

Avaliação das técnicas de ativação do irrigante na redução/eliminação da camada de *smear layer*.

Revisão sistemática integrativa.

Sandra Fernández Martín

Dissertação conducente ao **Grau de Mestre em Medicina Dentária (Ciclo Integrado)**

Gandra, **Janeiro de 2025**

Sandra Fernández Martín

**Dissertação conducente ao Grau de Mestre em Medicina
Dentária (Ciclo Integrado)**

**Avaliação das técnicas de ativação do irrigante na
redução/eliminação da camada de *smear layer*.**

Trabalho realizado sob a Orientação de

Prof. Doutor Mário Barbosa

DECLARAÇÃO DE INTEGRIDADE

Eu, acima identificado, declaro ter atuado com absoluta integridade na elaboração deste trabalho, confirmo que em todo o trabalho conducente à sua elaboração não recorri a qualquer forma de falsificação de resultados ou à prática de plágio (ato pelo qual um indivíduo, mesmo por omissão, assume a autoria do trabalho intelectual pertencente a outrem, na sua totalidade ou em partes dele). Mais declaro que todas as frases que retirei de trabalhos anteriores pertencentes a outros autores foram referenciadas ou redigidas com novas palavras, tendo neste caso colocado a citação da fonte bibliográfica.

RESUMO

Introdução: A anatomia complexa do dente limita a capacidade de erradicar patógenos apenas por meios mecânicos. A irrigação é a chave para resolver este problema. A instrumentação do canal radicular cria uma camada de *smear layer*. Sistemas de ativação do irrigante têm sido propostos para remover de forma mais eficaz esta camada de *smear layer* e auxiliar na entrada do irrigante a zonas inacessíveis do canal radicular.

Objetivos: O objetivo deste estudo é comparar as diferentes técnicas de ativação do irrigante (manual, sônicas, ultrassônicas e laser) na irrigação dos tratamentos endodônticos não cirúrgicos e avaliar a sua eficácia na redução da camada de *smear layer* no terço apical em dentes definitivos.

Materiais e métodos: foi efetuada uma pesquisa bibliográfica na base de dados pubmed.

Resultados: Nenhum dos métodos de irrigação avaliados nesta revisão removeu totalmente os detritos nem a camada de *smear layer* presente nos canais radiculares. O terço apical do canal radicular apresenta a maior quantidade de *smear layer* remanescente devido à dificuldade de penetração do irrigante nesta área.

Discussão: os sistemas de ativação do irrigante têm mostrado eficácia na remoção da camada de *smear layer* em comparação com as técnicas convencionais de irrigação. O tempo de atuação do irrigante, a renovação e o volume do mesmo são também requisitos fundamentais para a remoção da camada de *smear layer*.

Conclusões: Independentemente do irrigante escolhido, a ativação do irrigante é, com base na evidência científica, um requisito essencial para se obter uma maior remoção da *smear layer* e melhorar a desinfecção dos canais radiculares versus a técnica de irrigação com seringa sem ativação.

Palavras-chaves: EndoActivator, sodium hypochlorite solution, ultrasonic activation, sonic activation, *smear layer*.

ABSTRACT

Introduction: The complex anatomy of teeth limits the ability to eradicate pathogens through mechanical means alone, making irrigation essential in addressing this issue. Root canal instrumentation creates a smear layer. Various irrigant activation systems have been proposed to more effectively remove this smear layer and improve irrigant access to inaccessible areas within the root canal.

Objectives: The objective of this study is compare the different irrigant activation techniques (manual, sonic, ultrasonic, and laser) in the irrigation of non-surgical endodontic treatments and evaluate their effectiveness in reducing the smear layer in the apical third of permanent teeth.

Material and methods: a bibliographical search was carried out in the pubmed database

Results: None of the irrigation methods evaluated in this review completely removed debris or the smear layer from root canals. The apical third of the root canal retained the most smear layer due to limited irrigant penetration in this area.

Discussion: The irrigant activation systems proved to be effective in removing the smear layer. Irrigant action time, irrigant renewal and irrigant volume are also fundamental requirements for smear layer removal.

Conclusions: Regardless of the irrigant chosen, activation of the irrigant is, based on scientific evidence, an essential requirement to obtain greater removal of the smear layer and improve the disinfection of root canals versus the syringe irrigation technique without activation.

Keywords: EndoActivator, sodium hypochlorite solution, ultrasonic activation, sonic activation, smear layer.

INDICE:

1.INTRODUÇÃO.....	1
2.OBJECTIVOS.....	3
3.MATERIAIS E METODOS.....	5
3.1 ESTRATÉGIA DE PESQUISA.....	5
3.2 FILTROS DE PESQUISA.....	6
3.3 CRITÉRIOS DE INCLUSÃO.....	6
3.4 CRITÉRIOS DE EXCLUSÃO.....	6
3.5 QUESTÃO PICO.....	6
4.RESULTADOS.....	7
5.DISSCUSSÃO.....	37
6.CONCLUSÃO.....	47
REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....	49

ÍNDICE DE FIGURAS:

Figura 1. Diagrama de Fluxo PRISMA.....	9
Figura 2. Gráfica do tipo de morfologia dentária utilizada nos estudos.....	10
Figura 3. Gráfica do tipo de irrigante utilizado nos estudos.....	10
Figura 4. Gráfica de percentagem de irrigante utilizado nos estudos.....	11

ÍNDICE DE TABELAS:

Tabela 1. Tabela de estratégia de pesquisa PubMed..... 6

Tabela 2. Estratégia PiCo 7

Tabela 3. Tabela de dados e resultados. 12

LISTAS DE ABREVIATURAS

CB: *Canal brush.*

CLSM: Microscópio confocal Laser de Varrido.

CSI: irrigação por seringa convencional.

CUI: Irrigação ultrasónica contínua.

EA: *EndoActivator.*

EDTA: ácido etilendiamino tetra-acético.

EV: *EndoVac.*

IAU. Irrigação ultrasónica ativa.

IC: irrigação convencional.

LAI: Irrigação ativada por Laser.

M-EVI: irrigação EndoVac modificada.

MDI: Irrigação Dinâmica Manual.

MEV: Microscópio eletrónico de Varrido.

NAOCL: Hipoclorito de sódio.

NFX: *Navitip.*

PI: instrumentação *protaper.*

PIPS: *Streaming* fotoacústico induzido por fotões.

PUI: Irrigação ultrasónica passiva.

SAF: Self Adjusting File.

SEM: Scanning Electron Microscopy Analysis.

WL: Comprimento de trabalho.

1. INTRODUÇÃO

A limpeza e conformação dos canais radiculares é um passo crucial nos procedimentos endodônticos. O objetivo de um tratamento endodôntico é erradicar microrganismos dos canais radiculares combinando uma técnica biomecânica com uma terapia antibacteriana para induzir a reparação tecidual periapical.^(1,2)

A instrumentação do canal radicular gera uma camada conhecida como camada de *smear layer* que consiste em substâncias orgânicas e inorgânicas, incluindo fragmentos de processos odontoblásticos, microrganismos, seus subprodutos e materiais necróticos. Se não for eliminada, pode impedir a penetração de irrigante e *sealers* nos túbulos dentinários. Também foi demonstrado que eliminar a camada de *smear layer* poderia aumentar o sucesso do tratamento endodôntico^(3,4)

O protocolo mais comumente defendido para a remoção eficaz da camada de *smear layer* é o uso alternativo de hipoclorito de sódio (NaOCl) como irrigação inicial e final e o ácido etilenodiamino tetra-acético (EDTA) como protocolo de irrigação final seguido de uma irrigação final após a remoção da *smear layer* com um antiséptico. Esta combinação garante a remoção efetiva da camada de *smear layer* nos terços coronal e médio do canal radicular, mas é menos eficaz no terço apical, devido à dificuldade destes irrigantes de atingir esses limites.^(4,5)

A ativação do irrigante para o protocolo final de irrigação pode ser um fator-chave, uma vez que cria um fluxo físico e refluxo que auxilia na remoção de detritos. O tempo ideal de atuação do irrigante também é desconhecido, mas pode ser crucial para permitir a conclusão das reações químicas dos irrigantes com a matéria orgânica e inorgânica presente no sistema de canais radiculares.⁽⁵⁾

A porção apical do canal radicular tem sido descrita como crítica devido à complexidade da sua anatomia, por ser a área mais distante da cavidade de acesso e pela constrição que apresenta o ápice radicular.⁽⁵⁾

Ao longo da história da endodontia, têm-se desenvolvido numerosos sistemas de irrigação e ativação do irrigante para serem mais eficazes na remoção da camada de *smear*

layer e a entrega de irrigantes as porções mais constrictas do canal radicular.⁽⁶⁾ Estes sistemas se podem dividir em duas grandes categorias: técnicas de agitação manual e dispositivos de agitação assistidos por máquina (sistemas sônicos e ultrassônicos).^(5,6)

Quando técnicas como a irrigação com agulha convencional são usadas, existe um plano de estagnação do irrigante na ponta da agulha, além do qual os irrigantes não conseguem penetrar em todas as áreas do canal radicular.⁽⁷⁾

2-OBJECTIVOS

O objectivo deste estudo é comparar as diferentes técnicas de ativação do irrigante (manual, sônicas, ultrassônicas e laser) na irrigação dos tratamentos endodônticos não cirúrgicos e avaliar a sua eficácia na redução da camada de *smear layer* no terço apical em dentes definitivos.

3. MATERIAIS E METODOS

3.1 Estratégia de pesquisa:

Uma pesquisa bibliográfica foi realizada nas bases de dado da *Pubmed*, recorrendo às palavras-chave e sua associação: *EndoActivator*, *Hipoclorito de Sódio*, *Ativação ultrassónica*. *Ativação Sonica*, *smear layer*.

(((((endoactivator) AND (sodium hypochlorite solution [MeSH Terms])) OR (sodium hypochlorite)) AND (ultrasonic activation)) AND (sonic activation)) AND (smear layer [MeSH Terms])) OR (smear layer).

Tabela 1. Tabela de estratégia de pesquisa PubMed

PESQUISA	PALAVRAS-CHAVE	TOTAL	TOTAL SELEÇÃO ARTIGOS	APÓS DOS
Pesquisa	(((((endoactivator) AND (sodium hypochlorite solution[MeSH Terms])) OR (sodium hypochlorite)) AND (ultrasonic activation)) AND (sonic activation)) AND (smear layer[MeSH Terms])) OR (smear layer)	106	17	

A revisão bibliográfica deste trabalho baseou-se num total de **17** artigos selecionados sobre o tema, devidamente analisados de acordo com os seguintes critérios:

3.2 Filtros de pesquisa:

1. Revisões sistemáticas e meta-análises.
2. Estudos publicados a mais de 10 anos.

3.3 Critérios de inclusão:

1. Estudos *in vitro*.
2. Estudos testados em dentes humanos.

3.4 Critérios de exclusão

1. Estudos em animais.

3.5 Questão PICO

Foi formulada uma questão segundo a estratégia: **Qual a técnica de ativação do irrigante mais eficaz na remoção do *smear layer* durante o tratamento endodôntico?** PICO (qualitativos) “*Population, Interest, and Context*” (Tabela 2).

Tabela 2. Estratégia. PiCo

População	Dentes humanos intactos
Interesse	Tratamento endodôntico
Contexto	Estudos comparativos

Numa segunda fase procedeu-se a uma pesquisa bibliográfica na base de dados *PubMed*. Relativamente à seleção de artigos, primeiramente foi realizada uma pesquisa avançada utilizando as palavras-chave na base de dados com diferentes combinações. Os estudos potencialmente elegíveis, que respeitam os critérios de inclusão, foram lidos na integra e avaliados quanto à sua elegibilidade. Finalmente, foi concluída a avaliação completa dos artigos. Os dados foram extraídos e organizados em forma de tabela.

4. RESULTADOS

Foi realizada uma pesquisa bibliográfica na base de dados *PubMed*. relativamente à seleção de artigos, primeiramente foi realizada uma pesquisa avançada utilizando as palavras-chave na base de dados com a expressão de pesquisa: ((((((endoactivator) AND (sodium hypochlorite solution[MeSH Terms])) OR (sodium hypochlorite)) AND (ultrasonic activation)) AND (sonic activation)) AND (smear layer[MeSH Terms])) OR (smear layer). Numa segunda etapa, os estudos potencialmente elegíveis, que respeitam os critérios de inclusão, foram lidos na íntegra e avaliados quanto à sua elegibilidade. Finalmente, foi concluída a avaliação completa dos artigos.

