

**UNIVERSIDADE DE CAXIAS DO SUL  
ÁREA DO CONHECIMENTO DE CIÊNCIAS DA VIDA  
CURSO DE ODONTOLOGIA**

**CAROLINE BERTOLINI SOARES  
GUILHERME KEHL ROCKENBACH**

**DESINFECÇÃO DO SISTEMA DE CANAIS RADICULARES ATRAVÉS DE  
DIFERENTES INSTRUMENTOS EMPREGADOS NO TOALETE FINAL:  
UMA REVISÃO DE LITERATURA**

**CAXIAS DO SUL  
2022**

**CAROLINE BERTOLINI SOARES  
GUILHERME KEHL ROCKENBACH**

**DESINFECÇÃO DO SISTEMA DE CANAIS RADICULARES ATRAVÉS DE  
DIFERENTES INSTRUMENTOS EMPREGADOS NO TOALETE FINAL:  
UMA REVISÃO DE LITERATURA**

Trabalho de Conclusão de Curso de Graduação apresentado ao Curso de Odontologia da Universidade de Caxias do Sul, como requisito para a obtenção do grau de Bacharel em Odontologia.

Orientadora: Profa. Dra. Letícia Grando Mattuella

**CAXIAS DO SUL  
2022**

**CAROLINE BERTOLINI SOARES  
GUILHERME KEHL ROCKENBACH**

**DESINFECÇÃO DO SISTEMA DE CANAIS RADICULARES ATRAVÉS DE  
DIFERENTES INSTRUMENTOS EMPREGADOS NO TOALETE FINAL:  
UMA REVISÃO DE LITERATURA**

Trabalho de Conclusão de Curso de Graduação apresentado ao Curso de Odontologia da Universidade de Caxias do Sul, como requisito para a obtenção do grau de Bacharel em Odontologia.

Orientadora: Profa. Dra. Letícia Grando Mattuella

**Aprovado em: 1 / 12 / 2022.**

**Banca Examinadora:**

---

Profa. Dra. Letícia Grando Mattuella – Orientadora  
Universidade de Caxias do Sul (UCS)

---

Profa. Ma. Janaína Guzzo Zechin Kufner – Avaliadora  
Universidade de Caxias do Sul (UCS)

---

Profa. Ma. Sarah Kessler Quadros dos Santos – Avaliadora  
Universidade de Caxias do Sul (UCS)

## AGRADECIMENTOS CAROLINE

Primeiramente começo agradecendo a Deus por ter me acompanhado em toda essa trajetória e nunca ter me deixado desistir, mesmo nos momentos de fraqueza me mostrou que estou no caminho certo e escolhi o que amo fazer pelo resto da minha vida.

O agradecimento vai à minha família. Aos meus pais, principalmente à minha mãe Emanuele Bertolini e minha avó Neusa Bertolini, as quais foram meus pilares para construção desse sonho do início ao fim, não mediram esforços, assim como eu, para essa conquista, me amparando e me direcionando sempre para o melhor caminho.

Ao meu avô Ilocir Pedro Bertolini, que mesmo não presente fisicamente está comigo em minha memória e em meu coração. Tenho certeza que esse era um sonho dele também, e de onde estás me guia em cada passo.

Ao meu irmão Gabriel Bertolini Frá, que com toda sua inocência me fez acreditar em dias melhores, trazendo leveza e conforto nesse momento importante.

À Professora Dra Letícia Grando Mattuella, que nos acolheu de uma forma tão especial, e foi essencial para que esse sonho se realizasse. Agradeço por toda orientação, demanda de tempo e confiança que teve sobre nós, foste admirável em cada etapa.

Às professoras Janaína Guzzo Zechin Kufner e Sarah Kessler Quadros dos Santos que aceitaram fazer parte desse momento tão especial e importante conosco, e por me transmitirem todo o amor pela endodontia. Como a todos os outros professores que colaboraram para minha formação, lembrarei de cada um com muito carinho.

À minha futura colega de profissão, Cláudia Pasolini que foi meu braço direito desde o início dessa caminhada, e encerramos esse ciclo juntas, sempre apoiando uma à outra. Ao meu colega Bernardo Bonella que também foi muito importante e presente em todos os momentos, e a todos os outros colegas que fizeram parte da minha formação.

Às minhas amigas e amigos que me incentivaram e compartilham da mesma felicidade que eu para concretização desse sonho.

E para terminar, ao meu colega Guilherme Rockenbach por ter aceito fazer parte deste trabalho junto comigo, pela parceria e apoio, meu muito obrigado.

## **AGRADECIMENTOS GUILHERME**

Gostaria de agradecer primeiramente a minha família, que desde pequeno me incentivaram a estudar, instruíram a um bom caminho, deram a oportunidade de estar em ambientes de ensino privilegiados e nunca deixaram faltar nada em minha vida.

Não poderia deixar de citar os meus amigos de longa data. Sempre pude contar com eles nos momentos de alegria e de tristeza, me dando forças e energia para seguir em frente, mesmo quando às vezes não encontrava, e que sabiam a maneira de alegrar cada etapa do caminho. Hoje se finaliza uma das mais importantes até o momento.

A meus professores (as) que fizeram parte desta jornada, e dizer que cada um foi importante de tal forma, que fosse com um puxão de orelha ou com elogio, da maneira que fosse sabia que era para me fazer melhor como pessoa e como profissional nesta área que tanto me encanta. Principalmente a nossa Orientadora Dra Letícia Grandó Mattuella que nos atendeu sempre de maneira especial com carinho e alegria.

Já gostaria de citar também a minha dupla Caroline Bertolini Soares, que foi uma pessoa de extrema importância para mim, desde o início da trajetória acadêmica sempre soube da minha capacidade e fazia com que eu me esforçasse cada vez mais e sempre me deu o apoio e os conselhos necessários. Nada mais gratificante para mim do que estar apresentando este trabalho com ela.

E para finalizar, agradeço a todos aqueles que de alguma forma contribuíram para a finalização desta etapa.

## RESUMO

O sucesso do tratamento endodôntico está diretamente relacionado com o preparo químico mecânico, etapa indispensável na eliminação de detritos e *smear layer*, a qual tem o intuito de realizar a desinfecção intracanal. Neste momento, as soluções irrigadoras (hipoclorito de sódio 2,5% e ácido etileno diamino tetracético 17%) são agitadas, no interior do sistema de canais radiculares, com o auxílio de alguns dispositivos essenciais na prática clínica diária. Estes, por sua vez, colaboram na desinfecção de regiões mais complexas, como áreas de istmos e regiões anatômicas, onde apenas a irrigação convencional não é suficiente. Dessa forma, o objetivo do presente trabalho foi, através de uma revisão narrativa da literatura, analisar os estudos que utilizaram microscopia eletrônica de varredura e microtomografia computadorizada para efetividade clínica dos dispositivos Easy Clean® (Easy Equipamentos Odontológicos, Belo Horizonte, MG, Brasil), XP Endo Finisher® (FKG Dentaire, La Chauxde-Fonds, Suíça), Endoactivator® (Dentsply Maillefer, Ballaigues, Suíça) e Irrigação Ultrassônica Passiva na remoção de detritos e *smear layer* dos canais radiculares, durante o toailete final. Concluiu-se que, mesmo apresentando resultados benéficos e sendo pré-requisito para o sucesso do tratamento endodôntico, nenhum dos métodos agitadores citados foi totalmente eficaz na remoção completa de *smear layer* e nem na total eliminação de bactérias e detritos. Contudo, mostraram-se mais eficientes na desinfecção dos canais radiculares que a forma convencional. Portanto, deve-se agitar sempre a solução irrigadora, independente do dispositivo escolhido, a fim de proporcionar um melhor resultado no tratamento do paciente.

