

Bárbara Marques de Oliveira

Ácido Etileno-Diamino Tetra-Acético na remoção da “*Smear Layer*” em Endodontia  
Revisão Sistemática

Universidade Fernando Pessoa  
Faculdade Ciências da Saúde  
Porto, 2019



Bárbara Marques de Oliveira

Ácido Etileno-Diamino Tetra-Acético na remoção da “*Smear Layer*” em Endodontia  
Revisão Sistemática

Universidade Fernando Pessoa  
Faculdade Ciências da Saúde  
Porto, 2019

Bárbara Marques de Oliveira

Ácido Etileno-Diamino Tetra-Acético na remoção da “*Smear Layer*” em Endodontia  
Revisão Sistemática

Trabalho apresentado à Universidade Fernando Pessoa,

como parte dos requisitos para a obtenção do grau de

Mestre em Medicina Dentária.

Atesto a originalidade do trabalho,

---

(Bárbara Marques de Oliveira)

## **Resumo**

A solução de Ácido Etileno-Diamino Tetra-Acético é usada na irrigação do canal radicular para a remoção da “*smear layer*” aquando da execução do Tratamento Endodôntico Não-Cirúrgico.

A presente tese descreve, através da pesquisa bibliográfica, a importância da remoção da “*smear layer*” e o uso do Ácido Etileno-Diamino Tetra-Acético com esse propósito. Foram selecionados estudos que utilizam a metodologia “*Scanning Electron Microscopy*” para a comparação da eficácia entre técnicas manuais (Convencional e Ativação Manual Dinâmica) e mecanizadas (“*Passive Ultrasonic Irrigation and EndoActivator®*”). Adicionalmente, as principais vantagens e limitações de cada abordagem são descritas.

A utilização da solução de Ácido Etileno-Diamino Tetra-Acético associado às técnicas mecanizadas demonstrou melhores resultados de limpeza em comparação com as técnicas manuais nas regiões coronal e média. Por outro lado, para a região apical, os resultados analisados indicaram níveis de limpeza significativamente inferiores, quando comparados com as restantes regiões.

**Palavras-chave:** Endodontia, Smear layer, Técnicas de Irrigação, Irrigação Final e EDTA.

## **Abstract**

Ethylene-Diamino Tetra-Acetic Acid solution is used during root canal irrigation, in “smear layer” removal when performing Non-Surgical Endodontic Treatment.

This thesis describes, by a bibliographic research, the importance of “smear layer” removal and the use of of Ethylene-Diamino Tetra-Acetic Acid for this purpose. Studies that used the Scanning Electron Microscopy methodology were selected to compare the efficiency between manual (Conventional and Manual Dynamic Activation) and rotatory (Passive Ultrasonic Irrigation and EndoActivator®) techniques. Additionally, the main advantages and limitations of each approach are described.

The use of Ethylene-Diamino Tetra-Acetic Acid solution associated with rotatory techniques demonstrated better cleaning results compared to manual techniques in coronal and middle regions. Meanwhile, for the apical third, the analyzed results indicated significantly lower levels of canal cleanliness when compared to the other regions.

**Keywords:** Endodontics, Smear Layer, Irrigation Techniques, Final Irrigation and EDTA.

## **Dedicatória**

Este presente trabalho é dedicado aos meus pais, José e Olga e ao meu irmão, Leandro.

*“Obstacles are those frightful things you see when you take your eyes off your goal.”*

*– Henry Ford*

## **Agradecimentos**

Primeiramente, gostaria de expressar os meus sinceros agradecimentos à minha orientadora, Professora Doutora Ana Moura Teles por todos os conhecimentos transmitidos ao longo do meu percurso académico. Gostaria também de expressar a minha profunda gratidão pelo nível de exigência que me incutiu durante estes meses de trabalho, de modo a elevar o conteúdo e estrutura da presente tese. Agradecer também, pela dedicação e tempo dispensados, pela ajuda e parecer nas revisões e por me fazer sentir orgulhosa do trabalho que apresento. Simultaneamente, deixo os meus humildes agradecimentos à minha co-orientadora, Professora Doutora Conceição Manso, pela contínua disponibilidade em acompanhar todo o desenvolvimento desta tese, pelos essenciais conselhos e inspiração que foram decisivos na coordenação deste trabalho.

À instituição Universidade Fernando Pessoa, colaboradores, funcionários e docentes que me acompanharam de alguma forma nestes 5 anos e que contribuíram para o meu desenvolvimento como Médica Dentista.

Aos meus pais, um obrigada especial, pois sem eles nada disto teria sido possível. Por serem os meus pilares e as pessoas mais importantes da minha vida, queria agradecer-lhes todas as oportunidades e experiências que me proporcionaram ao longo da minha formação. Tudo aquilo que sou e tenho de melhor devo-lhes a eles.

Ao meu irmão, por ser o meu melhor amigo e companheiro para a vida. Será sempre o meu bebé.

Aos meus familiares, avós, tios, primos e aos amigos que são família, por estarem sempre presentes nas minhas conquistas e contratempos, apontando-me sempre na melhor direção.

Um obrigada gigante à minha melhor amiga, Inês Martins, por me acompanhar desde o primeiro ano de faculdade e que levo para o resto da vida. A melhor binómia que poderia ter tido, queria agradecer-lhe por estar sempre presente na minha vida, pelos momentos, viagens, conversas, tudo. Sem ela não teria sido a mesma coisa.

Aos meus Gordos, mas felizes: Inês, Flávia, Carolina, Xana, David e Gonçalo. A família que eu escolhi. Agradecer-lhes por terem tornado estes anos de faculdade na melhor experiência da minha vida. Pelas aventuras, jantares, festas, sem esquecer os momentos nas clínicas. Um obrigado gigante. Levo-os para a vida.

Aos restantes amigos da faculdade: à Micaela Ferreira, não poderia deixar de agradecer as conversas, aventuras e incansável ajuda; ao Hugo Costa e Rui Moreira, serão para sempre os meus portistas favoritos, um obrigada por tudo.

Aos amigos de Viseu: Pedro, Marques e Saraiva por estarem presentes na minha vida, embora longe. Em especial, um obrigada ao Pedro pela paciência, tempo, conselhos e apoio incondicional. Para sempre.

À Beatriz Damasceno, pequenina de tamanho, mas gigante de coração. Amiga para a vida, um obrigada enorme pelo apoio, motivação e por me acompanhar desde sempre e para sempre.

## Índice Geral

Índice de Tabelas.....	VII
Índice de Figuras .....	VIII
Lista de Abreviaturas.....	IX
I. Introdução .....	1
1. Materiais e Métodos .....	2
1.1 Estratégia de Pesquisa .....	2
1.2 Critérios de Inclusão e Exclusão .....	3
II. Desenvolvimento .....	4
2.1 “Smear Layer”: Formação e Composição .....	4
2.2 Relevância da “Smear Layer” no Tratamento Endodôntico Não-Cirúrgico .....	4
2.3 Irrigação.....	5
2.4 Ácido Etileno-Diamino Tetra-Acético: Propriedades químicas e Mecanismo de Ação ..	6
2.5 Técnicas de Irrigação.....	6
2.5.1 Técnicas Manuais .....	7
2.5.2.1 Convencional ou Irrigação de seringa com agulhas ou cânulas .....	7
2.5.1.2 Ativação Manual Dinâmica.....	8
2.5.2 Técnicas Mecanizadas .....	8
2.5.2.1 Irrigação Ultrassônica Passiva.....	8
2.5.2.2 Irrigação Sônica: EndoActivator® .....	9
III. Resultados .....	10
3.1 Análise e Comparação das técnicas mecanizadas versus técnicas manuais na remoção da “Smear Layer” .....	10
3.1.1 Caron et al. (2010).....	10
3.1.2 Rodig et al. (2010).....	10
3.1.3 Saber et al. (2011) .....	11
3.1.4 Khaord et al. (2015).....	11
3.1.5 Koçak et al. (2017) .....	11
IV. Discussão .....	12
V. Conclusões.....	15
VI. Bibliografia .....	16
VII. Anexos .....	19