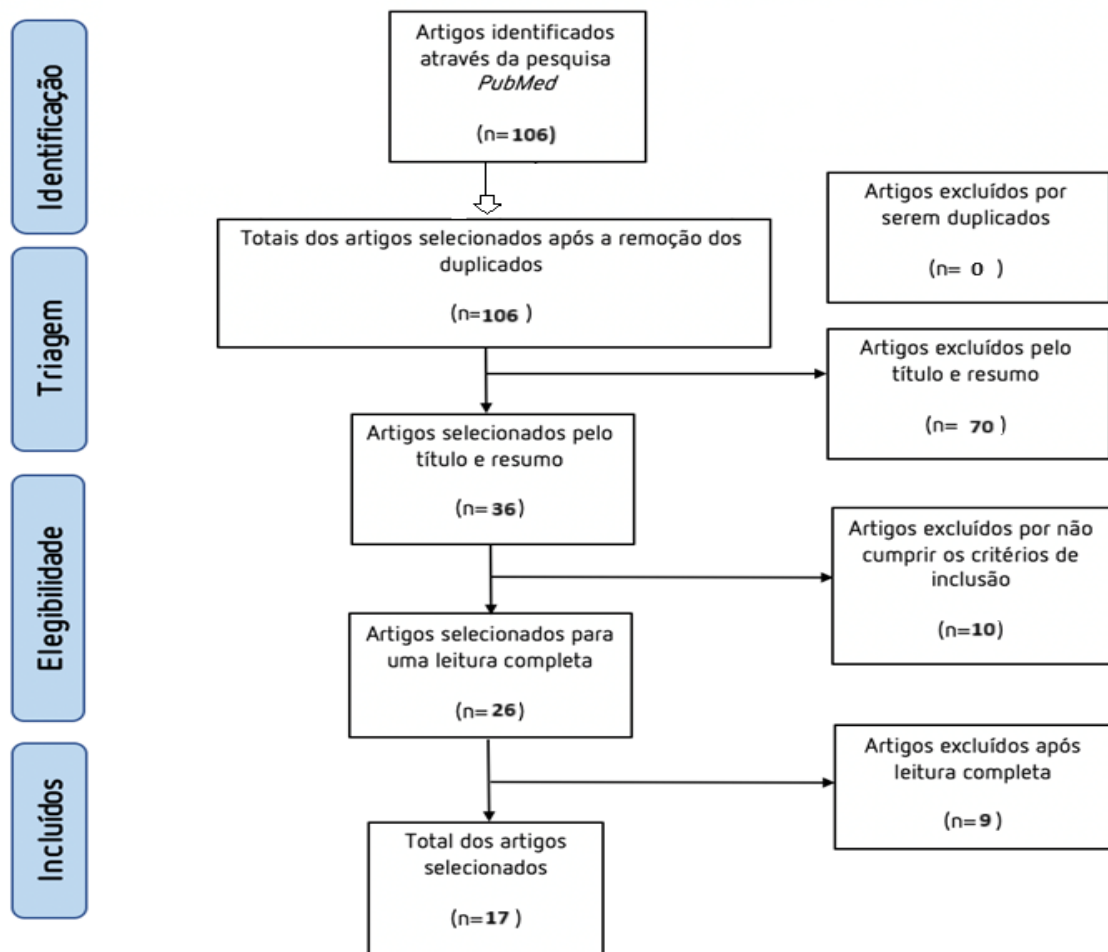


Figura 1. Diagrama de Fluxo PRISMA

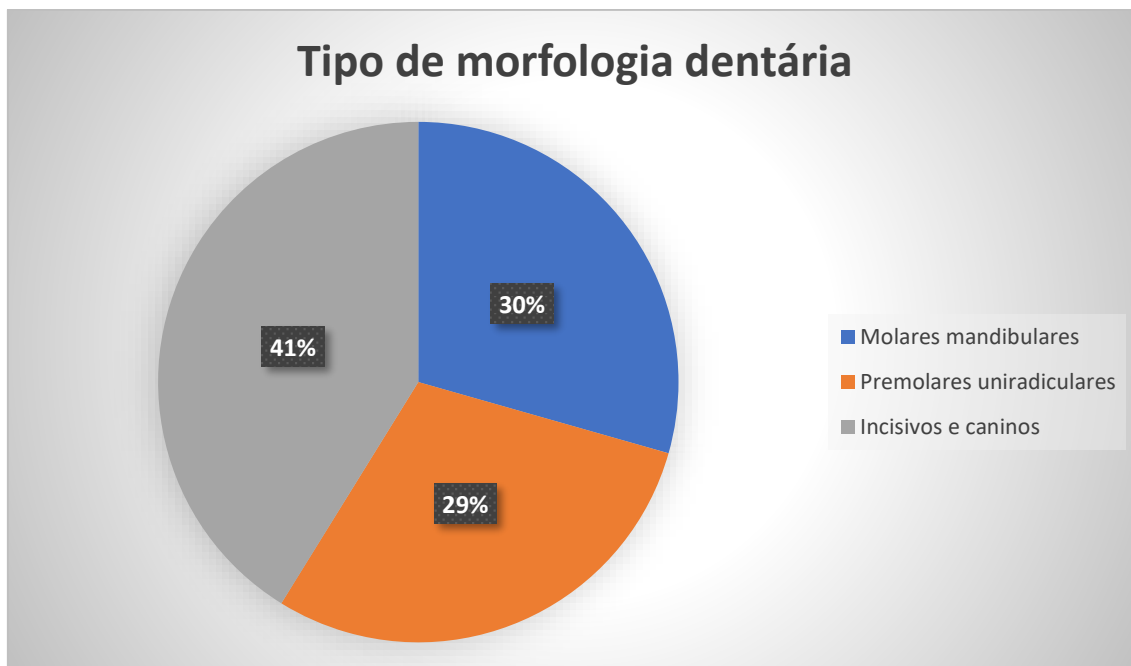


Figura 2: Gráfico do tipo de morfologia dentária utilizada nos estudos.

O gráfico representa a porcentagem de estudos onde as amostras foram molares mandibulares (30%), pré-molares uniradiculares (29%) e incisivos e caninos (41%).

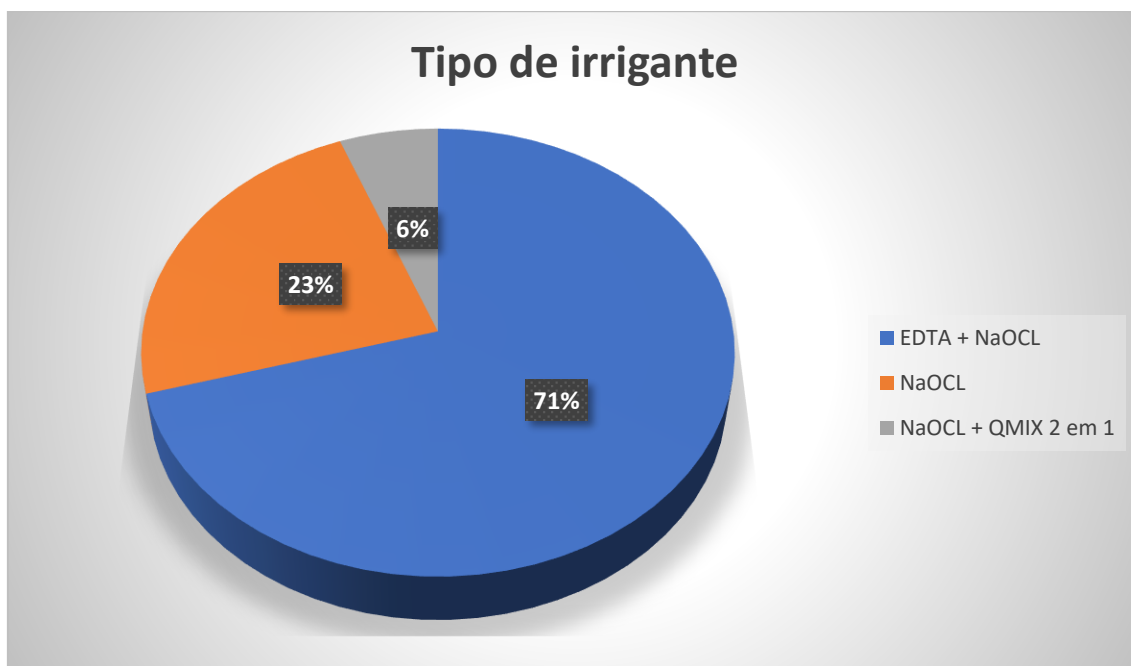


Figura 3: Gráfico do tipo de irrigante utilizado nos estudos.

O gráfico representa o tipo de irrigante ou irrigantes utilizados nos estudos. EDTA + NaOCL (71%), NaOCL (23%), NaOCL + Qmix 2 em 1 (6%).

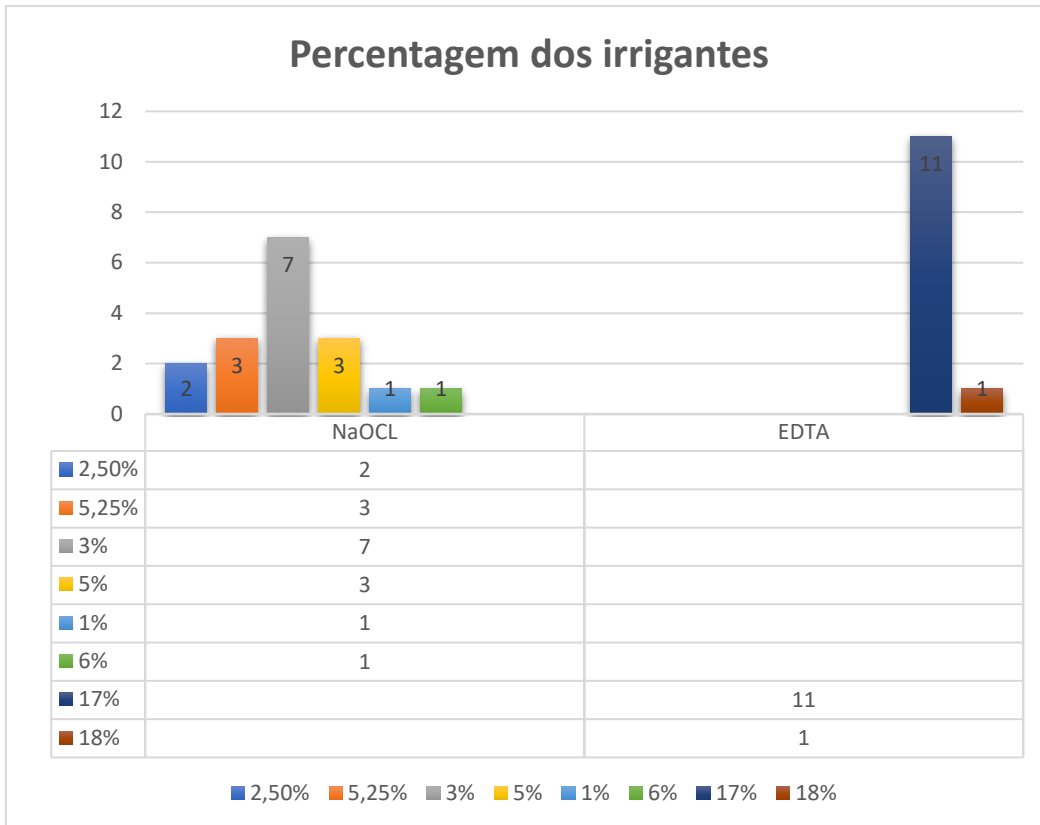


Figura 4: Gráfico da percentagem de irrigante utilizado nos estudos.

O gráfico representa as percentagens que foram utilizadas de irrigante nos estudos. NaOCL ao 2,50% (2 estudos), NaOCL ao 5,25% (3 estudos), NaOCL ao 3% (7 estudos), NaOCL ao 5% (3 estudos), NaOCL ao 1% (1 estudo), NaOCL ao 6% (1 estudo), EDTA ao 17% (11 estudos) e EDTA ao 18% (1 estudo).

Tabela 3. Tabela de dados e resultados.