**Palavras-Chave:** tratamento endodôntico; desinfecção; dispositivos; agitação.

## ABSTRACT

The success of endodontic treatment is directly related to the mechanical chemical preparation, an indispensable step in the elimination of debris and smear layer, which is intended to perform intracanal disinfection. At this moment, the irrigating solutions (2.5% sodium hypochlorite and 17% ethylene diamine tetraacetic acid) are stirred inside the root canal system, with the aid of some essential devices in daily clinical practice. These, in turn, collaborate in the disinfection of more complex regions, such as isthmus areas and anatomical regions, where conventional irrigation alone is not enough. Thus, the objective of the present work was, through a narrative review of the literature, to analyze the studies that used Scanning Electron Microscopy and Computerized Microtomography for clinical effectiveness of the Easy Clean® (Easy Equipamentos Odontológicos, Belo Horizonte, MG, Brazil), XP Endo Finisher® (FKG Dentaire, La Chaux-de-Fonds, Switzerland), Endoactivator® (Dentsply Maillefer, Ballaigues, Switzerland) and Passive Ultrasonic Irrigation devices in the removal of debris and smear layer, from the root canals, during the final cleaning. It was concluded that, even with beneficial results and being a prerequisite for the success of endodontic treatment, none of the agitator methods mentioned was totally effective in the complete removal of the *smear layer* or in the total elimination of bacteria and debris. However, they were more efficient in disinfecting root canals than the conventional way. Therefore, the irrigating solution must always be shaken, regardless of the device chosen, in order to provide a better result in the treatment of the patient.

Key words: endodontic treatment; disinfection; devices; agitation.

## LISTA DE FIGURAS

Figura 1 - Irrigação convencional.....	17
Figura 2 - Instrumento Easy Clean® .....	18
Figura 3 - Lima Xp Endo Finisher®.....	20
Figura 4 - Endoactivator® e Ponteiras.....	21
Figura 5 - Ponta ultrassônica endodôntica <i>e1 irrisonic</i> .....	23



## LISTA DE ABREVIATURAS E SIGLAS

cr.	canais radiculares
ct.	comprimento de trabalho
ea.	endoactivator®
ec.	easy clean®
edta.	ácido etileno diamino tetra-acético
hz.	hertz
iup.	irrigação passiva ultrassônica
khz.	quilohertz
mev.	microscopia eletrônica de varredura
micro-ct.	microtomografia computadorizada
min.	minutos
mm.	milímetros
naocl.	hipoclorito de sódio
niti.	níquel - titânio
pqm.	preparo químico mecânico
r.p.m.	rotações por minuto
s.	segundos
te.	tratamento endodôntico
xpf.	xp endo finisher®

## SUMÁRIO

<b>1</b>	<b>INTRODUÇÃO</b> .....	<b>11</b>
<b>2</b>	<b>OBJETIVOS</b> .....	<b>13</b>
2.1	Objetivo Geral.....	13
2.2	Objetivos Específicos.....	13
<b>3</b>	<b>METODOLOGIA</b> .....	<b>114</b>
3.1	Critérios de Inclusão.....	14
3.2	Critérios de Exclusão.....	14
<b>4</b>	<b>REVISÃO DA LITERATURA</b> .....	<b>15</b>
4.1	PRINCÍPIOS DO TRATAMENTO ENDODÔNTICO .....	15
4.2	MÉTODOS DE IRRIGAÇÃO.....	16
4.2.1	Irrigação Convencional.....	16
4.2.2	Instrumento Easy Clean®.....	18
4.2.3	Lima XP Endo Finisher®.....	18
4.2.4	Sistema Endoactivator® .....	20
4.2.5	Irrigação Ultrassônica Passiva.....	21
<b>5</b>	<b>DISCUSSÃO</b> .....	<b>24</b>
<b>6</b>	<b>CONSIDERAÇÕES FINAIS</b> .....	<b>28</b>
	<b>REFERÊNCIAS</b> .....	<b>28</b>

## 1 INTRODUÇÃO

As complexidades anatômicas são um desafio no tratamento endodôntico (TE) devido aos instrumentos não conseguirem acessá-las, tendo que optar por técnicas auxiliares de desinfecção, dessa forma influenciando no sucesso do TE. Os canais radiculares atribuem de diversas anatomias, incluindo curvaturas, istmos, ramificações apicais, canais radiculares ovais, em forma de C ou achatados, desse modo, essas áreas dificultam a ação do instrumento, limpeza e modelagem dos mesmos (SIQUEIRA JUNIOR *et al.*, 2018). Segundo Tabassum (2016), quando os canais radiculares são tratados de maneira incompleta perpetuam a sintomatologia do paciente, sendo necessário reintervenção. Desse modo, é primordial o conhecimento anatômico ao realizar esse tipo de tratamento.

O tratamento endodôntico tem como um dos seus objetivos proporcionar a desinfecção dos canais radiculares (CR) por meio da eliminação de detritos encontrados no seu interior, os quais originam-se de compostos derivados de bactérias, remanescentes pulpares, *smear layer* e biofilme (GULABIVALA *et al.*, 2005). O sucesso do TE depende, não somente, da remoção eficaz desses subprodutos (BLANK-GONÇALVES *et al.*, 2011), como também da qualidade do preparo químico mecânico (PQM), que tem como objetivo modelar e realizar a limpeza do sistema de CR (MOORER *et al.*, 1982). No entanto, mesmo após o PQM completo, é impossível eliminar todos os microrganismos e detritos do sistema de CR, devido a sua complexa anatomia. Assim, a irrigação intracanal é tão importante quanto a fase de instrumentação, sendo capaz de proporcionar uma efetiva limpeza, em áreas complexas, onde os instrumentos endodônticos não são capazes de acessar (DIOGUARDI *et al.*, 2018).

A solução de hipoclorito de sódio (NaOCl) tem sido, sistematicamente, utilizada como irrigante endodôntico durante o PQM de canais radiculares devido à capacidade de ser antimicrobiana, dissolver remanescentes orgânicos e melhorar a ação dos instrumentos endodônticos (JARDINE *et al.*, 2015). Já o ácido etileno diamino tetra-acético (EDTA) é aplicado como irrigante final, proporcionando a remoção da *smear layer* nas paredes dos canais radiculares. Segundo Aslantas *et al.* (2014), a combinação dessas soluções mostra-se eficaz, colaborando para um TE de excelência.

Mesmo sabendo que o sistema de irrigação manual ainda é o mais utilizado, a técnica apresenta uma série de particularidades, deixando a desejar na limpeza dos canais radiculares (VIVAN *et al.*, 2010). Considerando a dificuldade em fazer uma limpeza completa da extensão do canal, pesquisadores encontraram métodos de tornar mais eficiente essa etapa do tratamento (ORDINOLA-ZAPATA *et al.*, 2014). Assim, após o PQM, na fase do toailete final, orienta-se

agitar as soluções irrigadoras de NaOCl e EDTA com diferentes instrumentos, com a intenção de aumentar a capacidade de remoção de detritos dos canais radiculares, principalmente no terço apical, que é uma região anatômica de difícil acesso (PARAGLIOLA *et al.*, 2010).

Dentre as opções de instrumentos disponíveis, alguns são mais rotineiramente empregados na prática clínica odontológica para ativar o irrigante e proporcionar a limpeza das paredes dos canais radiculares. A lima plástica Easy Clean® possibilita a limpeza das paredes dos CR, devido ao atrito que causa agitando a solução irrigadora (KATO *et al.*, 2016). Já a lima com característica de memória XP-Endo Finisher® é de NiTi com elevado grau de flexibilidade (BÃO *et al.*, 2017). Por sua vez, o sistema Endoactivator® utiliza ponteiros poliméricos descartáveis com marcações de comprimento em uma peça de mão (DARCEY *et al.*, 2016). E, por fim, a ativação do irrigante também pode ser realizada com o uso de pontas específicas, determinando a irrigação ultrassônica passiva (IUP), (NUSSTEIN *et al.*, 2015).

Alguns estudos já foram realizados, visando avaliar a competência de diferentes protocolos usados na ativação da irrigação final, através da micro-CT e MEV. Eles proporcionam imagens de alta resolução, permitindo a observação de áreas cobertas por detritos e *smear layer*, bem como a identificação dos túbulos dentinários e a comparação da eficácia da limpeza promovida pelos instrumentos (ZMENER *et al.*, 2005). Até o presente momento, não há estudos que comparam, de forma simultânea, a eficácia clínica dos instrumentos EasyClean®, XP Endo Finisher®, Endoactivator® e IUP com a irrigação manual convencional.

## 2 OBJETIVOS

### 2.1 Objetivo Geral

Avaliar, através de uma revisão narrativa da literatura, a efetividade clínica de diferentes dispositivos na remoção de detritos dos CR durante o toailete final.

