran, Iran, v. 11, n. 1, p. 1-9, jan. 2014.
- ALFENAS, C. F. et al. Terapia fotodinâmica na redução de micro-organismos no sistema de canais radiculares. **Revista brasileira de odontologia**, Rio de Janeiro, v. 68, n. 1, p. 68-71, jan./jun. 2011.
- ASNAASHARI, M. et al. A comparison of the antibacterial activity of the two methods of photodynamic therapy (using diode laser 810 nm and LED lamp 630 nm) against *Enterococcus faecalis* in extracted human anterior teeth. **Photodiagnosis and Photodynamic Therapy**, [S.l.], v. 13, p.233-237, mar. 2016.
- ATTIGUPPE, P. R. et al. Comparative Evaluation of Different Modes of Laser Assisted Endodontics in Primary Teeth: An In vitro Study. **Journal of Clinical and Diagnostic Research**, [S.l.], v. 11, n. 4, p. ZC124-ZC127, apr. 2017.
- AYRANCI, L. B. et al. Effectiveness of Laser-Assisted Irrigation and Passive Ultrasonic Irrigation Techniques on Smear Layer Removal in Middle and Apical Thirds. **Scanning**, [S.l.], v. 38, n. 2, p. 121–127, mar./apr. 2016.
- BAGO, I. et al. Antimicrobial efficacy of a high-power diode laser, photo-activated disinfection, conventional and sonic activated irrigation during root canal treatment. **International Endodontic Journal**, [S.l.], v. 46, n. 4, p.339–347 sep. 2012.
- BAGNATO, V.S. Novas técnicas óticas para as áreas da saúde. **Livraria da Física**, São Paulo, 2008.
- BURLESON, A. et al. The in vivo evaluation of hand/rotary/ultrasound instrumentation in necrotic, human mandibular molars. **Jornal of Endodontics**, [S.l.], v. 33, n. 7, p. 782-787, july, 2007.
- CAMACHO-ALONSO et al. Bactericidal Efficacy of Photodynamic Therapy and Chitosan in Root Canals Experimentally Infected with *Enterococcus faecalis*: An In

Vitro Study. **Photomedicine and Laser Surgery**, [S.l.], v. 35, n. 4, p.184-189, apr. 2017.

CAMERON, J. A. The effect of ultrasonic endodontics on the temperature of the root canal wall. **Jornal of Endodontics**, [S.l.], v. 14, n. 11, p. 554-559, nov. 1988.

CASTAGNA, F. et al. Effect of Passive Ultrasonic Instrumentation as a Final Irrigation Protocol on Debris and Smear Layer Removal—A SEM Analysis. **Microscopy Research and Technique**, [S.l.], v. 76, n. 5, p. 496–502, may. 2013.

CHÁVEZ-ANDRADE et al. Radiographic evaluation of root canal cleaning, main and laterals, using different methods of final irrigation. **Revista de Odontologia da UNESP**, Araraquara, v. 43, n. 5, p. 333-337, sep./oct. 2014.

CHERIAN, B. et al. Comparison of the Antimicrobial Efficacy of Octenidine Dihydrochloride and Chlorhexidine with and Without Passive Ultrasonic Irrigation - An Invitro Study. **Journal of Clinical and Diagnostic Research**, [S.l.], v. 10, n. 6, p. ZC71-ZC77, jun. 2016.

CHREPA, V. et al. The effect of photodynamic therapy in root canal disinfection: a systematic review. **Jornal of Endodontics**, [S.l.], v. 40, n. 7, p. 891–898 july, 2014.

DUQUE, J. A. et al. Comparative Effectiveness of New Mechanical Irrigant Agitating Devices for Debris Removal from the Canal and Isthmus of Mesial Roots of Mandibular Molars. **Jornal of Endodontics**, [S.l.], v. 43, n. 2, p. 326-331, feb. 2016.

EASY CLEAN IN: **Easy Clean casos clínicos**. Disponível em <www.easy.odo.br/casos_clinicos/easy-clean-2/> Acesso em: 25 aug. 2017.