Autor/ano	Título do estudo	Tipo de estudo	Objetivo	Amostras	Resultados	Conclusão
(I)	Effectiveness of XP-endo Finisher, EndoActivator, and File agitation on debris and smear layer in curved root canals: A comparative study.	Estudo <i>in vitro</i> em dentes humanos.	Avaliar a eficácia do <i>xp-endo finisher</i> e <i>Endoactivator</i> (EA) na remoção de detritos e camada de <i>smear layer</i> em canais radiculares curvos em comparação com diferentes regimes de irrigação.	75 molares mandibulares com raiz mesial curva a mais de 20° foram divididos em 5 grupos. Grupo I: controle positivo. Sem irrigação final e sem ativação adicional do irrigante. Grupo II: Sem ativação. Irrigação final com 5 ml EDTA 17%. Grupo III: com ativação. EDTA ao 17% durante 60segundos. Grupo IV: <i>xp-endo finisher</i> . EDTA 17% com ativação da lima <i>xp-endo finisher</i> a 800 rpm durante 60S Grupo V: EA (25/0,04) a 10.000 ciclos/min por 60segundos. EDTA ao 17% Após irrigação com EDTA, as amostras dos grupos 2,3,4 e 5 foram irrigados	Foi feita uma análise com a MEV para avaliar a quantidade de <i>smear layer</i> remanescente nos canais radiculares. Os grupos IV e V (<i>xp-endo finisher</i> e EA) revelaram significativamente pontuações mais baixas de detritos e camada de <i>smear layer</i> do que os outros grupos na região coronal, média e apical (P/0,05). Não houve diferença significativa entre os grupos Xp-endo Finisher e EndoActivator (grupo IV e V) ao nível de quantidade de detritos e camada de <i>smear layer</i> . Não houve diferenças significativas entre os grupos II e III (sem agitação e com agitação da lima) na remoção de detritos nos três terços do canal radicular. As comparações entre as três porções do canal radicular mostraram pontuações mais	Se pode concluir que a irrigação de canais radiculares curvos usando <i>xp-endo finisher</i> e ativação do irrigante com EA parecem ser mais eficazes na remoção de detritos e <i>smear layer</i> . Nenhum dos métodos de irrigação avaliados removeu totalmente os detritos nem a camada de <i>smear layer</i> . A limpeza do canal foi visivelmente melhor no terço coronal do que no apical. Estudos futuros são necessários.

				por 60 S com 1 ml de NaOCL 2,5% seguido por enxague final com 5ml de solução salina estéril.	altas de detritos e camada de <i>smear layer</i> na região apical do que no terço coronal e na média, exceto no grupo do controle positivo que não houve diferença entre as três regiões.	
(2)	Assessment of <i>smear layer</i> Removal and Penetration Depth of Root Canal Irrigant Using Different Irrigation Activation Systems: A Comparative Study.	Estudo <i>in vitro</i> em dentes humanos	Avaliar a profundidade de penetração do irrigante e a remoção da camada de <i>smear layer</i> do canal radicular usando várias técnicas de ativação do irrigante.	60 pré-molares uniradiculares Grupo I: Irrigação com agulha convencional (IC). Protocolo de irrigação: 5ml de NaOCL 5,25%, 5ml de EDTA 17% e 5ml de NaOCL 5,25%. Grupo II: Ativação do irrigante com o sistema EndoVac (EV). Protocolo de irrigação: Microciclos. 5ml de NaOCL 5,25%, 5 ml de NaOCL 5ml EDTA 17%, 5ml de NaOCL 5,25% foram utilizados no 1º ciclo desta irrigação ativa contínua. 2º ciclo passivo usando a mesma metodologia. Grupo III: Irrigação ultrassônica passiva (PUI). Protocolo de ativação/irrigação: 5ml de NaOCL 5,25% com	Foi feita uma análise MEV das amostras. A camada máxima de <i>smear layer</i> foi removida usando a ativação do irrigante com o sistema EV no terço coronal (1,26 +-0,02), seguido pelo grupo PUI (1,84 +- 0,16) e o grupo de irrigação IC (2,89+-0,21). Diferença altamente significativa encontrada entre os três sistemas de irrigação. No terço médio do canal radicular a camada máxima de remoção do <i>smear layer</i> foi no grupo II, EV (1,18+-0,10), seguido do grupo III PUI (1,72 +-0,09) e no grupo I de IC (2,66+-0,18). No terço apical foi registado maior redução do <i>smear layer</i> no grupo II (1,02+-0,01) seguido do grupo III (1,58+-0,08) e grupo I (2,38+-0,06).	Neste estudo podemos concluir que todos os sistemas de irrigação que foram avaliados foram eficazes na remoção do <i>smear layer</i> . No entanto, o grupo de sistema EV foi mais eficaz em comparação com o PUI e a irrigação IC.

				período de ativação de 1 min e a seguir 5ml de EDTA 17% ativado por 1 minuto e 5ml de NaOCL a 5,25% que foi ativado de forma semelhante por 1 min.		
(3)	Effectiveness of Various Irrigation Activation Protocols and the Self-Adjusting File System on smear layer and Debris Removal.	Estudo <i>in vitro</i> em dentes humanos.	Avaliar a geração da camada de <i>smear layer</i> e detritos residuais após uso da lima autoajustável (SAF) ou instrumentação rotativa e comparar a remoção do <i>smear layer</i> e detritos mediante vários protocolos de ativação do irrigante na irrigação final.	108 dentes incisivos laterais maxilares. Grupo I. lima autoajustável (SAF) + CSI. (n=12). Protocolo de irrigação final sem ativação: NaOCL a 5% durante 4min de instrumentação + 2 ml de água destilada + 10ml de EDTA ao 17% + 10 ml de NaOCL ao 5% durante 1 min. Grupo II. Instrumentação protaper (PI) + CSI. (n=12). Protocolo de irrigação final sem ativação: 16ml de NaOCL a 5%, 2ml de água destilada seguida de agitação. 10ml de EDTA ao 17% durante 1 minuto e 10 ml de NaOCL a 5% por 1 minuto. Grupo III. (PI) + <i>NaviTip</i> (NFX). (n=12). Protocolo	Foi feita uma análise MEV das amostras. O grupo de instrumentação SAF apresentou valores mais baixos do que a instrumentação <i>Protaper</i> em CSI para remoção de detritos e camada de <i>smear layer</i> (P<0,05) o que significa que a técnica de instrumentação rotativa gerou mais camada de <i>smear layer</i> e deixou mais detritos no canal radicular do que a instrumentação SAF. Em comparação com os três terços do canal radicular o grupo SAF tinha menos quantidades de detritos e camada de <i>smear layer</i> na porção apical (P<0,05). No terço médio o grupo SAF gerou menos camada de <i>smear layer</i> do que o grupo de instrumentação rotativa (P<0,05) e não houve diferença significativa entre os	Dentro da limitação do presente estudo, se pode concluir que a ativação da irrigação com as técnicas EA, EV, SAF e PUI resultou em paredes mais limpas do canal radicular em comparação com o sistema CSI e MDI e NFX. A irrigação e instrumentação com o sistema SAF proporcionou um desempenho semelhante ao sistema de ativação do irrigante com sistemas de instrumentação rotatórios.

			<p>de ativação/irrigação final: ativação de 10 ml de EDTA ao 17% durante Imin + 10 ml de NaOCL ao 5% foram ativados utilizado a seringa por Imin.</p> <p>Grupo IV. (PI) + irrigação dinâmica manual (MDI). (n=12). Protocolo de ativação/irrigação final: 10ml de EDTA ao 17% e ativada por uma gutapercha F4 por 1 min. Os canais foram lavados com 10ml de NaOCL e ativado pelo cone de gutapercha por Imin.</p> <p>Grupo V: PI + <i>Canal Brush</i> (CB). (n=12). Protocolo de ativação /irrigação final: 10ml de EDTA ao 17% e ativado durante 1 min + 10ml de NaOCL ao 5% ativado durante Imin.</p> <p>Grupo VI. PI + PUI. (n=12). Protocolo de ativação/ irrigação final: 10 ml de EDTA ao 17% ativados durante 1 min + 10 ml de NaOCL ao 5% foi ativado por 1 min.</p> <p>Grupo VII. PI + EA. (n=12). Protocolo de ativação/ irrigação final: 10</p>	<p>grupos em relação à remoção de detritos. (P>0,05). No terço coronal não houve diferença significativa entre os grupos (P>0,05).</p> <p>Resultados em relação à remoção de detritos: Os sistemas CSI e NFX apresentaram resultados mais elevados do que os outros protocolos de ativação do irrigante (P<0.05), exceto para o grupo CB. Estas técnicas de agitação do irrigante deixaram mais detritos no canal do que as outras técnicas.</p> <p>O grupo MDI, EV, PUI e SAF apresentaram menor quantidade de detritos no terço apical, sem diferença significativa entre eles. Os sistemas CSI e NFX tiveram valores mais altos de detritos, sem diferença significativa entre eles. No terço médio, a irrigação SAF e EV apresentaram valores estatisticamente mais baixos do que NFX. No terço coronal, não houve diferença significativa entre os grupos (P>0,05).</p> <p>Em relação a remoção da camada de <i>smear layer</i> o sistema PUI apresentou valores mais</p>
--	--	--	---	--

				<p>ml de EDTA ao 17% ativados durante 1 min + 10 ml de NaOCL ao 5% foi ativado por 1 min.</p> <p>Grupo VIII. PI + EV. (n=12). Protocolo de ativação /irrigação final: irrigação 30 S com 2,5 ml de NaOCL ao 5%. Três ciclos. 1º ciclo 30 segundos e 2,5ml de NaOCL ao 5% seguido de 30 segundos de imersão. O 2º ciclo de 1 min de 10ml de EDTA ao 17% seguido de 1 min de imersão. 3º ciclo foi de 1min de 5ml de NaOCL ao 5% seguido de 1 min de imersão.</p> <p>Grupo IX. SAF irrigação. (n=12). Protocolo de ativação/irrigação final: a lima SAF foi usada em dois ciclos de 2 min cada ciclo e uma taxa de 5ml por minuto de NaOCL no 1º ciclo e no 2º ciclo EDTA ao 17%.</p> <p>Todos os grupos foram irrigados com 2,5ml de água destilada para remover qualquer remanescente de solução irrigante.</p>	<p>baixos do que os sistemas CSI, NFX, MDI (P<0,05). A irrigação EA e SAF apresentou valores estatisticamente menor que os sistemas CSI e NFX (P<0,05). A comparação entre os três terços do canal radicular não houve diferenças significativas na porção apical (P>0,05). No terço médio, CSI, NFX e o MDI apresentou niveles mais altos, sem diferença significativa entre eles (P>0,05). O grupo EA e os sistemas EV registaram valores mais baixos, seguidos pela irrigação PUI e SAF, sem diferença significativa entre os quatro sistemas (P>0,05). No terço coronal, EA, EV e PUI apresentaram valores estatisticamente mais baixos em comparação com CSI (P<0,05).</p>
--	--	--	--	---	---

(4)	Effect of passive ultrasonic irrigation and manual dynamic irrigation on <i>smear layer</i> removal from root canals in a closed apex <i>in vitro</i> model	Estudo <i>in vitro</i> em humanos.	Comparar o efeito da ativação PUI com a MDI.	<p>45 dentes pré-molares mandibulares uniradiculares.</p> <p>Grupo A (grupo de controlo): 3% de NaOCL(3ml) e EDTA ao 17%(3ml) sem ativação do irrigante.</p> <p>Grupo B: 3% de NaOCL e EDTA ao 17% com ativação ultrassônica. Protocolo final de irrigação: 3ml de EDTA ao 17% e 3ml de NaOCL a 3% foram ativados com ponta ultrassônica. 1,5ml de EDTA a 17% foi ativada durante 30 segundos e outro ciclo com a mesma metodologia + 3ml de NaOCL a 3% de 30segundos.</p> <p>Grupo C: 3% de NaOCL e 17% de EDTA com ativação MDI com cone de gutapercha. Protocolo final de irrigação: 1,5 ml de EDTA 17% com agitação do cone de gutapercha 30 S a uma velocidade de 100vezes por</p>	<p>Foi feita uma análise MEV das amostras.</p> <p>Não houve diferenças significativas entre os três grupos nos terços coronal e médio.</p> <p>Na porção apical, os valores para os grupos B PUI e C MDI foram significativamente menores que os do grupo A (grupo controle) ($P < 0,05$).</p> <p>O grupo MDI foi tão eficaz como o PUI na remoção de camada de <i>smear layer</i>.</p>	<p>Se pode concluir que ambas as técnicas são boas adjuvantes da irrigação para a remoção da camada de <i>smear layer</i>, sendo a ativação dinâmica manual mais simples, segura e económica.</p>
-----	---	------------------------------------	--	---	--	---

				minuto aproximadamente. + 1,5ml de EDTA 17% foi renovado e repetido o ciclo com a mesma metodologia + 3ml de NaOCL a 3% ativado com cone de gutapercha 30segundos.		
(5)	Assessment of <i>smear layer</i> removal protocols in curved root canals	Estudo <i>in vitro</i> em humanos.	O objetivo deste estudo avaliou se o protocolo final de irrigação interfere na redução da camada de <i>smear layer</i> na porção apical em canais curvos.	<p>64 raízes mesiais de molares mandibulares com curvatura aproximada de 30°.</p> <p>Grupo IEDTA: 3ml de NaOCL ao 2,5% sem ativação e 1ml EDTA ao 17% sem ativação.</p> <p>Grupo 5EDTA: 3ml de NaOCL ao 2,5% + 5ml EDTA ao 17% sem ativação.</p> <p>Grupo IEDTA-P: 3ml de NaOCL ao 2,5% sem ativação + 1ml EDTA ao 17% com ativação cone de gutapercha.</p> <p>Grupo 5EDTA-P: 3ml de NaOCL ao 2,5% sem ativação + 5ml EDTA ao</p>	<p>Foi feita uma análise MEV para quantificar o <i>smear layer</i> remanescente.</p> <p>Os resultados na redução da camada de <i>smear layer</i> no terço apical mostraram diferenças estatisticamente significativas no grupo 5EDTA-EA onde houve menos quantidade de camada remanescente de <i>smear layer</i>.</p> <p>As amostras do grupo controle exibiram paredes do canal radicular cobertas completamente com a camada de <i>smear layer</i>.</p>	<p>Dentro das limitações deste estudo, a combinação de 3ml de NaOCL ao 2,5% associados a 5ml de EDTA ao 17% e ativação do irrigante com o sistema EA removeram mais eficazmente a camada de <i>smear layer</i> no terço apical do canal radicular do que os outros protocolos utilizados.</p>