### 2.2 Objetivos Específicos

Os objetivos específicos do presente trabalho foram:

- a) Enfatizar a importância de agitar a solução irrigadora para o sucesso do TE.
- b) Citar os protocolos indicados de cada método agitador da solução irrigante.
- c) Comparar a eficácia dos diferentes dispositivos utilizados no toailete final através de estudos que utilizaram Microtomografia Computadorizada (micro-CT) e Microscopia Eletrônica de Varredura (MEV).

### 3 METODOLOGIA

O presente trabalho trata-se de uma revisão narrativa de literatura, na qual foi utilizado o livro dos autores Lopes e Siqueira (2015) e a base de dados PUBMED (Medline) para a seleção dos artigos científicos. Foram consultados 110 artigos e selecionados 60 deles, sem filtro de data e ano.

As palavras-chaves utilizadas, para a busca bibliográfica foram: *Irrigation, Activation, Endodontic, Microscopy, Easy Clean, XP Endo Finisher, Endoactivator* e *Irrigação Ultrassônica Passiva* e os marcadores booleanos “AND” e “OR”.

#### 3.1 Critérios de Inclusão:

- Estudos que comparavam a eficácia dos instrumentos através da micro-CT ou MEV;
- Protocolos finais que utilizassem NaOCl e EDTA;
- Artigos que abordassem os diferentes dispositivos citados no trabalho;
- Artigos no idioma inglês;
- Artigos com DOI;

#### 3.2 Critérios de Exclusão:

- Retratamento;
- Fadiga do instrumento;
- Remoção do material obturador;
- Extravasamento das soluções irrigadoras para os tecidos periapicais;

## 4 REVISÃO DA LITERATURA

Na revisão da literatura, foram abordados os temas sobre tratamento endodôntico e métodos de agitação do irrigante.

### 4.1 PRINCÍPIOS DO TRATAMENTO ENDODÔNTICO

O PQM consiste no uso sequencial de instrumentos, sejam eles manuais ou mecanizados, e de soluções antissépticas, também chamadas de irrigantes (CARON *et al.*, 2010), com o objetivo de limpar, ampliar e dar forma definida ao canal radicular para que ele possa receber o material obturador (SIQUEIRA *et al.*, 2018). Essa etapa é de extrema importância no TE, porém, as variações anatômicas, quase sempre presentes, dificultam a limpeza completa do CR, pois os instrumentais não conseguem tocá-las completamente (WU *et al.*, 2000).

Após o preparo do canal radicular há a formação de uma camada amorfa, constituída por matéria orgânica, representada pelos remanescentes do tecido pulpar vital ou necrótico, bactérias e matéria inorgânica (MCCOMB *et al.*, 1975; TORABINEJAD *et al.*, 2002). Segundo Lopes e Siqueira (2015) esta camada, chamada de *smear layer*, é uma fina camada de detritos que fica aderida à dentina após a instrumentação do CR. A sua presença obstrui a entrada dos túbulos dentinários e se torna uma barreira para a penetração das soluções irrigadoras. Desse modo, removê-la é importante para o sucesso do TE.

O papel da irrigação no TE é lubrificar para facilitar a instrumentação, remover microrganismos, detritos e também a *smear layer*. As soluções inseridas no canal radicular exercem efeitos por ação mecânica, química e biológica (SUSULA *et al.*, 2019). O irrigante padrão-ouro ainda é o hipoclorito de sódio (NaOCl), podendo ser associado ao ácido etileno diamino tetra-acético (EDTA) A utilização dessas duas soluções, simultaneamente, contribuem para desinfecção dos CR na remoção de detritos ( GUPPY *et al.*, 2000; JEON *et al.*, 2003).

Durante décadas o NaOCl tem sido a substância irrigante mais empregada para irrigar os canais radiculares durante o TE. Ele demonstra excelentes propriedades, como: potente ação antimicrobiana, competência para inativar endotoxinas, desintegração de biofilmes endodônticos, capacidade de dissolver material orgânico, efeito lubrificante, clareador, baixo custo e um bom tempo de meia vida (SARBINOFF *et al.*, 1983; CLEGG *et al.*, 2006; SILVA *et al.*, 2018). Além disso, o NaOCl dissolve o colágeno, deixando as entradas para os túbulos dentinários mais abertas e expostas (GOLDMAN *et al.*, 1981; BAUMGARTNER *et al.*, 1987).

O EDTA é uma substância quelante, com propriedades lubrificantes, que atua na remoção dos detritos inorgânicos, provoca a descalcificação da dentina peri e intertubular e expõe o colágeno (GOLDMAN *et al.*, 1982; BAUMGARTNER *et al.*, 1987). Este agente foi empregado no TE por ser benéfico na eliminação da smear layer, assim, auxiliando no preparo do CR para posterior obturação (DARCEY *et al.*, 2017).

Sayin *et al.* (2007) sugeriram, com o intuito de agregar sucesso ao tratamento, o protocolo de utilização de NaOCl em diferentes concentrações (0,5% a 6,15%) associado ao EDTA (17%). Com o intuito de aumentar a limpeza nos canais radiculares com anatomia complexa e em áreas inacessíveis, o protocolo de irrigação e agitação é primordial no TE, a fim de distribuir e agitar a solução irrigante. O uso de vários dispositivos para este fim tem demonstrado melhorar a limpeza do canal radicular quando comparado com a irrigação convencional (GU *et al.*, 2009).

## 4.2 MÉTODOS DE IRRIGAÇÃO

Os métodos de agitação do irrigante analisados na literatura foram a irrigação convencional, o instrumento Easy Clean, a lima XP Endo Finisher, a Lima XP Endo Finisher e a irrigação ultrassônica passiva.

### 4.2.1 Irrigação Convencional

A irrigação manual (Figura 1), método mais utilizado no TE, consiste na utilização de uma cânula de irrigação com a extremidade frontal ou lateral acoplada a uma seringa com a solução química no seu interior e em sua ponta agulha endodôntica utilizadas simultaneamente com o intuito de aumentar o fluxo da solução (THOMAS *et al.*, 2014; VERSIANI *et al.*, 2015).

A solução é depositada por pressão positiva, seguindo o ciclo de irrigar e aspirar simultaneamente. O extravasamento para a região periapical depende da entrada do ápice, do tamanho e do afunilamento do canal em questão. O comprimento da agulha deve ser suficiente para depositar a solução de irrigação o mais próximo possível do comprimento de trabalho (CT), sendo o ideal 2 milímetros aquém deste (DUQUE *et al.*, 2007, HSIEH *et al.*, 2007).

A solução de irrigação deve ser depositada passivamente, realizando-se movimentos de vaivém sem pressão, para que a agulha não fique presa dentro do canal e potencialize o refluxo (HAAPASALO *et al.*, 2010). As seringas utilizadas são de vidro ou plásticas



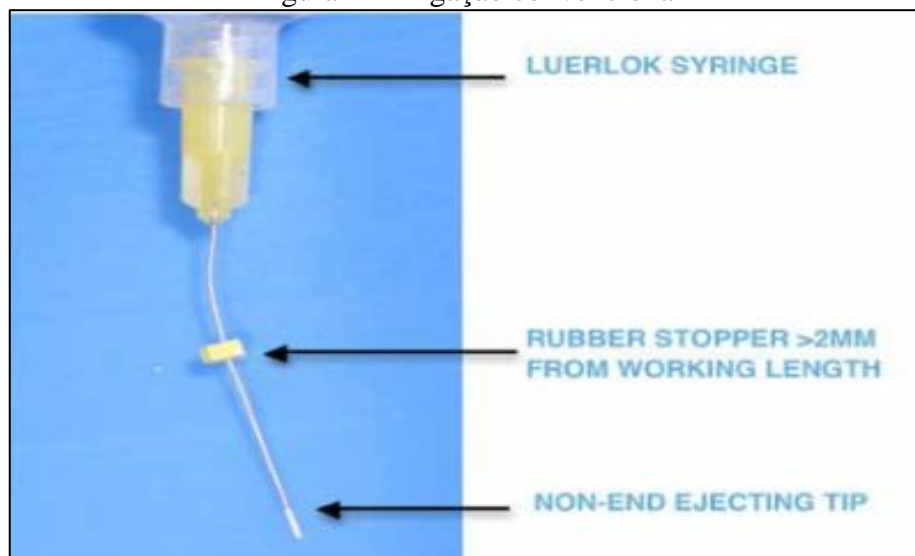
transparentes descartáveis, do tipo Luer Lock, com sistema de bloqueio de agulha e capacidade de 2 ou 5 mililitros (SILVA *et al.*, 2016).