FERRARI, P. H. P; BOMBANA, A. C. A infecção endodôntica e sua resolução. 1.ed. São Paulo: **Santos**, 2010.

FIMPLE, J. L. et al. Photodynamic treatment of endodontic polymicrobial infection *in vitro*. **Jornal of Endodontics**, [S.l.], v. 34, n. 6, p. 728-734, jun. 2008.

FOOTE, C. S. Definition of type I and type II photosensitized oxidation. **Photochemistry and Photobiology**, [S.l.], v. 54, n. 5, p. 659-663, nov.1991.

FOSCHI, F. et al. Photodynamic inactivation of *Enterococcus faecalis* in dental root canals in vitro. **Lasers in Surgery and Medicine**, [S.l.], v. 39, n. 10, p. 782-787, dec. 2007.

FREIRE, L. G. et al. Micro-computed Tomographic Evaluation of Hard Tissue Debris Removal after Different Irrigation Methods and Its Influence on the Filling of Curved Canals. **Jornal of Endodontics**, [S.l.], v. 41, n. 10, p.1660-1666, oct. 2015.

GARCEZ, A. S. et al. Antimicrobial effects of photodynamic therapy on patients with necrotic pulps and periapical lesion. **Jornal of Endodontics**, [S.l.], v. 34, n. 2, p. 138-142, feb. 2008.

GUERREIRO-TANOMARU, J. M. et al. Effect of Passive Ultrasonic Irrigation on *Enterococcus faecalis* from Root Canals: An Ex Vivo Study. **Brazilian Dental Journal**, Ribeirão Preto, v. 26, n. 4, p. 342-346, jul./aug. 2015.

GUILHERME, C. G. et al. Influence of ultrasonic activation on photodynamic therapy over root canal system infected with *Enterococcus faecalis*- an in vitro study. **Photodiagnosis and Photodynamic Therapy**, [S.l.], v. 11, n. 4, p. 472-478, dec. 2014.

GU, L. S. et al. Review of contemporary irrigant agitation techniques and devices. **Jornal of Endodontics**, [S.l.], v. 35, n. 9, p. 791–804, june, 2009.

GURSOY, H. et al. Photodynamic therapy in dentistry: A literature review. **Clinical Oral Investigations**, [S.l.], v. 17, n. 4, p. 1113–1125, may. 2013.

GUTKNECHT, N.; EDUARDO, C. P. A Odontologia e o Laser. São Paulo: **Santos**, 2004.

HARRIS, F.; CHATFIELD, L. K.; PHOENIX, D. A. Phenothiazinium based photosensitisers – photodynamic agents with multiplicity of cellular targets and clinical applications. **Current Drug Targets**, [S.l.], v. 6, n. 5, p. 615-627, aug. 2005.

HARRISON, A. J. et al. The effect of ultrasonically activated irrigation on reduction of *Enterococcus faecalis* in experimentally infected root canals. **Jornal of Endodontics**, [S.l.], v. 43, n. 11, p. 968-977, nov. 2010.

HUANG, L. et al. Type I and type II mechanisms of antimicrobial photodynamic therapy: an in vitro study on gram-negative and gram-positive bacteria. **Lasers in Surgery and Medicine**, [S.I.], v. 44, n. 6, p. 490–499, aug. 2012.

JANANI, M. et al. Evaluation of Antibacterial Efficacy of Photodynamic Therapy vs. 2.5% NaOCl against *E. faecalis*-infected Root Canals Using Real-time PCR Technique. **Journal of Clinical and Experimental Dentistry**, [S.I.], v. 9, n. 4, p. e539-e544, apr. 2017.

JORI, G. et al. Photodynamic therapy in the treatment of microbial infections: Basic principles and perspective applications. **Lasers in Surgery and Medicine**, [S.I.], v. 38, n. 5, p. 468-481, june, 2006.

JUSTO, A. M. et al. Effectiveness of Final Irrigant Protocols for Debris Removal from Simulated Canal Irregularities. **Jornal of Endodontics**, [S.I.], v. 40, n. 12, p. 2009-2014, dec. 2014.