				<p>17% com ativação cone de gutapercha.</p> <p>Grupo 1EDTA-EA: 3ml de NaOCL ao 2,5% sem ativação + 1ml EDTA 17% + ativação EA.</p> <p>Grupo 5EDTA-EA: 3ml de NaOCL ao 2,5% sem ativação + 5ml EDTA ao 17% + ativação EA.</p> <p>Grupo control (n=4). 5ml NaOCL ao 2,5% sem ativação.</p>		
(6)	Comparison of <i>smear layer</i> Removal using the Nd: YAG Laser, ultrasound, Protaper Universal System, and CanalBrush Methods: An <i>In Vitro</i> Study	Estudo <i>in vitro</i> em humanos.	O objetivo deste estudo foi comparar a eficácia do Laser Nd: YAG, ultrassom, Sistema Protaper Universal e o CB na remoção da camada de <i>smear layer</i> no terço apical dos canais radiculares.	<p>50 raízes distais de molares mandibulares.</p> <p>Grupo 1(n=10). Controlo negativo;</p> <p>Protocolo irrigação final: sem irrigação final e sem ativação do irrigante.</p> <p>Grupo 2 (n=10). Protaper universal. Protocolo final de irrigação: 1ml EDTA ao 17% ativação da lima Protaper Universal durante 30segundos.</p> <p>Grupo 3 (n=10). CB. Protocolo final de ativação/irrigação: 1ml</p>	<p>Foi feita uma análise MEV das amostras.</p> <p>O grupo 4 IU teve um desempenho significativamente melhor do que os outros grupos no que diz respeito à remoção da camada de <i>smear layer</i> no terço apical do canal radicular. Um total de 56,6% das amostras não revelou camada de <i>smear layer</i>, enquanto 44,4% apresentaram <i>smear layer</i> moderado. Nenhum caso de esfregaço severo foi observado. No grupo 5 (laser Nd:YAG), 30% das amostras não</p>	<p>Nenhum dos métodos de ativação do irrigante removeu a camada de <i>smear layer</i> na totalidade. No entanto, o método ultrassons teve um resultado significativamente melhor seguido pelo Laser Nd:YAG, o CB e o sistema <i>Protaper Universal</i>. Técnicas de ativação do irrigante são boas alternativas para</p>

				<p>EDTA ao 17% ativação com CB durante 30segundos.</p> <p>Grupo 4 (n=10). (IU). Protocolo final de ativação/irrigação: Iml de EDTA ao 17% a solução foi ativada por ultrassons durante 30segundos.</p> <p>Grupo 5 (n=10). Laser Nd:YAG. Protocolo de ativação/irrigação: Iml EDTA ao 17% ativação do irrigante com Laser Nd:YAG durante 20 segundos em ciclos de 5 segundos.</p> <p>Após ativação do EDTA as amostrar de todos os grupos foram irrigadas por 60 Segundos com Iml de NaOCL ao 1% seguido de irrigação 5ml ao 0,9% de água estéril</p> <p>Após ativação do EDTA as amostrar de todos os grupos foram irrigadas por 60 Segundos com Iml de NaOCL ao 1% seguido de irrigação 5ml ao 0,9% de água estéril.</p>	<p>apresentavam camada de <i>smear layer</i>, 70% revelaram presença de uma camada de <i>smear layer</i> moderada e nenhuma camada de <i>smear layer</i> severa foi observada. O grupo 3 CB, o grupo 2 (<i>Protaper</i> universal) e o grupo I (controle negativo) apresentaram camada de <i>smear layer</i> severa na superfície dos canais radiculares (23,4%, 13,4% e 86,6% respetivamente).</p> <p>Todos os grupos de ativação apresentaram resultados significativamente menores de presença de camada de <i>smear layer</i> no terço apical do canal radicular do que o grupo I. Os grupos 2 e 3 apresentaram resultados semelhantes de camada de <i>smear layer</i> que foram maiores do que os grupos 4 e 5.</p>	<p>melhorar a remoção da camada de <i>smear layer</i>.</p>
--	--	--	--	---	--	--

(7)	Effects of different sonic activation protocols on debridement efficacy in teeth with single-rooted canals.	Estudo <i>in vitro</i> em humanos.	Comparação dos efeitos de diferentes protocolos de ativação sônica do sistema EA para redução da camada de <i>smear layer</i> .	<p>48 dentes uniradiculares maxilares (incisivos ou caninos).</p> <p>Todos os grupos foram irrigados inicialmente por 5% de NaOCL por 60 segundos sem ativação do irrigante seguido de 3ml de água destilada.</p> <p>Grupo (controle Positivo): amostras foram irrigadas com QMix 2 em I por 90 segundos sem ativação sônica.</p> <p>Grupo (controle Negativo): amostras foram irrigadas com soro fisiológico estéril por 90 segundos sem ativação sônica.</p> <p>Grupo IA: amostras foram irrigadas com QMix 2 em I por 15 segundos sem ativação sônica + 15 segundos de irrigação com QMix 2 em I com ativação sônica EA.</p> <p>Grupo IB: amostras foram irrigadas com QMix 2 em I por 30segundos sem ativação sônica + 30</p>	<p>A análise MEV mostra imagens representativas dos três terços radiculares (coronal, médio e apical).</p> <p>Embora o uso de NaOCL + Qmix 2 em I são capazes de dissolver camada de <i>smear layer</i> e detritos se pode observar melhores resultados com ativação do irrigante EA. No grupo IA aparece a superfície de dentina com ligeiros remanescentes de <i>smear layer</i>.</p> <p>A utilização de Qmix 2 em I durante 30segundos com ativação sônica, seguida de um período adicional de 30 segundos de irrigação com o mesmo irrigante resultou em canais mais limpos desprovidos de <i>smear layer</i> e detritos.</p> <p>A utilização de Qmix 2 em I durante 90 segundos resultou na remoção completa da camada de <i>smear layer</i> (grupo controle positivo).</p> <p>O EA como técnica adjuvante de ativação do irrigante resultou em ligeiros aumentos de camada de <i>smear layer</i> e redução de detritos nos quatro grupos experimentais quando o tempo de irrigação de Qmix 2 m I foi</p>	<p>O sistema EA é um prático dispositivo para ativação sônica de irrigantes.</p> <p>O EA produz canais radiculares mais limpos e reduz o tempo necessário de trabalho quando comparado com o uso de irrigação convencional com seringa. Embora não podamos alcançar um canal radicular completamente livre de detritos e camada de <i>smear layer</i> o EA e o Qmix 2 em I parecem maximizar a remoção de camada de <i>smear layer</i> e na eliminação de detritos independentemente da ordem de ativação sônica.</p>
-----	---	------------------------------------	---	---	--	---

				<p>segundos de irrigação com QMix 2 em I com ativação sônica EA.</p> <p>Grupo 2A: irrigação com QMix 2 em I por 15 segundos com ativação sônica EA. Isto foi seguido por + 15 segundos de QMix 2 em I sem ativação sônica.</p> <p>Grupo 2B: irrigação com QMix 2 em I por 30 segundos com ativação sônica EA + 30 segundos de QMix 2 em I sem ativação sônica.</p>	<p>reduzido de 90 segundos para 60 segundos no grupo IB, grupo 2B, e até 30 segundos no grupo IA e grupo 2 A.</p> <p>Nenhum dos grupos foi capaz de produzir canais perfeitamente limpos e desprovidos de <i>smear layer</i> e detritos nas três porções do canal radicular.</p> <p>Foram detetadas diferenças significativas entre os 5 grupos. Os grupos IB e 2B apresentaram melhor limpeza geral e não foram significativamente diferentes entre si.</p> <p>Os terços radiculares destes grupos foram mais limpos que os do grupo 2 A, que, por sua vez, foram significativamente mais limpos do que os grupo I A.</p> <p>O grupo controle demonstrou a pior limpeza e foram significativamente diferentes de todos os outros grupos.</p>	
--	--	--	--	--	---	--

(8)	Comparison of Easydo Activator, ultrasonic and needle irrigation techniques on sealer penetration and smear layer removal <i>in vitro</i>	Estudo <i>in vitro</i> em dentes humanos.	Avaliar a penetrabilidade dos sealers endodônticos e a redução da camada de smear layer usando três métodos de irrigação e ativação do irrigante.	<p>42 dentes pré-molares uniradiculares.</p> <p>Grupo I (14 amostras): IC. Protocolo final de irrigação: Fluxo contínuo de NaOCL 3%. 1,5ml durante 45segundos + 2 ml de água destilada.</p> <p>Grupo II (14 amostras): PUI. Protocolo final de irrigação: Técnica de descarga intermitente para todo o processo de irrigação com um volume total de 1,5ml de NaOCL A 3% durante três ciclos de 15 segundos cada ciclo. Na técnica de irrigação intermitente, o irrigante é injetado no canal radicular e reabastecido após cada ciclo de ativação ultrassônica várias vezes.</p> <p>Grupo III (14 amostras): Easydo activator. Protocolo final de irrigação: Ponta 25/0,04 foi colocado 1 mm abaixo do comprimento de trabalho (WL) a uma frequência de 3kHz. 1,5ml de NaOCL 3% por 45segundos.</p>	<p>Foi feita uma análise MEV. Área de penetração média do sealer: As áreas de penetração do sealer a 5mm do ápice foram maiores nos grupos NI e PUI do que a 1 mm do ápice (P <0,05). Não foi observada diferença significativa no grupo Easydo activator. Easydo activator e PUI aumentaram a área de penetração do sealer mais do que o NI no nível de 5mm (P <0,05). A ativação com o instrumento Easydo activator promoveu maior área de penetração do sealer ao 1mm do ápice em comparação com os outros grupos (P < 0,05). Profundidade máxima de penetração: A profundidade de penetração do sealer foi maior aos 5mm do ápice do que ao 1 mm em cada grupo (P <0,05). Houve diferenças significativas na profundidade de penetração do sealer entre os diferentes grupos. O grupo Easydo activator (1,327 +- 0,303mm a 5mm, 0,726 +- 0,163 mm a 1mm) foi melhor que o grupo PUI (1,024 +- 0,108 mm a 5mm, 0,391 +- 0,073 mm a 1</p>	O sistema de ativação do irrigante Easydo activator mostrou ser uma boa opção para irrigar de forma eficiente e rápida os canais radiculares. No entanto, mais pesquisas são necessárias para fornecer uma compreensão mais detalhada da eficiência de limpeza do Easydo activator na região apical do canal radicular.
-----	---	---	---	---	---	---

				<p>9 amostras de cada grupo foram obturadas com AH plus misturada com corante fluorescente para estudo da penetrabilidade do <i>sealer</i> com o Microscópio confocal Laser de Barrido (CLSM) e 5 amostras foram analisadas pelo Microscópio eletrônico de Varredura (MEV) para avaliar o efeito do protocolo final de irrigação na remoção de detritos e camada de <i>smear layer</i> nas paredes do canal radicular.</p>	<p>mm), e o grupo PUI foi melhor que o grupo NI ($P < 0,05$). Percentagem de penetração do <i>Sealer</i>: A diferença na percentagem de penetração entre 5mm e 1 mm do ápice não foi estatisticamente significativa no grupo <i>Easydo activator</i> ($48,51 \pm 11,45\%$ a 5mm, $45,94 \pm 12,37\%$ a 1mm; $P > 0,05$), enquanto no grupo NI e o grupo PUI apresentaram maior percentagem de penetração do <i>sealer</i> no nível de 5mm ($10,75 \pm 2,42\%$ no NI, $32,14 \pm 4,70\%$ na PUI) do que no nível de 1 mm ($7,64 \pm 0,63\%$ no NI, $14,57 \pm 2,33\%$ na PUI; $P < 0,05$). Foram encontradas grandes diferenças na percentagem de penetração do <i>sealer</i> entre os grupos que utilizaram diferentes métodos de ativação do irrigante ($P < 0,05$). A percentagem de infiltração do <i>sealer</i> foi significativamente aumentada pelo <i>Easydo activator</i> em comparação com PUI e NI ($P < 0,05$). <i>Scanning Electron Microscopy Analysis</i> (SEM): O grupo <i>Easydo activator</i> apresentou</p>
--	--	--	--	--	---

					menor camada de <i>smear layer</i> e detritos cobrindo a superfície dos túbulos dentinários do que o grupo PUI. O PUI apresentou menor camada de <i>smear layer</i> e detritos cobrindo a superfície dos túbulos dentinários do que o NI. Os resultados dos escores da camada de <i>smear layer</i> avaliados mostram que o grupo <i>Easydo activator</i> (1.100±0,316) foi inferior ao grupo PUI (2.500±0,527); P<0,05), e o escore da camada de <i>smear layer</i> do grupo PUI foi inferior ao do grupo NI (3,700±0,483; P<0,05).	
(9)	Comparison of Three Final Irrigation Activation Techniques: Effects on Canal Cleanness, <i>smear layer</i> Removal, and Dentinal Tubule Penetration of Two Root Canal Sealers.	Estudo <i>in vitro</i> em humanos.	Comparar três técnicas finais de ativação do irrigante em relação à eficácia na redução de detritos, camada de <i>smear layer</i> e na penetração de dois <i>sealers</i> nos túbulos dentinários.	142 dentes uniradiculares (incisivos centrais maxilares e caninos mandibulares). Grupo I (controle) (n=13). Tipo de análise: Avaliação SEM Protocolo final de irrigação: Os canais radiculares foram irrigados com 15ml de água destilada por 90seg. Grupo 2. CSI (n=43). Avaliação SEM (n=13)	Análise MEV das amostras. Remoção de detritos e camada de <i>smear layer</i> : No terço médio do canal radicular o PIPS removeu detritos de forma mais eficaz do que o CSI (p<0,01). Não houve diferença significativa entre EV e PIPS (p>0,05). Nos terços coronal e apical não houve diferença significativa em relação a remoção de detritos entre os três métodos (CSI, EV e PIPS).	EV, PIPS e CSI foram semelhantes na eficácia da remoção de camada de <i>smear layer</i> e penetração nos túbulos dentinários. O <i>sealer</i> TotalFill BC alcançou uma penetração tubular superior em comparação com o AH Plus.