Dentre as vantagens dessa técnica estão a facilidade de execução da técnica operatória, o controle da profundidade da agulha e do volume da solução irrigadora no CR e o baixo custo. Entretanto, deve-se considerar como limitação, deste método, a irrigação restrita a 1 mm além da ponta da agulha e o alcance em áreas de difícil acesso, facilitando a manutenção das bactérias após o tratamento e dificultando a limpeza na região de istmos e na porção apical dos CR (UZUNOGLU *et al.*, 2015).

Os métodos de irrigação convencionais, em sua melhor execução, irrigam apenas 1 mm além da ponta da agulha, isso facilita as bactérias a prosperarem após o tratamento. Sendo assim, este método dificulta a limpeza nas regiões de istmos e nos terços apicais dos CR (THOMAS *et al.*, 2014, VERSIANI *et al.*, 2014).

Desse modo, a dificuldade da técnica convencional em realizar essa troca de irrigantes, em uma anatomia mais complexa, deixa a desejar na limpeza dos CR. Atualmente, diferentes dispositivos de ativação estão sendo usados para melhorar a limpeza nos CR (MINU *et al.*, 2019).

Figura 1 - Irrigação convencional



Fonte: Darcey *et al.* (2016)

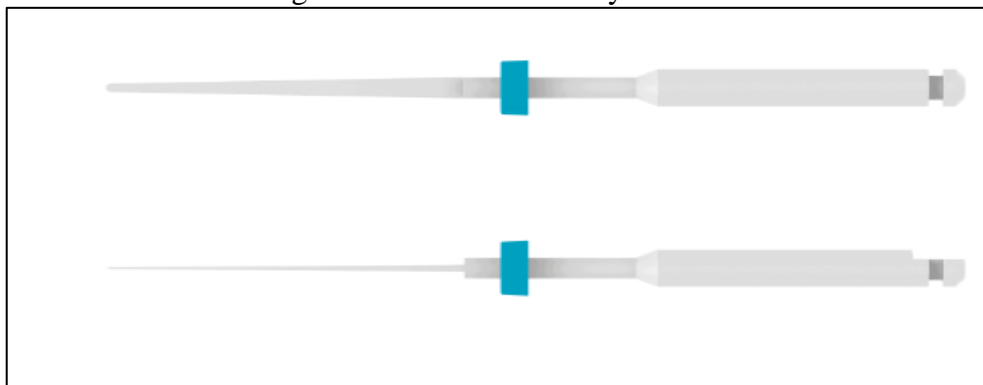
#### 4.2.2 Instrumento Easy Clean®

A Easy Clean® (Figura 2) é um instrumento de plástico com parte ativa semelhante a uma “asa de avião”. Ela possibilita a limpeza das paredes dos CR, pelo atrito causado agitando a solução irrigadora (KATO *et al.*, 2016).

De acordo com o fabricante do instrumento, o seu tamanho é de 25.04 e a apresentação ocorre em *blisters* contendo 12 ou 30 unidades. Ele está indicado para agitar a solução irrigadora durante e depois do PQM ou somente depois deste (toalete final). A Easy Clean® pode ser utilizada tanto com micromotor e contra ângulo quanto com motores endodônticos, nos movimentos rotatórios e reciprocantes. Seu uso na caneta de baixa rotação é mais eficiente na remoção de detritos segundo um estudo piloto (DUQUE *et al.*, 2017). O protocolo de uso é agitar 3x20 segundos(s) da solução de NaOCl, 3x20s do quelante EDTA e finalizar com mais uma vez de 3x20s de NaOCl no toalete final. Após este procedimento, segundo seu fabricante, o CR estará qualificado para ser seco e obturado.

Este dispositivo além de possuir um valor acessível, quando utilizado em baixa rotação ou motor endodôntico, potencializa a remoção de detritos e favorece um melhor contato da solução irrigadora com as paredes do canal e regiões de istmos. Sua utilização vem crescendo especialmente devido ao excelente custo benefício e facilidade de manuseio (KATO *et al.*, 2016).

Figura 2 - Instrumento Easy Clean®



Fonte: Easy Equipamentos Odontológicos (2022).

#### 4.2.3 Lima XP Endo Finisher®

O instrumento XP-Endo Finisher® (Figura 3) é uma lima de liga de níquel titânio (Niti), com relevante grau de expansão, resistência e flexibilidade, além de apresentar memória

controlada. Atribui ISO 25 de diâmetro e 0 taper (25/.00), e comprimentos de 21, 25 e 31mm (DE DEUS *et al.*, 2019).

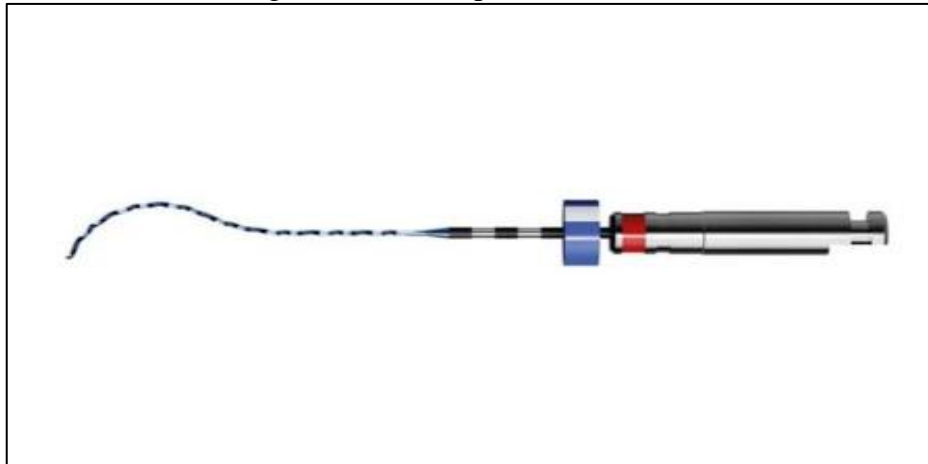
O fabricante aconselha usá-lo após o PQM do CR, com objetivo de potencializar as soluções irrigadoras em uma velocidade de 1000 r.p.m. ou, no mínimo, de 800 r.p.m. e um torque de 1 Ncm, acoplado a motores em movimento rotatório. Portanto, definido o CT, aciona-se o instrumento durante 30s, realizando movimentos longitudinais de 7-8 mm, lentos e suaves, no interior do CR. É fundamental repetir o procedimento alternando as soluções (NaOCl: 30s e EDTA: 15s) para promover a limpeza em todo o comprimento do CR.

Segundo seu fabricante, o instrumento apresenta duas fases, sendo uma martensítica (M) e outra austenítica (A). Na primeira, ele é reto à temperatura ambiente e muda de forma, quando exposto à temperatura corporal e inserido no CR, devido à memória molecular da segunda fase. O formato da fase A, em rotação, permite que a lima realize a limpeza de áreas inatingíveis pelos instrumentos convencionais e corte a dentina com maior eficácia. Já na fase M, este instrumento volta ao seu formato original, após ser resfriado.

O dispositivo XP-Endo Finisher®, por apresentar um diâmetro de até de 6 mm, facilita o contato nas irregularidades dos CR, possuindo competência em acessar morfologias complexas, estreitas e curvas, otimizando a limpeza em áreas de difícil acesso (AZIMIAN *et al.*, 2018). Ele mantém a anatomia original do CR, preservando a dentina e realizando a limpeza em áreas irregulares devido a sua alta flexibilidade e habilidade de expansão para se adaptar ao canal (ALAKSHAR *et al.*, 2020). Quando girada dentro do CR, a lima apresenta, na sua fase A, a forma de colher, expandindo-se e contraindo-se ao tocar as paredes do canal, potencializando os benefícios da irrigação (TURKAYDIN *et al.*, 2017).

Karade *et al.* (2021) realizaram um estudo avaliando e comparando diferentes sistemas de irrigação e ativação IUP, EndoVac, SAF e XP-Endo Finisher® na remoção da *smear layer* intra-canal. Após os protocolos finais, as amostras foram analisadas em MEV. Na parte coronal, não houve diferença entre os grupos. Na secção média da raiz, os resultados dos grupos de finalizadores IUP, EndoVac, SAF e XP-Endo Finisher® foram melhores do que a irrigação com seringa e agulha, mas a diferença não foi significativa. Apesar das limitações do estudo, os autores relataram que o grupo XP-Endo Finisher limpou a parte apical do canal com mais eficiência do que EndoVac, IUP ou a irrigação com seringa e agulha.