## Índice de Tabelas

Tabela 1: Resultados obtidos da pesquisa na base de dados – <i>PubMed</i> .....	19
Tabela 2: Pontuação de Hulsmann <i>et al.</i> (1997). .....	20
Tabela 3: Descrição dos estudos selecionados. ....	22

## Índice de Figuras

Figura 1: Fluxograma dos estudos identificados, excluídos e incluídos nos resultados da presente tese. ....	3
Figura 2: Esquema referente à corrente acústica e dispositivo “Passive Ultrasonic Irrigation”.. ....	9
Figura 3: Sistema EndoActivator® .....	9
Figura 4: Técnicas de Irrigação para remoção da “Smear Layer” .....	20
Figura 5: Representação a duas e três dimensões da anatomia externa e interna do molar mandibular antes do tratamento (verde) e depois da instrumentação (vermelho). ....	21

## **Lista de Abreviaturas**

cpm – Ciclos por minuto

CT – Comprimento de Trabalho

CV – Técnica Convencional ou Irrigação de Seringa com Agulha ou Cânula

EA - EndoActivator<sup>®</sup>

EDTA – Ácido Etileno-Diamino Tetra-Acético

MDA – Ativação Manual Dinâmica

min. – Minutos

µm – Micrómetros

mm – Milímetros

m.o. – Microorganismos

NaOCl – Hipoclorito de Sódio

PUI – “*Passive Ultrasonic Irrigation*”

SCR – Sistema de Canais Radiculares

SEM – “*Scanning Eletron Microscopy*”

SL – “*Smear Layer*”

TENC – Tratamento Endodôntico Não-Cirúrgico

## I. Introdução

Richard Bence, em 1980, *cit in* Castellucci (2004), definiu a Endodontia como a especialidade da Medicina Dentária responsável pelo diagnóstico e pelo tratamento das patologias da polpa e dos tecidos periapicais.

O Tratamento Endodôntico Não-Cirúrgico (TENC) tem como principal objetivo a redução ou eliminação dos microorganismos (m.o.) e dos seus produtos tóxicos (Balasubramanian *et al.*, 2017), uma vez que o seu sucesso ou insucesso está dependente do grau de desinfecção do sistema de canais radiculares (SCR) alcançado.

Segundo Castellucci (2004), o TENC deve incorporar três fases essenciais:

- a fase de diagnóstico, na qual a doença é identificada e definida a melhor abordagem para o seu tratamento;
- a fase da preparação químico-mecânica, onde é feita a instrumentação e a irrigação do SCR, eliminando o seu conteúdo para permitir um selamento o mais tridimensional e hermético possível;
- a fase de obturação, em que se procede ao preenchimento do SCR com material obturador.

A fase da preparação químico-mecânica é fundamental, pois permite dar ao SCR uma conformação cónica e uniforme, essencial para que as soluções irrigantes possam dissolver tecido pulpar e desinfetar o SCR (Gu *et al.*, 2009). Precisamente, no decorrer desta fase, a remoção da polpa e respetiva conformação do SCR, pela ação de instrumentos manuais e rotatórios sobre as paredes canulares, promovem a produção de uma camada de detritos que fica aderida às paredes do SCR e que está potencialmente contaminada, em função do grau de infeção pulpar inicial - a “*smear layer*” (Castellucci, 2004; Arslan *et al.*, 2013).

A “*smear layer*” (*SL*), atua como uma barreira física que reduz significativamente a ação dos irrigantes, bem como a sua difusão no SCR. Além disso, contém na sua composição m.o. (à semelhança dos que também eventualmente estão presentes nos túbulos dentinários) que escapam à desinfecção canal, caso a *SL* não seja removida (Morago *et al.*, 2016).

Na área da Endodontia, diferentes substâncias podem ser utilizadas para a limpeza e desinfecção do SCR, nomeadamente o Ácido Etileno-Diamino Tetra-Acético (EDTA).

Sendo a *SL* constituída por matéria orgânica e inorgânica, o EDTA é frequentemente empregue em associação com o Hipoclorito de Sódio (NaOCl) (Herrera *et al.*, 2016), uma vez que este não é capaz, por si só, de remover ambas as matérias (Lopes e Siqueira, 2010). O EDTA distingue-se assim, pela sua propriedade quelante, que atua na remoção da matéria inorgânica e a sua ação consiste na descalcificação da dentina por captação de iões de cálcio (Cohen, 2011). Contudo, a complexidade anatómica do SCR dificulta a ação dos irrigantes, sendo necessário outro tipo de métodos para aceder à região apical e a zonas mais inacessíveis, como é o caso de istmos, dilacerações e curvaturas severas.

Deste modo, a ciência evoluiu à procura de estratégias e técnicas para ultrapassar estas limitações (Saber *et al.*, 2011; Çapar *et al.*, 2014; Khaord *et al.*, 2015; Karade *et al.*, 2018). A técnica “*Passive Ultrasonic Irrigation*” (PUI) e o sistema *Endoactivator*<sup>®</sup>(EA) (Advanced Endodontics, Santa Barbara, CA) são exemplos de dispositivos idealizados para melhorar o processo de desinfecção canalar (Khaord *et al.*, 2015).

Assim, sustentado pelo conhecimento teórico na matéria acima descrita e com o intuito de contribuir para uma melhor compreensão, avanço e desenvolvimento na área da Endodontia, a presente tese propõe os seguintes objetivos:

- descrever a ação do EDTA na remoção da *SL* durante a execução do TENC;
- avaliar se, para efeitos de remoção da *SL*, o uso do EDTA ativado por técnicas mecânicas é mais eficaz do que a sua aplicação com as técnicas manuais.

## **1. Materiais e Métodos**

### **1.1 Estratégia de Pesquisa**

Tendo em conta os objetivos acima propostos, foi realizada uma pesquisa com recurso aos motores de busca, *PubMed*, *B-On*, *Google Scholar*, *Cochrane*, bem como edições das principais revistas, *Internatinal Endodontic Journal*, *The Australian Endodontic Journal*, *Journal of Endodontics* e *Saudic Endodontic Journal*.

As palavras-chave utilizadas para esta pesquisa foram: “Smear Layer”, “Scanning Electron Microscopy”, “Final Irrigation”, “Manual Dynamic Activation”, “Endodontics”, “EDTA”, “Sonic Activation” e “Passive Ultrasonic Irrigation”. Como resultado da soma das pesquisas #16, #17, #18 e #19, presentes na tabela 1 (em anexo), foram recolhidos 177 artigos que após eliminação dos duplicados foram submetidos a triagem e, posteriormente, a critérios de inclusão e exclusão.

## 1.2 Critérios de Inclusão e Exclusão

Os estudos incluídos na presente tese, avaliam e comparam a remoção da SL, após irrigação com EDTA e NaOCl, pelas técnicas manuais e mecanizadas. Apenas estudos que ocorreram em ambiente laboratorial e com recurso ao “Scanning Electron Microscopy” (SEM) foram selecionados para este trabalho. Estudos em animais, que usaram detritos artificiais, sistema de canais abertos, laterais e istmos, foram excluídos de forma a que a realidade clínica fosse mimetizada (Figura 1).