				<p>Grupo 2A (n=15). CLSM analysis.</p> <p>CSI + AH Plus.</p> <p>Grupo 2T (n=15). CLSM analysis.</p> <p>CSI + TotalFill BC.</p> <p>Protocolo final de irrigação: 5 ml de NaOCL a 5% seguido de 5ml de EDTA ao 17% durante 30 Seg. cada irrigante.</p> <p>Grupo 3. EV. (n=43).</p> <p>Avaliação SEM (n=13).</p> <p>Grupo 3A (n=15). CLMS analysis EV+ AHPlus</p> <p>Grupo 3T (n=15). CLSM analysis.</p> <p>EV+ TotalFill BC.</p> <p>Protocolo final de irrigação/ativação: 1º ciclo: 5ml de NaOCL ao 5% e 2º ciclo: 5ml de EDTA ao 17%.</p> <p>Grupo 4: <i>Photon-induced photoacoustic Streaming</i> (PIPS). (n=43).</p>	<p>Não houve diferenças significativas entre as três técnicas em relação à remoção da camada de esfregaço (nos três terços radiculares).</p> <p>Todos os grupos experimentais, exceto CSI, apresentaram melhor remoção de camada de <i>smear layer</i> e detritos do que o grupo controlo a todos os níveis do canal radicular.</p> <p>Não houve diferenças significativas entre os grupos CSI e controle quanto à remoção de detritos nos terços médio e apical.</p> <p>CSI, EV e PIPS removeram mais detritos nos terços coronal e médio do que no apical.</p> <p>CSI e EV removeram detritos de forma mais eficaz e CSI, EV e PIPS removeram a camada de <i>smear layer</i> de forma mais eficaz no terço coronal em comparação com o terço médio. O grupo PIPS apresentou um escore médio de detritos significativamente menor no terço médio do que no terço coronal.</p> <p>No grupo controle, não houve diferenças significativas quanto à remoção de detritos ou</p>	
--	--	--	--	---	--	--

				<p>Avaliação SEM (n=13).</p> <p>Grupo 4A (n=15) CLMS analysis PIPS + Ah Plus.</p> <p>Grupo 4T (n=15). CLSM analysis PIPS + TotalFill BC.</p> <p>Protocolo final de irrigação/ativação: 0,5ml de NaOCL a 5% por 30seg + 0,5ml de EDTA ao 17% e ativado durante 30seg. O tempo total de ativação do EDTA foi de 60 seg e a irrigação resultou em 5ml de volume total de irrigante para NaOCL e 5ml de volume total de EDTA.</p>	<p>camada de <i>smear layer</i> nos três terços do canal radicular.</p> <p>Entre os grupos em que foi utilizado AH Plus, houve um aumento significativo entre CSI+ AHPlus e PIPS+ AhPlus em relação à profundidade máxima de penetração do Sealer a 2mm. Não houve diferenças significativas em 2mm, 5mm e 8mm.</p> <p>Entre os grupos nos que o TotalFill Bc foi utilizado não houve diferenças na profundidade máxima de penetração do <i>sealer</i> a qualquer um dos níveis.</p> <p>TotalFill BC apresentou uma profundidade máxima de penetração significativamente maior do que o AH Plus para CSI a 2mm, no entanto, não foram observadas diferenças significativas para o EV ou PIPS. Além disso, não foram observadas diferenças significativas entre AH Plus e TotalFill Bc a 5 e 8mm.</p> <p>Porcentagem de penetração do <i>sealer</i>. O <i>TotalFill BC</i> tinha maior porcentagem de penetração do que AH Plus e CSI e EV a 2mm e em PIPS a 5</p>	
--	--	--	--	---	---	--

					mm. Não foram observadas outras diferenças significativas entre os <i>sealers</i> a 2,5 e 8mm. Para cada grupo experimental, a profundidade máxima e a maior percentagem total de penetração do <i>sealer</i> foi observada a 8mm, seguidos de 5mm e 2mm.	
(10)	Efficacy of four different irrigation techniques combined with 60°C 3% sodium hypochlorite and 17% EDTA in <i>smear layer</i> removal.	Estudo <i>in vitro</i> em humanos.	O objetivo deste estudo foi comparar a eficácia na remoção da camada de <i>smear layer</i> de quatro técnicas de ativação do irrigante combinadas com 60° 3% NaOCL e EDTA a 17%.	50 dentes uniradiculares maxilares. Grupo de agulha com ventilação lateral (n=10). Protocolo de irrigação: 1ml a 60° 3% NaOCL durante 1 minuto após cada instrumentação. 5ml de água destilada seguida de 1 ml de EDTA ao 17%. Os canais foram lavados com 5ml de água destilada. Grupo IU (n=10). Protocolo de irrigação /ativação: 1ml 60°C 3% NaOCL por 1 minuto a cada instrumentação + 1ml de EDTA ao 17% ativado com o dispositivo ultrassónico. Finalmente os canais foram lavados com 5ml de água destilada.	Foi feita uma análise MEV das amostras. Houve diferenças estatisticamente significativas entre os cinco grupos. O NFX, o EA e o grupo controlo apresentou escores mais baixos que o grupo de IU. O grupo IU e agulha lateral tiveram eficácia semelhante. Em relação às comparações dos terços de canal radicular, foram observadas diferenças significativas entre os terços coronal, médio e apical. A eficácia foi maior no terço coronal seguido pelo terço médio e terço apical em todos os grupos. A análise estatística da eficácia dos diferentes protocolos de ativação do irrigante em cada terço do canal radicular revelou que a técnica EA foi mais eficaz que a IU no terço coronal, mas não foram observadas outras diferenças	Mesmo sem qualquer protocolo de ativação do irrigante, a combinação a 60° de NaOCL ao 3% usado como irrigante durante o preparo do canal radicular e 17% de EDTA como irrigante final foi eficaz e mostrou uma eficácia semelhante na redução do <i>smear layer</i> em relação as técnicas NFX e EA. As três técnicas foram mais eficazes do que a IU. Independentemente do tipo de técnica de irrigação e de ativação do irrigante não foi possível a remoção completa da camada de <i>smear layer</i> , particularmente no terço apical do canal radicular.

				<p>Grupo NFX (n=10). Protocolo de irrigação: Mesmo procedimento que o grupo de agulha com ventilação lateral, mas substituindo a agulha pela ponta NFX.</p> <p>Grupo EA (n=10). Protocolo de irrigação/ativação: O procedimento foi o mesmo que para o grupo UI.</p> <p>Grupo controlo (sem agitação). (n=10). Usando agulha de ventilação lateral colocada no orifício do canal radicular, os irrigantes (NaOCL e EDTA). Os irrigantes estiveram no canal radicular durante 1 minuto.</p>	estatisticamente significativas. Todas as técnicas parecem ter eficácia semelhante nos terços médio e apical.	
(II)	Efficacy of <i>smear layer</i> Removal at the Apical One-Third of the Root Using Different Protocols of Erbium-Doped Yttrium	Estudo <i>in vitro</i> em humanos	O objetivo deste estudo foi comparar a eficiência da ativação do irrigante por Laser (LAI) na remoção da camada de <i>smear layer</i> no terço apical do canal radicular.	65 dentes uniradiculares com canais retos. Todos os grupos tiveram uma irrigação prévia sem ativação de 3ml de NaOCL ao 3% e 3ml de EDTA ao 17% alternadamente. Posteriormente, cada canal	Os valores médios da camada de <i>smear layer</i> , contagem dos túbulos dentinários expostos e contagem de detritos para os diferentes grupos foi calculada por meio de imagens MEV e comparada. A técnica que mais eficácia obteve na remoção do <i>smear layer</i> foi a do grupo controle	LAI para remoção de detritos e camada de <i>smear layer</i> no terço apical do canal radicular é inferior à técnica ultrassônica atual. No entanto, ao usar o Er: YAG LAI, se recomenda usar um design de ponta plana por 10 Segundos

	<p>Aluminium Garnet (Er: YAG) Laser.</p>			<p>radicular foi irrigado com 10ml de água destilada.</p> <p>Protocolo de ativação/irrigação para todos os grupos do Laser foi: 5ml de EDTA ao 17%. O EDTA em todos os grupos do laser foi ativado com diferentes pontas.</p> <p>Grupo 1(LAI): ponta do laser Preciso/ flat ativada durante 10 segundos.</p> <p>Grupo 2(LAI): ponta do laser cônico Xplus durante 10segundos.</p> <p>Grupo 3 (LAI): ponta laser Preciso/flat durante 20segundos.</p> <p>Grupo 4 (LAI): ponta do laser cônico Xplus durante 20segundos.</p> <p>Grupo controle sem Laser (com ultrassom): A ativação do EDTA foi usando uma ponta ultrassônica por 60segundos (3 ciclos de 20segundos).</p>	<p>(Ultrassons), seguido pelo grupo 3, 2, 1 e 4 respetivamente.</p> <p>Túbulos dentinários expostos: os resultados mostraram que não houve diferenças significativas em todos os grupos comparados em relação ao grupo controle. Dentro dos grupos do (LAI), a contagem de túbulos dentinários expostos foi maior no grupo da ponta plana em comparação com a ponta cônica por 20s.</p> <p>O oposto foi observado quando o tempo de ativação do LAI foi reduzido a 10segundos.</p> <p>Contagem de detritos: os resultados mostraram que não houve diferenças significativas na quantidade de detritos quando comparados com o grupo controle, exceto para o laser do grupo 4 que apresentou maior quantidade de detritos.</p>	<p>por dois ciclos para garantir um ótimo desbridamento da superfície da dentina apical.</p>
--	--	--	--	---	---	--

(12)	Cleaning effectiveness of a nickel-titanium ultrasonic tip in ultrasonically activated irrigation: a SEM study	Estudo <i>in vitro</i> em dentes humanos.	Avaliar a capacidade de limpeza do instrumento Niti (ponta ultrassónica) com ativação do irrigante – (IAU) mediante métodos como (PUI) ou irrigação ultrassónica contínua (CUI) em comparação com a irrigação convencional.	45 dente pré-molares mandibulares de uniradiculares. Grupo controlo: Irrigação convencional (IC); Irrigação com 5ml de NaOCL ao 3% utilizando irrigação por pressão positiva. O canal foi irrigado com 5ml de EDDTA ao 18% para 3 minutos, sem agitação + 5ml de NaOCL ao 3%. Grupo (PUI): irrigação 1ml de NaOCL ao 3%. Ativação da ponta ultrassónica com NaOCL(durante três ciclos de 20 segundos cada ciclo e 2ml de irrigante renovado a cada ciclo) + ativação de 1ml de EDTA ao 18% 2ml. Irrigação final com 5ml de NaOCL a 3%. Grupo (CUI): irrigação 5ml durante 30segundos de ativação de NaOCL ao 3%. 5ml durante 30segundos de EDTA ao 18% + outra ativação por 30segundos. 5ml de NaOCL ao 3% durante 30segundos.	Na análise MEV, a remoção da camada de <i>smear layer</i> foi avaliada. Todos os grupos na região coronal do canal radicular apresentaram pontuação baixa em relação a presença de <i>smear layer</i> e em comparação ao terço médio e apical. O grupo controle apresentou o valor mais elevado para o terço médio de canal radicular e no terço apical. O grupo PUI apresentou valores inferiores ao grupo controle na presença de camada de <i>smear layer</i> mas não houve diferenças estatisticamente significativas. O grupo CUI apresentou os valores mais baixos de camada de <i>smear layer</i> nos três terços do canal radicular com diferença estatística tanto no grupo controle como no grupo IUP.	Apesar das limitações deste estudo, a nova ponta ultra-sónica Niti parece melhorar a camada de <i>smear layer</i> , promovendo uma ótima limpeza, melhor do que a irrigação convencional. Além disso, o protocolo CUI mostrou melhores resultados do que o PUI. São necessários mais estudos para analisar o comportamento desta ponta ultrassónica Niti no que diz respeito à remoção da dentina, a sua eficácia em istmos, canais laterais ou curvos.
------	--	---	---	---	---	---

				No final do procedimento todos os canais foram irrigados com 5ml de água destilada para remoção de resíduos.		
(13)	Comparative Evaluation of Canal Isthmus Debridement Efficacy of Modified EndoVac Technique with Different Irrigation Systems.	Estudo <i>in vitro</i> em humanos.	O objetivo do estudo foi avaliar a eficácia do desbridamento do istmo de um método de irrigação EndoVac (modificado) em comparação com o EndoVac, método (PUI) e (IC).	64 dentes mandibulares com istmos. Grupo 1 (n=16): irrigação convencional com agulha (Max-I-Probe). (SNI). Protocolo de irrigação final: 4ml de NaOCL ao 5,25% + 4ml de EDTA ao 17% + 4ml de 5,25% de NaOCL. Grupo 2 (n=16) (EVI). Protocolo de irrigação final: 3 ciclos de microirrigação. O 1º e o 3º ciclo foi realizado com 4ml NaOCL a 5,25%, o 2º ciclo 4ml de EDTA ao 17%. Grupo 3 (n=16) EndoVac modificado (M-EVI). Protocolo de irrigação final: o irrigante foi entregue com a seringa Max-I-Probe e simultaneamente evacuado com a macrocânula. Este procedimento foi repetido alternadamente nas duas raízes de cada amostra. Um total de 8ml de NaOCL ao 5,25% e 4 ml de EDTA ao	Os resultados revelaram uma diferença estatisticamente significativa na percentagem de redução de detritos após a irrigação e instrumentação e após o protocolo final de irrigação entre todos os grupos. O protocolo final de irrigação produziu istmos significativamente mais limpos em todos os grupos. O Grupo (M-EVI) teve um desempenho significativamente melhor do que os outros grupos. Os grupos (EVI) e (PUI) tiveram melhor desempenho do que o grupo (SNI). Não houve diferenças estatisticamente significativas entre (EVI) e o grupo (PUI).	Os valores de detritos nos istmos foram menores no grupo de irrigação (M-EVI) quando comparada com a quantidade de detritos observada nos outros sistemas de irrigação.

