

Ana Sofia Ribeiro Duarte

**Técnicas e soluções para remoção da *Smear Layer***

Universidade Fernando Pessoa

**Porto, 2015**



Ana Sofia Ribeiro Duarte

**Técnicas e soluções para remoção da *Smear Layer***

Universidade Fernando Pessoa

Porto, 2015

Ana Sofia Ribeiro Duarte

**Técnicas e soluções para remoção da *Smear Layer***

**Atesto de originalidade**

**Assinatura**

Dissertação apresentada à  
Universidade Fernando Pessoa  
como parte dos requisitos para a  
obtenção do grau de Mestre em  
Medicina Dentária

## Resumo

Para um Tratamento Endodôntico eficiente, os microrganismos e outros detritos devem ser totalmente erradicados do sistema canal, de modo a evitar a reinfecção. A remoção de todo o tecido inflamado e necrótico é extremamente importante. Este processo requer a utilização de ferramentas específicas, tanto manuais como mecânicas. Estas ferramentas permitem melhorar todo o processo de irrigação e desinfecção do sistema canal. É fundamental ressaltar a importância da irrigação. Os procedimentos técnicos, combinados com soluções irrigantes competentes, proporcionam um efeito duradouro e adequado do Tratamento Endodôntico.

Este trabalho pretende fazer uma revisão da literatura acerca da importância da remoção ou não remoção da *Smear Layer* durante o Tratamento Endodôntico, recorrendo à utilização de agentes quelantes.

Os principais objetivos desta dissertação são: expor diversas técnicas endodônticas utilizando diferentes ferramentas mecânicas/químicas para a extração de resíduos orgânicos, primando pela eficácia e resultados duradouros. Para este efeito, foram consultados 156 artigos, tendo sido utilizados apenas 91 na elaboração do trabalho. Os resultados demonstram que a *smear layer* deve ser eliminada, sendo que o EDTA a 17% é a solução quelante mais eficaz para este efeito, como auxílio da técnica escolhida.

## **Abstract**

For an efficient Endodontic treatment, microorganisms and other debris should be fully eradicated canal the system in order to avoid reinfection.

The removal of all inflamed and necrotic tissue is extremely important. This process requires the use of special tools, both manual and mechanical. These tools help to improve the whole process of irrigation and disinfection of canal system. It is essential to stress the importance of irrigation. The technical procedures, combined with competent irrigating solutions provide an enduring and proper effect of Endodontic treatment.

This work intends to make a review of the literature about the importance of removing or not, the Smear Layer during Endodontic treatment through the use of chelating agents.

The main objectives of this work are: to expose different endodontic techniques using different mechanical / chemical tools for the extraction of organic waste, striving for effective and lasting results. For this purpose they were found 156 articles, only 91 have been used in preparing the work. The results demonstrate that the smear layer should be eliminated, and the 17% EDTA chelation is the most effective solution for this purpose, as aid of the technique.

## **Agradecimentos**

Aos meus pais, que sempre me incentivaram a perseguir os meus sonhos e que possibilitaram a concretização do meu percurso académico. Um obrigado, acima de tudo, pelo carinho e amor incondicional.

À Professora Natália Vasconcelos, minha tutora e orientadora neste trabalho.

Aos meus colegas de faculdade, pela camaradagem e compreensão, mas especialmente pela boa disposição diária, disparatada e terapêutica dos últimos cinco anos.

Aos amigos de sempre, que me roubaram muitas horas de estudo, mas que considero família.

# Índice

I- Introdução.....	01
II-Desenvolvimento.....	02
1. Materiais e Métodos.....	02
2. <i>Smear Layer</i> .....	02
3. Remoção da <i>Smear Layer</i> .....	05
4. Substâncias Irrigadora .....	07
4.1- Agentes Quelantes.....	08
4.1.1-EDTA.....	09
i)- Relação entre EDTA e Hipoclorito de Sódio.....	13
4.1.2-Ácido Cítrico .....	15
i)-Comparação entre EDTA e Ácido Cítrico.....	17
4.1.3-MTAD .....	20
4.1.4-Outros Agentes Quelantes.....	23
i)- Extrato de <i>Salvadora Persica</i> Vs EDTA.....	23
ii)-Comparação da remoção da <i>smear layer</i> usando EDTA, ácido etidrónico e ácido maleico como irrigantes endodônticos.....	24
4.1.5)-Tween 80.....	24
4.1.6- Ácido Fosfórico.....	27
5-Técnicas de remoção da <i>Smear Layer</i> .....	28
5. 1- Ultrassons .....	29
5. 2-Endoactivator ( dispositivo sónico).....	32

5.3- EndoVac; F-File ; Canal Brush .....	34
5.4- Comparação entre as diversas técnicas na remoção da <i>Smear layer</i> .....	35
5.5- Laser .....	35
6- Influência da <i>Smear Layer</i> na cimentação.....	44
III- Conclusão .....	47
IV- Bibliografia.....	48

## Índice de imagens:

Fig.1- Imagem da presença de <i>smear layer</i> obtida através de SEM.....	04
Fig.2- Pontas para ultrassons (Ponta Ultrassônica Irrisonic e Ponta Plástica EasyClean).....	30
Fig.3- EndoActivator.....	32
Fig.4- Remoção da camada de <i>Smear Layer</i> da parede dentinária através do sistema EndoVac.....	37
Fig.5- Comparação da eficácia de remoção da <i>smear layer</i> pelo EndoVac e EndoActivator.....	39
Fig.6- Micrografia de varredura da junção resina/dentina tratada com laser ER:YAG com aplicação prévia de ácido fosfórico a 37%.....	41

## **Índice de Abreviaturas:**

%- Percentagem

µm- Micrómetro

Ca- Cálcio

CI- convencional irrigation

E. Faecalis- Enterococcus Faecalis

EDTA - Ácido Etilenodiaminotetracético

EDTAC- Associação de EDTA e Cetavlon

EDTAT- Associação de EDTA com Tergentol

EGTA- Ethylene-glycol-bis-beta-amino-ethyl ether tetracetic acid

Er: YAG: laser de alta potência que possui como meio activo sólido o cristal de terra rara érbio, inserido numa matriz de Ytrio, Granada e Trio.

Endo PTC- creme composto por 10% peróxido de ureia, 15% de tween 80 e 75% carbowax 1500

gr- grama

h- hora

H<sub>2</sub>O<sub>2</sub>- peróxido de hidrogénio

HCl- ácido clorídrico

HEPB (1- hidroxietileno-1 ,1-bifosfanato)

IC- Irrigação Convencional

LASER- light amplification by stimulated of radiation (amplificação de luz através da emissão de radiação).

MDA- Agitação dinâmica manual

MEV- microscopia eletrónica de varredura

ml- mililitros

mm- milímetros

NaOCl- hipoclorito de sódio

NaOH- hidróxido de sódio

pH- potencial hidrogénico

PIPS- Streaming foto acústica induzida por fotões

PUI - Passive Ultrasonic Irrigation

REDDTA- associação de EDTA com Cetavlon

s- segundo

S. Persica- Salvadora Persica

SEM- scanning electron mycroscopic

SI- Sonic Irrigation

SL- *Smear Layer*

rpm- rotações por minuto

TENC- Tratamento Endodôntico Não Cirúrgico



## I- Introdução

A Endodontia define-se como uma área da Medicina Dentária que visa o estudo da etiopatogenia, diagnóstico e tratamento da patologia pulpar e peri radicular (Castellucci et al., 2004).

O *Tratamento Endodôntico* está intimamente relacionado com o estudo da morfologia, fisiologia e patologia dos tecidos pulpares e peri radiculares. Compreende diversos parâmetros, desde o diagnóstico diferencial até ao tratamento da dor de origem pulpar (Castellucci et al., 2004).

O objetivo do *Tratamento Endodôntico não cirúrgico* (TENC) é a eliminação da população microbiana conseguida através da instrumentação biomecânica, limpeza e desinfeção do sistema de canais radiculares, tentando criar uma assepsia intracanal (Kuruvilla, A. et al., 2015).

Segundo Castellucci et al. (2004), para promover o êxito do *Tratamento Endodôntico* é necessário distinguir três fases fundamentais (Castellucci et al., 2004).

A primeira fase consiste no diagnóstico, em que a causa é identificada e é equacionado o plano de tratamento a efetuar (Castellucci et al., 2004).

A segunda fase consiste na desinfeção e conformação do sistema de canais radiculares, a fim de remover todo o conteúdo intra canal e proporcionar uma adequada conformação. Para esta conformação, existem diferentes tipos de instrumentos, como os instrumentos manuais associados a soluções de irrigação (Castellucci et al., 2004).

Finalmente, a terceira fase do TENC é aquela em que se promove uma adequada obturação dos canais radiculares, sendo estes preenchidos hermeticamente com um material obturador (Castellucci et al., 2004).

Durante a instrumentação biomecânica, pela ação cortante dos instrumentos endodônticos (Hakan et al., 2009), forma-se uma camada amorfa, denominada de *smear*

*layer*. Esta camada apenas se encontra presente nas superfícies que sofreram a ação do toque das limas durante a instrumentação (Catellucci et al., 2004).

A questão da remoção ou não da *smear layer* durante o TENC é, ainda hoje, uma questão controversa, havendo vantagens e desvantagens associadas à sua presença ou remoção (Chopra et al., 2008).

O principal objetivo deste trabalho consistiu em fazer uma revisão da literatura acerca da importância da remoção, ou não, da *Smear Layer*, durante o TENC, recorrendo à utilização de agentes quelantes, especificando as características dos mesmos. Focou-se também na reunião das várias técnicas que se podem utilizar durante o Tratamento Endodôntico.

## **II-Desenvolvimento**

### **1-Materiais e Métodos**

Foi efetuada uma pesquisa bibliográfica utilizando os motores de busca: “*Pubmed*” e “*Science Direct*”, de artigos publicados entre os anos 2000 e 2015. Utilizaram-se as seguintes palavras como palavras-chave: “*Endodontic Treatment*”; “*smear layer*” ; “*Ethylenediamine tetraacetic acid*”; “*hipochloryte*” ; “*root canal*”; “*descalcification*” e “*erosion*”. Os artigos pesquisados foram artigos de revisão de literatura e ensaios clínicos randomizados. Dos 156 artigos consultados no âmbito desta temática, foram selecionados 91 para integrar o conteúdo deste trabalho

### **2- *Smear Layer***

A eliminação de microrganismos do canal radicular é um passo importante para o sucesso endodôntico. A colonização do canal com bio-filmes bacterianos, juntamente com a complexidade anatômica canal e a possibilidade de invasão dos túbulos

dentinários por microrganismos pode comprometer este sucesso (Silveira, Luiz et al., 2014).

Algumas técnicas laboratoriais têm sido utilizadas com a perspectiva de avaliar a eficiência de preparação químico-mecânica dos canais radiculares. De entre elas destacam-se a microscopia óptica, os corantes, as substâncias radiopacas e a microscopia eletrônica de varredura (MEV) (Lopes et al., 2004).

Após várias observações ao MEV, identificou-se a presença de diminutos restos dentinários e uma substância amorfa aderida às paredes, formando um aglomerado pastoso, principalmente depositado na região apical, a denominada *smear layer* (SL) (Lopes et al., 2004).

A *Smear Layer* foi identificada pela primeira vez por Boyde (*cit in* Lopes et al., 2004) quando verificou o seu aparecimento na superfície do esmalte, após este ser cortado com broca. McComb & Smith observaram, também, a presença desta camada nos canais radiculares após a instrumentação (Lopes et al., 2004).

A *smear layer* também pode ser designada por magma endodôntico, lama dentinária, barro dentinário e camada residual (Lopes et al., 2004).

É constituída por uma camada bastante fina (1 a 5  $\mu\text{m}$ ), amorfa, não estruturada, granular, friável, pouco aderida à superfície do canal radicular, originada pela instrumentação dos canais radiculares (Fig 1). Esta substância apresenta solubilidade em ácido, comprometendo assim o seu processamento histológico (Mello et al., 2009). Torna-se, então, difícil a sua visualização em estudos de microscopia ótica. Ao inverso, na MEV, é possível ser analisada e revelada (Kokkas et al., 2004; Coelho et al., 2014).

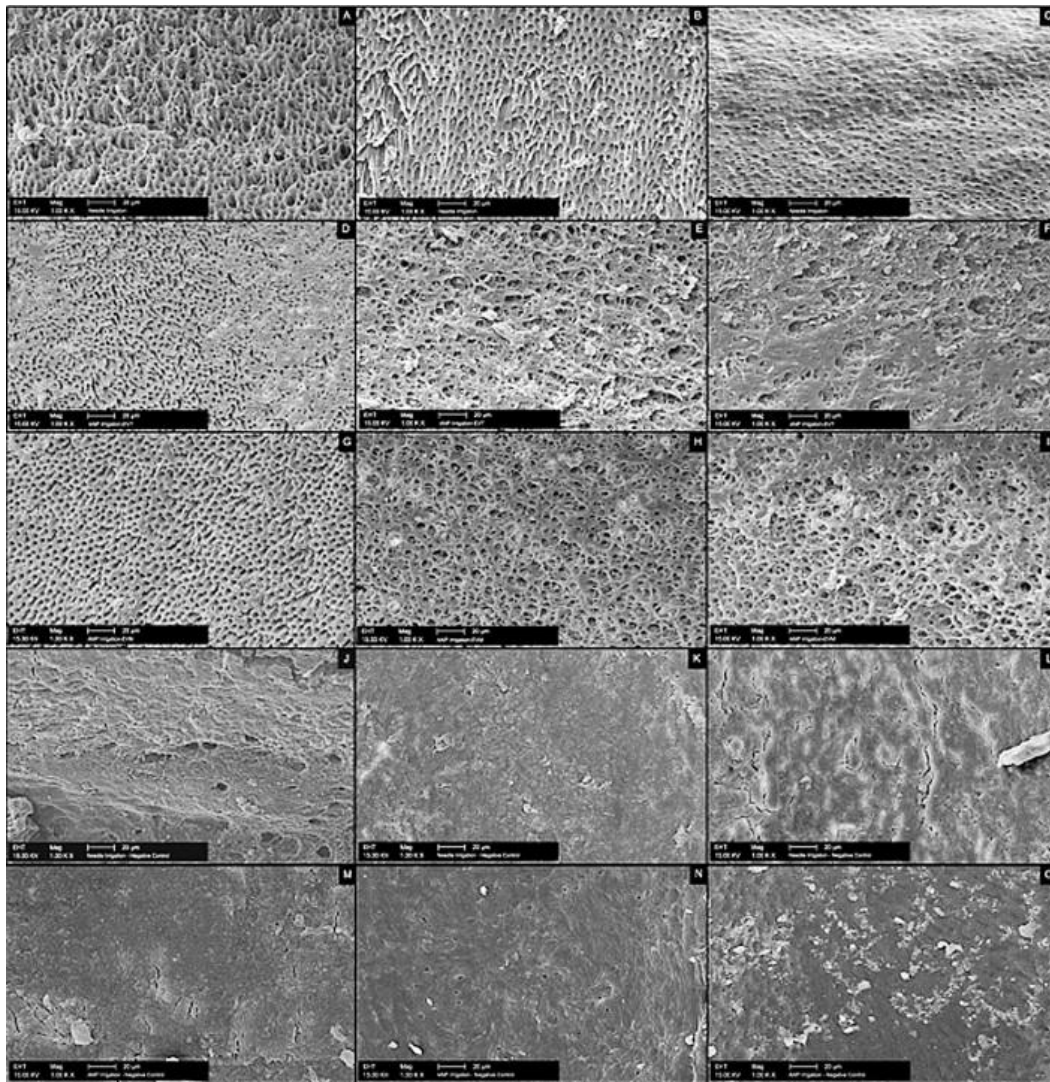


Fig 1- Imagem da presença de *smear layer* obtida através de SEM (Kato, Augusto Shoji, 2014).

A sua morfologia depende do tipo de instrumento utilizado, do grau de humidade da dentina, do momento do corte e das características anatómicas do canal. No entanto, segundo Violich et al. (2010), a quantidade de *smear layer* produzida pela instrumentação é equitativa durante a preparação pelas Gates Gliden, K- files ou K-reamers (Violich et al., 2010). No plano lateral, apresenta-se comprimida no interior de túbulos dentinários, sendo denominada de *smear layer plug* (Marques et al., 2008).

Uma vez que a *Smear Layer* é de origem dentinária, é constituída por matéria orgânica e inorgânica (Silveira, Luiz et al., 2014).

A matéria orgânica é formada por produtos oriundos da decomposição de colagénio, processos odontoblásticos, tecido pulpar, proteínas coaguladas, células sanguíneas e, em casos de necrose pulpar, por bactérias e pelos produtos que elas originam (Silveira, Luiz et al., 2014).

Quanto à porção inorgânica, é composta primordialmente por hidroxiapatite de cálcio e fosfato tricálcico (Silveira, Luiz et al., 2014).