Figura 3 - Lima Xp Endo Finisher®



Fonte: FKG Swiss Endo (2022).

#### 4.2.4 Sistema Endoactivator®

O sistema Endoactivator® é composto por uma peça de mão portátil e por ponteiros poliméricos descartáveis, com marcações de diferentes diâmetros (amarela – 15.02, vermelha – 25.04 e azul – 35.04), que não cortam a dentina radicular (MANCINI *et al.*, 2013). É um método de ativação sônica do irrigante, eficaz na remoção de detritos, que ao ser acionado, eletricamente, produz agitação vigorosa do fluido no sistema de CR (DE GREGORIO *et al.*, 2009; UROZ-TORRES *et al.*, 2010).

Ele opera em frequências declaradas de 33, 100 e 167 Hz (RUDDLE 2007), mas com frequências vibracionais medidas de 160, 175 e 190 Hz, respectivamente (JIANG *et al.*, 2010). Seu fabricante indica a penetração de 2 mm aquém do CT e agitação da solução por um período de 30 a 60s, realizando movimentos curtos de 2 a 3 mm de entrada e saída.

Esse sistema produz uma ativação hidrodinâmica dos irrigantes, sendo capaz de limpar com maior segurança a complexidade dos CR, como deltas apicais e canais laterais (RUDDLE, 2007). Segundo Borges *et al.* (2017) há uma melhor irrigação destes últimos quando o Endoactivator® é utilizado. Além disso, devido a sua ponta de polímero ser de superfície lisa, não causa a formação de uma nova camada de *smear layer* quando entra em contato com a dentina, auxiliando na manutenção da limpeza dos CR (CARON *et al.*, 2010).

Figura 4 - Endoactivator® e Ponteiras



Fonte: Dentisplay Sirona (2022).

#### 4.2.5 Irrigação Ultrassônica Passiva

A irrigação ultrassônica passiva (IUP) foi descrita pela primeira vez por Weller *et al.*, (1980) e se caracteriza pela ativação de um irrigante no CR a fim de aumentar a limpeza dos mesmos (NUSSTEIN *et al.*, 2015; LEONI *et al.*, 2016). Por se tratar de uma ativação, explica-se que sua denominação “passiva” relaciona-se a ação não cortante realizada pelo ultrassom. (MOZO *et al.*, 2012).

O dispositivo é composto por um pequeno instrumento oscilante ultrassônico (#15 ou #20) inserido no centro do CR após a instrumentação (AHMAD *et al.*, 1987). Ele induz à formação de cavitação e ondas acústicas, melhorando as propriedades do irrigante e realizando a limpeza em áreas complexas (GUERREIRO-TANOMARU *et al.*, 2015; VAN DER SLUIS *et al.*, 2010).

Segundo Lopes e Siqueira (2015), dentre as pontas especiais para irrigação, podemos mencionar a ponta IRRIS S®, não cortante, ISO 25, de comprimentos 21 e 25 mm (VDW, Munique, Alemanha) e a ponta para irrigação E1-Irrisonic® (Helse, Santa Rosa do Viterbo, SP, Brasil), utilizadas no tratamento endodôntico.

O protocolo é baseado na inserção passiva de uma ponta/lima de metal aderida a um aparelho ultrassônico oscilando a uma frequência de 30 kHz em um canal preenchido com solução irrigante ou quelante (WELLER *et al.*, 1980). Seu uso é sugerido em 3 ciclos de 20s por canal, e sua ponta inserida em um movimento de dentro para fora (DE MOOR *et al.*, 2010).

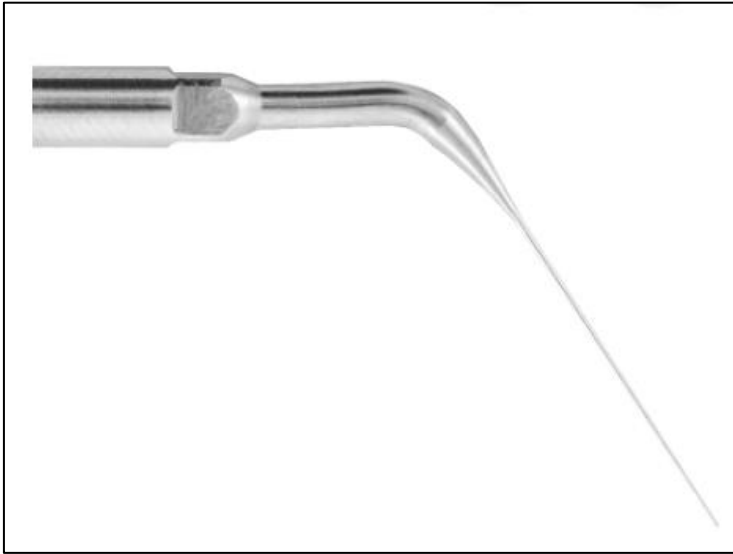
A aplicação da solução irrigadora durante a IUP pode ser realizada por meio do fluxo intermitente ou pelo fluxo contínuo (GU *et al.*, 2009). O primeiro é realizado por meio de

seringa e agulha de irrigação, sendo a solução irrigadora introduzida durante a ativação do ultrassom. Já o segundo é mantido pela peça de mão do ultrassom, ambos são eficazes na remoção de detritos do CR quando no tempo de irrigação de 3 minutos(min) (VAN DER SLUIS *et al.*, 2006).

A aplicação de energia ultrassônica (20-26 kHz) dentro do canal gera um fluxo acústico do irrigante, melhorando a distribuição do mesmo e a penetração em istmos e tecidos diluídos além de romper o biofilme endodôntico, colaborando para a remoção de sujidades intracanalais (AHMAD *et al.*, 1987; GU *et al.*, 2009). Este sistema tem uma vantagem importante sobre os instrumentos rotatórios, oferecendo segurança e precisão. A IUP é eficaz na potencialização da solução irrigadora, devido às suas propriedades de micro fluxo e cavitação hidrodinâmica. Ao combinar esse circuito hidrodinâmico com os movimentos sônicos oscilantes causados pelo dispositivo, melhores resultados de limpeza são obtidos (CARON *et al.*, 2010; MARTINS *et al.*, 2014). Além disso, quando a ponta é introduzida em direção apical, a solução é deslocada, gerando trocas efetivas (CARON *et al.*, 2010).

Estudos mostraram que a irrigação ultrassônica passiva apresenta eficiência satisfatória na remoção da *smear layer* em comparação com métodos convencionais, tornando-se uma referência (CUNNINGHAM *et al.*, 1982; BLANK-GONÇALVES *et al.*, 2011). No trabalho de JIANG *et al.* (2010), os autores compararam a agitação sônica e ultrassônica na remoção de detritos dentinários em caninos superiores. A irrigação em todos os grupos experimentais se deu pelo protocolo de lavagem com 2 mL de irrigante (NaOCl 2% ou água) e, em seguida, ativação por 20s através dos dispositivos sônicos (Endoactivator®) ou ultrassônicos. Em comparação com a agitação ultrassônica, o EndoActivator® foi inferior na limpeza dos CR. Estes resultados se devem ao fato que insertos ultrassônicos atuam com uma frequência de condução maior em relação aos dispositivos sônicos.

Figura 5 - Ponta ultrassônica endodôntica *e1 irrisonic*



Fonte: Helse Ultrasonic (2022).

## 5 DISCUSSÃO

A complexidade do sistema de CR dificulta a execução técnica do TE, influenciando diretamente na desinfecção dos mesmos. Cada vez mais estudos vêm sendo realizados, utilizando diferentes técnicas de agitação e soluções irrigantes, corroborando a necessidade de uma limpeza criteriosa dos CR, de forma a minimizar a reinfecção por microrganismos e as reintervenções no tratamento.