				<p>17% foram entregues no canal.</p> <p>Grupo 4 (n=16) PUI. Protocolo de irrigação final: 3 ciclos (2 ciclos de NaOCL + 1 ciclo de EDTA) de 30 segundos cada ciclo com 2ml de irrigante por ciclo. Um total de 8ml de NaOCL ao 5,25% e 4ml de solução EDTA ao 17%.</p> <p>O volume de irrigante foi padronizado para todos os grupos. 24ml por canal; foram administrados 12ml durante a instrumentação e irrigação e 12ml durante a irrigação final.</p>		
(14)	A comparative study of the debridement efficacy and apical extrusion of dynamic and passive root canal irrigation systems	Estudo <i>in vitro</i> em humanos.	Este estudo teve como objetivo avaliar a efetividade do sistema de irrigação EndoVac em relação à remoção de detritos e o controle da extrusão apical do irrigante.	<p>50 dentes uniradiculares.</p> <p>Grupo I (n=15). A irrigação foi realizada utilizando o sistema EV. Protocolo de irrigação: 1ml de NaOCL ao 5,25% após a utilização de cada lima + 1ml de NaOCL ao 5,25% após cada lima utilizada. No final da instrumentação + 30 segundos de NaOCL ao 5,25%. 3 ciclos de 1ml de</p>	<p>A irrigação EV apresentou menor quantidade de extrusão do irrigante, seguida pelo método de ventilação lateral e ventilação direta. A diferença foi estatisticamente significativa. Grupo I(0,09+-0,03), grupo 2 (0,31+-0,13) e grupo 3 (0,20+-0,09).</p> <p>Em relação aos resultados da limpeza e quantidade de detritos remanescentes, o grupo EV tinha um mínimo de detritos no</p>	<p>Dentro das limitações do estudo, o sistema de irrigação EV extrudiu significativamente menos solução irrigante do que qualquer irrigação convencional por agulha. A coleta de detritos foi menor no terço apical para o sistema EV. Não houve diferenças significativas na eficácia de remoção de detritos</p>

				<p>NaOCL em cada ciclo (6segundos cada ciclo).</p> <p>Grupo 2 (n=15). A irrigação foi realizada utilizando uma agulha de irrigação ventilada. Protocolo de irrigação: 12 ml de NaOCL no total (30segundos para cada 1ml de NaOCL ao 5,25%).</p> <p>Grupo 3 (n=15). A irrigação foi realizada utilizando uma agulha de saída lateral. Protocolo de irrigação: 12ml de NaOCL no total (30 segundos para cada 1ml de NaOCL ao 5,25%).</p> <p>Grupo controle (n=5). As amostram receberam instrumentação sem irrigação servindo para avaliar a eficácia da limpeza</p>	<p>terço apical seguidos do terço coronal e terço médio. O sistema de irrigação com agulha de saída frontal também apresentou menor número de detritos no terço apical (28,23%), seguido pelo terço médio (34,01%), e no terço coronal (38,47%). Para a irrigação com agulha de saída lateral os valores foram para o terço coronal (20,45%), seguido do terço médio (23,35%) e terço apical (32,79%).</p>	<p>entre os três sistemas de irrigação.</p>
(15)	Scanning Electron Microscopic Analysis to compare the cleaning Efficiency of three different	Estudo <i>in vitro</i> em humanos.	O objetivo do estudo foi compara eficácia do sistema (EV), (UI) e (IC) para remoção de detritos das paredes do canal radicular, usando o método MEV para avaliar resultados nos	30 prémolares mandibulares. Grupo I (n=10). EV. No final de cada lima de instrumentação foi usada a microcânula para a porção coronal do canal e esta foi	O grupo EndoVac mostrou diferenças estatisticamente significativas quando comparado com o grupo 2 IC mas não foi encontradas diferenças significativas entre o grupo I EV e o grupo 3 UI em	Dentro das limitações deste estudo podemos concluir que houve diferença significativa entre as técnicas de irrigação convencionais e o sistema EV e IU. Houve diferença

	<p>irrigation systems at different root canal levels: An <i>In Vitro</i> Study.</p>		<p>três terços do canal radicular (coronal, médio e apical).</p>	<p>substituída por uma microcânula que foi utilizada para irrigação da porção apical do canal.</p> <p>Grupo 2 (n=10). IC. Após cada lima de instrumentação o canal foi irrigado com 1 ml de NaOCL ao 3%.</p> <p>Grupo 3 (n=10). (UI). Foi utilizada uma irrigação ultrassónica passiva PUI. 1ml de NaOCL ao 3% durante 20 Segundos.</p>	<p>relação a quantidade de detritos no canal radicular.</p> <p>O grupo 3 IU teve os melhores resultados ao nível de redução de detritos nas três porções do canal radicular (coronal, média e apical).</p> <p>Os três grupos mostraram mais limpeza no nível coronal do que no apical.</p>	<p>significativa entre a técnica convencional IC e o grupo de IU. A IU teve paredes mais limpas do canal radicular, mas estatisticamente sem diferenças em relação ao grupo EV. Os terços cervicais foram mais limpos de detritos que os terços apicais em todos os grupos. A aplicação de sistemas de ativação do irrigante como IU e sistemas de irrigação EV podem ser usados de forma eficaz para irrigação dos canais radiculares. Isto ajudará na desinfeção adequada e desbridamento dos canais, o que ajudará a prevenir as reinfecções endodónticas.</p>
--	---	--	--	---	--	---

(16)	Scanning Electron Microscopy Comparison of the cleaning Efficacy of a Root Canal System by Nd:YAG Laser and Rotary Instruments.	Estudo <i>in vitro</i> em humanos	Avaliar a eficácia de desinfecção do canal radicular pelo sistema laser: Nd: YAG e instrumentos rotatórios	<p>60 dentes uniradiculares.</p> <p>Grupo I (n=15). Técnica Step-Back. <u>Protocolo de instrumentação e irrigação:</u> Limas manuais K-fíles + 3ml de NaOCL ao 3% entre cada lima.</p> <p>Grupo II (n=15). Laser Nd:YAG + step back. <u>Protocolo de instrumentação e irrigação:</u> Instrumentos manuais K-file + irrigação 3% de NaOCL.</p> <p>Grupo III (n=15) Rotatório. <u>Protocolo de instrumentação e irrigação:</u> limas rotatórias Niti + NaOCL a 3%.</p> <p>Grupo IV (n=15). Rotatório + Laser Nd:YAG. <u>Protocolo de instrumentação e irrigação:</u> instrumentos rotatórios Niti + Laser e 3% de NaOCL.</p>	<p>Os resultados mostraram diferenças estatisticamente significativa de camada de <i>smear layer</i> entre os diferentes grupos de estudo (p=0,034). Os resultados mostraram valores mais altos de camada de <i>smear layer</i> no grupo de Step-Back e valores menores no grupo de instrumentação rotatória + Laser. (p<0,001).</p> <p>Não houve diferenças significativas nos valores de camada de <i>smear layer</i> nos terços apicais entre os quatro grupos (p=0,08); no entanto, os valores médios de presença de <i>smear layer</i> exibiram diferenças significativas nos terços médios (p=0,02). No terço coronal, houve diferenças significativas nos valores médios de camada de <i>smear layer</i> entre os quatro grupos de estudo (P<0,001). A diferença entre os valores médios de presença de camada de <i>smear layer</i> entre os grupos Step back e Laser não foram significativos (p=0,09).</p>	Neste estudo podemos concluir que as técnicas rotatórias, laser e a técnica rotatória + Laser foi melhor do que a técnica step-back na remoção de camada de <i>smear layer</i> . O método combinado (Rotatório + Laser) foi o método mais eficaz.
------	---	-----------------------------------	--	--	--	---

(17)	Elimination of intracanal Tissue and Debris through a Novel-Laser-activated system Assessed Using High-resolution Micro-computed Tomography: a Pilot Study.	Estudo <i>in vitro</i> em humanos.	O objetivo deste estudo foi avaliar a eficácia do sistema de ativação do irrigante por Laser PIPS em comparação com o sistema tradicional de irrigação SNI na presença de istmos.	<p>16 molares mandibulares.</p> <p>Protocolo de irrigação durante a instrumentação para todos os grupos: 10 ml de NaOCL ao 6% (1ml do irrigante após cada uso de lima de instrumentação). Grupo 1 (n=7). Irrigação por agulha convencional (SNI). Protocolo final de irrigação: irrigação com agulha Luer-Lok de saída lateral e 4ml de EDTA ao 17% durante um período de 60 segundos. Isto foi seguido de irrigação de 10ml de NaOCL ao 6% administrado durante 30segundos.</p> <p>Grupo 2 (n=7). Irrigação ativada por laser (PIPS). Protocolo final de ativação do irrigante: Três ciclos de 30segundos de NaOCL de fluxo contínuo. Um ciclo de 30 segundos de água. Um ciclo de 30segundos de EDTA ao 17%. Três ciclos de 30 segundos de água. O volume total de NaOCL ao 6% foi de 10ml e 4ml de EDTA ao 17%.</p>	A remoção de detritos e aumento do volume do canal radicular para o grupo PIPS ativado por Laser foi mais significativa do que para o grupo SNI. A irrigação com PIPS aumentou o volume do canal radicular e eliminou mais detritos que o grupo SNI.	Dentro das limitações do presente estudo, a irrigação ativada por laser PIPS foi capaz de eliminar significativamente melhor os detritos do que o SNI.
------	---	------------------------------------	---	--	--	--

				Grupo controlo (n=2). As amostras do grupo controlo foram instrumentadas e irrigadas com NaOCL ao 6%, mas sem qualquer pós-preparação ou irrigação com SNI ou PIPS.		
--	--	--	--	---	--	--

5. DISCUSSÃO

O objetivo do tratamento endodôntico é a eliminação dos microrganismos e evitar a reinfeção. Para isso, os canais radiculares são limpos antes da obturação do canal radicular através de instrumentação mecânica acompanhada de irrigantes e medicamentos intracanales. Nos casos de canais radiculares infetados, os detritos remanescentes e a camada de *smear layer* abrigam microrganismos e seus subprodutos^(1,2).

A remoção da camada de *smear layer* das paredes do canal radicular durante a instrumentação permite que os irrigantes endodônticos e os materiais de obturação entrem nos túbulos dentinários^(6,8,9).

Estudos relataram que os métodos atualmente utilizados de preparação e irrigação do canal não desbridam eficazmente todo o sistema de canais radiculares. Por estas razões, foram desenvolvidos muitos dispositivos e técnicas para ultrapassar esta fraqueza na limpeza do canal radicular^(1,6,10).

Embora haja controvérsia sobre a remoção ou preservação desta camada, a própria *smear layer* pode ser infecciosa e pode proteger as bactérias dentro dos túbulos dentinários. Também impede a penetração de medicamentos e *sealers* do canal radicular e dificulta o selamento do *sealer* de obturação^(1,16).

De acordo com a literatura, os protocolos de ativação do irrigante que são aplicados na irrigação final do canal radicular podem melhorar a eficácia da remoção do *smear layer*^(5,10).

O sistema de irrigação mais tradicional é a irrigação com agulha, as soluções de irrigação são administradas apenas a 1mm da profundidade da ponta da agulha, que se encontra frequentemente no terço coronal de um canal estreito ou, na melhor das hipóteses, no terço médio de um canal largo^(1,4).

A parte apical do canal radicular é difícil de limpar devido às suas dimensões, o que pode impedir a penetração efetiva das soluções de irrigação. Para ser efetiva a remoção da camada de *smear layer* o preparo do diâmetro apical deve ser de pelo menos 0,3mm^(2,6,8,14).