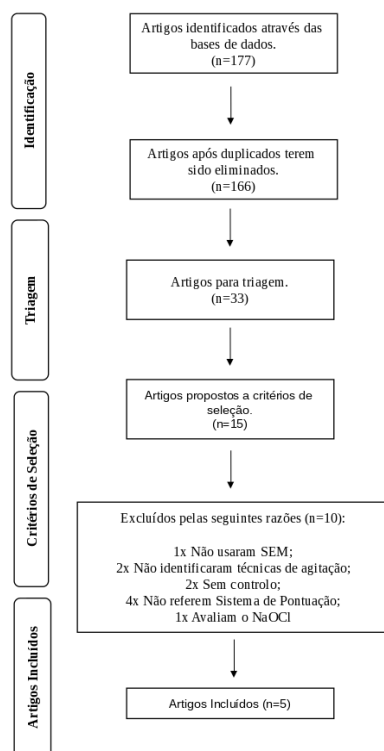


Figura 1: Fluxograma dos estudos identificados, excluídos e incluídos nos resultados da presente tese.

## II. Desenvolvimento

### 2.1 “*Smear Layer*”: Formação e Composição

Boyde, em 1963, *cit in* Lopes e Siqueira (2010), foi o primeiro a identificar a *SL* na superfície do esmalte. Mais tarde, McComb *et al.* (1975), após um estudo *in vitro*, observaram a *SL*, com recurso à imagem e análise por SEM e sugeriram que não consistia apenas em dentina, mas que era também composta por processos odontoblásticos remanescentes, tecido pulpar e m.o..

Por sua vez, Castellucci (2004), afirmou que a *SL* existe apenas nas zonas que sofreram a ação dos instrumentos. É amorfa e constituída por resíduos orgânicos e inorgânicos, cristais de hidroxiapatite, colagénio desnaturado e alterado e, também, por m.o. (Castellucci, 2004). Subdivide-se em duas camadas: a camada superficial com cerca de 1 a 2 micrómetros ( $\mu\text{m}$ ) e a camada mais profunda, presente no interior dos túbulos dentinários, que se pode estender até aos 40 $\mu\text{m}$  (Taylor *et al.*, 1997; Castellucci, 2004; Alamoudi, 2019). Ainda assim, as variações da sua espessura dependem do grau de humidade e do local onde a instrumentação é aplicada, bem como do tipo e forma dos instrumentos utilizados (Barnes, 1974; Gilboe *et al.*, 1980; Alamoudi, 2019).

### 2.2 Relevância da “*Smear Layer*” no Tratamento Endodôntico Não-Cirúrgico

A remoção da *SL*, no decorrer do TENC continua a ser uma questão controversa; no entanto, atualmente, os mais recentes estudos apontam a remoção como uma prática consensual (Koçak *et al.*, 2017; Alamoudi *et al.*, 2019). McComb *et al.* (1975) e Cunningham *et al.* (1982) afirmaram que a *SL* deve ser removida, pois contém na sua composição tecido necrótico, m.o e os seus produtos, cuja capacidade de multiplicação representa um fator de risco de reinfeções. Em contrapartida, Michelich, Schuster e Pashley, em 1980, *cit in* Alamoudi (2019) defenderam que a *SL* atua como um selante nos túbulos dentinários, uma vez que a sua não remoção altera a permeabilidade da dentina e minimiza assim, a proliferação bacteriana.

Gençoğlu *et al.* (1993), *cit in* Alamoudi (2019) reconheceram que a presença da *SL* influencia a fase de obturação, uma vez que reduz a correta adaptação do cone de guta-percha ao canal,

independentemente da técnica de condensação utilizada. Por sua vez, Khaord *et al.* (2015) enumeraram seis razões para a remoção da *SL*:

1. espessura e volume imprevisíveis;
2. presença de m.o. e dos seus produtos, bem como de tecido necrótico – os m.o. podem sobreviver e proliferar através dos túbulos dentinários;
3. a *SL* pode atuar como um substrato para novas bactérias;
4. limita a otimização e capacidade de penetração dos irrigantes;
5. atua como uma barreira entre a parede do canal e o material obturador, dificultando uma correta obturação;
6. pode promover infiltrações e, conseqüentemente, reinfecções.

Estudos demonstram que a remoção da *SL* melhora significativamente a adesão do material obturador à dentina, nomeadamente no caso dos cimentos à base de resina (*AH plus*<sup>®</sup> e *AH26*<sup>®</sup>) e à base de óxido de zinco-eugenol (*Roth 801*<sup>®</sup>), o que promove um melhor preenchimento hermético e, conseqüentemente, limita a taxa de infiltração bacteriana (White *et al.*, 1987; Violich *et al.*, 2010; Sonu *et al.*, 2016; Alamoudi, 2019). Contudo, são necessários novos ensaios clínicos aleatórios, uma vez que têm sido introduzidos novos cimentos obturadores e o efeito da *SL* na sua adesão à dentina ainda não foi totalmente estudado (Violich *et al.*, 2010; Sonu *et al.*, 2016; Alamoudi, 2019).

### **2.3 Irrigação**

A irrigação é definida como a lavagem de uma cavidade corporal ou ferida com água ou líquido que contenha medicação (Cohen, 2011). Segundo Cohen (2011), os objetivos da irrigação no TENC são tanto mecânicos como biológicos. A sua ação mecânica envolve a remoção de detritos, a lubrificação do canal e dissolução do tecido orgânico e inorgânico. Por outro lado, a função biológica está relacionada com o seu efeito antimicrobiano.

A irrigação “*gold standard*” é descrita pela combinação de um agente desinfetante (NaOCl) com um agente quelante (EDTA) dado que, em conjunto, atuam como bactericida, solvente e

quelante (Andrabi *et al.*, 2013). Esta combinação assegura uma correta desinfecção nos terços coronal e médio; contudo, para o terço apical, a Literatura refere que, apesar da evolução dos instrumentos e das técnicas de irrigação, aliadas às soluções irrigantes, a sua eficácia no terço apical do SCR continua a ser limitada devido à complexidade anatómica desta região (Caron *et al.*, 2010; Koçak *et al.*, 2017).

## **2.4 Ácido Etileno-Diamino Tetra-Acético: Propriedades químicas e Mecanismo de Ação**

Como referido anteriormente, o NaOCl, apesar de ser capaz de dissolver matéria orgânica e eliminar os m.o., falha por não conseguir dissolver a matéria inorgânica da *SL* (Cohen, 2011; Alamoudi, 2019). De modo a ultrapassar esta limitação e melhorar o seu desempenho idealizou-se o emprego de outras soluções irrigantes.

O EDTA surgiu em 1957, por Otsby, *cit in* Lopes e Siqueira (2010), que o utilizou, pela primeira vez, para a instrumentação de canais atresiadados. Cohen (2011), sugere o EDTA como um irrigante com propriedade quelante na remoção da parte mineralizada da *SL* (matéria inorgânica), tratando-se de um ácido poliaminocarboxílico com a fórmula  $[\text{CH}_2\text{N}(\text{CH}_2\text{CO}_2\text{H})_2]_2$ . A propriedade como quelante, decorre da sua capacidade de interagir e captar iões de cálcio metálicos, nomeadamente os di- e tricatiónicos, presentes na dentina. Este processo leva à formação de um quelato solúvel que promove a descalcificação e desintegração da matéria inorgânica que se encontra aderida às paredes do SCR (Cohen, 2011).