A eficácia do Easy Clean® em movimento contínuo e alternativo, da IUP, do sistema Endoactivator® e da irrigação convencional, na remoção de detritos dos CR e istmos de raízes mesiais de molares inferiores com curvatura não exercendo 5° e ápices completamente formados, utilizando a micro-CT, foi comparada por Duque *et al.* (2017). Foi padronizado o comprimento de 2mm aquém do CT, os grupos foram irrigados com 5 mL de NaOCl 2,5% durante a instrumentação, e divididos, aleatoriamente, em 5 grupos (n= 10) de acordo com o sistema de agitação de irrigação. Os autores concluíram que os métodos de ativação da solução irrigadora, no protocolo de 3 ativações durante 20 segundos, proporcionaram uma melhor limpeza do CR e istmo, principalmente o Easy Clean® quando utilizado em rotação contínua. Em um estudo semelhante, Kato *et al.* (2016) analisaram, usando MEV, a eficácia da IUP *versus* do EasyClean® para remover detritos das paredes do CR méso vestibulares de dez molares inferiores. Além dos controles negativo e positivo, prepararam-se dois grupos experimentais: IUP e Easy Clean®. Utilizou-se do CT de 18mm, e foi subtraído 1mm deste comprimento como padrão para todas os grupos. Todas as amostras foram ativadas, pela primeira vez, com 5 mL de NaOCl 2,5%, seguido de 5 mL de EDTA 17% e, por último, com 5 mL de NaOCl 2,5%. As soluções foram renovadas e ativadas por 3 ciclos de 20s. Por fim, os CR foram lavados com água destilada. A ativação do irrigante com o sistema EasyClean® promoveu uma melhor remoção de detritos das regiões mais apicais do CR quando comparada com a IUP.

Alakshar *et al.* (2020) avaliaram a remoção de detritos e *smear layer* de CR ovais de pré-molares inferiores, de canal único, comparando a competência dos instrumentos XP-Endo Finisher®, EndoActivator® e da irrigação manual, analisados sob MEV. Foi definido o CT de 1mm aquém do ápice anatômica para todos os grupos. As amostras foram divididas aleatoriamente em quatro grupos: CI, EA, XPF e XPF + EA. Os CR foram irrigados com 5 mL de EDTA 17% e NaOCl 2,5%, respectivamente. Além do grupo CI sendo a irrigação manual, ambas as soluções foram ativadas utilizando as técnicas testadas por 1min. A comparação intergrupo foi analisada, em diferentes terços do CR, para avaliar os detritos que permaneceram



após execução do protocolo. Os resultados demonstraram mínima discordância no terço médio e ausência de diferença significativa nos terços coronal e apical. A adição do dispositivo EA não melhorou o resultado do XPF, mas pode ter influenciado o aumento de detritos e *smear layer* em algumas amostras. Os autores sugerem que a solução irrigadora poderia conter detritos e biofilme soltos, previamente, pelo XPF. Trabalho semelhante foi realizado por Elnaghy *et al.* (2016), utilizando molares inferiores com raiz mesial curvada em mais de 20°. O CT estabelecido foi de 15mm e subtraído 1mm deste em todos os grupos. Os elementos foram divididos em cinco grupos (n = 15) de acordo com as seguintes técnicas de irrigação: Grupo 1: controle positivo; sem enxágue final e sem agitação adicional do irrigante. Grupo 2: enxágue final com 5 mL de EDTA 17% e nenhuma agitação adicional do irrigante. Grupo 3: 5 mL de EDTA 17% e agitação com a lima BT2 inserida no CT, com movimentos leves de entrada e saída por 60s. Grupo 4: 5 mL de EDTA 17% agitado com a lima XP-Endo Finisher® por 60s. Grupo 5: 5 mL de EDTA 17% agitado com a ponta vermelha EndoActivator® (25/0,04) por 60s. Após, as amostras dos grupos 2-5 foram irrigadas por 60s com 1 mL de NaOCl 2,5% seguido por um enxágue final com 5 mL de solução salina estéril. Após avaliação em MEV, os grupos XP-Endo Finisher® e EndoActivator® revelaram escores significativamente mais baixos de detritos e *smear layer* do que os outros grupos nas regiões coronal, média e apical. Já Azimian *et al.* (2019), selecionaram segundos pré-molares inferiores extraídos com curvatura radicular maior de 20°. Foram selecionados dentes com 18-22 de CT, e o padrão utilizado foi de 1mm aquém do CT em todos os grupos, os dentes foram divididos, aleatoriamente, em um grupo controle e quatro grupos experimentais (n = 10). Grupo 1: XPF + 2 mL de solução salina (1 min). Grupo 2: XPF + 2 mL de EDTA 17% (1 min). Grupo 3: XPF + NaOCl 2,5% (1 min). Grupo 4: XPF + EDTA 17% (30 s) + 5 mL de solução salina e XPF + NaOCl 2,5% (30 s). Grupo 5: EDTA 17% (1 min) + 5 mL de solução salina + NaOCl 3,5% (1 min) para comparar, também, a remoção de detritos e *smear layer* nos diferentes terços radiculares. Entretanto, a limpeza em nenhum dos terços foi significativamente diferente quando a lima XPF foi utilizada.

Mancini *et al.* (2013) estudaram a eficácia de diferentes métodos de irrigação na remoção da *smear layer*, a 1, 3, 5 e 8 mm do ápice dos CR de pré-molares inferiores unirradiculares extraídos. Foi determinado o padrão de 1mm aquém do CT em todos os grupos, os autores utilizaram-se da MEV para avaliar a remoção de *smear layer* de CR instrumentados. As amostras foram divididas aleatoriamente em 2 grupos controle (n = 10) e 3 grupos experimentais (n = 15) de acordo com a técnica final de ativação do irrigante, ou seja, irrigação sônica, IUP ou pressão negativa apical. Cada grupo foi irrigado com EDTA a 17% por 1min e

após com 3 mL de NaOCl 5,25%, seguida da ativação. Nenhum dos sistemas de ativação do irrigante removeu completamente a *smear layer* das paredes dos CR, no entanto, o EndoActivator® apresentou os melhores resultados em 3, 5 e 8 mm do ápice.

No estudo de Machado *et al.* (2021), os autores compararam a remoção de *smear layer* nos terços coronal, médio e apical utilizando métodos convencionais de aplicações, IUP, EasyClean® e XP-Endo Finisher®, em diferentes protocolos de ativação do irrigante. Foram selecionados pré-molares inferiores humanos, uniradiculares, com CR retos e raízes totalmente formadas, livres de trincas e tratamento endodôntico prévio. Os dentes foram divididos aleatoriamente em um grupo controle (n = 5) e 4 grupos experimentais (n = 10), de acordo com o protocolo de remoção da *smear layer* que foi utilizado, e analisados por MEV. A irrigação foi 1mm aquém do CT em todos os grupos. O grupo controle foi irrigado com 2,5 mL de água destilada usando uma agulha Navitip e os grupos experimentais foram preenchidos com 2,5 mL de EDTA 17%. Em cada grupo, a solução utilizada foi renovada e/ou ativada por 9 ciclos de 20s cada, totalizando um tempo de irrigação/ativação de 3 min. No terço apical, não houve diferenças estatisticamente significantes entre os grupos, já nos terços cervical e médio, os grupos experimentais realizaram uma melhor limpeza que o grupo controle. Nenhum método de irrigação foi capaz de remover completamente a *smear layer*, especialmente no terço apical.

A capacidade de diferentes técnicas de ativação do irrigante na remoção de detritos e *smear layer* de molares inferiores com canais radiculares curvos foi avaliada por Haupt *et al.* (2019). Os dentes eram preparados para obter em tamanho padronizado de 19 mm, resultando em um CT de 18 mm, ou seja, irrigados 1mm aquém do CT. Os grupos foram divididos da seguinte forma: Grupo 1: irrigação com seringa, Grupo 2: EndoActivator (EA)®, Grupo 3: IUP, Grupo 4: inserto EDDY e Grupo 5: controle sem irrigação. A irrigação final foi realizada com 6 mL de NaOCl 3% com tempo de ativação de 3, 9 e 20s. Após a realização do protocolo, as raízes foram submetidas à análise em MEV. A ativação do irrigante melhorou significativamente a remoção da *smear layer*. Já na remoção dos detritos, apenas a ativação com EA e EDDY foi significativamente mais eficaz do que a irrigação com seringa. Nenhuma técnica de ativação foi capaz de eliminar detritos e *smear layer* completamente de canais radiculares curvos. Um trabalho semelhante, porém realizado em pré-molares inferiores, determinou o comprimento de trabalho do canal radicular visualmente usando um estereomicroscópio subtraindo 1,0 mm com grupos divididos da seguinte forma: Grupo 1: irrigação manual (volume 12 ml; tempo de irrigação 90s). Grupo 2: EndoActivator® (166 Hz, tamanho 25,04). Grupo 3: IUP (Irri S tamanho 25; dispositivo VDW-Ultra; VDW; configuração 30% resultando em cerca de 30 kHz). Grupo 4: inserto EDDY (6000 Hz, tamanho 25,04). Grupo

5: controle negativo (sem irrigação), foi conduzido por Urban *et al.* (2017). O protocolo final foi realizado através da ativação com 12 mL de 3% NaOCl e três ciclos de ativação (4 mL de 3% NaOCl por ciclo) de 30s. Após, as amostras foram visualizadas em MEV. Significativamente mais detritos foram removidos com EA, EDDY e IUP em comparação com a irrigação manual. Os dispositivos EDDY e IUP se mostraram significativamente melhores na remoção da *smear layer* em comparação com a irrigação manual. Entretanto, todos os métodos de ativação removeram quase todos detritos nas paredes do canal e foram superiores em comparação com a irrigação manual.