A *Smear Layer*, por sua vez, é composta por duas subcamadas distintas: uma superficial, constituída por matéria orgânica, e uma mais profunda e mineralizada, onde predominam as raspas dentinárias (Mello et al., 2008). A camada mais profunda é formada por partículas menores, compactadas no interior dos túbulos dentinários, dificultando a sua remoção. Esta compactação reduz a permeabilidade dentinária 25-49%, protegendo as bactérias previamente instaladas nos túbulos dentinários. Para assegurar a remoção da *smear layer*, continua-se a apostar no avanço tecnológico (Silveira, Luiz et al., 2014).

### **3- Remoção da *Smear Layer***

O preparo químico-mecânico do sistema de canais radiculares é uma das fases mais importantes do Tratamento Endodôntico. A limpeza e modelagem dos canais radiculares não só auxilia na obtenção dos objetivos biológicos, nomeadamente a redução bacteriana, como também facilita a obturação tridimensional do sistema de canais radiculares e a realização de uma obturação de alta qualidade. De acordo com Schilder (*cit in* Tabrizzadeh, M.; Shareghib A., 2015), os canais devem ser preparados com uma conicidade contínua de coronal para apical e a abertura apical deve ser mantida na posição e com a morfologia inicial (Tabrizzadeh, M.; Shareghib A., 2015).

Não há consenso sobre o efeito do tamanho da preparação apical na remoção de dentina infetada ou na promoção da eficácia dos irrigantes. Alguns clínicos defendem um menor tamanho na preparação apical combinado com formas mais cónicas. É claro que o excesso de alargamento dos canais, ao remover mais dentina do canal, pode levar a erros de preparação canal, tais como: transporte apical, perfurações e aumento do risco de fratura da raiz, no futuro (Tabrizzadeh, M.; Shareghib A., 2015).

No estudo recente de Tabrizizadeh et al. (2014), foi demonstrado que a infiltração através de obturações dos canais radiculares está diretamente relacionada com a conicidade da preparação canal e que a redução dessa mesma conicidade pode, por conseguinte, levar a uma menor infiltração. Da mesma forma e de acordo com os resultados do estudo realizado por Tabrizizadeh (Tabrizizadeh M; Shareghib A., 20015), o aumento da conicidade não conduz a uma maior limpeza e remoção de *smear layer* (Tabrizizadeha, M.; Shareghib A., 2015).

O objetivo deste estudo foi investigar a influência do aumento da conicidade na limpeza do canal radicular, através da observação da presença de SL nos terços coronal, médio e apical, usando microscopia eletrônica de varredura (MEV) (Lopes e tal., 2004; Silveira, Luiz et al., 2014).

Verifica-se que, mesmo após a preparação químico-mecânica do canal, algumas bactérias conseguem permanecer no interior dos túbulos dentinários, podendo levar a reinfeções radiculares e patologias peri radiculares, pela comunicação com o exterior, através do forâmen apical (Lopes e tal., 2004; Silveira, Luiz et al., 2014).

Quando esta camada permanece aderida aos túbulos dentinários, favorece a sobrevivência, a multiplicação bacteriana e promove a adesão e colonização dos microrganismos (Chopra et al., 2008; Sem et al., 2009; Ahmetoglu,F. et al., 2014).

Além disso, a SL interfere com a ação e capacidade de penetração intra-canal dos desinfetantes (Sean et al., 2009), atuando como uma camada física, que diminui, também, a penetração do cimento endodôntico nos túbulos dentinários, e, dificulta a adesão do cimento à superfície dentinária (kokkas et al., 2004; Ahmetoglu,F. et al., 2014). Verifica-se que, se a *smear layer* não for removida e ao se desintegrar, pode levar a uma micro infiltração na obturação definitiva do canal (Lopes et al., 2004). Importa lembrar que a presença da camada de *smear layer* é capaz de reduzir entre 25% a 49% a permeabilidade dentinária (Lopes et al., 2004).

Por outro lado, a remoção da *smear layer* favorece a redução de microrganismos e induz o acréscimo da permeabilidade dentinária, levando ao aumento do lúmen dos túbulos dentinários, que permite uma melhor difusão do cimento endodôntico (Shahravan et al., 2007) e uma melhoria no selamento dos materiais obturadores, quer nas paredes do

canal quer apicalmente, permitindo não só uma qualidade de obturação superior como também a obturação de um maior número de canais laterais (Sen et al., 2009).

No entanto, constata-se também que, se a *smear layer* for removida, pode haver um certo risco de reinfeção dos túbulos dentinários, caso o selamento da obturação definitiva falhe (Lopes et al., 2004).

Existem, portanto, vantagens e desvantagens quer na remoção, quer na não remoção da *smear layer*. No entanto, atualmente, a opinião da maioria dos profissionais na área da Endodontia é consensual. A *smear layer* deve ser totalmente removida, previamente à obturação dos canais radiculares (Hülsmann, 2003).

Consequentemente, assiste-se a inúmeras técnicas e soluções químicas propostas na literatura para a sua remoção. Devido à sua natureza repleta de compostos orgânicos e inorgânicos, a irrigação trivial com hipoclorito de sódio não permitirá a sua remoção integral, por apenas remover constituintes orgânicos, podendo surgir depósitos de *smear layer* no interior dos túbulos dentinários (Silveira, Luiz et al., 2014).

#### **4- Substâncias Irrigadoras**

Existem imensas soluções de irrigação que permitem a desinfecção do sistema de canais radiculares. A escolha depende, entre outros fatores, quer das propriedades da solução, quer do diagnóstico do TENC (Soares et al., 2001).

Para além da sua atividade germicida, a solução deve ser selecionada em função de características como a toxicidade, a capacidade de penetração nos tecidos, a capacidade de remoção de matéria orgânica e consoante as suas reações químicas com proteínas e outros constituintes do tecido (Bertacci et al., 2007).

Assim, se estivermos na presença de TENC com uma polpa vital e ausência de contaminação microbiana, podemos escolher produtos com menor poder-antisséptico e maior poder de dissolução da matéria orgânica. Pelo contrário, se nos deparamos com uma necrose pulpar, são necessários irrigantes que promovam a desinfecção e

neutralização dos conteúdos necróticos, com a finalidade de produzir antissepsia (Soares et al., 2001).

Nem todos os irrigantes existentes no mercado conseguem promover a eliminação da *smear layer*, como o hipoclorito ou a clorohexidina. Apenas as soluções quelantes têm essa capacidade (Bertacci et al., 2007).

Dogan & Çalt (2001), partilham da mesma opinião. Recorreram a 36 amostras de dentina, obtidas através da porção média de raízes de dentes anteriores humanos, no sentido de avaliar o efeito do uso isolado e combinado do EDTA e do hipoclorito de sódio sobre o conteúdo mineral da dentina. Concluíram que, para obterem o efeito máximo na desinfecção dos canais durante o procedimento endodôntico, é necessário o uso de quelantes seguidos de solventes teciduais (Dogan & Çalt, 2001).

#### **4.1- Agentes Quelantes**

Na revisão bibliográfica de Torabinejad et al. (2002), as soluções quelantes utilizadas na Endodontia apresentam-se na forma líquida e na forma de pasta ou gel. Os quelantes mais comuns são utilizados mais frequentemente na sua forma líquida, como por exemplo:

- Calcinase ®, formado por 17% de edelato de sódio, hidróxido de sódio (para diminuir o pH) e água destilada;
- Solução de REDTA, composta pela solução de EDTA com adição de 0,84gr de cetrimide ® (cetril trimetil brometo de amónia);
- EDTAC e o DTPAC, soluções associadas ao tensoativo Cetaulon ® (cetiltri-metil brometo de amónia) adicionando-se 0,75gr em 100ml de EDTA com Ph de 8;
- Solução de EDTA associada ao tergentol ® (lauril éter sulfato), conhecido como EDTA-T;
- Longel ultra ®, contendo EDTA a 15%, 0,75% de cetrimide ® com hidróxido de sódio para reduzir o pH 7,4 (importante no processo desmineralizante);

- Salcisol ®, associação do dississetato de aminoquinoldina a 5% com propileno glicol com 6.6 de pH;
- Decol ®, composto com 3,4 de pH, produzido com uma associação de 5,3% de oxil acetato, 4,6% de acetato de amônia e 0,6% de cetrimide ®, (Esta solução combina o efeito quelante com a dissolução proporcionada pelo Ph ácido);
- Tublicide Plus ®, contendo 1,5g de Amphoteric-2 a 38%; cloreto de benzolan, 3g de EDTA disódico com pH de 7,3 associado a 100ml de água destilada com 50% de ácido cítrico (Torabinejad et al., 2002).

#### 4.1.1)-EDTA

Como já foi referido, o ácido etilenodiamino tetracético (EDTA) é comumente aceite como o agente quelante mais eficaz. Contém propriedades lubrificantes proeminentes e é amplamente utilizado na terapêutica endodôntica (Darda,S.et al., 2014).

O EDTA é indicado, preferencialmente, para permeabilizar os canais calcificados e atresiadados, para eliminar a *smear layer* e para reduzir a micro infiltração (Keles et al., 2009). Permite, também, a lubrificação e a emulsão dos tecidos durante a instrumentação (Castellucci e tal., 2004), possibilitando a preparação das paredes dentinárias, para uma melhor aderência no preenchimento com resinas adesivas (Darda, S.,2014).

Relativamente à lubrificação, Castelli et al. (2004), considera que facilita o movimento dos instrumentos principalmente em canais estreitos e calcificados. Para a emulsão da matéria orgânica são utilizados géis, particularmente para uma fase inicial – a negociação dos canais radiculares em casos de polpa vital (Castelli et al., 2004).

Ao combinar-se com iões de cálcio da hidroxiapatite (Mello et al., 2008), forma sais de cálcio de EDTA (Castellucci et al., 2004), atingindo uma profundidade de descalcificação da dentina até 20-30 µm em 5 minutos (Violich et al., 2010).

O EDTA foi estudado pela primeira vez em 1953. Tem o aspeto de um pó branco, cristalino, insolúvel e inodoro que possui 4 grupos acéticos ligados ao etilonodiamino.

Devido à sua baixa insolubilidade em água tem sido convertido em sais dissódicos, trissódicos e tetrassódicos, através do acréscimo de hidróxido de sódio à sua fórmula. Quanto maior a solubilidade do composto, maior o poder de descalcificação e consequentemente menor o carácter ácido da molécula (Barletta et al., 2007).

Foi empregue em 1957, no Tratamento Endodôntico, por Nygaard-Ostby. Inicialmente, utilizava-se na forma líquida na concentração de 15% a 17%, adicionando-se hidróxido de sódio até que a solução adquirisse um pH neutro, resultando num sal de EDTA trissódico. Atualmente, pode ser encontrado na forma de gel a 24%, com o mesmo pH da fórmula líquida (Barletta et al., 2007). Nestas condições, consegue-se descalcificar a dentina, sem agredir os tecidos peri radiculares (Dogan et al., 2001).

A reação do sal de EDTA com os iões de cálcio da dentina resulta num complexo EDTA-Ca estável, responsável pela sua forte característica desmineralizadora, removendo a camada amorfa das paredes do canal radicular (Barletta et al., 2007). Esta particularidade proporciona o alargamento dos túbulos dentinários, o amolecimento da dentina e a desnaturação das fibras de colagénio (Darda,S. et al., 2014). Esta reação ocorre numa proporção de 1:1, uma molécula de EDTA para uma molécula de cálcio (Barletta e tal., 2007).

À medida que o processo de descalcificação decorre, o pH de sal EDTA diminui. O pH ideal para permitir uma maior eficácia dos efeitos desmineralizantes encontra-se próximo de 7,0 (Sampaio et al., 2003). Abaixo deste valor, o efeito dos quelantes decresce. Se o pH for inferior a 5,0 denomina-se pH ácido e a reação suspende, pois o sal EDTA não consegue ligar-se aos iões de cálcio presentes na dentina (Barletta et al., 2007).

Os efeitos do EDTA dependem do tipo e do volume com que são utilizados (Spanó et al., 2009). Após 24-48h, a desmineralização da dentina é limitada à profundidade de aproximadamente 20-50 µm (Mello et al., 2008). O volume recomendado de EDTA é muito variável e oscila entre 3 a 20 ml por canal radicular, para remover efetivamente a *smear layer* (Ballat et al., 2009).

De acordo com Ballet et al. (2009), os volumes utilizados, de 5 ml de EDTA, 10 ml ou 15 ml apresentam a mesma eficácia na remoção da *smear layer* (Ballet et al., 2009).

Ainda sobre o tema do volume de EDTA e as zonas do canal de maior atuação, Mello et al. (2008) analisaram a influência de diferentes volumes de EDTA a 17% como irrigante final na remoção da *smear layer* nas diversas áreas do canal. Foram instrumentados mecanicamente quarenta dentes e irrigados com hipoclorito de sódio a 1%. Posteriormente, foram divididos em quatro grupos: o grupo de controle, sem irrigação final com EDTA, e os grupos com irrigação final de 5 ml, 10 ml e 15 ml de EDTA. Os dentes foram seccionados e submetidos à técnica de microscopia eletrônica de varredura. Os resultados demonstraram que os três grupos experimentais não apresentaram diferenças estatísticas. No entanto, comparativamente ao grupo controle foram encontradas diferenças significativas. No grupo de controle, as paredes do canal mostraram a presença de *smear layer* densa ao longo do canal radicular. Não houve diferença estatisticamente significativa entre os terços coronário, médio e apical. Com base nos resultados, percebe-se que uma irrigação final com 5 ml de EDTA elimina eficazmente a *smear layer*, proporcionando paredes canulares limpas e túbulos dentinários abertos em todas as zonas do canal (Mello et al., 2008). Contudo, a maioria dos autores, na atualidade, defende o uso de 10 ml de solução de NaOCl durante o protocolo de irrigação final (Ballat et al., 2009; Darda, S. et al., 2014).

Darda, S. et al. (2014) e Khedmat et al. (2008), consideram que o EDTA é eficiente na remoção da *smear layer*. Contudo, causa erosão na dentina peri tubular e intra tubular nas aplicações com mais de 1 minuto (Ballal et al., 2009) com 10 ml de volume de EDTA (Khedmat et al., 2008; Ballat et al., 2009; Darda, S. et al., 2014). Em última instância, pode mesmo reduzir a dureza da dentina. Assim sendo, o uso de EDTA, no Tratamento Endodôntico, não deve ser prolongado, não excedendo 1 min (Calt & Serper, 2002); (Darda, S. et al., 2014).

Ballal et al. (2009) e Wu et al. (2009), corroboram a teoria de que mais do que 1 minuto de utilização pode causar erosão nos túbulos dentinários, pois diminui a dureza da estrutura da dentina e conseqüentemente origina fragilidade radicular (Ballal et al., 2009 e Wu et al., 2009).

Para reduzir implicações da erosão produzida pelos efeitos de EDTA é preferível o pH próximo do pH neutro (Guerisoli et al., 2002; Pamar G et al., 2004), uma vez que as verdadeiras implicações decorridas do exagero de volume de EDTA na micro dureza se encontram ainda desconhecidas (Mello et al., 2008).

Para a eficácia do EDTA ser determinante é necessário existir um fluxo e refluxo, a fim de permitir a remoção da camada de *smear layer* (Mello et al., 2008).

Em conclusão, a eficiência do EDTA depende de vários fatores, como a própria idade da solução irrigante, a natureza química, a temperatura, o tempo de contacto, a tensão superficial, a profundidade de penetração, a quantidade empregue, o comprimento do canal, a dureza da dentina, o pH e a concentração do EDTA (Gesteira et al., 2003).

As concentrações do EDTA divergem, entre 5% a 24%, sendo, hoje em dia, mais utilizada a concentração de 17% (Sampaio et al., 2003).

Em relação a este parâmetro, O' Connell et al., (2000), realizaram um estudo que teve como objetivo avaliar três diferentes soluções de EDTA na remoção da camada de *smear layer*. Para isso, foram utilizadas soluções de EDTA a 15% com concentração de sal alcalino, EDTA a 15% com concentração de sal ácido e EDTA a 25% com concentração de sal alcalino. Em todos os grupos, após a utilização do EDTA procedeu-se à irrigação com hipoclorito de sódio e água destilada. As imagens obtidas com MEV mostraram que o EDTA usado alternadamente com o hipoclorito de sódio removiu completamente a camada residual nos terços médio e coronário dos canais, embora com menos efetividade no terço apical (O' Connell et al., 2000).

Por sua vez, DE DEUS et al., (2008) avaliaram, através de microscopia ótica digital, o processo de desmineralização dentinária de vários tipos de EDTA, todos com igual concentração. As variantes em causa foram o EDTA a 17%, EDTAC a 17%, EDTAT a 17% e Smear Clear (nova solução de EDTA, que contém 17% de EDTA cetrimida com surfactante), nos tempos 15, 30, 60, 180 e 300 s. Os resultados indicaram que o EDTA a 17% apresentou maior eficácia em todos os tempos avaliados e que as soluções associadas apresentaram um menor efeito quelante. A associação do EDTA com outros agentes não promoveu um aumento do poder de quelação destas soluções (DE DEUS et al., 2008).