As concentrações do EDTA no TENC podem variar, no entanto a concentração preconizada no protocolo de irrigação final é de 17% durante, pelo menos, 1 minuto (min.) e com constante renovação, seguido do NaOCl ou outro irrigante com capacidade de remoção da matéria orgânica. (Cohen, 2011; Alamoudi, 2019).

## **2.5 Técnicas de Irrigação**

Para que a remoção da *SL* seja o mais eficaz possível, as soluções irrigantes devem contactar, na totalidade, a superfície do SCR (Andrabi *et al.*, 2013). Portanto, dada a complexidade anatómica do SCR, a ação dos irrigantes é insuficiente para garantir, por si só, uma correta desinfecção, nomeadamente na região do terço apical.

A fim de colmatar esta limitação, surgiram técnicas que visam aumentar a eficácia dos irrigantes, pela sua ativação mecânica, através da agitação, de forma a promover o seu impulso e, dessa forma, garantir o seu alcance a zonas anatómicas de acesso muito difícil, ao contrário do que se sucede com as limas, que apenas conseguem trabalhar os canais principais (Khaord *et al.*, 2015; Koçak *et al.*, 2017).

As técnicas dividem-se, então, em dois grupos fundamentais: mecanizadas e manuais

(Figura 4, em anexo).

### **2.5.1 Técnicas Manuais**

As Técnicas Manuais caracterizam-se por não utilizarem sistemas mecânicos e subdividem-se nas técnicas:

#### **2.5.2.1 Convencional ou Irrigação de seringa com agulhas ou cânulas**

Atualmente, esta técnica permanece usual, sendo praticada pela maior parte dos operadores no TENC. O irrigante é dispensado, passivamente ou com movimentos de vai-vém, no interior do canal, através de agulhas ou cânulas de calibre variável. As agulhas preconizadas são as de saída lateral, ao contrário das agulhas de saída apical, uma vez que as laterais melhoram a hidrodinâmica dos irrigantes e, acima de tudo, diminuem o risco de extrusão apical (Gu *et al.*, 2009; Boutsoukis *et al.*, 2015).

A diferença da expansão dos irrigantes varia com o tipo de agulha empregue: tratando-se de uma agulha de saída apical, a distância será maior comparativamente com uma agulha de saída lateral. (Mancini *et al.*, 2013; Boutsoukis *et al.*, 2015). Tal deve-se ao facto de as agulhas de saída apical serem colocadas a cerca de 2-3 mm aquém do comprimento de trabalho (CT), por forma a evitar a extrusão apical, enquanto que as agulhas de saída lateral podem ser colocadas a 0-1 mm aquém do CT (Boutsoukis *et al.*, 2015).

Gu *et al.* (2009) evidenciaram como vantagens desta técnica, o facto de permitir a proximidade do irrigante e aumentar o volume de irrigante na região apical, bem como diminuir a necessidade de recorrer a agulhas de calibre superior. Contudo, apesar da utilização de agulhas de menor calibre permitir aumentar a profundidade e, consequentemente, a proximidade do irrigante na região apical, torna-se, também ela numa

desvantagem, uma vez que aumenta a possibilidade de extravasamento dos irrigantes para os tecidos periapicais. Esta extrusão pode resultar em danos severos nos tecidos, e consequente dor pós-operatória (Gu *et al.*, 2009). É também de destacar que, para uma irrigação segura é fundamental que a agulha ou cânula não fique encravada no canal radicular, para que, desta forma, sejam evitados acidentes (Gu *et al.*, 2009).

Apesar das vantagens acima referidas (o controlo do fluxo, a profundidade de inserção da agulha e, consequente, maior garantia de alcance das regiões de anatomia complexa do terço apical), a técnica convencional (CV) é insuficiente para a remoção total da *SL*, sendo necessárias técnicas adicionais para contornar as suas desvantagens, nomeadamente: a possibilidade de extrusão para os tecidos apicais e a capacidade reduzida de penetração, do irrigante, nos túbulos dentinários (Gu *et al.*, 2009; Munoz *et al.*, 2012).

### **2.5.1.2 Ativação Manual Dinâmica**

A técnica “*Manual Dynamic Activation*” (MDA) é uma técnica que utiliza um cone de gutapercha corretamente adaptado ao canal e de calibre igual à última lima na instrumentação, com travamento, que é usado para agitar o irrigante, com movimentos de vai-vém repetidos cerca de 100 vezes, com uma duração mínima de 1 min. Estes movimentos produzem um efeito hidrodinâmico, facto que promove agitação e, consequentemente, melhora a deslocação dos irrigantes (Andrabi *et al.*, 2013). Estudos de Huang *et al.* (2008) e McGill *et al.* (2008) cit in Gu *et al.* (2009) demonstraram que, para efeitos de remoção da *SL*, esta técnica é mais eficaz que o sistema *RinsEndo*<sup>®</sup> ou que a irrigação CV (Vivan *et al.*, 2010; Caron *et al.*, 2010; Ahuja *et al.*, 2014).

### **2.5.2 Técnicas Mecanizadas**

#### **2.5.2.1 Irrigação Ultrassónica Passiva**

A técnica PUI é definida como não invasiva e recorre a uma lima ativada ultrassonicamente (Figura 2) que não deve contactar com as paredes do SCR e que pode ser usada com um fluxo de irrigante contínuo ou intermitente (Saber *et al.*, 2011; Khaord *et al.*, 2015; Koçak *et al.*, 2017). Está comprovado que o uso de ambos os métodos são igualmente eficazes na remoção da *SL* quando aplicados durante 3 min (Van Der Sluis *et al.*, 2005; Van Der Sluis *et al.*, 2007; Koçak *et al.*, 2017).

Durante a irrigação com PUI, a energia que é transmitida à lima e, conseqüentemente ao irrigante, através de ondas ultrassônicas, produz uma corrente acústica e de cavitação. A corrente acústica é descrita como o movimento rápido - circular ou em vórtice - de um líquido em torno de um dispositivo vibratório, (Figura 2) capaz de produzir tensões de cisalhamento ao longo do canal radicular, que leva à remoção dos m.o. presentes na *SL* (Van Der Sluis *et al.*, 2007). Por outro lado, a cavitação é o fenômeno da formação e expansão de bolhas de ar que aumentam a temperatura e a pressão hidrostática, no SCR, quebrando assim, a membrana dos m.o. (Van Der Sluis *et al.*, 2007; Koçak *et al.*, 2017). De acrescentar que os estudos de Andrabi *et al.* (2013), Khaord *et al.* (2015) e Koçak *et al.* (2017) referem que a técnica PUI demonstrou ser mais eficaz do que a técnica CV na remoção da *SL*.

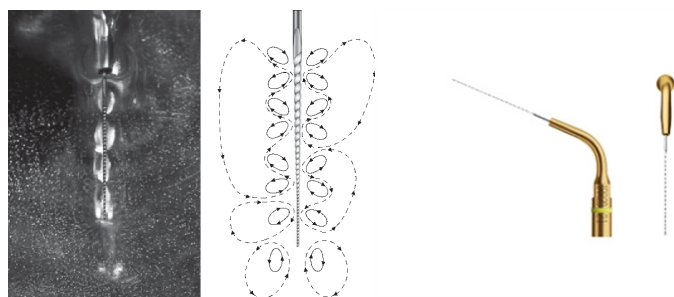


Figura 2: Esquema referente à corrente acústica e dispositivo “Passive Ultrasonic Irrigation”. (adaptado de: <<http://www.nextdental.com/products/1542-satelec-irrisafe-passive-ultrasonic-irrigatio.aspx> e <https://www.semanticscholar.org/paper/Passive-ult>>).