Durante a irrigação IC, o efeito *vapor lock*, que resulta em ar preso no terço apical dos canais radiculares pode dificultar a troca de irrigantes e afetar a eficácia de desinfecção dos irrigantes. Por isso, foram propostas diferentes técnicas de ativação final do irrigante para melhorar a eficácia das soluções de irrigação, incluindo agitação com cones de guta-percha, instrumentos sônicos, ultrasônicos, dispositivos laser^(4,5,10).

O irrigante mais utilizado em endodontia é o NaOCL, pois tem efeito bactericida e resulta na dissolução dos tecidos, mas não atua sobre a matéria inorgânica. No que diz respeito à remoção do *smear layer*, é necessário um ácido para remover os componentes inorgânicos desta camada. Entre outros irrigantes utilizados durante o preparo do canal radicular está o EDTA. A eficiência de diferentes concentrações de EDTA para a remoção do *smear layer* tem sido investigada, e isso geralmente é considerado como um procedimento eficaz na remoção do *smear layer* em comparação com outras substâncias de irrigação final^(1,5).

Clinicamente, a raiz do dente é envolvida pela cavidade óssea e o canal se comporta como um canal fechado, resultando no aprisionamento de gás na sua extremidade fechada. Por conseguinte na maioria dos estudos utilizaram um modelo de canal fechado *ex vivo* para imitar as condições clínicas,^(3,4) no entanto a maioria dos estudos referem limitações ao serem estudos *in vitro* não sendo capazes de replicar 100% as condições clínicas do dente *in vivo*⁽¹⁵⁻¹⁷⁾.

Entre os sistemas de ativação do irrigante que existem na atualidade se encontram os aparelhos sônicos como o EA ou o *Easydoactivator* que se têm mostrado eficazes em relação à remoção de camada de *smear layer*^(1,3,5,7,8,10).

A técnica mais tradicional de ativação do irrigante é a MDI já que não requer equipamento específico. O movimento para cima e para baixo de um cone de guta-percha bem ajustado no canal gera mudanças de pressão intracanal mais elevadas, levando a uma entrega mais eficaz do irrigante às superfícies do canal, e também resulta numa melhor mistura da solução. Este circuito hidrodinâmico produz um melhor alcance da solução na área do terço apical, e também neutraliza o efeito de bloqueio de vapor, resultando numa melhor remoção da camada de *smear layer* e em superfícies mais limpas do canal radicular⁽⁴⁾. Num estudo do Andrabi *et al.*, não foi encontrada diferença

significativa entre os grupos PUI e MDI na remoção do *smear layer*.⁽⁴⁾ Em contraposição outros autores verificaram uma limpeza insuficiente com a técnica convencional MDI o que pode dever-se ao fato de a ação de vai-e-vem dos cones de guta-percha correspondentes pode proporcionar um contacto máximo entre a guta-percha e a parede do canal, fazendo com que os detritos se depositem novamente no sistema de canais após a remoção do cone de guta-percha⁽³⁾.

No ano 2016 avaliaram a eficácia da lima *Xp-endo Finisher* na remoção de detritos e *smear layer* em canais radiculares curvos em comparação com o sistema sónico EA após a instrumentação biomecânica, em comparação com diferentes regimes de irrigação utilizando a MEV⁽¹⁾. A MEV é uma ferramenta valiosa para avaliar a limpeza das paredes do canal, uma vez que permite a avaliação de todo o segmento do canal com base numa pontuação de avaliação numérica distinta para detritos e camada de *smear layer*^(1,5,8). Neste caso os grupos tratados com EDTA revelaram uma remoção substancial dos resíduos e da camada de *smear layer*, independentemente da técnica de ativação do irrigante utilizada, os grupos *xp-endo finisher* e EA resultaram numa remoção mais eficaz dos detritos e da camada de *smear layer* do que o grupo controle que não teve irrigação final com EDTA nem ativação⁽¹⁾. O sistema EA aumenta a eficácia da irrigação melhor do que a irrigação tradicional com agulha. O sistema EA possui pontas à base de polímeros que não danificam a parede do canal^(1,3,8). A descoberta neste estudo relativamente aos resultados da lima *xp-endo finisher* na remoção de detritos e camada de *smear layer* pode ser atribuída à sua metalurgia. O desenvolvimento e fabrico das limas *xp-endo finisher* dependem dos princípios de memória da forma da liga NiTi. A lima é reta na sua fase martensítica que se forma quando é arrefecida. Quando a lima é sujeita à temperatura do corpo (o canal), converte a sua forma para a fase austenítica, devido à sua memória de forma. Exceto para o grupo controlo positivo (sem irrigação final e sem agitação adicional do irrigante), os resultados revelaram que, independentemente dos regimes de irrigação utilizados, os terços coronais estavam significativamente mais limpos quando comparados com o terço apical⁽¹⁾. Este achado está de acordo com estudos anteriores^(3,8,10).

Como o diâmetro do canal radicular diminui gradualmente do terço coronal para o apical, o volume do irrigante diminui, o que diminui o refluxo do líquido. Assim menos

irrigante será entregue no terço apical do que nos terços médio e coronal⁽¹⁰⁾. A maioria dos estudos fazem uma distinção entre os três terços do canal radicular para avaliar a remoção de detritos e redução da camada de *smear layer*^(3,6,9,12), mas um estudo publicado no 2014 salienta que um canal radicular é uma entidade única que não pode ser considerada limpa se qualquer uma das três estratificações estiver contaminada⁽⁷⁾.

Niue *et al*, avaliaram os efeitos de diferentes protocolos de ativação sónica (tempo de ativação e sequência de ativação). Os resultados do *smear core* confirmaram que a aplicação gradual com agulha convencional com NaOCL como irrigação inicial durante 60segundos, e QMix 2 em 1 como irrigação final durante 90 segundos sem ativação do irrigante, foi capaz de remover completamente a camada de *smear layer* de todos os locais do espaço do canal radicular⁽⁷⁾. Outro estudo publicado no 2014 também verificaram que mesmo sem qualquer agitação do irrigante, a combinação de NaOCL 3% a 60° e EDTA ao 17% foi eficaz na remoção de camada de *smear layer* e teve uma eficácia semelhante à das técnicas NFX e EA. Neste estudo as técnicas de irrigação não ativadas e ativadas tiveram uma eficácia semelhante o que poder ser devido à eficácia de NaOCL na remoção do componente orgânico. Isto depende principalmente da concentração do cloro ativada, que é aumentada para 6%-9% quando 5% de NaOCL é aquecido a 60-85° durante 4horas⁽¹⁰⁾. Em contraposição outros autores verificaram nos seus estudos que a irrigação final com 5ml de EDTA ao 17% sem ativação de irrigante não foi suficiente para eliminar substancialmente a camada de *smear layer* dos terços coronal, médio e apical e sim foi efetiva esta remoção nos grupos onde usaram ativação final do irrigante EDTA ao 17% durante 60segundos com o sistema EA e *xp endo-finisher*⁽¹⁾. Parece que a ativação sónica do irrigante QMix 2 em 1 pode reduzir o seu tempo de aplicação para 30segundos sem reduzir negativamente a capacidade do irrigante para dissolver os componentes inorgânicos de camada de *smear layer*. No entanto, foi observada uma remoção incompleta da camada de *smear layer* nos outros grupos⁽⁷⁾. Uma característica de ativação sónica do EA é a formação de camadas de *smear layer* de “linha única” na superfície da dentina cortada sem *smear layer*. Estas camadas de *smear layer* foram provavelmente criadas quando a ponta do polímero do dispositivo de ativação sónica foi vibrada vigorosamente contra a parede do canal, tendo gerado uma nova camada de *smear layer* limitado após a remoção da camada de *smear layer* original e dos tampões de *smear layer*⁽⁷⁾. Outros estudos defendem a vantagem dos sistemas sónicos como sendo mais

seguros na hora de cortar a dentina e criar uma *smear layer* secundária devido às pontas de polímero flexíveis e macias em comparação com outro sistema como o PUI onde a ponta do instrumento é rija e pode entrar em contacto com as paredes dentinárias mais facilmente^(2,5,8). Uma limitação do sistema EA, é o facto de o dispositivo não ter sido concebido para ser acompanhado por um fluxo contínuo de irrigante, ao contrário dos “dispositivos de irrigação ativa”, que são utilizados com pressão apical positiva ou negativa. Embora a agitação sónica do EA acelere a remoção das camadas de *smear layer* através da criação de fortes correntes de Foucault, a rutura sónica dos fragmentos da camada de *smear layer* sem um mecanismo para “transportar as partículas” através do fluxo contínuo do irrigante resultou provavelmente na fixação e aprisionamento destes fragmentos de detritos soltos à volta da rede de colagénio de dentina desmineralizada ao longo da parede do canal. Como esta rede tridimensional de colagénio é altamente porosa seria difícil para as pequenas partículas de detritos serem novamente desalojadas, uma vez presas por esta matriz. Não foi identificada qualquer diferença significativa entre os grupos que tiveram o mesmo tempo de irrigação e de ativação só que inverteram a sequência. O aumento do tempo de ativação sónica de 15 segundos para 30 segundos poderá ter quebrado a camada de *smear layer* em fragmentos de detritos mais finos e soltos, permitindo a sua dispersão como uma suspensão coloidal. A utilização de tempos de irrigação mais longos com um irrigante quelante de cálcio também poderia ter criado partículas mais leves através da dissolução de mais minerais destas partículas, permitindo-lhes “ser levadas pelo fluxo” em vez de se depositarem sobre a matriz de colágeno desmineralizada. É provavelmente por isso que os dois protocolos de agitação sónica nos grupos de 30 segundos de ativação do irrigante alcançaram a melhor limpeza geral do canal⁽⁷⁾. Outros estudos concordam com a teoria de que o volume de solução irrigante e o tempo de atuação do irrigante são importantes na eficácia da remoção do *smear layer*^(5,9,10). No 2013 um estudo revelou que o maior volume de EDTA (5ml em comparação com 1 ml) produziu três vezes mais áreas da superfície sem *smear layer* do que a menor quantidade. Este resultado sugere que a remoção do *smear layer* está dependente do volume de EDTA, bem como o movimento do ácido sobre a superfície da parede do canal⁽⁵⁾.

A determinação do tempo ideal de exposição da *smear layer* ao ácido ainda está por determinar^(5,12). A física do fornecimento de irrigantes e a sucção concomitante permitem o reabastecimento do irrigante e a recolha dos detritos que estão suspensos na solução, o que é mais facilmente conseguido com quantidades mais elevadas do irrigante⁽⁵⁾.

Outro sistema de irrigação foi recentemente introduzido no campo da endodontia. O sistema EV baseado no método de irrigação por pressão apical negativa foi concebido para distribuir soluções de irrigação ao longo do comprimento do trabalho e evacuar os detritos do canal radicular⁽⁹⁾.

O sistema EV é um sistema de irrigação que tem sido relatado como tendo a capacidade de evitar a extrusão da solução de irrigação e limpar todo o canal Radicular^(3,13,14). A agulha de irrigação é inserida até ao comprimento de trabalho e ligada ao dispositivo de sucção EV, que cria uma pressão negativa para aspirar a solução de irrigação no ápice. Esta sucção cria um fluxo constante de solução de irrigação através de todo o canal radicular, o que permite que o irrigante desbride e desinfete especialmente o último terço apical do canal radicular sem extrusão do irrigante^(2,9,14).

O sistema EV demonstrou proporcionar uma melhor limpeza e desinfecção do canal radicular, especialmente no seu terço apical, onde se alojam a maior quantidade de detritos^(14,15).

O efeito de sucção apical dos irrigantes endodônticos para baixo e ao longo das paredes do canal radicular cria um efeito de cascata turbulento rápido, uma vez que os irrigantes são forçados a fluir entre as paredes do canal e a superfície externa da microcânula. Esta ação turbulenta cria uma força de corrente, enquanto a posição dos microfuros direciona o fluxo rápido de irrigante até 0,2mm do comprimento total do trabalho antes de inverter a direção do irrigante até a microcânula^(14,15).

A utilização de energia ultrassónica para a limpeza do canal radicular e para facilitar a desinfecção tem uma longa história na endodontia⁽¹⁵⁾. A cavitação e o fluxo acústico do irrigante contribuem para a atividade química e melhora a eficácia de remoção de detritos e camada de *smear layer*. A análise dos mecanismos da resposta hidrodinâmica

de uma lima ultrassónica oscilante sugeriu que a cavitação estável e transitória de uma lima, o fluxo constante e o *microstreaming* acústico contribuem para a limpeza do canal radicular^(11-13,15).