KATO, A. S. et al. Investigation of the Efficacy of Passive Ultrasonic Irrigation Versus Irrigation with Reciprocating Activation: An Environmental Scanning Electron Microscopic Study. **Jornal of Endodontics**, [S.I.], v. 42, n. 4, p. 659-663, apr. 2016.

KONOPKA, K.; GOSLINSKI, T. Photodynamic therapy in dentistry. **Journal of Dental Research**, [S.I.], v. 86, n. 8, p. 694-707, aug. 2007.

KHAORD, P. et al. Effectiveness of different irrigation techniques on smear layer removal in apical thirds of mesial root canals of permanent mandibular first molar: A scanning electron microscopic study. **Journal Conservative Dentistry**, [S.I.], v. 18, n. 4, p. 321-326, jul./aug. 2015.

LEONI, G. B. et al. Ex vivo evaluation of four final irrigation protocols on the removal of hard-tissue debris from the mesial root canal system of mandibular first molars. **International Endodontic Journal**, [S.I.], v. 50, n. 4, p. 398-406, apr. 2016.

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

LUDDIN, N.; AHMED, H. M. The antibacterial activity of sodium hypochlorite and chlorhexidine against *Enterococcus faecalis*: A review on agar diffusion and direct contact methods. **Journal Conservative Dentistry**, [S.I.], v. 16, n. 1, p. 9-16, dec. 2013.

MANCINI, M. et al. Smear Layer Removal and Canal Cleanliness Using Different Irrigation Systems (EndoActivator, EndoVac, and Passive Ultrasonic Irrigation): Field Emission Scanning Electron Microscopic Evaluation in an In Vitro Study. **Jornal of Endodontics**, [S.l.], v. 39, n. 11, p. 1456-1460, nov. 2013.

MANCINI, M. et al. FESEM evaluation of smear layer removal using different irrigant activation methods (EndoActivator, EndoVac, PUI and LAI). An in vitro study. **Clinical Oral Investigations**, <https://doi.org/10.1007/s00784-017-2179-y>, 2017.

MAROTTI, J. et al. Terapia fotodinâmica no tratamento da periimplantite. **ImplantNews**, [S.l.], v. 5, n. 4, p. 401-405, jan. 2008.

MELLO, J. B; MELLO, G.P.S. Laser em Odontologia. São Paulo: **Santos**, 2001. p. 174.

MENDONÇA, D. H. et al. Effects of various irrigation/aspiration protocols on cleaning of flattened root canals. **Brazilian Oral Research**, São Paulo, v. 29, n. 1, july, 2015.

MIRANDA, R. G.; GUSMAN, H. S.; COLOMBO, A. P. V. Antimicrobial efficacy of the EndoVac system plus PDT against intracanal *Candida albicans*: an ex vivo study. **Brazilian Oral Research**, São Paulo, v. 29, n. 1, p. 1-7, 2015.

MIRANDA, R. G. et al. Ex vivo antimicrobial efficacy of the EndoVac® system plus photodynamic therapy associated with calcium hydroxide against intracanal *Enterococcus faecalis*. **International Endodontic Journal**, [S.l.], v. 46, n. 6, p. 499-505, nov. 2013.

MUHAMMADA, O. H. et al. Photodynamic therapy versus ultrasonic irrigation: Interaction with endodontic microbial biofilm, an ex vivo study. **Photodiagnosis and Photodynamic Therapy**, [S.l.], v. 11, n. 2, p. 171-181, june, 2014.

MUNOZ, H. R.; CCAMACHO-CUADRA, K. In vivo efficacy of three different endodontic irrigation systems for irrigant delivery to working length of mesial canals of mandibular molars. **Jornal of Endodontics**, [S.l.], v. 38, n. 4, p. 445-448, apr. 2012.

NEUHAUS, et al. Antibacterial Efficacy of a New Sonic Irrigation Device for Root Canal Disinfection. **Jornal of Endodontics**, [S.l.], v. 42, n. 12, p. 1799-1803, dec. 2016.