Trabalhos mostraram que os protocolos utilizando o Easy Clean (DUQUE *et al.*, 2017), a XP Endo Finisher (AZIMIAN *et al.*, 2019), o Endoactivator (MANCINI *et al.*, 2013) e a IUP (JIANG *et al.*, 2010) são eficientes e precisos no sucesso do TE, mas mesmo assim não conseguem remover totalmente os detritos intracanaís. O método manual apresenta limitações, e possui um desempenho abaixo do esperado (HAUPT *et al.*, 2019), e torna a limpeza inferior dos CR quando comparado com os métodos acima.

## 6 CONSIDERAÇÕES FINAIS

Concluiu-se que os métodos agitadores apresentam resultados benéficos e são fundamentais para o sucesso do TE. Entretanto, nenhum dos analisados (Irrigação Convencional, Easy Clean, XP Endo Finisher, Endoactivator e IUP) foi totalmente eficaz na remoção completa de *smear layer* e nem na total eliminação de bactérias e detritos. É consenso que eles são mais eficientes na desinfecção dos canais radiculares que a forma convencional. Portanto, deve-se agitar sempre a solução irrigadora no toaleta final, independente do dispositivo e do protocolo escolhidos, a fim de proporcionar um melhor resultado no tratamento do paciente.

## REFERÊNCIAS

- AHMAD, M.; PITT FORD, T. J.; CRUM, L. A. Ultrasonic debridement of root canals: acoustic streaming and its possible role. **Journal of endodontics**, v. 13, n. 10, p. 490–499, 1987.
- ALAKSHAR, A.; SALEH, A. R. M.; GORDUYSUS, M. O. Debris and smear layer removal from oval root canals comparing XP-Endo Finisher, EndoActivator, and manual irrigation: A SEM evaluation. **European journal of dentistry**, v. 14, n. 4, p. 626–633, 2020.
- ASLANTAS, E. E. et al. Effect of EDTA, sodium hypochlorite, and chlorhexidine gluconate with or without surface modifiers on dentin microhardness. **Journal of endodontics**, v. 40, n. 6, p. 876–879, 2014.
- AZIMIAN, S. et al. In vitro effect of XP-Endo finisher on the amount of residual debris and smear layer on the root canal walls. **Dental research journal**, v. 16, n. 3, p. 179–184, 2019.
- BAO, P. et al. In vitro efficacy of XP-endo finisher with 2 different protocols on biofilm removal from apical root canals. **Journal of endodontics**, v. 43, n. 2, p. 321–325, 2017.
- BATISTA BORGES, M. M. et al. Uso do Endoactivator no Tratamento Endodôntico. **Use of the endoactivator in endodontic treatment**, v. 36, p. 123–140, 2017.
- BAUMGARTNER, J. C.; MADER, C. L. A scanning electron microscopic evaluation of four root canal irrigation regimens. **Journal of endodontics**, v. 13, n. 4, p. 147–157, 1987.
- BLANK-GONÇALVES, L. M. et al. Qualitative analysis of the removal of the smear layer in the apical third of curved roots: conventional irrigation versus activation systems. **Journal of endodontics**, v. 37, n. 9, p. 1268–1271, 2011.
- CARON, G. et al. Effectiveness of different final irrigant activation protocols on smear layer removal in curved canals. **Journal of endodontics**, v. 36, n. 8, p. 1361–1366, 2010.
- CARVALHO, A. S. et al. Smear layer removal by auxiliary chemical substances in biomechanical preparation: a scanning electron microscope study. **Journal of endodontics**, v. 34, n. 11, p. 1396–1400, 2008.
- CLEGG, M. S.; VERTUCCI, F. J.; WALKER, C. Comparative evaluation of endodontic irrigants against *Enterococcus faecalis* biofilms. **J Endod**, v. 32, p. 527–531, 2006.
- CUNNINGHAM, W. T.; BALEKJIAN, A. Y. Effect of temperature on collagen-dissolving ability of sodium hypochlorite endodontic irrigant. **Oral surgery, oral medicine, and oral pathology**, v. 49, n. 2, p. 175–177, 1980.
- DARCEY, J. et al. Modern endodontic principles part 4: Irrigation. **Dental update**, v. 43, n. 1, p. 20–2, 25–6, 28–30, 2016.

DE MOOR, R. J. G. et al. Efficacy of ultrasonic versus laser-activated irrigation to remove artificially placed dentin debris plugs. **Journal of endodontics**, v. 36, n. 9, p. 1580–1583, 2010.

DE-DEUS, G. et al. Micro-CT comparison of XP-endo Finisher and passive ultrasonic irrigation a final irrigation protocols on the removal of accumulated hardtissue debris from oval shaped-canals. **Clinical oral investigations**, v. 23, n. 7, p. 3087–3093, 2019.

DENTISPLAY SIRONA. **Endoactivator**. Disponível em: <https://www.dentsplysirona.com/en-ae/discover/discover-by-brand/endoactivator.html>. Acesso em: 10 de nov. de 2022.

DIOGUARDI, M. et al. Endodontic irrigants: Different methods to improve efficacy and related problems. **European journal of dentistry**, v. 12, n. 03, p. 459–466, 2018.

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. **Journal of endodontics**, v. 43, n. 2, p. 326–331, 2017.

EASY EQUIPAMENTOS ODONTOLÓGICOS. **Easy Clean**. Disponível em: <https://easyequipamentos.com.br/?s=easy+clean>. Acesso em: 28 de Outubro de 2022.

ELNAGHY, A. M.; MANDORAH, A.; ELSAKA, S. Effectiveness of XP- Endo Finisher, Endo Activator, and File agitation on debris and smear layer removal in curved root canals: a comparative study. **Odontology**, v. 105, n. 2, p. 178–183, 2016.

FKG SWISS ENDO. **Xp-endo finisher**. [La Chaux-de-Fonds, Neuchâtel, Suíça]. Disponível em: <[https://www.fkgiberia.com/sites/default/files/201810\\_FKG\\_XP-endo%20Shaper%20%26%20Finisher%20Protocol%20Card\\_web\\_0.pdf](https://www.fkgiberia.com/sites/default/files/201810_FKG_XP-endo%20Shaper%20%26%20Finisher%20Protocol%20Card_web_0.pdf)>. Acesso em: 31 de out. de 2022.

GOLDMAN, L. B. et al. The efficacy of several irrigating solutions for endodontics: a scanning electron microscopic study. **Oral Surgery, Oral Medicine and. Oral Pathology**, v. 52, p. 197–204, 1981.

GREGORIO, D. et al. Effect of EDTA, Sonic, and Ultrasonic Activation on the Penetration of Sodium Hypochlorite into Simulated Lateral Canals: An In Vitro Study. **Journal of Endodontics**, v. 35, n. 6, p. 891–895, 2009.

GU, L.-S. et al. Review of contemporary irrigant agitation techniques and devices. **Journal of endodontics**, v. 35, n. 6, p. 791–804, 2009.

GUERREIRO-TANOMARU, J. M. et al. Effect of passive ultrasonic irrigation on *Enterococcus faecalis* from root canals: An ex vivo study. **Brazilian dental journal**, v. 26, n. 4, p. 342–346, 2015.