Como já referido, esta substância pode apresentar-se sob a forma de líquido ou gel (Marques et al., 2008). O EDTA comercializado na forma de gel encontra-se, por exemplo, contido em seringas - Glyde™ File Prep (Dentsply Mainlifer, Ballaigues, Switzerland) (Soares et al., 2001). É um gel constituído por EDTA e peróxido de

carbamida, hidrossolúvel, é utilizado durante a instrumentação e é eficaz na remoção da *smear layer* (Lim et al., 2003).

Não há consenso na literatura sobre a concentração ideal de EDTA e a forma (solução ou gel) em que este deve ser utilizado para obter a uma melhor eficácia na remoção da *smear layer*.

Segundo Hülsmann et al. (2003), com o EDTA líquido a 17% obtêm-se melhores resultados na remoção da *smear layer* do que utilizando o Glyde File isoladamente (Hülsmann et al., 2003).

No entanto, Dotto et al. (2007) estudaram comparativamente a ação do EDTA a 17% em solução e do EDTA a 24% em gel. Chegaram à conclusão de que não existiam diferenças significativas quanto à utilização de EDTA líquido ou em gel (Dotto et al., 2007).

Da mesma forma, Putzer et al. (2008), registaram algumas diferenças significativas entre EDTA líquido a 17%, EDTA a 18,6% e gel de EDTA a 24%. A concentração mais indicada para remover a *smear layer*, principalmente na região apical, foi o gel lubrificante e quelante de EDTA a 24%. Também se obtiveram bons resultados com o EDTA líquido em concentração  $\geq 18,6\%$  (Putzer et al., 2008).

#### **i) - Relação entre EDTA e Hipoclorito de Sódio**

Não existe nenhuma solução que, isoladamente, remova os tecidos orgânicos e inorgânicos e desmineralize a *smear layer*. Daí que se recomende uma sequência de soluções apropriadas para esse processo (Violich et al., 2010; Silveira, Luiz et al., 2014).

Inúmeros artigos concordam que se deve utilizar o EDTA e o Hipoclorito de sódio (NaOCl) como soluções complementares no protocolo final de irrigação (O'Connell e tal., 2000). A combinação destas duas soluções irrigantes complementa a limpeza do canal, especialmente nas áreas de difícil acesso, como túbulos dentinários e canais acessórios (Silveira, Luiz et al., 2014).

Para a irrigação final, a atividade da substância quelante é inibida pela presença do NaOCl, permitindo a neutralização do ácido e remoção de remanescentes dos compostos orgânicos (O'Connell et al., 2000; Menezes et al., 2003).

Çalt et al. (2002), recomendam o uso de EDTA seguido de NaOCl para dissolver progressivamente a dentina intra tubular e a peri tubular. Como a dentina peri tubular é altamente mineralizada e, por consequência, mais dura que a dentina intra tubular, é constituída por uma menor quantidade de fibras de colagénio e é facilmente dissolvida pelo ácido. Podemos aplicar 10 ml de EDTA a 17% e NaOCl a 5% durante 1 minuto. Quando o EDTA é aplicado mais de 10 minutos causa efeitos erosivos e observa-se a dissolução da dentina peri tubular e intra tubular (Çalt et al., 2002).

Niu et al. (2002), são os autores de um estudo in vitro, com vista a examinar a erosão dentária, causada pela irrigação final do EDTA com hipoclorito de sódio. Foram utilizados cinco grupos: Grupo A: irrigação com hipoclorito de sódio a 6% por 2 minutos; grupo B: irrigação com EDTA a 15% por 1 minuto; grupo C: irrigação com EDTA a 15% por 1 minuto, seguido de hipoclorito de sódio a 6% por 2 minutos; Grupo D: irrigação com EDTA a 15% por 3 minutos; Grupo E: irrigação com EDA a 15% por 3 minutos, seguida de hipoclorito de sódio a 6% por 2 minutos. Os resultados demonstraram que, quando irrigada apenas com EDTA, a dentina apresentou um aspeto liso, aparência plana e túbulos dentinários regulares. Aquando da irrigação com EDTA seguida de hipoclorito de sódio a 6%, houve erosão dentária e os túbulos estavam irregulares e rugosos. Concluíram que, após tratamento com EDTA a 15%, a irrigação final com hipoclorito de sódio a 6% acelera a erosão dentinária (Niu et al. 2002).

Esta visão não é comumente aceite, pois sabe-se que, atualmente, o uso de NaOCl a 5,25% é empregue nos protocolos de irrigação final, após utilização de EDTA, com intuito de equilibrar a acidez da solução quelante e, por conseguinte, impedir a desmineralização. O NaOCl pode penetrar na matriz do colagénio inundado pela apatite, removendo a porção orgânica da dentina mineralizada. Isto facilita a penetração do EDTA no sistema inter e peri tubular da dentina, criando um efeito de erosão dentinária. A capacidade quelante do EDTA é autolimitada, pois quando todos os iões quelantes tiverem reagido com os iões de cálcio da dentina estabelece-se um equilíbrio, levando ao término da desmineralização (Zhang et al., 2010).

Ao contrário da desmineralização natural da dentina, possuidora de um padrão uniforme, a desmineralização consequente do EDTA tem um padrão não-uniforme, ao longo dos túbulos dentinários. É exequível dizer que a remoção da porção orgânica pelo hipoclorito de sódio aumenta a permeabilidade ao EDTA que, por conseguinte, dissolve a apatite, expõe as fibras de colagénio e acelera o processo infiltrativo do NaOCl (Zhang et al., 2010).

Para Khedmat et al. (2008), deve-se utilizar 1 ml de EDTA a 17% por 1 minuto, seguido de 3 ml de NaOCl a 5,25% como irrigação final (Khedmat et al., 2008).

Mello et al. (2010), apoiam o uso de 5 ml de EDTA a 17% durante 3 minutos aplicados continuamente numa irrigação final (Mello et al., 2010).

Menezes et al. (2003), consideram que em casos de alergia ao hipoclorito de sódio, a alternativa mais usada é a combinação do EDTA a 17% com clorhexidina a 2,0% promovendo, efetivamente, a limpeza do sistema de canais (Menezes et al., 2003).

Concluindo, existem diversos protocolos quanto à sequência de irrigação. No entanto, há predominância no uso de hipoclorito durante todas as fases de instrumentação do canal radicular. O EDTA a 17% deve ser utilizado no protocolo final de irrigação, tendo demonstrado ser o mais eficaz na eliminação da *smear layer* (Silveira, Luiz et al., 2014).

Todavia, estes protocolos podem não ser 100% eficazes, principalmente no terço apical do canal radicular, devido a inadequado volume utilizado e/ou penetração das soluções no terço apical quando estamos perante canais com pouca conicidade e muito atresiadados (Torabinejad et al., 2003).

Consequentemente, deve-se recorrer, concomitantemente, a outros métodos eficazes na remoção da *smear layer*, ou seja, associar os agentes quelantes aos ultrassons ou ao laser (Khedmat et al., 2008).

#### **4.1.2- Ácido Cítrico**

O ácido cítrico é um ácido orgânico (ácido 2- hidroxil propano tricarbóxico), sólido e cristalino quando à temperatura ambiente, dissolve a matéria inorgânica, hidrossolúvel e

possui um pH baixo (Lopes et al., 2004). Existem muitas divergências quanto ao volume a utilizar, utilizando-se nas concentrações entre 10 a 50% (Violich et al., 2010), (Bernabé et al., 2006).

Segundo Lopes et al. (2004), o ácido cítrico a 50% contém uma atividade antibacteriana contra a *Enterococcus faecalis*. O seu efeito antibacteriano encontra-se relacionado com o seu pH baixo (1,45 a 1,5), promovendo a desnaturação de proteínas - enzimas. Porém, este pH tão baixo pode originar alterações nos tecidos peri radiculares, devido ao seu efeito citotóxico (Lopes et al., 2004).

Scelza et al. (2000), determinaram o grau de remoção de restos dentinários e de *smear layer* dos canais radiculares, através de um estudo in vitro, após uma irrigação final com diferentes grupos de soluções. O Grupo 1 consistia numa mistura de hipoclorito de sódio a 1% com 10% de ácido cítrico e água destilada. O Grupo 2 continha hipoclorito de sódio a 0,5% com EDTA-T e o Grupo 3 era constituído por hipoclorito de sódio a 5% com 3% de H<sub>2</sub>O<sub>2</sub>. A observação dos resultados foi feita com recurso à microscopia eletrónica de varredura e a avaliação de acordo com o número de túbulos dentinários abertos. A maior percentagem de túbulos dentinários abertos ocorreu na zona cervical, seguida dos terços médio e apical. Os grupos 1 e 2, quando comparados, obtiveram resultados semelhantes. Nos grupos 1 e 2, os túbulos dentinários foram significativamente mais visíveis do que no grupo 3 (Scelza et al., 2000).

Haznedarouglu et al. (*cit in* Scelza et al., 2000) estudaram a eficácia de diferentes concentrações de ácido cítrico, com diferentes valores de pH, na remoção da *smear layer*, com auxílio do microscópio eletrónico de varredura. Os irrigantes finais utilizados foram: 5% de ácido cítrico (pH de 1.9), 5% de ácido cítrico (pH de 6.0), 10% de ácido cítrico (pH de 1.8), 10% de ácido cítrico (pH de 1.1), 50% de ácido cítrico (pH de 6.0). As concentrações menores, com menores valores de pH, removeram a *smear layer* de forma mais efetiva do que aquelas que apresentavam maiores valores de pH. As concentrações mais elevadas, com baixos valores de pH, apresentaram maior destruição da dentina peritubular. Os autores concluíram que menores concentrações de ácido cítrico são mais eficazes do que as concentrações maiores na remoção da “*smear layer*” (Scelza et al., 2000).

Eldeniz et al. (2005), avaliaram a redução da tensão superficial e o desempenho das soluções quelantes de cálcio, entre elas o EDTA a 15,5% e 10% de ácido cítrico e

concluíram que a redução da tensão superficial não afetou a habilidade dessas soluções em remover o cálcio (Eldeniz et al., 2005).

Segundo Violich et al. (2010), o ácido cítrico remove a *smear layer* melhor que o ácido poli acrílico, ácido láctico e ácido fosfórico, embora apresentando menor eficácia quando comparados com a eficácia do EDTA (Violich et al., 2010).

Também Silveiro et al. (2004), consideram que, comparativamente ao EDTA a 17%, o ácido cítrico a 10% contém um menor poder de descalcificação, seguido ao ácido cítrico a 1% (Silveiro et al., 2004).

A ação de descalcificação do ácido cítrico depende do seu tempo de atuação. Atinge a sua máxima eficácia aos 3 minutos de utilização. Esta eficácia mantém-se, ainda que haja um aumento da sua concentração. A solução mais eficaz é aquela que consegue remover uma quantidade suficiente de cálcio sem expor o colagénio (Lopez et al., 2006).

Khedmat et al. (2008), constataram que o ácido cítrico a 10%, juntamente com o NaOCl a 2,5% demonstrou eficácia na remoção da *smear layer*, em especial, nas porções coronal e média da raiz (devido, fundamentalmente, ao maior diâmetro destas). Quando comparado o ácido cítrico a 10% com o uso de EDTA a 17%, encontrou-se pouca diferença na capacidade de remoção da *smear layer* (Khedmat et al., 2008).

No entanto, o seu baixo custo, a sua disponibilidade e eficácia fez com que se tornasse uma das soluções mais utilizadas (Abed, Ahmed et al., 2013).

Khedmat et al. (2008), demonstraram que o uso de ácido cítrico a 10% por mais de 1 minuto apresenta maior efeito descalcificante que EDTA a 17%. Porém, esta solução pode ser utilizada em pacientes jovens, pois não enfraquece a dentina radicular (Khedmat et al., 2008).

### **i) Comparação entre EDTA e Ácido Cítrico**

Em 2004, foi avaliada a capacidade de remoção da *smear layer* do ácido cítrico a 10%, do EDTA a 17% e EDTA-T nos tempos: 3, 10 e 15 minutos, através de microscopia

eletrônica de varredura. As três soluções, nos três tempos testados, mostraram-se eficazes na remoção da *smear layer* (Scelza et al., 2004).

Scelza et al. (2000), demonstraram que comparado com EDTA a 17% no decorrer do TENC, o recurso ao ácido cítrico a 10%, revelou-se mais biocompatível, pelo que pode ser viável a sua aplicação clínica (Scelza et al., 2000).

Malheiro, C. et al. (2005), compararam a citotoxicidade da solução EDTA a 17% e ácido cítrico a 10%; 15% e 25% sobre fibroblastos. Foram utilizados nove grupos experimentais: Grupo 1- controlo; (solução salina) Grupo 2 - EDTA a 17% diluído a 0,1% em meio de cultura; Grupo 3- ácido cítrico a 25%, diluído a 0,1% em meio de cultura; Grupo 4 – ácido cítrico a 15%, diluído a 0,1% em meio de cultura; Grupo 5 – ácido cítrico a 10%, diluído a 0,1 % em meio de cultura; Grupo 6 - EDTA a 17%, diluído a 0,5% em meio de cultura; Grupo 7- ácido cítrico a 25%, diluído a 0,5 % em meio de cultura; Grupo 8 - ácido cítrico a 15% diluído a 0,5% em meio de cultura ; Grupo 9 - ácido cítrico a 10%, diluído a 0,5% em meio de cultura. Após 0, 6, 12, 24 horas e 1, 3, 5 e 7 dias, fizeram a contagem celular. Os resultados demonstraram que, dentro do período de horas, todas as soluções apresentaram uma percentagem de viabilidade celular semelhante ao grupo de controlo, exceto para o grupo 6. No período correspondente aos dias, a exceção foram os grupos 6 e 7 (Malheiros C. et al., 2005).

Sobre a capacidade desmineralizante do EDTA e do Acido cítrico sobre a dentina, Eldeniz, Endemir e Beli (2005), avaliaram o efeito do EDTA a 17% e da solução de ácido cítrico a 19% sobre a microdureza e rugosidade da dentina radicular humana. Os autores utilizaram 45 dentes que foram seccionados longitudinalmente, dando origem a 90 peças, posteriormente, divididas em 3 grupos de 30 cada. O grupo 1, foi tratado com 1 molar de ácido cítrico a 19% por 150 segundos, seguido de hipoclorito de sódio a 5,25%. No grupo 2, utilizaram EDTA a 17 % por 150 segundos, seguido de hipoclorito de sódio a 5,25% e no grupo 3, usaram água destilada como controlo. Analisando os resultados, os autores concluíram que tanto o EDTA como o ácido cítrico provocaram uma diminuição na dureza e aumento da rugosidade da superfície da dentina, no entanto, o resultado mais significativo diz respeito ao ácido cítrico (Eldeniz, Au. Endemir, A ; Beli, S., 2005).

Um ano mais tarde, González-Lopes et al. (2006), mediram a capacidade desmineralizante do EDTA a 17% e do ácido cítrico a 10% e a 20%, após a imersão

durante 3 períodos de tempo distintos: 3,10 e 15 minutos. Verificaram ainda, se adição de gluconato de clorhexidina a 1%, levaria a alguma modificação. A concentração de íons de cálcio foi analisada através de espectrofotometria de absorção atômica e os resultados mostraram que o efeito desmineralizante foi dependente do tempo. A adição de clorhexidina não provocou nenhuma modificação na capacidade desmineralizante das soluções testadas. Nos primeiros 3 minutos, foram obtidas quantidades significativas de íons de cálcio quando o EDTA a 17% foi utilizado comparativamente a outras soluções (González-Lopes et al., 2006).

Apesar das soluções de ácido cítrico e de EDTA serem eficazes na remoção da *smear layer*, o facto de ambas as soluções causarem erosão na dentina peritubular e intertubular, bem como a redução da dureza desta camada, é uma situação preocupante. Nesse sentido, Turk, Tugba et al. (2015), analisaram uma nova solução chamada “Desy Clean”. Esta substância é composta por ácido sórbico (0,15ml /L), peróxido de hidrogénio (128 ml/L), benzoato de sódio (0,21 ml/ L), ácido acético (26,64 ml/L) e água (845 ml/L). Possui atividade antibacteriana promissora, alta biocompatibilidade e um pH de 2,5-3,5. O objetivo do estudo de Turk, Tugba et al. (2015), é investigar a capacidade de remoção da camada de *smear layer*, bem como a capacidade erosiva do EDTA a 5% (grupo1), do ácido bórico a 5% (grupo2), uma combinação de ácido bórico (5%) e ácido cítrico (2,5%) (grupo3), do ácido cítrico a 2,5 % (grupo 4), e, uma solução de Desi Clean (5%) (grupo 5), com utilização sequencial de NaOCl nas paredes dos canais instrumentados. Para isso, foram analisados canais radiculares de 25 dentes unirradiculares, instrumentados, previamente, com ProTaper. De seguida, os dentes foram divididos, aleatoriamente, em cinco grupos experimentais, acima mencionados. Os canais foram irrigados com uma das seguintes soluções (5ml/1min). Após irrigação com 2,5% de hipoclorito de sódio e água destilada (1min), as raízes foram divididas em duas metades e cada metade foi preparada para exame SEM. Foram avaliadas através do teste de correlação de Spearman, onde foram categorizadas por uma pontuação duplamente cega, correspondente à remoção da *smear layer* e à erosão. Os resultados demonstraram que quando comparados os terços dos canais, todas as soluções foram eficazes no terço coronal, quanto à remoção da *smear layer*, no entanto, as diferenças, não foram significativas. Por outro lado, houve diferenças quanto ao efeito das soluções. Houve diferenças significativas, quanto à remoção da *smear layer* e à erosão. A solução mais eficaz na remoção da *smear layer*, foi a de ácido cítrico a 2,5%, porém, foi

também a mais erosiva. A solução Desi Clean a 5%, removeu de forma eficaz a *smear layer* e originou menos erosão que a solução de ácido cítrico. Houve ainda, uma correlação negativa, mas estatisticamente significativa entre a presença de *smear layer* e a erosão (Turk, Tugba et al., 2015).