NUNES, M. R. et al. Effectiveness of Photodynamic Therapy Against *Enterococcus faecalis*, With and Without the Use of an Intracanal Optical Fiber: An In Vitro Study. **Photomedicine and Laser Surgery**, [S.l.], v. 29, n. 12, p. 803-808, dec. 2011.

NUNES, K. S. et al. Analysis of root canal organic tissue dissolution capacity according to the type of irrigation solution and agitation technique. **Brazilian Journal of Oral Sciences**, [S.l.], v. 15, n. 1, p. 70-74, jan./mar. 2016.

NG, R. et al. Endodontic photodynamic therapy ex vivo. **Jornal of Endodontics**, [S.l.], v. 37, n. 2, p. 217-222, feb. 2011.

OLIVEIRA, B. P.; AGUIAR, C. M.; CAMARA, A. C. Photodynamic therapy in combating the causative microorganisms from endodontic infections. **European Journal of Dentistry**, [S.l.], v. 8, n. 3, p. 424-430, jul./sep. 2014.

ØRSTAVIK, D.; HAAPASALO, M. Disinfection by endodontic irrigants and dressings of experimentally infected dentinal tubules. **Endodontics e Dental Traumatology**, [S.l.], v. 6, n. 4, p.142–149, aug.1990.

PAIVA, S. S. M. et al. Supplementing the Antimicrobial Effects of Chemomechanical Debridement with Either Passive Ultrasonic Irrigation or a Final Rinse with Chlorhexidine: A Clinical Study. **Journal of Endodontics**, [S.l.], v. 38, n. 9, p. 1202-1206, sept. 2012.

PRADO, M. C. et al. Effects of auxiliary device use on smear layer removal. **Journal of Oral Science**, [S.l.], v. 58, n. 4, p. 561-567, dec. 2016.

PRADO, M. C. et al. The use of auxiliary devices during irrigation to increase the cleaning ability of a chelating agent. **Restorative dentistry & endodontics**, Rio de Janeiro, v. 42, n. 2, p. 105-110, may. 2017.

PRAZMO, E. J.; GODLEWSKA, R. A.; MIELCZAREK, A. B. Effectiveness of repeated photodynamic therapy in the elimination of intracanal *Enterococcus faecalis* biofilm: an in vitro study. **Lasers in Medical Science**, [S.l.], v. 32, n. 3, p. 655–661 apr. 2017.

RICUCCI, D.; SIQUEIRA, J. F. Jr. Fate of the tissue in lateral canals and apical ramifications in response to pathologic conditions and treatment procedures. **Journal of Endodontics**, [S.l.], v. 36, n. 1, p. 1-15, jan. 2010.

SAMIEI, M. et al. The Antibacterial Efficacy of Photo-Activated Disinfection, Chlorhexidine and Sodium Hypochlorite in Infected Root Canals: An in Vitro Study. **Iranian Endodontic Journal**, Iran, v. 11, n. 3, p. 179-183, may. 2016.

SILVA, L. A. et al. Antimicrobial photodynamic therapy for the treatment of teeth with apical periodontitis: a histopathological evaluation. **Journal of Endodontics**, [S.I.], v. 38, n. 3, p. 360–366, mar. 2012.

SILVA, E. J. N, L, et al. Efficacy of a new activation device in irrigant penetration into simulated lateral canals. **European Endodontic Journal**, Rio de Janeiro, v. 1, n. 1, p. 1-5, sept. 2016.

SIQUEIRA, J. F. Jr, et al. Correlative bacteriologic and micro-computed tomographic analysis of mandibular molar mesial canals prepared by Self- Adjusting File, Reciproc, and Twisted File systems **Journal of Endodontics**, [S.I.], v. 39, n. 8, p. 1044–1050, aug. 2013.

SOUKOS, N.S.; GOODSON, J. M. Photodynamic therapy in the control of oral biofilms. **Periodontology 2000**, [S.I.], v. 55, n. 1, p. 143-166, feb. 2011.