### 2.5.2.2 Irrigação Sónica: EndoActivator®

O sistema EA (Advanced Endodontics, Santa Barbara, CA) consiste num dispositivo portátil, com três pontas de polímero descartáveis e de diferentes tamanhos (Figura 3). As pontas caracterizam-se por serem fortes, flexíveis e não cortantes (Gu *et al.*, 2009; Caron *et al.*, 2010; Khaord *et al.*, 2015) e, em geral, 10000 ciclos por minuto (cpm) são os que fornecem melhores resultados na remoção da *SL* e do biofilme (Gu *et al.*, 2009; Caron *et al.*, 2010; Khaord *et al.*, 2015).



Figura 3: Sistema EndoActivator® (adaptado de: <<https://www.dentaltix.com/en/maillifer/endoactivator-endodontic-handpiece>>).

### III. Resultados

#### 3.1 Análise e Comparação das técnicas mecanizadas versus técnicas manuais na remoção da “*Smear Layer*”

Da avaliação dos critérios de inclusão e exclusão, referidos em Materiais e Métodos, foram selecionados 5 estudos que permitiram a comparação da utilização do EDTA combinado com as técnicas mecanizadas e manuais. A informação recolhida a partir destes compreende: a remoção da *SL*, o método de análise, a zona de teste onde as técnicas foram aplicadas, os irrigantes e as respetivas concentrações, o tipo de dente em estudo, o tamanho da amostra de cada grupo (n) e, por fim o método de agitação utilizado para a remoção da *SL* (Tabela 3 – em anexo). O sistema de pontuação utilizado foi transversal a todos os estudos, encontrando-se o mesmo descrito na Tabela 2, em anexo (Hulsmann *et al.*, 1997).

Após análise dos estudos previamente mencionados, são evidenciados nos subcapítulos que se seguem os principais resultados obtidos pelos diferentes autores relativamente à capacidade de remoção da *SL* pelas técnicas de irrigação, manuais e mecanizadas, por forma a que pudesse ser, eventualmente, indicada alguma como mais eficaz.

##### 3.1.1 Caron *et al.* (2010)

Este estudo compreende a avaliação e comparação das técnicas CV, MDA e EA na remoção da *SL* nas zonas média e apical. Verificou-se que para o terço médio, a técnica CV apresentou médias de remoção iguais ou superiores a 3, evidenciando uma diferença estatística em comparação ao grupo EA e MDA que obtiveram pontuações inferiores a 3. Relativamente ao terço apical, apenas o EA foi estatisticamente diferente quando comparado com os restantes grupos, apresentando média de pontuações inferiores a 2.

##### 3.1.2 Rodig *et al.* (2010)

O estudo refere-se às técnicas CV, PUI e EA na remoção da *SL* nas zonas coronal e apical. Estes autores verificaram que, na região coronal, a irrigação mecanizada foi mais eficaz do que a irrigação manual. Comprovaram também, que o sistema EA, na remoção da *SL*, foi significativamente mais eficaz do que a técnica PUI. A nível apical, não houve diferenças estatisticamente significativas entre os grupos.

### **3.1.3 Saber *et al.* (2011)**

O estudo avaliou as técnicas MDA, PUI e CV na remoção da *SL* nos três terços do dente. Os resultados obtidos não mostraram diferenças significativas entre as técnicas PUI e CV, apresentando os valores mais elevados de média de pontuação para as três zonas. Contrariamente, a técnica MDA demonstrou média de pontuações inferiores aos restantes grupos para a zona apical.

### **3.1.4 Khaord *et al.* (2015)**

O estudo confrontou as técnicas PUI, MDA, EA e CV na remoção da *SL* para a região apical. O sistema EA mostrou-se o mais eficaz, uma vez que apresentou médias de pontuação inferiores em comparação com os restantes grupos. Os autores afirmam que as médias obtidas para a técnica MDA foram inferiores às médias obtidas para a técnica PUI. Por sua vez, o valor da média para a técnica MDA foi superior às médias obtidas para o grupo EA. Adicionalmente, a técnica CV registou as médias de pontuação mais elevadas comparativamente a todas as restantes.

### **3.1.5 Koçak *et al.* (2017)**

Por último, neste estudo, foi avaliada a irrigação com PUI e CV para os três terços. Foi concluído que, para a região apical, as pontuações de *SL*, eram mais elevadas do que nas regiões coronal e média. Demonstrou-se também, que a técnica PUI melhorou a eficácia do EDTA na irrigação, para os terços coronal e médio. Concluiu-se ainda, que a técnica PUI demonstra uma maior eficácia do que a técnica CV na remoção da *SL*.

#### IV. Discussão

A instrumentação e desinfecção assumem um papel crucial no sucesso do TENC, uma vez que são responsáveis pela eliminação dos m.o. e seus produtos tóxicos no SCR (Koçak *et al.*, 2017). O EDTA surge, assim, como um irrigante fundamental neste processo, pois consegue eliminar a matéria inorgânica da *SL* e, quando associado com o NaOCl, formam o “*gold standard*” da irrigação em Endodontia (Caron *et al.*, 2010; Rodig *et al.*, 2010; Saber *et al.*, 2011; Khaord *et al.*, 2015; Koçak *et al.*, 2017). O uso desta associação de irrigantes promove uma maior remoção da *SL*, que se traduz num nível de desinfecção superior no SCR. No entanto, este “*gold standard*” é insuficiente, uma vez que é incapaz de alcançar as zonas inacessíveis do SCR. Deste facto, resultou a necessidade de introduzir novas técnicas de ativação de irrigação com o intuito de conseguirem penetrar nas complexidades anatómicas do SCR.

Atualmente, estão disponíveis no mercado diversas técnicas e sistemas para melhorar a eficácia da irrigação, promovendo um maior fluxo, distribuição e contacto dos irrigantes nas paredes do SCR (Koçak *et al.*, 2017). As técnicas manuais (CV e MDA) são frequentemente utilizadas por serem de fácil manipulação, o que permite um maior controlo quer da profundidade de penetração da agulha, quer do volume de irrigante libertado. Dentro das técnicas de ativação mecanizadas, a técnica PUI caracteriza-se por transmitir energia acústica para o irrigante através de uma ponta ultrassónica em constante oscilação (Khaord *et al.*, 2015). Em contrapartida, a técnica ativada com o sistema EA, apesar de atuar com uma frequência mais baixa do que a técnica PUI, produz menor stress de cisalhamento e movimentos de amplitude maiores na ponta sónica (Gu *et al.*, 2009).

Ainda que reconhecendo algumas vantagens às técnicas manuais, concluiu-se através da análise dos 5 estudos selecionados que, para a remoção da *SL*, estas são inferiores quando comparadas às técnicas de ativação mecanizadas (PUI e EA) (Virdee *et al.*, 2017).

Assim, a técnica MDA demonstrou que, apesar do sistema EA ser mais eficaz, consegue remover quantidades semelhantes de *SL*, seguido do sistema ultrassónico (PUI) (Khaord *et al.*, 2015), tendo em conta que os valores das médias de MDA se registaram entre EA e PUI. Demonstrou, portanto, que a MDA permitiu a remoção de quantidades semelhantes a EA e quantidades semelhantes ou superiores a PUI. Esta técnica apresenta um maior custo-benefício do que as técnicas mecanizadas, uma vez que, ao contrário destas, não necessita de

equipamento especializado (Saber *et al.*, 2011; Khaord *et al.*, 2015). Contudo, no estudo de Saber *et al.* (2011) os autores explicaram que o resultado obtido pela técnica PUI se deveu à velocidade utilizada e ao uso de uma ponta de calibre inferior ao canal radicular. No entanto, tendo em conta o estudo de Khaord *et al.* (2015), os resultados obtidos pela técnica PUI, quando utilizado o calibre e a velocidade recomendadas pelo fabricante, demonstraram ser semelhantes aos obtidos pela técnica MDA. Por este motivo, a técnica MDA poderá considerar-se, assim, como uma alternativa válida à PUI com um custo-benefício superior.