#### 4.1.3- MTAD

Com o intuito de produzir uma solução capaz de desinfetar e de remover a *smear layer* simultaneamente, Torabinejad et al. (2003), desenvolveram um novo irrigante que contém uma mistura de isômero de tetraciclina, ácido e detergente, designado por MTAD. Esta substância pode ser comparável ao ácido cítrico na remoção da *smear layer* (Torabinejad et al., 2003); (Gatewood, 2007).

Este solvente é capaz de desinfetar a dentina, remover a *smear layer* e desobstruir os túbulos dentinários permitindo que os agentes antimicrobianos penetram no sistema de canais radiculares (Torabinejad et al., 2003).

Tay et al. (2006) utilizaram a microscopia eletrônica de transmissão, para avaliar as mudanças ultraestruturais da *smear layer* de canais instrumentados e irrigados com MTAD. Neste estudo, foram utilizados 24 pré-molares divididos em três grupos distintos, que tiveram os seus canais radiculares preparados e irrigados com água destilada, EDTA a 17% ou MTAD. A observação da ultra-estrutura dentinária revelou que, enquanto a água destilada não era capaz de remover a *smear layer*, o EDTA e o MTAD não só removiam, como também causavam uma zona de desmineralização. Para o EDTA, esta camada desmineralizada tinha de 4 a 6  $\mu\text{m}$  de espessura, enquanto que, em canais irrigados com MTAD esta camada variava de 10 a 12  $\mu\text{m}$ . Os autores, concluíram, portanto, que o MTAD é de 1,5 a 2 vezes mais agressivo que o EDTA no que diz respeito à capacidade de desmineralização dentinária (Tay et al., 2006).

Assim sendo, segundo Violich et al. (2010), o MTAD desmineraliza a dentina mais depressa que o EDTA a 17% e, a penetração bacteriana nos canais é similar em ambas as substâncias (Violich et al., 2010).

O MTAD, apresenta ainda outras vantagens como a presença de tetraciclina (incluindo a doxiciclina, minociclina) na sua constituição, que são antibióticos bacteriostáticos efetivos e de largo espectro microbiano (Mancini et al., 2009).

Contudo, segundo o estudo de Mancini et al. (2009), o MTAD não removeu a *smear layer* no terço apical dos canais (Mancini et al., 2009).

Apresenta algumas desvantagens provenientes da sua utilização, principalmente, aquando da junção com elevadas concentrações de NaOCl. De acordo com um estudo realizado por Torabinejad et al. (2005), foram constatadas reações químicas dentro dos canais radiculares que levam à formação de uma solução acastanhada provocada pela presença de doxicilina no MTAD que era absorvida pela dentina. Ao MEV verificou-se uma severa quantidade de erosão nos túbulos dentinários. Verificou-se também a subsistência de compostos orgânicos nas paredes canulares (Torabinejad et al., 2005).

Torabinejad et al. (*cit in* Abed, Ahmad et al., 2013) afirma que o MTAD é mais eficaz na remoção da *smear layer*, caso se tenha utilizado hipoclorito de sódio antes. No entanto, Tay et al., (*cit in* Abed, Ahmad et al., 2013) acha que o uso de hipoclorito de sódio com MTAD, pode enfraquecer o seu efeito antibacteriano (Abed, Ahmad et al., 2013).

Da mesma forma, Shabahang et al. (2013), avaliaram a atividade microbiana, num estudo, *in vitro*, do MTAD e do hipoclorito de sódio a 5,25%. Os resultados mostraram que, dos 60 dentes avaliados, no grupo do hipoclorito, 23 permanecem infetados. Dos 60 dentes, do grupo de MTAD, apenas 1 permanece infetado. Verificaram-se diferenças significativas. Os autores concluíram que o MTAD, foi mais efetivo que o hipoclorito de sódio, podendo em conjunto com o anterior, minorar a sua capacidade antimicrobiana (Shabahang et al., 2013).

Recentemente, em 2010, diversas pesquisas, apontam o MTAD como a solução com menos efeitos colaterais (Abed, Ahmad et al., 2013).

Yasuda et al. (*cit in* Abed, Ahmad et al., 2013) demonstrou que o MTAD tem menos toxicidade que outros detergentes, e até mesmo, em relação à clorohexidina (Abed, Ahmad et al., 2013)

Shokouhinejad et al., (*cit in* Abed, Ahmad et al., 2013) considera o MTAD, como o mais eficaz na remoção da *smear layer*, mesmo em relação ao EDTA, declarando ainda, que, a sua eficácia antibacteriana é 2% superior ao gel de clorhexidina. Pensa-se que as diferenças entre estudos podem dever-se a fatores como: as diferenças entre diâmetros dos túbulos dentinários, eficácia de desmineralização, natureza e dosagem de materiais bio modificados, método e tempo de aplicação dos mesmos na superfície radicular (Abed, Ahmad et al., 2013).

Kho & Baumgartner (2006), compararam a atividade antimicrobiana do hipoclorito de sódio a 5,25% e MTAD com hipoclorito de sódio a 5,25% e 15% de EDTA sobre o *Enterococcus faecalis*. Os resultados demonstraram que não houve diferença significativa entre os 2 compostos irrigantes. Não foi observado qualquer tipo de crescimento bacteriano (Kho & Baumgartner, 2006).

Newberry et al (2007), avaliaram também o efeito antimicrobiano do MTAD como irrigante sobre *Enterococcus faecalis*. Foram analisadas 240 raízes de dentes humanos, usando hipoclorito de sódio a 1,3% durante a sua instrumentação associado a 17% de EDTA. As raízes foram divididas e contaminadas com *E. Faecalis*. Após irrigação com hipoclorito de sódio a 1,3% , o canal radicular e as superfícies externas foram expostas ao MTAD por 5 minutos. As raízes foram colocadas em meio de cultura para determinar o crescimento de *E. Faecalis*. Os resultados mostraram que este regime terapêutico foi eficaz na eliminação completa de *E. Faecalis* (Newberry et al., 2007).

Em 2008, Shabahang et al. (2008), avaliaram os defeitos do MTAD modificado. Estudaram a adição de clorhexidina ao MTAD e a substituição da doxicilina por clorhexidina. O estudo incidiu sobre a capacidade antimicrobiana das soluções contra a *E. Faecalis*. Para isso, foram utilizados dez dentes em cada grupo, juntamente com controlos positivos e negativos. Observaram que nenhuma das amostras tratadas com MTAD ou MTAD com clorhexidina obteve crescimento bacteriano. No entanto, sete das dez amostras tratadas com MCAD (doxicilina substituída por clorhexidina), apresentaram culturas positivas para *E. Faecalis*. Em jeito de conclusão, puderam aferir que, muito embora, a adição de clorhexidina não tivesse contribuído negativamente para a eficácia do MTAD, a substituição da doxicilina por clorhexidina (0,2%), reduziu de forma significativa a eficácia da solução (Shabahang et al., 2008).

#### 4) Outros Agentes Quelantes

##### i)- Extrato de *Salvadora Pérsica* Vs EDTA

No estudo de Baltoa, H. et al (2012), os autores centraram-se na erradicação da *smear layer* através de uma planta, chamada *Salvadora Pérsica*. Este estudo é inovador, acima de tudo, porque apesar de conhecidos os efeitos antimicrobianos da planta, nunca foram realizados estudos que obtivessem resultados quanto à remoção da *smear layer*. Este estudo compara ainda a capacidade de remoção da SL comparativamente ao EDTA (Baltoa, H. et al., 2012).

Para a realização deste estudo, foram utilizados sessenta dentes unirradiculares extraídos. Foram divididos em quatro grupos. Os grupos experimentais 1 e 2, com vinte elementos cada, foram irrigados com 1 mg/ml e 5 mg/ml de S. Pérsica, respetivamente. Os controlos positivos (10) foram irrigados com 17% de ácido etilenodiaminotetracético (EDTA), enquanto que os controlos negativos (10) foram irrigados com uma solução salina. A solução de irrigação esteve presente nos canais por, aproximadamente, 5 minutos. A lavagem final foi realizada com 5 ml de hipoclorito de sódio a 1%. A avaliação deste estudo foi possível graças à microscopia eletrónica de varredura, verificando a remoção da *smear layer* nos terços coronal, médio e apical (Balto, H. et al., 2012).

Foi observada uma diferença significativa na remoção da *smear layer* entre os grupos 1 e 2 e o controlo positivo, no terço coronal. No terço apical, ambas as concentrações de S. Pérsica obtiveram efeitos similares, revelando-se menos eficazes do que o controlo positivo na remoção da *smear layer*. Concluíram que a solução de 5 mg/ml de S. Pérsica foi significativamente mais eficaz do que a solução de 1 mg/ml nos terços cervical e médio. Para além disso, os resultados demonstraram que a solução de 5mg/ml de S. Pérsica foi tão eficaz como a solução de EDTA a 17% na remoção da *smear layer* no terço coronal do canal. No terço apical, as concentrações de S. Pérsica tiveram efeitos semelhantes e mostraram-se menos eficazes que o EDTA na remoção da camada de esfregaço. (Baltoa, H. et al., 2012).

**ii)- Comparação da remoção da *smear layer* usando EDTA, ácido etidróico e ácido maleico como irrigantes endodônticos.**

O ácido etidróico (também conhecido como 1-hidroxi-etilideno-1,1-bisfosfonato ou HEBP) é um quelante biocompatível, que pode ser utilizado combinado com o hipoclorito de sódio e manter a capacidade de quelação de cálcio adequada. Os bisfosfonatos são agentes quelantes altamente biocompatíveis administrados por via sistêmica em doentes que sofrem de doenças neoplásicas ou osteoporose envolvendo destruição óssea (Kuruvilla, A. et al., 2015).

O presente estudo avalia e compara a eficiência de 17% EDTA, ácido etidróico 18%, e ácido maleico a 7% quanto à sua capacidade de remover a *smear layer*, usando microscópio eletrônico de varredura (MEV). Foram utilizados trinta dentes pré-molares inferiores humanos recém-extraídos, livres de cárie e unirradulares. Dentes deteriorados ou com linhas de fratura foram excluídos. As amostras foram divididas em grupos I, II, e III contendo 10 amostras cada :Grupo I-17% de EDTA, grupo II irrigação ácido etidróico 18% e grupo III-7% irrigação com ácido maleico. De seguida, cada amostra foi irrigada com 5 ml de cada irrigante durante 1 min. A irrigação final foi feita com 5 ml de água destilada, para cada amostra. Os resultados revelaram que os três irrigantes experimentais removeram a camada de *smear layer* a nível coronal, médio e apical. Concluíram que, a irrigação final com ácido maleico a 7% é mais eficaz do que 17% de EDTA e ácido etidróico a 18%, na remoção da camada de *smear layer* na parte apical do canal radicular (kuruvilla, A. et al., 2015).

Também Ballat et al. (2009), sugeriram 7% de ácido maleico, como um ácido orgânico leve, encontrado para remover a camada de *smear layer* a partir da dentina radicular. É mais eficaz que o EDTA no terço apical do canal radicular (Ballat et al. 2009).

**4.1.5) - Tween 80**

O irrigante utilizado, resultou de uma combinação de uma protease, a papaína e de uma lipase conhecida como Tween 80, juntamente com 2% de gluconato de clorhexidina,

como agente antibacteriano e EDTA a 17% para a remoção do componente inorgânico. (Zand, V. et al., 2014).

A papaína tem sido utilizada em Medicina Dentária pediátrica, num gel apelidado de Papacárie, para a remoção químico mecânica de lesões de cárie sem a necessidade de recorrer ao uso da broca (Zand, V. et al., 2014).

O intuito do estudo de Zand, V. et al. (2014) foi avaliar o efeito de uma solução experimental de irrigação (Tween 80) que, contém papaína com duas concentrações diferentes (0,1% e 1%) na remoção da *smear layer*, nos terços coronais, médio e apical dos dentes (Zand, V. et al., 2014).

Os resultados deste estudo atestam que a papaína teve efeitos proteolíticos em todas as três secções do canal. O referido resultado apresenta-se em conformidade com resultados de estudos anteriores. Estudos estes que, comprovam ainda, a acção proteolítica da papaína na cartilagem do parênquima pulmonar, que é composto por fibrilas de colagénio e proteoglicanos, como a matriz de dentina (Zand, V. et al., 2014).

A pesquisa mostrou que a papaína promove a digestão dos proteoglicanos da matriz extracelular, tais como a decorina e biglicano. Além disso, outras referências atestam que as fibras colagénicas não mineralizadas, são parcialmente degradadas por um gel de papaína na dentina (Zand, V. et al., 2014).

A dentina mineralizada apresentou uma diminuição das propriedades mecânicas, após tratamento com o gel de papaína, presumivelmente, devido ao efeito da protease sobre os proteoglicanos na dentina e, possivelmente, sobre as fibras de colagénio mineralizadas (Zand, V. et al., 2014).

Dentro das limitações deste estudo, *in vitro*, os autores afirmam que uma combinação de 1% de papaína, EDTA a 17%, 2% de clorhexidina e Tween 80, pode ser eficaz na remoção da *smear layer* no canal dentinário (Zand, V. et al., 2014).

Girard et al. (2005), analisaram um gel aquoso quelante contendo HEPB (1-hidroxi-etileno-1,1-bifosfanato) considerando sua interação com o hipoclorito de sódio com o objetivo de avaliar a capacidade de ligação ao cálcio e a capacidade de limpeza das paredes radiculares durante o preparo do canal radicular. O gel é composto de 2 % de alginato, 3% de aerosil, 10 % Tween 80 e 18% HEBP. Os resultados deste estudo

demonstraram que o gel contendo HEPB não foi capaz de inibir, significativamente, a formação da camada residual na porção apical de canais atresiadados, mas mostrou capacidade quelante superior ao EDTA e também melhor capacidade de prevenir a formação da camada residual.

Zehnder et al. (2005), analisaram o efeito da diminuição da tensão superficial das soluções quelantes nas suas habilidades para remover cálcio das paredes de canais instrumentados. Para este efeito, sessenta e quatro dentes unirradulares foram instrumentados e irrigados com as seguintes soluções: EDTA a 15,5 %, ácido cítrico a 10 % e HEBP. Todas as substâncias foram utilizadas com e sem associação ao Tween 80 a 1% e ao propilenoglicol a 9%. A incorporação do detergente, diminuiu a tensão superficial em aproximadamente 50%. Os resultados revelaram que: o ácido cítrico removeu, significativamente, mais cálcio que o EDTA e que o HEBP; não houve diferença estatisticamente significante entre o EDTA e o HEBP e também não houve diferença estatística entre as soluções aquosas e aquelas com a tensão superficial diminuída.

O Tween 80 integra também o creme desenvolvido por Paiva, A. (*cit in* Elias P. et al., 2007) apelidado de Endo PTC®, com o intuito de facilitar a eliminação da *smear layer* e permitir uma limpeza eficaz do canal radicular. Esta fórmula é uma modificação de um produto já existente, o RC-Prep®, em que o EDTA da fórmula original foi substituído por um detergente sintético (Tween 80). Esta substituição teve a intenção de potencializar o aumento da permeabilidade dentinária. o Tween 80 é um detergente que atua diminuindo a tensão superficial facilitando assim a penetração das substâncias nos túbulos dentinários. Funciona também como umectante e emulsionante, absorvendo a gordura e mantendo-a em suspensão, facilitando a sua eliminação (Elias, P. et al., 2007).

A partir da idealização do creme de Endo PTC, surgiram vários estudos sobre as suas propriedades, nomeadamente o de Prokopowitsch et al. (*cit in* Elias, P. et al., 2007) que avaliou, *in vitro*, a permeabilidade dentinária radicular no terço apical através da utilização de inúmeras substâncias químicas auxiliares. Os autores concluíram que o creme de Endo PTC associado à solução de hipoclorito de sódio a 1% e ao Tergentol/Furacin, frente às outras substâncias químicas auxiliares utilizadas, foi o que melhor promoveu um aumento da permeabilidade dentinária no terço apical (Elias, P. et al., 2007).

As questões acerca do Tween 80 devem ser objeto de outros estudos sobre o tema. Investigações adicionais devem ser realizadas para avaliar os eventuais efeitos adversos destes irrigantes experimentais sobre a dentina radicular (Zand, V. et al., 2014).