SOUKOS, N. et al. Photodynamic effects of toluidine blue on human oral keratinocytes and fibroblasts and *Streptococcus sanguis* evaluated *in vitro*. **Lasers in Surgery and Medicine**, [S.I.], v. 18, n. 3, p. 253-259, 1996.

TAMOMARU-FILHO, M. et al. Cleaning of Root Canal System By Different Irrigation Methods. **The Journal of Contemporary Dental Practice**, [S.I.], v. 16, n. 11, p. 859-863, nov. 2015.

TEDESCO, A. C. Processos fotodinâmicos: a “Luz” de uma nova terapia aplicada à saúde humana. **Jornal Brasileiro de Laser**, [S.I.], v. 1, n. 4, p. 32-41, 2007.

TENNERT, C. et al. Effect of photodynamic therapy (PDT) on *Enterococcus faecalis* biofilm in experimental primary and secondary endodontic infections. **BMC Oral Health**, [S.I.], v.14, p. 132, nov. 2014.

TENNERT, C. et al. Ultrasonic activation and chemical modification of photosensitizers enhances the effects of photodynamic therapy against *Enterococcus faecalis* root-canal isolates. **Photodiagnosis and Photodynamic Therapy**, [S.I.], v. 12, n. 2, p. 244-251, june, 2015.

- THOMAS, A. R. et al. Comparative evaluation of canal isthmus debridement efficacy of modified EndoVac technique with different irrigation systems. **Journal of Endodontics**, [S.l.], v. 40, n. 10, p. 1676-1680, oct. 2014.
- TRINDADE, A. C. et al. Photodynamic Therapy in Endodontics: A Literature Review. **Photomedicine and Laser Surgery**, [S.l.], v. 33, n. 3, p. 175–182, mar. 2015.
- VAID, D. et al. Additive effect of photoactivated disinfection on the antibacterial activity of QMix 2in1 against 6-week *Enterococcus faecalis* biofilms: An in vitro study. **Journal Conservative Dentistry**, [S.l.], v. 20, n. 1, p. 41-45, jan./feb. 2017.
- VAN DER SLUIS, L. W. et al. Passive ultrasonic irrigation of the root canal: a review of the literature. **International Endodontic Journal**, Amsterdã, v. 40, n. 6, p. 415-426, jun. 2007.
- VAN DER SLUIS, L. W. et al. The influence of volume, type of irrigant and flushing method on removing artificially placed dentine debris from the apical root canal during passive ultrasonic irrigation. **International Endodontic Journal**, Amsterdã, v. 39, n. 6, p. 472-476, may. 2006.
- VERA, J. et al. One- versus two-visit endodontic treatment of teeth with apical periodontitis: a histobacteriologic study. **Journal of Endodontics**, [S.l.], v. 38, n. 8, p. 1040-1052, aug. 2012.
- VILLAS-BOAS, M.H. et al. Micro-computed tomography study of the internal anatomy of mesial root canals of mandibular molars. **Journal of Endodontics**, [S.l.], v. 37, n. 12, p. 1682-1686, dec. 2011.
- VIOLICH, D. R.; CHANDLER, N. P. The smear layer in endodontics-a review. **International Endodontic Journal**, [S.l.], v. 43, n. 1, p. 2-15, jan. 2010.
- WAINWRIGHT, M. et al. A study of photobactericidal activity in the phenothiazinium series. **FEMS Immunology & Medical Microbiology**, [S.l.], v. 19, n. 1, p. 75-80, sept. 1997.
- WELLER, R. N.; BRANDY, J. M.; BERNIER, W. E. Efficacy of ultrasonic cleaning. **Journal of Endodontics**, [S.l.], v. 6, n. 9, p. 740-743, sept.1980.

WILSON, M. Lethal photosensitisation of oral bacteria and its potential application in the photodynamic therapy of oral infections. **Photochemical Photobiological Sciences**, [S.l.], v. 3, n. 5, p. 412-418, may. 2004.

YILDIRIM, C. et al. Antimicrobial efficiency of photodynamic therapy with different irradiation durations. **European Journal of Dentistry**, [S.l.], v. 7, n. 4, p. 469-473, oct. 2013.