Pujari *et al.*, no seu estudo avaliaram a capacidade de remoção da camada de *smear layer* e a penetração dos *sealers* mediante o sistema de IC, EV e PUI. O estudo revelou que a técnica EV e PUI foram, mas eficazes que a IC na remoção de camadas de *smear layer*⁽²⁾. As pressões de tensão de cisalhamento são criadas adjacentes às paredes do canal pela oscilação do instrumento, e a PUI ativa o irrigante produzindo *microstreaming* acústico^(2,12,15). Para a irrigação ultrassónica ter o maior impacto, a lima passiva deve ser capaz de oscilar livremente dentro do canal sem entrar em contacto com as paredes para não gerar uma nova camada secundária de *smear layer*⁽²⁾. No entanto, Zhang *et al.*, avaliaram a penetração do *sealer* com diferentes métodos de ativação do irrigante e a redução da camada de *smear layer* e uma desvantagem do método PUI na remoção da camada de *smear layer* poderia ter sido pelo metal rígido da ponta ultrassónica que pode facilmente entrar em contacto com as paredes do canal quando oscila, o que pode reduzir drasticamente a amplitude da ponta durante a irrigação e levar à produção de uma camada de *smear layer*, cortando a dentina do canal radicular⁽⁸⁾. Caçar *et al.*, também relataram danos na parede do canal radicular devido ao contacto com a ponta ultrassónica mediante as micrografias SEM em comparação com o sistema EA que não teve danos na parede radicular⁽³⁾. Os resultados do estudo em relação a remoção de detritos e camada de *smear layer* mostram que o EA foi mais eficaz ao sistema PUI e o NI. A amplitude de oscilação mais elevada e não enfraquecida no EA produz um caudal de irrigante mais elevado, o que tem sido referido como eliminando o bloqueio de vapor e aumentando a penetração do cimento⁽⁸⁾.

Tambe *et al.*, compararam a eficácia de desinfeção de três métodos de irrigação e de ativação do irrigante e o grupo ultrassónico apresentou a menor quantidade de detritos entre todos os grupos, mas, estatisticamente, não foi encontrada qualquer diferença significativa entre o grupo EV e ultrassónico⁽¹⁵⁾. Outro estudo que avaliaram a eficácia das técnicas EV, EV modificada e PUI também não encontraram diferenças estatisticamente significativas na redução de detritos e camada de *smear layer* entre os grupos EV e irrigação ultrassónica, mas sim revelaram uma melhor eficiência de

desbridamento do istmo do canal utilizando a técnica EV modificada que poderia ter tido um melhor desempenho devido à entrega concomitante do irrigante por irrigação com agulha e sua evacuação usando a macrocânula, permitindo que o irrigante fosse puxado através da região do istmo e lavando os detritos⁽¹³⁾. O volume do irrigante fornecido com a irrigação ICI e a PUI é normalmente menor, mas neste estudo foi fornecido um volume total de 24ml/canal (48 ml/raiz) com cada sistema de irrigação. O volume de irrigante está diretamente relacionado com a eficácia e a limpeza do canal radicular durante a utilização de técnicas de irrigação⁽¹³⁾. O efeito da utilização de grandes volumes de irrigantes químicos nas propriedades físicas da dentina radicular e no tempo de irrigação tem de ser avaliado mais detalhadamente porque estes podem ser fatores clinicamente importantes durante o tratamento endodôntico^(12,13).

Atualmente, uma ampla gama de laser são utilizados no campo da endodontia. O laser Nd:YAG foi um dos primeiros lasers aplicados para limpeza, modelagem e desinfecção de canais radiculares. O raio laser Nd:YAG é absorvido por estruturas minerais, como fosfatos e hidroxiapatita carbonatada, e desorganiza as estruturas cristalinas por ablação termoquímica. Nesse processo, a dentina é ionizada e torna-se livre de detritos e sem porosidade ou fissuras, o que reduz a permeabilidade dentinária devido à obstrução dos túbulos dentinários^(6,16). Vários estudos relataram que o laser Nd: YAG é um método útil para remoção de smear layer das paredes do canal radicular^(6,9,17).

Dentro do grupo dos sistemas lasers, a técnica de ativação por laser PIPS, se tornou comercialmente disponível neste conceito, ao utilizar energia sublativa e ao restringir a colocação da ponta à parte coronal do dente, os impulsos interagem com as moléculas de água dentro da solução de irrigação gerando ondas de cliques induzidas por fótons que leva a um rápido escoamento do fluido e aumentam a ação das soluções de irrigação^(9,17).

Lloyd *et al.*, avaliaram a eficácia do PIPS na redução do *smear layer* em dentes que apresentavam sistemas de canais radiculares complexos que incluíam a presença de istmos, que atuam como um impedimento para permitir o intercâmbio de irrigantes ou medicamentos intracanaís quando ocupados por tecido orgânico ou micróbios ou bloqueados por detritos inorgânicos provenientes de técnicas de instrumentação. Dada as complexidades anatômicas e a incapacidade de remover detritos de tecidos duros e moles,

é lógico que a taxa de sucesso da endodontia de molares mandibulares tenha demonstrado ser menor em comparação com outros dentes⁽¹⁷⁾.

Os lasers de Er:YAG demonstraram a capacidade de criar um fluxo turbulento em virtude da criação de uma bolha gasosa na ponta do laser à medida que o irrigante é vaporizado, resultando na expansão de uma bolha à medida que o laser continua a emitir energia e evapora o irrigante na extremidade dianteira. No final do ciclo, o vapor arrefece, fazendo com que a bolha imploda e se separe da ponta do disparo^(6,11,17). A formação e implosão alternadas das bolhas criam uma tensão de cisalhamento ao longo da parede do canal que é capaz de remover o biofilme e a camada de *smear layer*. A ponta do disparo radial despojada da peça de mão PIPS é colocada ao nível do orifício, baseando-se na energia pulsada para transmitir uma onda de choque acústica ao longo do sistema de canais radiculares para romper os detritos e permitir a troca de fluidos⁽¹⁷⁾. O método de ativação do irrigante PIPS removeu mais detritos que a CSI⁽¹⁷⁾. Outros autores nos seus estudos não encontraram diferenças significativas entre o método PIPS, CSI ou EV na remoção de camada de *smear layer*⁽⁹⁾. A introdução de EDTA no canal pode ter sido o passo mais importante na remoção desta camada. Turkel *et al.*, relataram que o volume de irrigação foi um fator maior na remoção de detritos e bactérias do que o método de ativação do irrigante. A eficácia de desbridamento da CSI observada pode ser atribuída ao alto volume e ao longo tempo de ação das soluções de irrigação. A colocação da ponta da fibra endodôntica PIPS na parte coronal da raiz pode estar demasiado longe para ativar o fluxo de fluido em direção à parte apical do canal, afetando a sua eficácia de desbridamento⁽⁹⁾.

Em 2015 um estudo comparou a eficácia dos métodos do laser Nd: YAG, PUI, sistema *Protaper* universal e CB para remoção da *smear layer* no terço apical. Nesta pesquisa, os resultados mostraram que o PUI seguido da ativação laser removeu mais *smear layer* do que os sistemas CB e *Protaper* universal, o que reafirma as vantagens do método de ativação PUI. Os canais foram instrumentados até a lima F5, permitindo maior acesso da ponta do laser ao terço apical do canal radicular e garantindo sua ação nessa região. A ponta da fibra laser foi aplicada a 3mm da distância do WL para evitar a extrusão. No entanto, uma das limitações do presente estudo é a possível ação do laser

sobre as paredes dentinárias, pois a luz pode ter atravessado a solução irrigadora e agido diretamente sobre a dentina⁽⁶⁾.

Em muitos dos estudos desta revisão sistemática os autores utilizaram apenas raízes retas, e a entrega de irrigantes à área apical, bem como o fluxo/retorno do irrigante apenas com a irrigação com seringa convencional, pode ser mais facilmente realizado neste tipo de anatomia, independentemente da utilização de quaisquer técnicas adjuvantes^(5,7,9-11). Conseguir a remoção completa da *smear layer* na zona apical de canais retos é relativamente fácil e apenas estudos recentes foram realizados em canais curvos. A presença de curvaturas limita a eficiência do fluxo de irrigante e compromete o desbridamento. São necessários mais estudos para esclarecer as questões que afetam a remoção da *smear layer* e para desenvolver um protocolo ideal para a remoção de detritos e da *smear layer*, particularmente na área apical⁽⁵⁾.

6. CONCLUSÕES

A irrigação é essencial para o sucesso do tratamento endodôntico e o irrigante mais utilizado é o hipoclorito de sódio com concentrações entre 3% e 5,25%.

Independentemente do irrigante escolhido, a ativação do irrigante é, com base na evidência científica, um requisito essencial para se obter uma maior remoção da *smear layer* e melhorar a desinfecção dos canais radiculares *versus* a técnica de irrigação com seringa sem ativação.

No entanto, não existe um consenso relativamente à técnica de ativação, ao volume, temperatura ou tempo de contacto do irrigante, razão pela qual são necessários mais estudos para sistematizar os protocolos de irrigação.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

1. Elnaghy AM, Mandorah A, Elsaka SE. Effectiveness of XP-endo Finisher, EndoActivator, and File agitation on debris and smear layer removal in curved root canals: a comparative study. *Odontology*. 2017 Apr 1;105(2):178–83.
2. Pujari MD, Das M, Das A, Kamath DG, Henry J, Shyam A, et al. Assessment of Smear Layer Removal and Penetration Depth of Root Canal Irrigant Using Different Irrigation Activation Systems: A Comparative Study. *Journal of Contemporary Dental Practice*. 2024;25(4):331–4.
3. Çapar ID, Aydinbelge HA. Effectiveness of various irrigation activation protocols and the self-adjusting file system on smear layer and debris removal. *Scanning*. 2014 Nov 1;36(6):640–7.
4. Andrabi SM ukhtar UN, Kumar A, Zia A, Iftexhar H, Alam S, Siddiqui S. Effect of passive ultrasonic irrigation and manual dynamic irrigation on smear layer removal from root canals in a closed apex in vitro model. *J Investig Clin Dent*. 2014 Aug 1;5(3):188–93.
5. Yeung W, Raldi DP, Cunha RS, Mello I. Assessment of smear layer removal protocols in curved root canals. *Australian Endodontic Journal*. 2014;40(2):66–71.
6. Da Costa Lima GA, Aguiar CM, Câmara AC, Alves LC, Dos Santos FAB, Do Nascimento AE. Comparison of smear layer removal using the Nd:YAG laser, ultrasound, ProTaper universal system, and CanalBrush methods: An in vitro study. *J Endod*. 2015 Mar 1;41(3):400–4.
7. Niu LN, Luo XJ, Li GH, Bortoluzzi EA, Mao J, Chen JH, et al. Effects of different sonic activation protocols on debridement efficacy in teeth with single-rooted canals. *J Dent*. 2014;42(8):1001–9.
8. Zhang SH, Gao ZR, Zhou YH, Tan L, Feng Y, Ye Q, et al. Comparison of Easydo Activator, ultrasonic and needle irrigation techniques on sealer penetration and smear layer removal in vitro. *BMC Oral Health*. 2024 Dec 1;24(1).
9. Turkel E, Onay EO, Ungor M. Comparison of Three Final Irrigation Activation Techniques: Effects on Canal Cleanliness, Smear Layer Removal, and Dentinal Tubule Penetration of Two Root Canal Sealers. *Photomed Laser Surg*. 2017;35(12):672–81.
10. Guo X, Miao H, Li L, Zhang S, Zhou D, Lu Y, et al. Efficacy of four different irrigation techniques combined with 60°C 3% sodium hypochlorite and 17% EDTA in smear layer removal. *BMC Oral Health*. 2014 Sep 8;14(1).
11. Habshi AY, Aga N, Habshi KY, Hassan MEM, Choudhry Z, Ahmed MA, et al. Efficacy of Smear Layer Removal at the Apical One-Third of the Root Using Different Protocols of Erbium-Doped Yttrium Aluminium Garnet (Er:YAG) Laser. *Medicina (Lithuania)*. 2023 Mar 1;59(3).
12. Bueno CRE, Cury MTS, Vasques AMV, Sarmiento JL, Trizzi JQ, Jacinto RC, et al. Cleaning effectiveness of a nickel-titanium ultrasonic tip in ultrasonically activated irrigation: A SEM study. *Braz Oral Res*. 2019;33.

13. Thomas AR, Velmurugan N, Smita S, Jothilatha S. Comparative evaluation of canal isthmus debridement efficacy of modified endovac technique with different irrigation systems. *J Endod.* 2014 Oct 1;40(10):1676–80.
14. Alkahtani A, Al Khudhairi TD, Anil S. A comparative study of the debridement efficacy and apical extrusion of dynamic and passive root canal irrigation systems. *BMC Oral Health.* 2014 Feb 11;14(1).
15. Tambe VH, Vishwas J, Ghonmode WN, Nagmode P, Agrawal GP, Balsaraf O. Scanning electron microscopic analysis to compare the cleaning efficiency of three different irrigation systems at different root canal levels: An in vitro study. *Journal of Contemporary Dental Practice.* 2015;15(4):433–7.
16. Samiei M, Pakdel SMV, Rikhtegaran S, Shakoei S, Ebrahimpour D, Taghavi P. Scanning electron microscopy comparison of the cleaning efficacy of a root canal system by Nd:YAG laser and rotary instruments. *Microscopy and Microanalysis.* 2014;20(4):1240–5.
17. Lloyd A, Uhles JP, Clement DJ, Garcia-Godoy F. Elimination of intracanal tissue and debris through a novel laser-activated system assessed using high-resolution micro-computed tomography: A pilot study. *J Endod.* 2014;40(4):584–7.