#### 4.1.6- Ácido Fosfórico

O ácido ortofosfórico é usado na prática dentária tanto como para remover a *smear layer* como para abrir os túbulos dentinários. Alguns estudos têm demonstrado a eficácia do ácido fosfórico na remoção da camada residual. Ayad, (2001) *cit in* Pérez-Heredia et al., (2006) obteve uma remoção parcial da camada de *smear layer* com uma aplicação de 10s de 10% de ácido fosfórico ou 10% de ácido cítrico. Contudo, só conseguiu uma total eliminação da camada residual, após o uso de 32% de ácido fosfórico (Pérez-Heredia et al., 2006).

Garberoglio and Becce (1994) *cit in* Pérez-Heredia (2006), obtiveram resultados similares, usando uma combinação de 24% de ácido fosfórico e 10% de ácido cítrico, juntamente com 17% e 3% de EDTA, na remoção da *smear layer* do canal radicular (Pérez-Heredia et al., 2006).

Apesar da efetividade das diferentes soluções na remoção da *smear layer*, no que toca à remoção de detritos, o ácido fosfórico apresenta um melhor comportamento (Pérez-Heredia et al., 2006).

Para remover a *smear layer*, Srinivasan, R. et al., (2014), elaborou um estudo comparativo de três soluções em gel: ácido fosfórico a 35%, EDTA a 24% e ácido cítrico a 10% (Srinivasan, R. et al., 2014).

A partir deste estudo, concluiu-se que a aplicação do gel de ácido fosfórico a 35%, durante 15s em retro cavidades, é o meio mais eficaz para a remoção da *smear layer*. O ácido fosfórico a 35% é mais eficaz que o gel de ácido cítrico a 10% e que o gel de EDTA a 24%, na remoção da camada de detritos colagenosos. Sabe-se ainda, que não existem diferenças significativas entre a aplicação de EDTA a 24% e de ácido cítrico a 10% na remoção da camada de *smear layer* de cavidades retratadas (Srinivasan, R. et al., 2014).

O estudo recente de Pérez-Heredia, M. et al., (2014), avaliou a capacidade de limpeza de três ácidos irrigantes após instrumentação manual e instrumentação mecânica. Oitenta dentes humanos foram aleatoriamente divididos em grupos de oito. Destes oito, quatro foram preparados com recurso a limas manuais e os outros quatro com ProTaper. Como soluções irrigantes usaram ácido cítrico a 15% com 2,5% de NaOCl; 15 % de EDTA com 2,5% de NaOCl ; 5% de ácido fosfórico com 2,5% de NaOCl e 2,5% de NaOCl isolado, como controlo. As paredes do canal foram observadas graças à microscopia eletrónica de varredura e a microfotografias dos terços apical, médio e coronal. Foi utilizado um sistema de classificação específico para a *smear layer*. Concluíram que a combinação de 15% de EDTA com 2,5% de hipoclorito não foi eficiente na remoção da *smear layer* em nenhuma das duas técnicas de instrumentação. Na instrumentação manual, o EDTA a 15% apresentou melhores resultados na remoção de detritos nas três zonas do canal, revelando diferenças significativas com 2,5% de NaOCl em todo o canal, e com ácido fosfórico a 5% no terço apical e médio. Os resultados na técnica rotatória com recurso a ácido cítrico a 15% e EDTA a 15% foram semelhantes e ambas as soluções são atualmente recomendadas (Pérez-Heredia, M. et al., 2014).

### **5) Técnicas de remoção da *Smear Layer***

A literatura tem evidenciado que o método de instrumentação atualmente utilizado, especialmente, a técnica de instrumentação rotatória, produz uma camada de *smear layer* que cobre as paredes do canal radicular e obstrui túbulos dentinários (Singh et al., 2014).

São inúmeras as publicações científicas que comparam os novos e emergentes dispositivos e métodos de desinfeção, classificados como alternativas à seringa convencional, durante o procedimento endodôntico (Singh et al., 2014).

Como já foi referido anteriormente, o prognóstico do Tratamento Endodôntico pode estar comprometido, caso não haja remoção da *smear layer*. Assim sendo, para o Tratamento Endodôntico ser efetuado com êxito, é necessário um sistema de irrigação que consiga abranger de forma eficaz todo o comprimento de trabalho do canal

radicular. A irrigação convencional (CI) com agulhas é o procedimento padrão, mas infelizmente, não é eficaz no terço apical do canal radicular e em casos de anastomoses. Os métodos atuais para a remoção da *smear layer* incluem várias técnicas como os ultrassons e pressão apical negativa (Ahmentoglu, F. et al., 2014).

A irrigação passiva através do ultrassom (PUI) baseia-se na transmissão de energia acústica a partir de um sistema de oscilação, que permite ativar o irrigante, para que este atinja a zona mais apical do canal radicular (Ahmentoglu, F. et al., 2014).

### 5.1- Ultrassons

O ultrassom foi introduzido na Medicina Dentária em 1950 (Violich et al., 2010) e pode ser utilizado como meio auxiliar na área de Endodontia desde 1980. O ultrassom é um som com uma frequência superior ao alcance do ouvido humano, que é de 20 kHz. A sua amplitude é relativamente baixa e a frequência oscila entre 25-30 kHz. A gama de frequências empregues nas unidades originais de ultrassons foi entre 25 e 40 kHz. Subsequentemente, foram desenvolvidas canetas de ultrassons de baixa frequência que operam a partir de 1 a 8 kHz, produzindo tensões de cisalhamento mais baixas, causando, assim, menos alteração da superfície do dente. Existem dois métodos básicos para a produção de ultrassons. O primeiro é magnetostrição, que converte a energia eletromagnética em energia mecânica. São compactadas várias tiras de metal num instrumento que é submetido a um permanente e alternado campo magnético, resultando nas vibrações produzidas (Gu et al., 2009).

O efeito piezoelétrico é a capacidade de deformação de certos materiais a partir da aplicação de um campo elétrico. Com aplicação de pressão esses materiais também são geradores de campo elétrico. Exemplos de materiais piezoelétricos são o quartzo e a turmalina. Conforme a espessura do cristal, a sua frequência natural de vibração muda, gerando, assim, sons de frequências diferentes. Unidades piezoelétricos têm algumas vantagens em comparação com as unidades magnetostritivos anteriores, porque elas oferecem mais ciclos por segundo, 40 contra 24 kHz. (Chiina, H. et al., 2015). A sua vibração funciona através de vibração transversal (Gu et al., 2009).

O ultrassom tem como objetivo, remover a *smear layer*, quando usado em associação a soluções quelantes. A capacidade de circulação de um grande volume de solução no

interior do canal é o que favorece a maior capacidade de limpeza do ultrassom quando comparado à irrigação manual. Outra vantagem é a micro corrente existente através do uso do sistema ultra sônico que direciona um fluxo contínuo da solução ao longo do instrumento endodôntico no interior dos canais radiculares, permitindo e favorecendo a remoção da *smear layer*. (Lopes et al., 2004). Apresenta ainda vantagens no que toca ao esforço e ao tempo despendido em relação ao método manual, sendo menos cansativo para o profissional e para o paciente (Pérez- Heredia, M. et al., 2014).

Contudo, apresenta algumas limitações nomeadamente, o processo de irrigação deverá ser no mínimo três minutos e, que, a lima não poderá tocar nas paredes do canal, o que reduziria a micro corrente acústica (Lopes et al., 2004).

Existem dois tipos de irrigação por ultrassons, o primeiro combina simultaneamente irrigação e instrumentação e o segundo refere-se apenas à irrigação por ultrassons, após a instrumentação se encontrar concluída (PUI). Este último é o mais utilizado pelos endodontistas numa tentativa de melhorar a assepsia dos canais (Gu et al., 2009). O ultrassom é manuseado através de pontas metálicas bem finas (Fig 2), levadas ao interior dos canais. O efeito causado pelas ondas ultra sónicas nos líquidos irrigantes dentro dos canais, leva ao rompimento do biofilme bacteriano e conseqüentemente melhora a assepsia dos canais radiculares. Este efeito é também apelidado de “efeito cavitação” (Chiina, H. et al., 2015).



Fig. 2 Pontas para ultrassons (Ponta Ultrassónica Irrisonic e Ponta Plástica EasyClean) (Oda, M. et al., 2001) .

Vários estudos sobre o uso de ultrassons têm sido publicados, mas na literatura ainda existe alguma carência na eficácia de combinação entre EDTA a 17% e o ultrassom para a remoção da *smear layer*, especialmente no terço apical dos canais radiculares (Kuah et al., 2009).

De acordo com Gu et al. (2009) e Hülsmann et al. (2003), a irrigação com EDTA sem a ativação dos ultrassons pode ser efetiva na remoção da *smear layer*. A diferença para a ativação com os ultrassons não foi significativa na remoção desta camada residual (Gu et al., 2009).

No estudo de Hong-Guan, K. et al. (2014), foi avaliada a eficácia do EDTA a 17% com e sem ultrassons na remoção da *smear layer*. Foram analisados 105 pré-molares aleatoriamente divididos em sete grupos e instrumentados com recurso a diferentes protocolos de irrigação final. O grupo 1 (controlo) era composto por 5ml de solução salina, durante 3 minutos com ultrassons, seguido de 5 ml de solução salina; o grupo 2 era constituído por 5 ml de 1% de NaOCl durante 3 minutos; o grupo 3 era constituído por 5 ml de 1% de NaOCl durante 3 minutos com ultra-sons, seguido de 5 ml de 1% de NaOCl ; o grupo 4 continha 5 ml de 17% de EDTA, durante 3 minutos, seguido de 5 ml de NaOCl a 1 % ; o grupo 5 era composto por 5 ml de EDTA a 17% durante 3 minutos através do ultrassom, seguido de 5 ml de NaOCl a 1 % ; o grupo 6 detinha 5 ml de EDTA a 17% durante 1 minuto, seguido de 5 ml de NaOCl a 1 % e finalmente, o grupo 7 era composto por 5 ml de 17% de EDTA durante 1 minuto com ultrassom, seguido de 5 ml de NaOCl a 1 %. Os resultados do estudo revelaram que até 2 mm do ápice, os grupos 4,5,6 e 7, tiveram um desempenho significativamente melhor que os grupos que continham hipoclorito de sódio ou solução salina, como acontece nos grupos 1, 2 e 3, no que toca à remoção da *smear layer*. Grupos que englobam o ultrassom e o EDTA, (grupos 5 e 7), foram mais eficientes na remoção da *smear layer* do que os grupos onde o EDTA atuava de forma isolada (grupos 4 e 5). Ao nível dos 6 mm apicais, os grupos 4, 5, 6 e 7 foram os que apresentaram maior quantidade de *smear layer* removida. Apenas os grupos 5 e 7, apresentaram amostras onde a erradicação da *smear layer* foi total. A observação dos resultados permitiu que inferissem que 1 minuto de aplicação do EDTA no canal auxiliado pelo ultra-som e com irrigação final de NaOCl é bastante eficaz na remoção da *smear layer* na região apical do canal radicular. Este método é mais eficaz que a utilização do EDTA isolado, sem a utilização de ultrassons (Hong-Guan, K. et al., 2014).

### 5.2.2- Endoactivator (“dispositivo sónico”)

A busca de novos e melhorados métodos são uma constante, privilegiando sempre, o conhecimento e a melhoria da técnica. O Endoactivator é um sistema que produz vibrações sonoras (Fig. 3). Este sistema é utilizado para agitar irrigantes no canal e foi desenvolvido para superar o efeito de bloqueio de vapor e conceder uma melhor e mais segura desinfecção do terço apical do canal radicular do que os outros sistemas. As pontas de plástico só podem ser utilizadas depois da conformação adequada do canal radicular através de instrumentação manual ou mecânica. Para se obter uma máxima desinfecção com o Endoactivator, os canais têm de ser aumentados para um tamanho apical mínimo 35, sendo que pode criar algumas dificuldades em determinados casos (Melville, R., 2010).

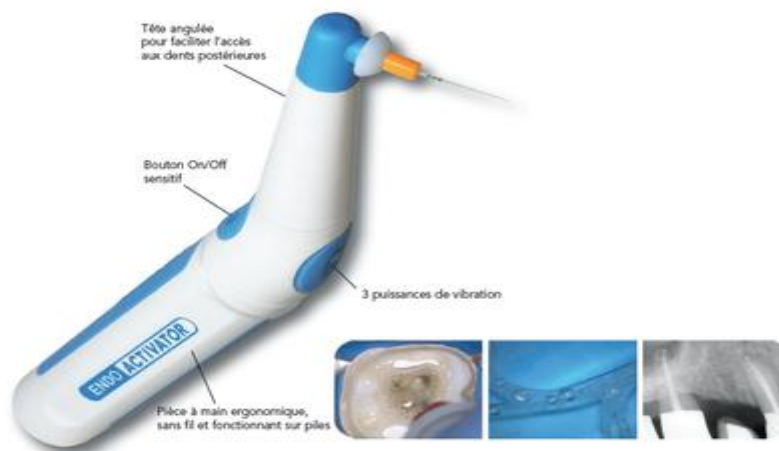


Fig 3. EndoActivator ( <http://www.megadental.fr/recherche/s/7/5/localisateurs-dapex-equipement-omnipratique.html>)

Torres et al., (2014), realizou um estudo em que o principal objetivo era avaliar a remoção da camada de *smear layer* com um novo sistema irrigante (baixa frequência acústica), apelidado de EndoActivator, após tratamento rotativo do canal, com e sem irrigação final a 17% de EDTA. Neste estudo, a utilização de uma solução de hipoclorito de sódio a 4%, ativada com o EndoActivator durante 1 minuto, não conseguiu remover de maneira mais eficaz a camada de *smear layer* em relação ao hipoclorito injetado com uma seringa. Este resultado, possivelmente, advém do facto das frequências acústicas serem muito inferiores às emitidas durante a irrigação com um ultrassom comum, resultando numa eficácia e limpeza inferiores (Uroz-Torres D. et al., 2009).

Sem uma irrigação final com a solução de EDTA a 17%, a camada de *smear layer* é detetada na superfície coronal, média e apical, mesmo aquando da utilização do sistema EndoActivator. Estes resultados demonstram concordância com estudos anteriores, que sublinham a necessidade de soluções quelantes ou ácido para remover a camada de *smear layer* no canal radicular (Uroz-Torres D. et al., 2009).

Ainda neste estudo e como era expectável, uma irrigação final com 1ml de EDTA a 17%, durante 1 minuto, com ou sem EndoActivator, elimina uma maior quantidade de resíduos nos terços cervical e médio em deterioramento do terço apical (Uroz-Torres D. et al., 2009).

Por sua vez, Gregorio,C. et al., (2009) *cit in* Torres, David et al., (2009), utilizando em canais laterais simulados, o EndoActivator e o sistema de ultrassom, detetou um maior sucesso na irrigação do terço apical, do que com a tradicional agulha isoladamente. A adição de EDTA não facultou a penetração dos irrigantes nos canais laterais (Uroz-Torres D. et al., 2009).

Estudos recentes fazem crer que, se o volume de EDTA (5 ml) a 17% durante 1 minuto, com ultrassons, seguido de um volume aumentado de 1% de Hipoclorito de Sódio (5ml), levaria de forma inequívoca a eliminação de detritos na região apical do canal radicular instrumentado (Uroz-Torres D. et al., 2009).

Dentro das limitações do estudo de Torres, David et al., (2009), concluiu-se que o sistema EndoActivator não fez aumentar o rendimento na redução da *smear layer*, relativamente a outros mecanismos de irrigação comuns, como por exemplo, o Max-I-

Probe. A irrigação final com EDTA, foi necessária, depois da instrumentação mecanizada, com ou sem EndoActivator. A remoção da *smear Layer* foi mais completa nos terços cervical e médio do que no terço apical (Uroz-Torres D. et al., 2009).

Seriam necessárias mais pesquisas, implicando diferentes soluções, volumes e tempos de ativação do irrigante para avaliar adequadamente a eficácia do EndoActivator (Uroz-Torres D. et al., 2009).

### **5.3- EndoVac; F-File; CanalBrush**

Ao sistema Endoactivator juntam-se o F-File, o CanalBrush e o EndoVac (Ahmentoglu, F. et al., 2014).

O sistema EndoVac é um dos sistemas de irrigação de pressão negativa apical, que foi exibido recentemente. O objetivo deste sistema é proporcionar uma limpeza segura e eficaz, especialmente na zona apical do canal radicular, bem como a remoção de detritos através de um método de sucção. O sistema é composto por três partes: uma ponta master (MDT), uma macro e uma micro cânulas. A macro e micro cânulas, são inseridas na parte apical do canal. O irrigante é sugado para a parte apical do canal e é impedido de passar o forâmen apical através da aplicação da pressão negativa (Ahmentoglu, F. et al., 2014).

O F-File é um sistema que pretende substituir o uso sônico ou de ultrassons em procedimentos endodônticos. É o primeiro instrumento de corte rotatório diamantado abrasivo do mundo. Foi projetado especificamente para ampliar a parte coronal da raiz do canal radicular, sem o risco de perfuração ou transporte canalar (Gaurav G., Sangeeta T., 2010). Serve para agitar o hipoclorito de sódio e remover os restantes resíduos de *smear layer* na parede dentinária (Görduysus M. et al., 2012).