Por sua vez, a técnica PUI e o sistema EA comprovaram ser mais eficazes em canais radiculares amplos, do que em canais radiculares estreitos. Este acontecimento pode ser explicado pelo facto de os canais estreitos dificultarem a ação dos sistemas de ativação, uma vez que, impedem a amplitude máxima de agitação transmitida ao irrigante, o que reduz a eficácia na remoção da *SL* (Van der Sluis *et al.*, 2007; Rodig *et al.*, 2010). O sistema EA foi também mais eficiente do que o PUI nas regiões coronal e média, como seria de esperar, dado que o sistema EA apesar de produzir frequências menores (1-6 kHz) é capaz de gerar amplitudes superiores à técnica PUI, proporcionando assim, movimentos maiores na ponta, o que o torna mais eficiente no desbridamento do canal (Rodig *et al.*, 2010; Caron *et al.*, 2010; Khaord *et al.*, 2015). No que diz respeito ao terço apical, os estudos são demasiado escassos para permitir conclusões definitivas sobre a aplicação das técnicas. Apenas nos estudos de Caron *et al.* (2010) e Khaord *et al.* (2015) o sistema EA foi mais competente na remoção da *SL*. Nos restantes estudos selecionados não existiram diferenças significativas entre as técnicas avaliadas para esta região.

Deve ser enfatizado que a discussão dos resultados obtidos pela análise dos cinco estudos, foram conseguidos com recurso ao SEM. De acordo com a “*Oxford Center for Evidence Based Medicine*”, os resultados correspondem a um nível 2 de evidência científica (Virdee *et al.*, 2017). As limitações do método SEM estão relacionadas com o processo de seccionamento, montagem e crepitação das amostras, que podem potencialmente afetar a *SL* e detritos remanescentes da irrigação final, adulterando os resultados (Virdee *et al.*, 2017). No terço apical, os túbulos dentinários apresentam uma densidade menor e a sua aparência obstruída por dentina esclerótica, resultante de alterações fisiológicas e patológicas pode, por vezes, ser confundida como uma superfície coberta de *SL*. O SEM não consegue assim, visualizar longitudinalmente esta superfície, o que poderá falsear os resultados, devendo ser-lhe atribuída a devida atenção em ensaios futuros (Virdee *et al.*, 2017).

A produção da *SL*, como já foi referido anteriormente, está dependente da instrumentação, no entanto, existem porções de dentina que permanecem intocáveis ao longo do TENC (Paqué *et al.*, 2005; Virdee *et al.*, 2017; Sousa-Neto *et al.*, 2018). Apesar da evolução nos materiais que constituem as limas, para melhorar parâmetros como a flexibilidade, a força de torção e a memória elástica, os vários estudos comprovam que após instrumentação há uma percentagem elevada de paredes do SCR que se mantêm intactas, isto é, que não sofrem a ação dos instrumentos (Figura 5 - em anexo) (Wu *et al.*, 2001; Paqué *et al.*, 2009; Metzger *et al.*, 2010; Sousa-Neto *et al.*, 2018). Este facto deriva principalmente das características anatómicas do SCR, como istmos, achatamentos, curvaturas severas e ramificações, que diminuem a “*performance*” dos instrumentos (Sousa-Neto *et al.*, 2018). As paredes intocáveis podem reter m.o. e provocar infeções recorrentes, o que demonstra a necessidade de estabelecer estratégias para melhorar o desempenho e eficácia dos irrigantes, nomeadamente a promoção da sua agitação e, inerentemente, do seu refluxo (Sousa-Neto *et al.*, 2018).

Por falta de concordância dos materiais e métodos nos estudos analisados na presente tese há necessidade de, em estudos futuros, formular um modelo de estudo único com parâmetros comuns, tais como:

- estudo aleatório;
- o mesmo tipo de amostras (dentes);
- uso de protocolos “*standard*” para as técnicas de ativação, para as quantidades e para as concentrações dos irrigantes;
- mais do que um método de análise laboratorial, como o microscópico ótico, histológico ou atómico, uma vez que não existe um método que avalie de forma exata a limpeza e desinfeção intracanal.

## V. Conclusões

O propósito deste trabalho foi descrever os benefícios da irrigação com a solução de EDTA, assim como fazer a comparação da sua agitação, com técnicas mecanizadas e manuais, por forma a verificar se a remoção da *SL* se tornaria mais eficaz, com alguma técnica específica.

Podem-se, então, retirar as principais conclusões:

- para fins da remoção da *SL*, o EDTA em conjunto com o NaOCl, é a combinação mais eficaz;
- as técnicas de ativação mecanizadas revelaram-se mais eficientes na remoção da *SL*, do que as técnicas manuais;
- a técnica sónica (EA) foi mais competente na eliminação de detritos e *SL* do que a técnica ultrassónica (PUI);
- das técnicas manuais, a MDA mostrou ser mais eficaz que a CV;
- de todas as técnicas estudadas, a CV foi a menos eficaz;
- a técnica MDA mostrou, ainda ser uma alternativa com custo-benefício superior à técnica CV e PUI;
- para a região apical são necessários mais estudos, uma vez que os existentes são escassos;
- estudos futuros deverão utilizar mais do que um sistema de análise que não o SEM, devido ao facto deste não produzir resultados totalmente rigorosos.

O trabalho desenvolvido pretende, então, ser uma contribuição com o objetivo de auxiliar os operadores na prática clínica, nomeadamente aquando da decisão do protocolo de irrigação a utilizar, bem como na escolha da técnica mais eficaz de agitação do irrigante para melhor garantir o sucesso do TENC que, sabe-se hoje, estar diretamente relacionado com o nível de desinfecção canalar promovido.