GULABIVALA K, Patel B, Evans G, Ng YL. Effects of mechanical and chemical procedures on root canal surfaces. **Endodontic Topics**, v .10, p. 03–22, 2005.

GUPPY, D. R.; CURTIS, R. V.; FORD, T. R. P. Dentine chips produced by nickel-titanium rotary instruments. **Dental traumatology: official publication of International Association for Dental Traumatology**, v. 16, n. 6, p. 258–264, 2000.

HAAPASALO, M. et al. Irrigation in endodontics. **Dental clinics of North America**, v. 54, n. 2, p. 291–312, 2010.

HELSE ULTRASONIC. **Ponta Ultrassonica E1- irrisonic**. Disponível em: <<https://www.helse.odo.br/loja/ponta-ultrassonica-e1-irrisonic>>. Acesso em: 31 de out. 2022.

HSIEH, Y.; GAU, C., KUNG, W.. Dynamic recording of irrigating fluid distribution in root canals using thermal image analysis. **Int Endod J**, v.40, n.1, p.11-17 2007.

JARDINE, A. P. et al. The effect of final irrigation on the penetrability of an epoxy resin-based sealer into dentinal tubules: a confocal microscopy study. **Clinical oral investigations**, v. 20, n. 1, p. 117–123, 2016.

JEON, I.-S. et al. Smear layer production by 3 rotary reamers with different cutting blade designs in straight root canals: a scanning electron microscopic study. **Oral surgery, oral medicine, oral pathology, oral radiology, and endodontics**, v. 96, n. 5, p. 601–607, 2003.

JIANG, L.-M. et al. Evaluation of a sonic device designed to activate irrigant in the root canal. **Journal of endodontics**, v. 36, n. 1, p. 143–146, 2010.

KARADE, P. et al. Efficiency of different endodontic irrigation and activation systems, self-adjusting file instrumentation/irrigation system, and XP-endo finisher in removal of the intracanal smear layer: An ex vivo scanning electron microscope study. **Journal of pharmacy & bioallied sciences**, v. 13, n. Suppl 1, p. S402–S407, 2021.

KATO, A. S. et al. Investigation of the efficacy of passive ultrasonic irrigation versus irrigation with reciprocating activation: An environmental scanning electron microscopic study. **Journal of endodontics**, v. 42, n. 4, p. 659–663, 2016.

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**, v. 50, n. 4, p. 398–406, 2017.

LOPES, H. P.; SIQUEIRA, J. F. Endodontia: biologia e técnica. 2015.

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. **Journal of endodontics**, v. 39, n. 11, p. 1456–1460, 2013.

MARTINS JUSTO, A. et al. Effectiveness of final irrigant protocols for debris removal from simulated canal irregularities. **Journal of endodontics**, v. 40, n. 12, p. 2009–2014, 2014.

MCCOMB et al., 1975; TORABINEJAD et al., 2002. McComb D, Smith DC. 1975. A preliminary scanning electron microscopic study of root canals after endodontic procedures. **J Endod** 1:238–242.

MOORER, WR; WESSELINK, PR Fatores que promovem a capacidade de dissolução tecidual do hipoclorito de sódio. **Revista endodôntica internacional**, v. 15, n. 4, pág. 187-196, 1982.

MOZO, S.; LLENA, C.; FORNER, L. Review of ultrasonic irrigation in endodontics: increasing action of irrigating solutions. **Medicina oral, patologia oral y cirugía bucal**, v. 17, n. 3, p. e512-6, 2012.

NUSSTEIN JM (2015) Sonic and ultrasonic irrigation. In: Bettina B(ed) Endodontic irrigation: chemical disinfection of the root canal system. Springer, Cham, pp 173–198; ORDINOLA- ZAPATA, R. et al. Biofilm removal by 6% sodium hypochlorite activated by different irrigation techniques. **International endodontic journal**, n. 7, p. 659–666, 2014.

PARAGLIOLA, R. et al. Final rinse optimization: influence of different agitation protocols. **Journal of endodontics**, v. 36, n. 2, p. 282–285, 2010.

RUDDLE CJ. Hydrodynamic disinfection: tsunami endodontics. **Dent Today**. 2007 May;26(5):110, 112, 114-7.

SARBINOFF, J. A.; O'LEARY, T. J.; MILLER, C. H. The comparative effectiveness of various agents in detoxifying diseased root surfaces. **Journal of periodontology**, v. 54, n. 2, p. 77–80, 1983.

SAYIN, T. C. et al. Calcium loss from root canal dentin following EDTA, EGTA, EDTAC, and tetracyclineHCl treatment with or without subsequent NaOCl irrigation. **J Endod**, v. 33, p. 581–584, 2007.

SILVA, E. J. N. L. et al. Micro-CT evaluation of different final irrigation protocols on the removal of hard-tissue debris from isthmus-containing mesial root of mandibular molars. **Clinical oral investigations**, v. 23, n. 2, p. 681–687, 2019.

SILVA, P. B. et al. Apical extrusion of debris and irrigants using different irrigation needles. **Brazilian Dental Journal**, v. 27, n. 2, p. 192–195, 2016.

SIQUEIRA JUNIOR, J. F. et al. Unprepared root canal surface areas: causes, clinical implications, and therapeutic strategies. **Brazilian Oral Research**, v. 32, n. 1, p. e65, 2018.

SUSILA A, MINU J. Activated Irrigation vs. Conventional non-activated Irrigation in Endodontics - A Systematic Review. **Eur Endod J**. v.4, n.3, p. 96-110, 2019.

TABASSUM, S.; KHAN, F. R. Failure of endodontic treatment: The usual suspects. **European journal of dentistry**, v. 10, n. 1, p. 144–147, 2016.

THOMAS, A. R.; VELMURUGAN, N.; SMITA, S. Comparative evaluation of canal isthmus debridement efficacy of modified EndoVac technique with different irrigation systems. **J Endod**, v. 40, p. 1676–1680, 2014.



- TORABINEJAD, M. et al. Clinical implications of the smear layer in endodontics: a review. **Oral surgery, oral medicine, oral pathology, oral radiology, and endodontics**, v. 94, n. 6, p. 658–666, 2002.
- TURKAYDIN, D. Efficacy of XP- Endo finisher in the removal of triple antibiotic paste from immature root canal. **JOE.**, Chicago, v. 43, p. 1528–1531, 2017.
- UROZ-TORRES, D.; GONZÁLEZ-RODRÍGUEZ, M. P.; FERRER-LUQUE, C. M. Effectiveness of the EndoActivator System in removing the smear layer after root canal instrumentation. **Journal of endodontics**, v. 36, n. 2, p. 308–311, 2010.
- UZUNOGLU, E.; GÖRDUYSUS, M.; GÖRDUYSUS, Ö. A comparison of different irrigation systems and gravitational effect on final extrusion of the irrigant. **Journal of clinical and experimental dentistry**, v. 7, n. 2, p. e218-23, 2015.
- VAN DER SLUIS, L. W. M. et al. Study on the influence of refreshment/activation cycles and irrigants on mechanical cleaning efficiency during ultrasonic activation of the irrigant. **Journal of endodontics**, v. 36, n. 4, p. 737–740, 2010.
- VAN DER SLUIS, L. W. M. 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**, v. 39, n. 6, p. 472–476, 2006.
- VERSIANI, M. A. et al. 3D mapping of the irrigated areas of the root canal space using micro-computed tomography. **Clinical Oral Investigations**, v. 19, n. 4, p. 859–866, 2015.
- VIVAN, R. R. et al. Scanning electron microscopy analysis of RinsEndo system and conventional irrigation for debris removal. **Brazilian Dental Journal**, v. 21, n. 4, p. 305–309, 2010.
- WELLER, R. N.; BRADY, J. M.; BERNIER, W. E. Efficacy of ultrasonic cleaning. **Journal of endodontics**, v. 6, n. 9, p. 740–743, 1980.
- WU, M. K. et al. Prevalence and extent of long oval canals in the apical third. **Oral surgery, oral medicine, oral pathology, oral radiology, and endodontics**, v. 89, n. 6, p. 739–743, 2000.
- ZMENER, O.; PAMEIJER, C. H.; BANEGAS, G. Effectiveness in cleaning oval-shaped root canals using Anatomic Endodontic Technology, ProFile and manual instrumentation: a scanning electron microscopic study. **International endodontic journal**, v. 38, n. 6, p. 356–363, 2005.