O CanalBrush, é um pincel endodôntico flexível feito de polipropileno que pode ser utilizado com ação rotativa. No entanto, a escova apresenta maior eficácia quando utilizada a 600 rpm com o contra-ângulo. Garip et al. (cit in Görduysus M. et al., 2012) relatou que a combinação da solução irrigante com o CanalBrush não obteve resultados significativamente melhores do que a utilização isolada da solução irrigante, na remoção

da camada de *smear layer*, nas paredes do canal. Considera-se que, o uso do CanalBrush é mais eficaz em canais radiculares irregulares, na remoção da *smear layer* (Görduysus M. et al., 2012). É usado durante os Tratamentos Endodônticos para remover dentina, placa bacteriana e outras impurezas soltas por instrumentos e brocas. Associado a uma solução de limpeza eficiente, aumenta consideravelmente o efeito de limpeza das soluções de irrigação na superfície do canal radicular (Singh et al., 2014).

#### **5.4)- Comparação entre as diversas técnicas na remoção da *Smear Layer***

Singh, Nishi et al., (2014) elaborou um estudo onde compara estes três sistemas de ativação de irrigação, avaliando a sua capacidade quanto à remoção da *smear layer* nos terços coronal, médio e apical de canais radiculares instrumentados (Singh et al., 2014).

Neste estudo, todos os dentes foram encontrados com detritos presentes, especialmente na zona apical. Todos os métodos de ativação de irrigação testados apresentaram diferentes graus de eficácia na remoção da *smear layer*. Impera a necessidade de obter melhores protocolos de irrigação para remover totalmente os restos de detritos no terço apical dos canais (Singh et al., 2014).

Ainda neste estudo, pode-se inferir que, o CanalBrush remove de forma mais eficaz a *smear layer* do que o F-File e do que o EndoActivator. O canalBrush apresenta melhores resultados na região coronal e apical contrariamente ao EndoActivator que se supera no terço médio do canal radicular (Singh et al., 2014).

Van der Sluis, L.W.M et al. (2007), afirmam que o PUI para além de um importante suplemento de irrigação canal, é também um meio mais eficaz na remoção de tecido orgânico (parte da *smear layer*) em deterioramento das seringas convencionais (Van der Sluis, L.W.M et al., 2007).

No entanto, no estudo de Goel e Tewari (2009), os autores avaliaram e compararam o efeito do PUI de modo intermitente/contínuo e o uso das agulhas NaviTip FX® na remoção da *smear layer*. Quarenta pré-molares e caninos, com canais retos, foram selecionados e divididos em cinco grupos, sendo que no grupo A (controlo), a solução irrigadora não foi ativada. No grupo B foram usadas as agulhas NaviTipFx® tamanho

30, a 1mm do ápice. No grupo C, foi realizada PUI com a solução irrigadora distribuída de forma contínua com recurso a uma seringa, próxima da entrada do canal radicular. No grupo D, também foi realizada PUI, porém, o fluxo da solução irrigadora era contínuo com recurso à peça de mão. No grupo E, também com PUI, a solução foi distribuída por seringas a 1mm do ápice, entre cada intervalo de ativação (10 seg). Nos grupos de agulhas NaviTipFx®, foram observadas quantidades menores significativas de *smear layer*. Não se verificaram diferenças significativas entre os demais grupos experimentais e o grupo de controlo. Os autores concluíram, que tanto o uso das agulhas NaviTipsFx® quanto o uso do PUI de forma intermitente, são métodos efetivos na remoção da *smear layer* (Goel, S. ; Tewari, S., 2009).

Al-Ali, Sathorn e Parashos (2012) realizaram um estudo com o objetivo de comparar a capacidade de remoção da *smear layer*, através de quatro diferentes protocolos de irrigação. Foram usadas 107 raízes mesiais de molares superiores e 20 inferiores, divididos em quatro grupos que receberam EDTA a 15% e NaOCl a 1%. No primeiro grupo, foi realizada agitação manual, no segundo, foram usadas as escovas CanalBrush®, o terceiro recebeu H<sub>2</sub>O<sub>2</sub> com irrigação convencional e o quarto recebeu H<sub>2</sub>O<sub>2</sub> através de PUI. Após análise, os autores concluíram que as CanalBrush® são tão efetivas quanto a PUI na remoção da *smear layer* (Al-Ali, Sathorn ; Parashos 2012).

Ahmentoglu, F. et al. (2014), propuseram-se, avaliar a eficácia dos sistemas EndoVac (Fig 4), PUI e CI no que toca à remoção da *smear layer* após instrumentação canal. Para a realização do estudo, foram selecionados sessenta caninos isentos de fraturas ou doença cárie. Os dentes selecionados tinham todos 23 a 25 mm de comprimento. Os dentes foram preparados com limas rotatórias de níquel-titanio e submetidos a diferentes sistemas de irrigação: Grupo 1- EndoVac com 5% de NaOCl, Grupo 2- PUI , 4 ml de 5% de NaOCl/ 4 ml de EDTA a 15% com; Grupo 3- PUI com 4 ml de 5% de NaOCl; Grupo 4- IC com 4 ml de 5% de NaOCl/ 4ml de EDTA a 15% ; Grupo 5- IC com 4 ml de 5% de NaOCl e Grupo 6- IC com 4 ml de 5% hipoclorito de sódio / 4 ml de EDTA a 15% e 4 ml de 5% de NaOCl (Ahmentoglu, F. et al., 2014).

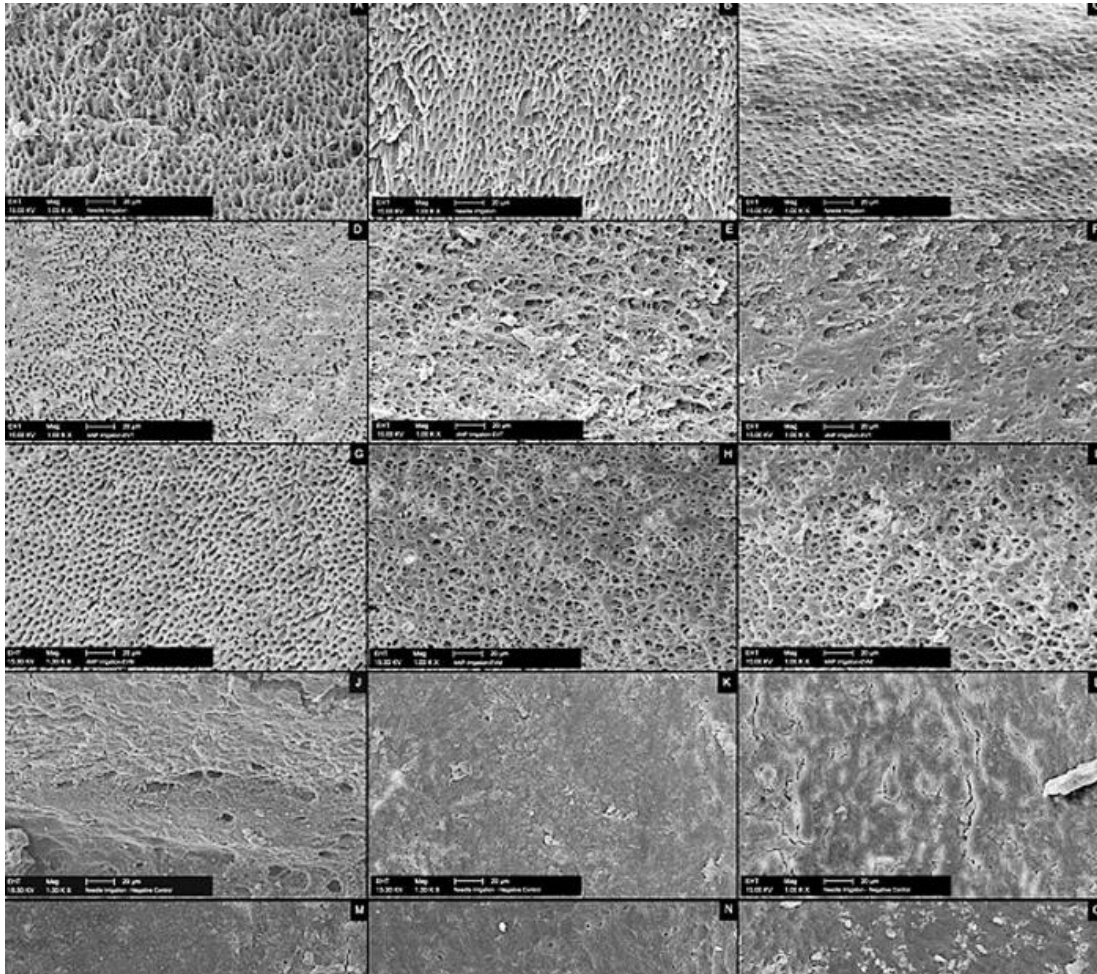


Fig.4 - Remoção da camada de *Smear Layer* da parede dentinária através do sistema EndoVac (Singh N. et al., 2014).

Os resultados demonstraram que nos grupos 1,3 e 5, não houve remoção da *smear layer*. Nos grupos 2,4 e 6, a *smear layer* foi completamente eliminada nos terços coronais, porém esta remoção nos terços médio e apical, foi apenas parcial. Os grupos 2,4 e 6 mostraram um desempenho significativamente melhor do que os grupos 1,3 e 5 em relação à remoção da *smear layer* em cada terço. Não foram registradas diferenças significativas entre os grupos 1,3 e 5 quanto à remoção da *smear layer*. Embora entre os grupos 1,3 e 5 e os grupos 2,4 e 6 tenha sido registada uma diferença estatisticamente significativa, o mesmo não aconteceu dentro dos próprios grupos. A observação dos resultados foi conseguida através da microscopia eletrônica. (Ahmentoglu, F. et al 2014). Concluiu-se que mais importante do que a técnica utilizada foram as soluções empregues em cada um dos grupos experimentais.

Gonçalves (2011) realizou um estudo para avaliar qualitativamente, através do M.E.V, a limpeza do terço apical do canal após irrigação convencional, sónica e ultrassónica passiva. Os dentes foram selecionados, instrumentados e divididos em 3 grupos que receberam 5 ml de NaOCI a 2,5% sendo a primeira solução irrigada convencionalmente, a segunda solução através do PUI e a terceira por irrigação sónica (SI). Após análise, o autor concluiu que a PUI e a SI não apresentaram diferenças significativas no que se refere a remoção da *smear layer* contudo, os resultados foram superiores à irrigação convencional (Gonçalves, 2001).

A capacidade de uma solução para atingir a porção apical do canal radicular depende da instrumentação mecânica, da anatomia do canal e do sistema de irrigação. Para otimizar a eficácia, os irrigantes devem ter contato direto com toda a extensão do canal radicular. Assim, existem diferenças nas técnicas de instrumentação, manual e mecânica. Foram consideradas técnicas de agitação para direcionar a solução irrigante para a área apical do canal radicular e assim promover a eficácia na remoção da camada de *smear layer* (Catagnola, Raffaella et al., 2014).

O objetivo do estudo de Catagnola, Raffaella et al. (2014), foi comparar a remoção da camada de *smear layer* e de detritos orgânicos do canal radicular, recorrendo à irrigação com agulha convencional, EndoVac e Endoactivator. Para isso, foram recolhidos oitenta dentes uniradiculares humanos e, preparados mecanicamente com limas de Níquel-titânio. Após instrumentação, foram divididos, aleatoriamente, em 4 grupos. A desobstrução apical foi mantida durante o procedimento, usando uma lima K-file - 10 para o comprimento de trabalho. A irrigação foi realizada após cada instrumento rotativo. As amostras de cada grupo foram submetidas a diferentes protocolos de irrigação: Grupo 1 grupo de controlo com solução salina. Grupo 2: irrigação com agulha convencional (Navitip) com 5 ml de EDTA (17%) durante 3 min e uma irrigação final com NaOCI (5,25%) por 3 min, Grupo 3: EndoVac com 6 mL NaOCI (5,25%) durante 30 s. Grupo 4: EndoActivator com 5 ml de EDTA a 17% durante 3 min e 5 ml de NaOCI a 5,25% por 3 min. O EndoActivator foi utilizado através de movimentos verticais, com uma oscilação de 2-3 mm para 30 s. Para análise das amostras recorreu-se ao MEV. Quanto à remoção de *smear layer*, o EndoActivator forneceu os melhores resultados, não sendo encontradas diferenças estatísticas entre os terços coronal, médio e apical dos canais radiculares. Consequentemente, EndoActivator parece aumentar a

eficácia da remoção da *smear layer* não só na região apical, mas também em toda a extensão do canal radicular de maneira uniforme (Catagnola, Raffaella et al., 2014).

No entanto, Uroz-Torres (2009) (*cit in* Catagnola, Raffaella et al., 2014), constatou que houve diferença estatística na eliminação da camada de *smear layer* nas regiões cervical, médio e apical dos canais radiculares tratados com EndoActivator, onde o dispositivo sónico eliminou uma quantidade maior de *smear layer* nos terços cervical e médio do que no terço apical. Esta descoberta pode ser atribuída ao menor volume de solução de irrigação final usadas durante um menor período de tempo (1 ml de 17% de EDTA seguido por uma lavagem final de 3 ml de 4% de NaOCl durante 1 min). Neste estudo de Catagnola, Raffaella et al. (2014), os resultados mostraram que o sistema EndoVac remove estatisticamente maior quantidade de *smear layer* do que a irrigação convencional não somente no terço apical do canal radicular, mas também nas porções coronais e médias. O sistema EndoVac é mais eficaz do que a irrigação convencional na remoção de detritos a 1 mm de comprimento de trabalho, mas não se verificaram diferenças significativas ao nível dos 3 mm. Quando comparado com a irrigação convencional, o EndoVac e o sistema EndoActivator (Fig. 5) foram significativamente mais eficazes na limpeza das superfícies dos canais radiculares nas regiões apical, média e coronal. No entanto, nenhuma das técnicas foi capaz de remover completamente os detritos orgânicos e a *smear layer* do canal radicular. (Catagnola, Raffaella et al., 2014).

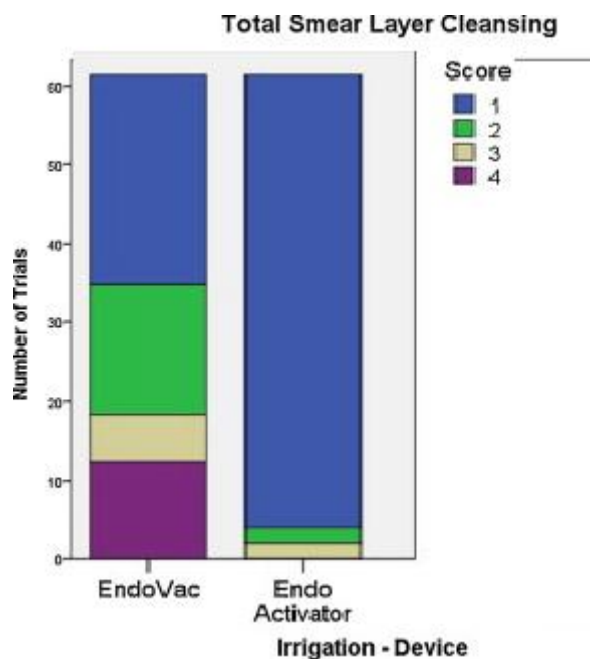


Fig.5 – Comparação da eficácia de remoção da *smear layer* pelo EndoVac e EndoActivator (Özer SY et al. 2013).

Mais tarde, Khaord, P. et al (2015), decidiram realizar um estudo comparativo, visando a remoção da *smear layer*, após ativação com irrigante final, recorrendo ao uso de irrigação sônica (SI), agitação dinâmica manual (MDA), irrigação de ultrassom passiva (PUI) e irrigação seringa convencional (IC). Neste sentido, foram utilizados quarenta canais mesiais de primeiros molares inferiores (raízes mesiais). Foram limpos e instrumentados, recorrendo ao sistema ProTaper, tamanho F1 e hipoclorito de sódio 3% e ácido etilenodiaminotetracético 17%. As amostras foram divididas em 4 grupos (n = 10) de acordo com a técnica de ativação final de irrigação: Grupo 1, PUI; grupo 2, ativação dinâmica manual (MDA); grupo 3, SI; e grupo 4, grupo controlo (irrigação simples). As amostras foram divididas longitudinalmente e examinadas através do microscópio eletrônico de varredura para verificar a presença de *smear layer*. A irrigação final das amostras consistiu em 17% de EDTA (1 ml) e 3% de NaOCl (3 ml), seguido por solução salina normal (3 ml). Os resultados do presente estudo, demonstraram que o Endoactivator foi o mais eficiente na remoção da camada de *smear layer*, seguido do PUI, seguido por ativação manual dinâmica, seguido pela CI (irrigação simples). No entanto, não se registaram diferenças estatisticamente significativas entre os dois grupos de estudo, A e B. Também não se verificaram diferenças significativas entre B e C. Apesar de SI ser o método mais eficaz, a ativação dinâmico manual, revela que a remoção da camada de *smear layer*, através deste método é semelhante, seguido pelo ultrassom. A Ativação dinâmica manual não requer qualquer tipo de equipamento especializado para o funcionamento. Através da utilização do cone mestre, pode-se remover a camada de *smear layer* de forma semelhante ao equipamento Sónico e de dispositivos de irrigação ultrassónicos. A técnica de irrigação simples mais utilizada não remove a camada de *smear layer* (Khaord, P. et al., 2015).