## VI. Bibliografia

- Ahuja, P. *et al.* (2014). Effectiveness of four different final irrigation activation techniques on smear layer removal in curved root canals : A scanning electron microscopy study, *Journal of Dentistry*, 11(1), pp. 1–9.
- Alamoudi, R. A. (2019). The smear layer in endodontic : To keep or remove – an updated overview, *Saudi Endodontic Journal*, 9, pp. 71–81.
- Andrabi, S. M. *et al.* (2014). Effect of passive ultrasonic irrigation and manual dynamic irrigation on smear layer removal from root canals in a closed apex in vitro model, *Journal of Investigative and Clinical Dentistry*, 5(3), pp. 188–193.
- Arslan, H. *et al.* (2013). Effect of agitation of EDTA with 808-nanometer diode laser on removal of smear layer, *Journal of Endodontics*, 39(12), pp. 1589–1592.
- Balasubramanian, S. K. *et al.* (2017). A comparative study of the quality of apical seal in resilon / epiphany SE following intra canal irrigation with 17 % EDTA , 10 % Citric Acid and MTAD as final Irrigants – A dye leakage study under vacuum, *Journal of Clinical and Diagnostic Research*, 11(2), pp. 20–24.
- Barnes, J. E. (1974). The production of inlay cavity bevels, *Brazilian Dental Journal*, 137, pp. 379-390.
- Boutsioukis, C. *et al.* (2015). Syringe irrigation: Blending endodontics and fluid dynamics, *Endodontic Irrigation*, pp. 45-64.
- Çapar, I. D. *et al.* (2014). Effectiveness of various irrigation activation protocols and the self-adjusting file system on smear layer and debris removal, *Scanning*, 9999, pp. 1-8.
- Caron, G. *et al.* (2010). Effectiveness of different final irrigant activation protocols on smear layer removal in curved canals, *Journal of Endodontics*, 36(8), pp. 1361-1366.
- Castellucci, A. (2004). *Endodontics*, Vol. I, II, III. Firenze, Il Tridente.
- Chow, T. W. (1983). Mechanical effectiveness of root canal irrigation. *Journal of Endodontics*, 9, pp. 475-479.
- Cohen *et al.* (2011). *Caminhos da polpa*. Tradução da 10ª edição. Elsevier, Rio de Janeiro.
- Cunningham, W. T. (1982). A scanning electron microscope evaluation of root canal debridement with the endosonic ultrasonic synergistic system, *Oral Surgery*, 53(5), pp. 527–531.
- Gilbe, D. B. *et al.* (1980). Dentinal smearing: An investigation of the phenomenon, *Journal Prosthetic and Dentistry*, 44, pp. 310-316.
- Gu, L. *et al.* (2009). Review of contemporary irrigant agitation techniques and devices, *Journal of Endodontics*, Elsevier Ltd, 35(6), pp. 791–804.
- Herrera, D. *et al.* (2016). Clinical efficacy of EDTA ultrasonic activation in the reduction of endotoxins and cultivable bacteria, *International Endodontic Journal*, 50(10).
- Hulsmann, M. *et al.* (1997). Root canal cleanliness after preparation with different endodontic handpieces and hand Instruments : A comparative SEM investigation, *Journal of Endodontics*, 23(5), pp. 301–306.
- Karade, P. *et al.* (2017). Efficiency of different endodontic irrigation and activation systems in removal of the smear layer: A scanning electron microscopy study, *Iranian Endodontic Journal*, 12(4), pp. 414–418.
- Khaord, P. *et al.* (2015). Effectiveness of different irrigation techniques on smear layer removal in apical thirds of mesial root canals of permanent mandibular first molar : A scanning electron microscopic study, *Journal Conservaty Dentistry*, 18(4), pp. 321–326.

- Koçak, S. *et al.* (2016). Influence of passive ultrasonic irrigation on the efficiency of various irrigation solutions in removing smear layer: A scanning electron microscope study, *Microscopy Research and Technique*, 80, pp. 537-542.
- Lopes e Siqueira. (2010). Endodontia- Biologia e técnica. 5ª Edição. Elsevier.
- Mancini, M. *et al.* (2013). 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*, Elsevier Ltd, 39(11), pp. 1456–1460.
- Mccomb, D. *et al.* (1975). A preliminary scanning electron microscopic study of root canals after endodontic procedures, *Journal of Endodontics*, 1(7), pp. 238-242.
- Metzger *et al.* (2010). The self-adjusting file (SAF). Parte 3: Removal of debris and smear layer: A scanning electron microscope study, *Journal of Endodontics*, 36(4), pp. 697-702.
- Morago, A. *et al.* (2016). Influence of smear layer on the antimicrobial activity of a sodium hypochlorite / etidronic acid irrigating solution in infected dentin, *Journal of Endodontics*, pp. 10–13.
- Munoz, H. R. *et al.* (2012). In vivo efficacy of three different endodontic irrigation systems for irrigant delivery to working length of mesial canals of mandibular molars, *Journal of Endodontics*. Elsevier Ltd, 38(4), pp. 445–448.
- Paqué *et al.* (2005). Root canal preparation with Endo-Eac AET: changes in root canal: Shape assessed by microcomputed tomography, *International Endodontic Journal*, (38), pp. 456-464.
- Paqué *et al.* (2009). Effects of root canal preparation on apical geometric assessed by microcomputed tomography, *Journal of Endodontics*, 35(7), pp. 1056-1059.
- Rodig, T. *et al.* (2010). Effectiveness of different irrigant agitation techniques on debris and smear layer removal in curved root canals, *Journal of Endodontics*, 36(12), pp. 1983–1987.
- Saber, S. E. *et al.* (2011). Efficacy of different final irrigation activation techniques on smear layer removal, *Journal of Endodontics*, Elsevier Ltd, 37(9), pp. 1272–1275.
- Sonu, K. R. *et al.* (2016). Comparative evaluation of dentinal penetration of three different endodontic sealers with and without smear layer removal - Scanning electron microscopic study, *Saudi Endodontic Journal*, 6(1), pp. 16–20.
- Sousa-Neto, M. D. *et al.* (2018). Root canal preparation using micro-computed tomography analysis: A literature review, *Brazilian Oral Research*, 32, pp. 20–43.
- Taylor, J. K. *et al.* (1997). Coronal Leakage : Effects of smear layer , obturation technique , and sealer, *Journal of Endodontics*, 23(8), pp. 508–512.
- Van Der Sluis, L. W. M. *et al.* (2007). Passive ultrasonic irrigation of the root canal: A review of the literature, *International Endodontic Journal*, 40, pp. 415–426.
- Van Der Sluis, L. W. M. *et al.* (2005). A comparison between a smooth wire and a K-file in removing artificially placed dentine debris from root canals in resin blocks during ultrasonic irrigation, *International Endodontic Journal*, 38, pp. 593–596.
- Violich, D. R. *et al.* (2010). The smear layer in endodontics – a review, *International Endodontic Journal*, 43, pp. 2–15.
- Virdee, S. S. *et al.* (2018). Efficacy of irrigant activation techniques in removing intracanal smear layer and

Ácido Etileno-Diamino Tetra-Acético na remoção da “*Smear Layer*” em Endodontia  
Revisão Sistemática

debris from mature permanent teeth: a systematic review and meta-analysis, *International Endodontic Journal*, 51, pp. 605–621.

Vivan, R. R. *et al.* (2010). Scanning Electron Microscopy Analysis of RinsEndo System and Conventional Irrigation for Debris Removal, *Brazilian Dentistry Journal*, 21(4), pp. 305-309.

White, R. R. *et al.* (1984). The influence of the smeared layer upon dentinal tubule penetration by plastic filling materials, *Journal of Endodontics*, 10(12), pp. 558–562.

Wu *et al.* (2001). A primary observation on the preparation and obturation of oval canals, *International Endodontic Journal*, 34(2), pp. 137-41.

## VII. Anexos

Tabela 1: Resultados obtidos da pesquisa na base de dados – *PubMed*.