## 5.5- Laser

O laser é uma abreviatura de Light Amplification by Stimulated of Radiation. O laser tem sido utilizado em Medicina Dentária com diversas finalidades, sendo que, na área da Endodontia, pode-se recorrer ao laser com o objetivo de promover a remoção da *smear layer*, através de um processo de ablação-corte (Lopes et al., 2004).

O laser ao vaporizar os tecidos elimina a *smear layer*. Contudo, a sua efetividade depende de diversos fatores como, do nível de potência que o laser apresenta, da duração da exposição, da absorção de luz pelos tecidos, da própria geometria do sistema de canais e da distância a que se introduz a ponta do laser (Violich et al., 2010).

De acordo com Violich et al. (2010), o laser de Ne: YAG não teria resultados no desmembramento ou alteração da camada de *smear layer*, mas sim, induzia a vitrificação e carbonização da dentina. Outros estudos, obtiveram os mesmos resultados com diferentes lasers: laser de dióxido de carbono, laser de argônio (Violich et al., 2010).

Contrariamente aos anteriores, o laser de Er: YAG ao irradiar as paredes dos canais, remove a camada residual, deixando expostos os túbulos dentinários com o mínimo de efeito térmico produzido sobre a estrutura dentária (Fig.6). A irradiação com o laser de Er: YAG é um método eficiente na eliminação da *smear layer* das paredes dos canais radiculares (Lopes et al., 2004).

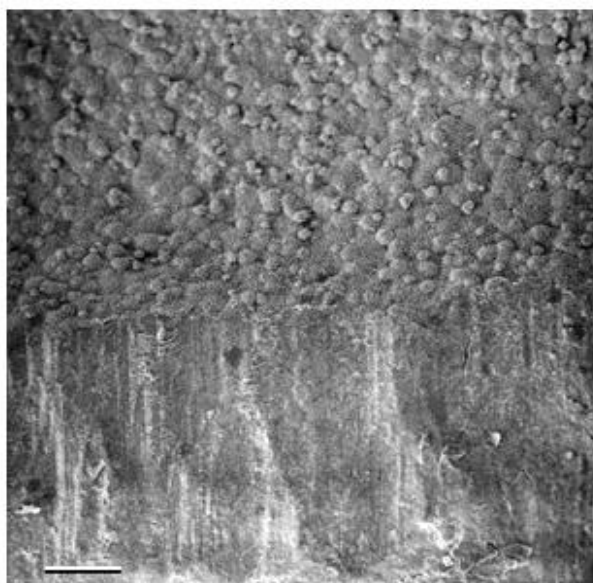


Fig 6– Micrografia de varredura da junção resina/dentina tratada com laser ER:YAG com aplicação prévia de ácido fosfórico a 37%. ( Nota-se que os túbulos estão cortados e há infiltração de resina) (Hasheminia , M. et al. (2012).

O laser do Er: YAG possui um comprimento de onda de 2,94  $\mu\text{m}$  e contém uma excelente interação com a água. Estas características permitem que o laser interaja com os tecidos duros executando a ablação termomecânica, sem levar a um aumento da temperatura da estrutura dentária e conseqüentemente sem causar prejuízo ao nível dos tecidos periodontais (de Sousa et al., 2005).

O laser Er: YAG ativado com um volume limitado de líquido, combinado com a potência de pico e com a duração de impulso curta, resulta no apogeu máximo de eficácia na eliminação da *smear layer*. No entanto, este tipo de ação apenas acometeria os terços cervicais e médio. A limpeza da superfície intra canal vai diminuindo a partir do plano coronal até ao apical (Zhu, X. et al., 2013).

A penetração da ponta do laser é outro fator crítico para a remoção da *smear layer* apical. A literatura ainda é obscura em quão longe a ponta do laser deve ser mantida aquém do ápice para permitir a limpeza e desinfecção adequada, sem prejuízo para os tecidos peri apicais como o aumento da temperatura ou a extrusão do irrigante. Aponta-se que as pontas das fibras devem ser mantidas 2 a 3 mm de distância do foramen apical para uma melhor limpeza desta zona (Zhu, X. et al., 2013).

No estudo de Arslan, Hakan et al. (2013), foi avaliada a eficácia de agitação de 15% EDTA, através de um laser díodo de 808 nm, na remoção da camada de *smear layer*. Foram extraídos sessenta incisivos centrais maxilares humanos, instrumentados mecanicamente com ProTaper® e, em seguida, aleatoriamente divididos em seis grupos (n = 10 para cada grupo), de acordo com os diferentes protocolos de irrigação final que se seguem: hipoclorito de sódio a 5% durante 120 segundos realizadas com Navitip® (grupo de controlo); 15% de EDTA durante 120 segundos realizados com o Navitip®; e agitação de 15% de EDTA, com um laser díodo 808 nm de 10, 20, 30, e 40 segundos. As amostras foram observadas no microscópio eletrónico de varredura. Os túbulos dentinários que se encontravam abertos foram contabilizados utilizando o software Adobe Photoshop. Os dados foram analisados através do teste de Tukey post. Os resultados demonstraram que a agitação de 15% de EDTA, com um laser díodo 808 nm

durante 20 segundos é eficaz, na remoção da camada de *smear layer* na zona apical dos canais radiculares, porém, o maior número de túbulos dentinários abertos concentra-se no terço médio dos canais (Arslan, Hakan et al., 2013).

Recentemente, foi desenvolvida uma técnica apelidada de Streaming foto acústica induzida por fotões (PIPS). Com um design despojado, foi relatada como uma inovação eficaz na remoção da *smear layer* e de outros detritos (Zhu, X. et al., 2013).

A ponta do laser é colocada na câmara pulpar sem a necessidade de avançar para o interior do canal. Neste sentido, existe uma maior limpeza das paredes do canal radicular e uma maior quantidade de túbulos dentinários abertos, em comparação com a irrigação tradicional (Zhu, X. et al., 2013).

O laser, juntamente com a irrigação com EDTA, mostrou-se mais eficaz do que com agentes não quelantes, o que nos leva a crer que, para a remoção da *smear layer*, a técnica de PIPS com EDTA poderia ser uma solução eficaz (Zhu, X. et al., 2013).

Uma das grandes limitações da utilização do laser nesta área é a dificuldade do acesso aos canais estreitos (Violich et al., 2010). Contudo, verifica-se que ainda são preciosos mais estudos nesta área para podermos concluir sobre a eficácia do laser na remoção da *smear layer* e sobre o melhor tipo de laser a ser utilizado para esta função (Violich et al., 2010).

No estudo de Lima, Grasielle et al. (2015), foram utilizados cinquenta canais distais de molares inferiores humanos, instrumentados com ProTaper Universal F5 e divididos aleatoriamente em 5 grupos. O primeiro grupo não sofreu agitação (controlo), por parte de nenhum destes meios, o segundo recorreu ao uso de ProTaper Universal, o terceiro ao ultra-som, o quarto ao CanalBrush e por último ao laser Nd: YAG. As amostras foram observadas no microscópio eletrónico de varredura. A presença da *smear layer* foi avaliada, utilizando um sistema de pontuação de 3 graus nos testes de Mann-Whitney. O grupo do ultra-som teve um desempenho significativamente melhor que os outros grupos. 56,6% das amostras não revelaram a presença de *smear layer*, 44,4% mostraram a presença de uma camada de *smear layer* moderada e não se registaram grandes camadas de *smear layer* em nenhuma das amostras. No grupo do Nd: YAG, 30% das amostras apresentaram ausência de *smear layer*, 70% revelaram uma presença moderada de *smear layer*, e não foram observadas camadas de *smear layer* exageradas.

Em contraste, foi observada uma quantidade exacerbada de *smear layer*, nas superfícies dos canais radiculares no grupo do CanalBrush (23,4%), no Protaper universal (13,4%), e no grupo de controlo (86,6%). Nenhum dos métodos removeu completamente a camada de *smear layer*, no entanto, o método de ultra-sons apresentou o melhor desempenho seguido pelo laser Nd: YAG, o CanalBrush, e o sistema ProTaper Universal. A agitação do irrigante com recurso aos sistemas referidos, melhorou, significativamente, a remoção da *smear layer* nos terços apicais dos canais radiculares (Lima,Grasiele et al.,2015).

## **6- Influência da *Smear Layer* na cimentação**

A etapa final do Tratamento Endodôntico consiste na obturação do sistema de canais radiculares, que representa o término de um conjunto de procedimentos, visando a devolução da função ao elemento dentário (Lopes & Siqueira Jr. et al., 2004).

O principal objetivo na fase de obturação canal, é atingir e manter um selamento hermético por todo o canal (Lopes & Siqueira Jr. et al.,2004; Bidar, M. et al., 2014).

Idealmente, o material obturador, deve preencher todo o espaço anteriormente ocupado pelo tecido pulpar, incluindo canais principais e ramificações (Lopes & Siqueira Jr. et al., 2004).

Os cones de guta percha, associados a um cimento endodôntico, são geralmente, utilizados, nesta fase, para alcançar um bom selamento aos fluidos orgânicos. Os cimentos endodônticos, servem para preencher os espaços entre os pontos de guta percha e entre a guta percha e as paredes do canal (Lopes & Siqueira Jr. et al.,2004; Bidar, M. et al., 2014).

Infiltrações podem ocorrer durante a obturação do canal, nomeadamente entre a guta percha e o cimento e/ou entre cimento e a parede de dentina. Portanto, o selo de qualidade de uma obturação canal, depende muito da capacidade de selamento do cimento endodôntico (Bidar, M. et al.,2014).

Existe uma enorme variedade de cimentos no mercado, sendo os mais recentes cimentos com base de silicato de cálcio. (Bidar, M. et al., 2014).

Inúmeras variáveis podem influenciar o extravasamento, incluindo técnicas de obturação canal, propriedades dos cimentos e a presença da *smear layer* (Bidar, M. et al., 2014).

Especula-se bastante, sobre os possíveis efeitos da *smear layer*, sobre a adesão dos cimentos obturadores às paredes dentinárias (Bidar, M. et al., 2014).

Certos estudos referem que a força de ligação de alguns cimentos em relação à dentina é superior, uma vez mantida intacta a camada de *smear layer* (Bidar, M. et al., 2014).

Por outro lado, outros estudos revelam que a remoção da *smear layer* dos túbulos dentinários, proporciona uma melhoria na capacidade de selamento do material (Bidar, M. et al., 2014).

Saleh et al. (2002) analisaram o efeito pré-tratamento da dentina pelo ácido fosfórico a 37% por 30 s, ácido cítrico 25% por 30s e EDTA a 17% por 5 minutos na remoção da “*smear layer*” e a sua influência na adesão de cimentos endodônticos. Os resultados revelaram que, comparados ao grupo de controlo, com água destilada, o EDTA não mostrou efeito superior sobre a adesão dos cimentos, enquanto que o ácido cítrico e o ácido fosfórico aumentaram a capacidade de adesão dos cimentos (Saleh et al., 2002).

Saleh et al. (2003) avaliaram por microscopia eletrónica de varredura, falhas na adesão entre cimento endodôntico e dentina. O condicionamento dentinário foi feito com ácido fosfórico a 37% por 30s, ácido cítrico a 25% por 30 s e EDTA a 17% por 5 minutos e água destilada como controlo. Os autores concluíram que a penetração dos cimentos endodônticos nos túbulos dentinários quando a “*smear layer*” é removida, não está associada à maior força de adesão (Saleh et al., 2003).

No entanto, estudos anteriores, descrevem que a camada de *smear layer* aumenta a micro infiltração apical na raiz e, em canais preenchidos com cimento endodôntico (Bidar, M. et al., 2014).

Dois anos mais tarde, Saleh et al. (2002) decidiram estudar o efeito de pré-tratamento da dentina na remoção da *smear layer*, através dos ácidos fosfóricos (37% durante 30s), cítrico (25% durante 30 s) e EDTA (17% durante 5 minutos), bem como a adesão de cimentos endodônticos. Os resultados ditam que, comparativamente à água destilada

(grupo de controlo), o EDTA não mostrou maior efeito na adesão dos cimentos, comparativamente ao ácido cítrico e o ácido fosfórico (Saleh et al., 2002).

Um ano mais tarde, estes autores debruçaram-se sobre as falhas da união entre cimento e dentina. O condicionamento dentário foi feito com ácido fosfórico a 37% por 30s, com ácido cítrico a 25% por 30s e com EDTA a 17% durante 5 minutos. O grupo de controlo era composto por água destilada. Concluíram que a penetração dos cimentos endodônticos nos túbulos dentinários não está associada a uma maior força de adesão aquando da remoção da *smear layer* (Saleh et al., 2003).

No estudo de Bidar, M. et al., (2014), a eliminação da camada de *smear layer* não teve qualquer efeito adverso ao nível da capacidade de preenchimento dos cimentos mas a presença da *smear layer* também não afetou a micro infiltração dos cimentos à base de silicato de cálcio e manteve-se estável ao longo do tempo (Bidar, M. et al.,2014).

De qualquer forma, para se ter uma noção mais precisa dos efeitos da *smear layer* na adesão dos cimentos ou extravasamento, são necessários mais estudos (Bidar, M. et al.,2014).

### III- Conclusão

O sucesso do Tratamento Endodôntico está diretamente relacionado com a atenção dedicada às várias fases que o compõem. Todas as fases merecem um cuidado especial, desde o preparo biomecânico até à obturação de canais. No decorrer da instrumentação mecânica do canal radicular, é produzida uma fina camada composta por material orgânico, inorgânico e bactérias, apelidada de *Smear Layer*.

Na maioria dos estudos, considera-se fundamental a remoção desta camada, pois, só assim, se consegue uma limpeza e desinfecção bacteriana adequada. A sua remoção permite uma melhor adaptação dos materiais obturadores, proporcionando uma obturação tridimensional dos canais radiculares.

Existem vários métodos e soluções desinfetantes no mercado, que prometem eliminar esta camada de *smear layer*. Porém nenhuma dessas técnicas a remove de forma integral e permanente.

Conclui-se com esta revisão bibliográfica que a solução mais eficaz na remoção da *smear layer* é a utilização de EDTA A 17%, não devendo exceder 1 minuto. Ultrapassados os 10 minutos de atuação existe grande probabilidade de erosão dentinária.

No sentido de melhorar a técnica de remoção da *smear layer*, pode recorrer-se ao ultrassom, aos dispositivos sônicos ou ao laser, que juntamente com a solução irrigante adequada, permite a obtenção de melhores resultados.

#### IV- Bibliografia

Abed A. et al (2013). Debris and smear layer removal efficacy and changes in morphology of dentinal tubules after using citric acid, tetracycline-hydrochloride and mixture of tetracycline and acid and detergent, *Dent Res J* , 10(2):232-7.

Ahmetoglu F. et al. (2014). Effectiveness of different irrigation systems on smear layer removal: A scanning electron microscopic study, *Eur J Dent*, 8(1):53-7.

Al-Ali, M. ;Sathorn, C.; Parashos, (2012). P. Root Canal Debridement Efficacy Of Different Final irrigation Protocols. *International Endodontic Journal*, p.1-9.

Ballat, N. et al. (2009). Comparison of the efficacy of Maleic Acid and Ethylenediaminetetraacetic Acid in Smear Layer Removal from instrumented human root canal: A Scanning Electronic Microscopic study, *Journal Endodontics*, 35 (1):1573-1576.

Balto, H. et al. (2012). The efficacy of *Salvadora persica* extract in the elimination of the intracanal smear layer: A SEM study, *Saudi Dent J.*; 24(2): 71–77.

Barletta, F; Medeiros G; Lima, M. (2007). Chemical Evolution of EADTA Physico – Chemical Parameters used on Endodontic Therapy. *Revista de Odontologia da universidade da Cidade de São Paulo*. 19 (3):276-282.

Bernabé, p., et al. (2006), in vitro Evaluation of Chelating Solutions on the Mikroleakage of Retrofillings with Selaplex Sealer, *Revista Odontológica de Araçatuba*,27(2):107-112.

Bertacci, A., Venturi, M., Prati, M. (2007). The influence of smear in lateral channels filling, *Clin Oral Invest*, 11 :353-359.

Bidar M. et al (2014). Effect of the smear layer on apical seals produced by two calcium silicate-based endodontic sealers, *J Oral Sci*,56(3):215-9.