<b>PESQUISA</b>	<b>PALAVRAS CHAVE</b>	<b>RESULTADOS</b>
#1	<i>"Smear Layer"</i>	2404
#2	<i>"Scanning Electron Microscopy"</i>	151862
#3	<i>"Final Irrigation"</i>	1751
#4	<i>"Manual Dynamic Activation"</i>	71
#5	<i>"Endodontics"</i>	44765
#6	<i>"EDTA"</i>	50374
#7	<i>"Sonic Activation"</i>	9580
#8	<i>"Passive Ultrasonic Irrigation"</i>	270
#9	#1 AND #2	1138
#10	#1 AND #3	280
#11	#1 AND #4	20
#12	#1 AND #5	1139
#13	#1 AND #6	747
#14	#1 AND #7	28
#15	#1 AND #8	44
#16	#1 AND #2 AND #3	159
#17	#1 AND #4 AND #7	4
#18	#1 AND #4 AND #7 AND #8	2
#19	#1 AND #2 AND #3 AND #4 AND #5	12
#20	#1 AND #2 AND #3 AND #4 AND #5 AND #6 AND #7 AND #8	0

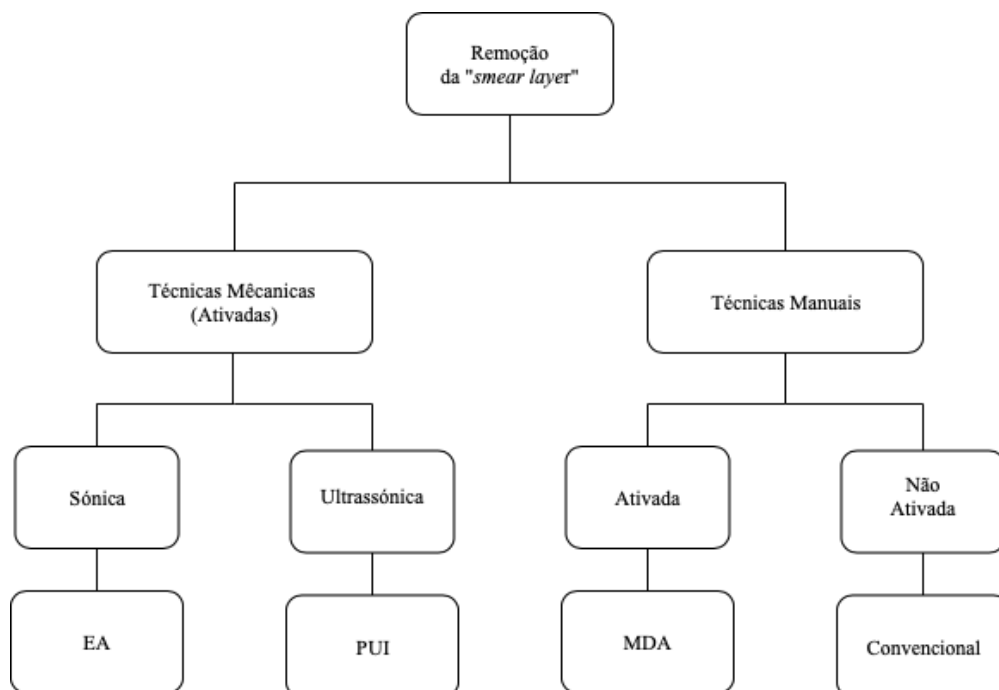

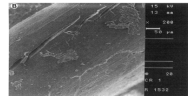
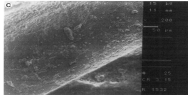
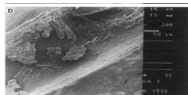



Figura 4: Técnicas de Irrigação para remoção da “*Smear Layer*”.

Tabela 2: Pontuação de Hulsmann *et al.* (1997) (adaptado do artigo de Hulsmann *et al.*, 1997).

PONTUAÇÃO	SIGNIFICADO	IMAGEM
1	A “ <i>smear layer</i> ” está ausente e os túbulos dentinários abertos.	
2	Quantidade reduzida de “ <i>smear layer</i> ” e alguns túbulos dentinários abertos.	
3	Há uma camada homogénea de “ <i>smear layer</i> ” a cobrir as paredes do canal e apenas alguns túbulos dentinários abertos.	
4	A parede do canal radicular está completamente revestida pela “ <i>smear layer</i> ” e não há túbulos dentinários abertos.	
5	A “ <i>smear layer</i> ” reveste as paredes do canal de forma densa e não homogénea.	

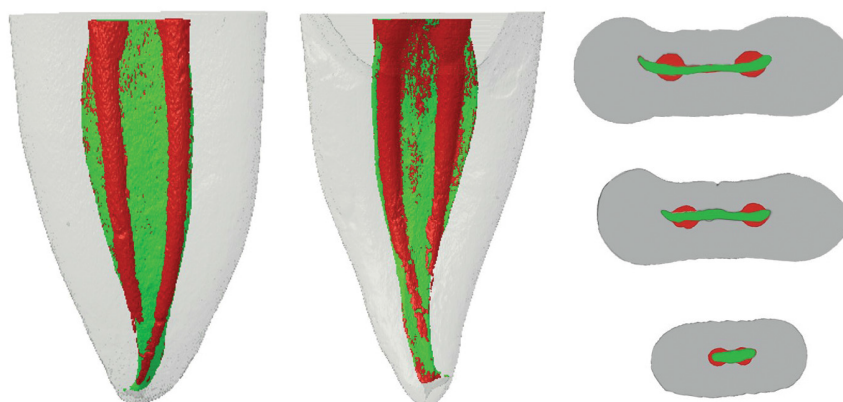


Figura 5: Representação a duas e três dimensões da anatomia externa e interna do molar mandibular antes do tratamento (verde) e depois da instrumentação (vermelho) (adaptado do artigo de Sousa-Neto *et al.*, 2018).

Tabela 3: Descrição dos estudos selecionados.

Referência	R. SL	M. A. (x1000)	Zona de Teste	I.	Amostras/Dentes	n1	G1	n2	G2	n3	G3	n4	G4
Caron <i>et al.</i> , 2010	Sim	SEM	Médio e Apical	17% EDTA (1mL) e 3% NaOCl (3mL)	50 Molares Mandibulares (raiz mesial com curvatura) intactos e sem tratamentos prévios	10	CV (com seringa e agulha 27G. Irrigante foi dispensado durante 1min no canal, sem agitação.)	10	MDA (ativado com cone de guta percha, corretamente adaptado durante 1 min.)	10	EA (ativado com ponta de diâmetro 25/04 e 35/04, durante 1min a 10 kHz.)	10	RinsEndo (não foi considerado para esta análise.)
Rodig <i>et al.</i> , 2010	Sim	SEM	Coronal e Apical	20% EDTA (5mL) e 3% NaOCl (5mL)	108 molares mandibulares (raiz mesio-lingual com curvatura) intactos e sem TENC anteriores à extração	20	CV (com seringa e agulha 30G. Não refere o tempo.)	20	PUI (ativado com K15, durante 1min, com velocidade 1.)	20	EA (ativado com ponta 25/04, durante 1 min a 10,000 cpm.)	20	CanalBrushes (não foi considerado para esta análise.)
Saber <i>et al.</i> , 2011	Sim	SEM	Coronal, médio e Apical	2,5% NaOCl (5mL) e 17% EDTA (5mL) &	40 pré-molares Mandibulares (canais retos)	10	PUI (ativado durante 1min com ponta 25/00, com velocidade 5.)	10	CV (dispensado com seringa e agulha 30G apicalmente, sem dobrar.)	10	MDA (ativado durante 1min com cone de guta percha de calibre 40)	10	EndoVac (não foi considerado para esta análise.)
Khaord <i>et al.</i> , 2015	Sim	SEM	Apical	17% EDTA (1mL) e 3% NaOCl (3mL)	40 molares Mandibulares permanentes (raiz mesial)	10	PUI (ativado durante 1min.)	10	MDA (ativado durante 1min com cone de guta percha cerca de 100x)	10	EA (ativado durante 1min a 10,000 cpm.)	10	CV (com seringa e agulha 26G, durante 1min.)
Koçak <i>et al.</i> , 2017	Sim	SEM	Coronal, médio e Apical	17% EDTA e 2,5% NaOCl (1,5mL)	78 pré-molares Mandibulares, extraídos por razões periodontais	13	PUI (ativado com ponta 25/00, durante 20s.)	13	CV (com auxílio de seringa e agulha 27G)	-	-	-	-

**Legenda:**

R. SL.: Remoção da “Smear Layer”

M. A.: Método de Análise

I.: Irrigantes