- Çalt, S., Serper, A. (2002). Time – Dependent Effects of EDTA on Dentin Structures, *Journal Endodontics*, 28(1):17-19.
- Castellucci, A., West, J. (2004). Cleaning and Shaping the Root Canal System, 1ª Edição Florence, II Trident, pp. 396-437.
- Chhina, H. et al. (2015). Ultrasonics: A Novel Approach for Retrieval of Separated Instruments. *J Clin Diagn Res*. 9(1) pp.ZD18–ZD20.
- Chopra, S., Murry, P. (2008) A Scanning Electron Microscopic Evolution of the Effectiveness of the F-file versus Ultrasonic Activation of a K-file to Remove Smear Layer, *Journal Endodontics*, 34 (10):1243-1245.
- Coelho, Ana et al. (2012). Perspetiva histórica e conceitos atuais dos sistemas adesivos amelodentinários – revisão da literatura, *Rev Port Estomatol Med Dent Cir Maxilofac*,53:39-46.
- Darda, S. et al (2014). An in vitro evaluation of effect of EDTAC on root dentin with respect to time, *J Int Oral Health*, 6(2): 22–27.
- De Deus, G., Paciornik, S., Mauricio, M. (2006). Evolution of the effect of EDTA, EDTAC and citric acido on the microhardness of the root dentine, *International Endodontics Journal*, 39:401-407.
- Dogan, H., Çalt, S. (2001). Effects of Chelating Agents and Sodium Hypochlorite on Mineral Content of Root Dentin, *Journal Endodontics*, 27 (9):578-579.
- Eldeniz, Au. Endemir,A. e Beli, S. (2005). Effect of EDTA and citric acid solutions on the microhardness and the roughness of human root canal dentin. *Journal Endodontics*, 31(2):107-10.
- Elias, P. et al. (2007). Comparative analysis between Endo PTC original and leve has taken auxiliary substances in the preparation of root for the manual and mechanized method. *Revista Odonto*, nº30: 89-96.

- Fuat, Ahmetoglu et al. (2014). Effectiveness of different irrigation systems on smear layer removal: A scanning electron microscopic study, *Eur Journal Endodontics* ,8 (1): 53–57.
- Gatewood, R. (2007). Endodontic Materials, *Dent Clin North Am*, 51 (3): 695-712.
- Gesteira, M., et al. (2003). Ação do EDTA sobre a camada residual nos terços cervical, médio e apical do canal radicular, *R. Ci. med. biol.* , Salvador, 2 (2):208-218.
- Girard, S. et al. (2005). Assessment of a gel-type chelating preparation containing 1-hydroxyethylidene-1, 1-bisphosphonate. *International Endodontics Journal*, 38: 810-16.
- Goel, S.; Tewari, S. (2009). Smear layer removal with passive ultrasonic irrigation and the NaviTip FX: a scanning electron microscopic study. *Oral Surgery Oral medicine Oral Pathology Oral Radiology*, 108 (3): 465–470.
- Gonçalves, L.M.B (2011). Análise qualitativa da remoção do magma dentinária do terço apical de raízes curvas após a irrigação convencional, sônica e ultrassônica. São Paulo; USP, 2011. Dissertação Faculdade de Odontologia, Universidade de São Paulo, São Paulo, 45-73.
- González-López, S. et al (2006). Effect of CHX on the decalcifying effect of 10% citric acid, 20% citric acid, or 17% EDTA, *Journal Endodontics*, 32(8):781-4.
- Görduysus, M. et al. (2012). Effectiveness of a new canal brushing technique in removing calcium hydroxide from the root canal system: A scanning electron microscope study, *J Conserv Dent.*, 15(4):367–371.
- Gu, X., Mao, C., Kern, M. (2009). Effect of Different Irrigation on Smear Layer Removal after Post Space Preparation, *Journal Endodontics*, 35 (4):583-585.
- Guerisoli, D., et al. (2002). Evolution of smear layer removal by EDTAC and sodium hypochlorite with ultrasonic agitation, *International Endodontic Journal*, 35: 418-421.
- Gaurav, G., Sangeeta, T. (2010). Comparison of the efficacy of ‘F-file’ with sonic and ultrasonic debridement to remove artificially placed dentine debris from human root canals—an in vitro study. *Endodontology*, 22(1): 39-47.

Hanan Balto et al. (2012) The efficacy of *Salvadora persica* extract in the elimination of the intracanal smear layer: A SEM study, *Saudi Dent J*, 24(2): 71–77.

Hulsmann, M., Hahn, W. (2000). Complications during root canal irrigation – literature review and case reports. *International Endodontics Journal*, 33:186-193.

Hulsmann, M., Heckendorff., Lennon, À. (2003) Chelating agents in root canal treatment: mode of action and indications for their use, *International Endodontic*, 36:810-830.

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, *J Conserv Dent*. 18(4): 321–326.

Keles, A., Koseoglu, M. (2009). Dissolution of root canal sealers in EDTA and NaOCI solutions, *J Am Dent Assoc*, 140(1):74-79.

Khedmat, S., Shokuouhinejad, N. (2008), Comparison of the Efficacy of Three Chelating Agents in Smear Layer Removal, *Journal Endodontics*, 34(5):599-602.

Kokkas, A., Boutsiouikis, A., Vassiliadis, L. (2004). The influence of Smear Layer on Dentinal Tubule Penetration Depth by Three Different Root Canal Sealers: An In Vitro Study, *Journal Endodontics*, 30 (2): 100-102.

Kuah, H., at alii. (2009). The Effect of EDTA with and without Ultrasonic on removal of the Smear Layer, *Journal Endodontics*, 35 (3):393-396.

Kuruvilla, A. et al. 2015). A comparative evaluation of smear layer removal by using EDTA, etidronic acid, and maleic acid as root canal irrigants: An in vitro scanning electron microscopic study, *J Conserv Dent*.,18(3): 247–251.

Lim, T. S., et al. (2003). Light and scanning electron microscopic evaluation of Glyde TM File Prep in smear layer removal. *International Endodontics Journal*, 36: 336-343.

Lima, Grasiela et al. (2015). Comparison of Smear Layer Removal Using the Nd:YAG Laser, Ultrasound, ProTaper Universal System, and CanalBrush Methods: An In Vitro Study, *Journal Endontics*, 41(3):400-4.

Lopes, H., Siqueira, J, (2004). Substâncias Químicas Empregadas no Preparo dos Canais Radiculares, Rio de Janeiro, Guanabara Koogan, pp. 535-574; 645-688.

Lopéz, S., D. Aguillar. The effect of CHX on the decalcifying effect of 10% citric acid, 20% citric acid, or 17% EDTA. *Journal Endodontics*, 32 (8):781-784.

Malheiros, C. et al. (2005). In vitro evaluation of the cytotoxic effects of acid solutions used as canal irrigants, *Journal Endodontics*,31(10): 746-8.

Mancina, M., Armellin, E., Casaglia, A. (2009). A Comparative Study of Smear Layer Removal and Erosion in Apical Intraradicular dentine with Three Irrigating Solutions; A Scanning Electron Microscopy Evolution, *International Endodontics Journal*, 35(6): 900-903.

Mancini M. et al. (2014). 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 Endodontics*, 39(11):1456-60.

Marques, A., et al. (2008). Ultraestrutural evaluation of the removal of smear layer in radicular channels using EDTA 17% with or without agitation. *Revista de Clinica e Pesquisa Odontológica*. 4(2):71-75.

Mello, I., Coil J., Humberto, J. (2009). Does a final rinse to remove smear layer interfere on dentin permeability of root canals, *Oriol radiol Endod*, 107(4): 47-51.

Mello, I. et al. (2010). Influence of Final Rinse Technique on Ability of Ethylenediaminetetraacetic Acid of Removing Smear Layer, *Journal Endodontics* 36(3):512-514.

Mello, I. et al. (2008). Influence of different volumes of EDTA for final rinse on smear layer removal. *Oral Surg Oral Med Pathol Radiol Endod*, 106 (5), pp.40-43.

Melville, R. (2010). Effectiveness of the EndoActivator System in Removing the Smear Layer after Root Canal Instrumentation. *Journal of Endodontics*, 36, (2):308-311,

Menezes, A., Zanet, C., Valera, M. (2003). Smear layer removal capacity of disinfectant solutions used with and without EDTA for the irrigation of canals; a SEM study. *Pesqui Odontol Bras*, 17(4):49-355.

Murray, P., et al. (2008). Evolution of Morinda citrolofia as an Endodontic Irrigant, *Journal Endodontics*, 34(1):66-70.

NIU, W. et al. (2002). A scanning electron microscopic study of dentinal erosion by final irrigation with EDTA and NaOCl solutions, *International Endodontic Journal*, 35(11) :934-9.

Noites, R., Carvalho, M., Vaz, I. (2009). Complicações que podem surgir durante o Uso do Hipoclorito de Sódio no Tratamento Endodôntico, *Port Estomatol Cir Maxilofac*, 50(1): 53-56.

O'Connell, M., et al. (2000), A Comparative study of Smear Layer Removal Using Different Salts of EDTA, *Journal Endodontics*, 26 (12):739-743.

Parmar, G., Chhatariya, A., (2004). Demineralising effect of EDTA at different concentration and pH – A Spectrophotometer study, *Endodontology*, 16:54-57.

Pérez-Heredia, M. et al. (2006), The effectiveness of Different Acid Irrigating Solutions in Root Canal Cleaning After Hand and Rotary Instrumentation, *Journal of Endodontics*, 32 (10): 993-996.

Putzer, P., Hoy L., Gunay, H. (2008). Highly concentrated EDTA gel improves cleaning efficiency of root canal preparation in vitro, *Clean Oral Invest*, 12:319-324.

Raffaella Castagnola et al. (2014). Efficacy of three different irrigation techniques in the removal of smear layer and organic debris from root canal wall: a scanning electron microscope study, *Giornale Italiano di Endodonzia*, 28(2):79–86.

Saleh, A.A. et al. (2002). The effects of dentine pretreatment on the adhesion of root-canal sealers, *International Endodontic Journal*, 35(10):859-66.

Saleh, M. et al. (2003). Adhesion of Endodontic Sealers: Scanning Electron Microscopy and Energy Dispersive Spectroscopy. *Journal Endodontics*, 29 (9):595–601.

Sampaio, J., et al, (2003). Effectiveness of EDTA and EDTA-T brushing on the removal of root surface smear layer, *Pesqui Odontol Bras*, 17(4), pp. 319-325.

Scelza, M.F. et al (2000). Efficacy of final irrigation- A scanning electron microscopic evaluation, *Journal of Endodontics*, 26(6): 335-8.

Sen , B., Erturk, O., Piskin, B. (2009). The effect of different concentration of EDTA on instrumented root canal walls, *Oral Surg Oral Med Oral Pathol Oral Radiol Endo*, 108(4): 622-627.

Shabravan, A. et al, (2007). Effect of Smear Layer on Sealing Ability of Canal Obturation; A systematic review and meta-analysis, *Journal Endodontics*, 33(2):96-105.

Silveira, Luiz et al. (2013). Evaluation of the different irrigation regimens with sodium hypochlorite and EDTA in removing the smear layer during root canal preparation, *Journal of Microscopy and Ultrastructure*, 1, (1-2):51-56.

Silveiro, M., et al, (2004). Decalcification of root canal dentine by citric acid, EDTA and sodium citrate, *International Endodontics Journal*, 37: 365-369.

Singh, N. et al. (2014). A comparative evaluation of different irrigation activation systems on smear layer removal from root canal: An in-vitro scanning electron microscope study, *J Conserv Dent*, 17(2): 159-163.

Soares, I. et al, (2001). Procedimentos químicos auxiliares do preparo mecânico, *Revista Art Med Editora*, São Paulo, 155-169.

Souza, F., Pécora, J., Silva, R. (2005). The effect on coronal leakage of liquid adhesive application over root fillings after smear layer removal with EDTA or Er:YAG laser, *Oral Surg Oral Med Oral Pathol Oral Radiol Endod*, 99(1):12-128.

Spanó, J., et al. (2009). Atomic Absorption Spectrometry and Scanning Electron Microscopy Evaluation of Concentration of Calcium Ions and Smear Layer Removal With Root Canal Chalators, *Journal Endodontics*, 35(5):727-730.

Srinivasan, R. (2014). Evaluation of smear layer removal from ultrasonically prepared retrocavities by three agents, *J Conserv Dent*, 17(4): 330-334.

Stevens, R., Storther, J., McClanahan, S. (2006). Leakage and sealer penetration in smear- free dentin after a final rinse with 95% ethanol, *Journal Endodontics*, 32(8): 785-788.

Tay F.R. et al (2006). Ultrastructure of Smear Layer-Covered Intraradicular Dentin after Irrigation with BioPure MTAD, *Journal of Endodontics* 32(3): 218-221

Tabrizzadeh, M., Shareghi, A. (2015). The Effect of Preparation Size on Efficacy of Smear Layer Removal; A Scanning Electron Microscopic Study, *Iran Endod J.* Summer; 10(3) pp. 169–173.

Torabinejad, M., et alii. (2003). The effect of Various Concentrations of Sodium Hypochlorite on the Ability of MTAD to Remove the Smear Layer, *Journal Endodontics*, 29(4): 233-240.

Torabinejad, M., Shabahang, S., Bahjri, K. (2005). Effect of MTAD on Postoperative Discomfort; A randomized Clinical Trial, *Journal Endodontics*, 31(1): 171-176.

Turk, T. et al. (2015) Evaluation of the smear layer removal and erosive capacity of EDTA, boric acid, citric acid and desy clean solutions: an in vitro study, *BMC Oral Health*. 15: 104.

Vahid Zand et al. (2014). A Scanning Electron Microscope Study on the Effect of an Experimental Irrigation Solution on Smear Layer Removal, *Iran Endod J*, 9(2): 131–136.

Violich, D., Chandler, N. (2010). The smear layer in endodontics - a review, *International Endodontics Journal*, 43: 2-15.

Uroz-Torres D. et al (2009). Effectiveness of the EndoActivator System in removing the smear layer after root canal instrumentation, *Journal Endodontics*, 36(2):308-11.

Wu, H., et alii, (2009). Effects of light penetration and smear layer removal on adhesion of post-cores to root canal dentin by self-etching adhesives, *Dental Materials*, 25: 1484-1492.

Zand V. et al. (2014). A scanning electron microscope study on the effect of an experimental irrigation solution on smear layer removal, *Iran Endod J*, 9(2):131-6.

Zahg et al. (2010). Effects of Different Exposure Times and Concentrations of Sodium Hypochlorite/Ethylenediaminetetraacetic Acid on the Structural Integrity of Mineralized Dentin, *Journal of endodontics* 36(1): 105-109.

Zaccaro, M., et al, (2010). Evolution of Inflammatory Response of EDTA, EDTA-T, and Citric Acid in Animal Model, *Journal Endodontics*, 36(3):515-519.

Zehnder, M. (2005). Chelation in root canal therapy reconsidered. *Journal Endodontics*, 31(11): 817-20.

Zehnder, M. (2006). Root Canal Irrigants, *Journal Endodontics*, 32(5):389-398.

Zhu X. et al. (2013). Comparison of the antibacterial effect and smear layer removal using photon-initiated photoacoustic streaming aided irrigation versus a conventional irrigation in single-rooted canals: an in vitro study, *Photomed Laser Surg*, 31(8):371-7.

Zhang, Kai ; Franklin, R. Tay (2010). The effect of inicial irrigation with two different sodium hypochlorite concentrations on the erosion of instrumented radicular dentin, *Dental Materials, Science Direct*:514-523.

Zollener, A. et, (2007). Scanning electron microscope analysis of three root canal irrigants on the smear layer removal, *RGO*, 55(4).349-356.

**Imagens:**

Fig.1- Kato, Augusto Shoji (2014). Utilização de Método não Invasivo em Microscopia Eletrônica de Varredura na Análise Comparativa, In Vitro, da Capacidade de Limpeza das Paredes Radiculares Obtidas Por Duas Técnicas de Irrigação Final.

Fig.2- ODA, Margareth; OLIVEIRA, Denise Cerqueira and LIBERTI, Edson Aparecido (2001). Avaliação morfológica da união entre adesivo/resina composta e dentina irradiada com laser Er:YAG e laser Nd:YAG: estudo comparativo por microscopia de varredura. *Pesqui. Odontol. Bras.* vol.15, n.4 : 283-289 .

Fig.3-<http://www.megadental.fr/recherche/s/7/5/localisateurs-dapex-equipement-omnipratique.html>

Fig.4- Singh N, Chandra A, Tikku AP, Verma P. (2014). A comparative evaluation of different irrigation activation systems on smear layer removal from root canal: An in-vitro scanning electron microscope study . *J Conserv Dent* 17:159-63.

Fig.5- Özer SY, Adigüzel Ö, Tacettinoglu ED, Asçi S, Kaya S. (2013). Effectiveness of the self-adjusting file versus ProTaper systems to remove the smear layer in artificially induced internal root resorption cavities. *Saudi Endod J*;3: 17-24

Fig.6- Hasheminia , M. et al. (2012). A Comparative Study of the Removal of Smear Layer by Two Endodontic Irrigants and Nd:YAG Laser: A Scanning Electron Microscopic Study, *ISRN Dentistry*, Article ID 620951, 7 pages.

