

MARINHA DO BRASIL  
ODONTOCLÍNICA CENTRAL DA MARINHA

CD Bianca Aguiar de Abreu

**ESTUDO *EX VIVO* DA REMOÇÃO DA *SMEAR LAYER* COM AGITAÇÃO E SEM  
AGITAÇÃO DO EDTA 17% E ÁCIDO CÍTRICO 10%: ANÁLISE EM  
MICROSCÓPIO ELETRÔNICO DE VAREDURA**

Rio de Janeiro  
2013

MARINHA DO BRASIL  
ODONTOCLÍNICA CENTRAL DA MARINHA

CD Bianca Aguiar de Abreu

**ESTUDO *EX VIVO* DA REMOÇÃO DA *SMEAR LAYER* COM AGITAÇÃO E SEM  
AGITAÇÃO DO EDTA 17% E ÁCIDO CÍTRICO 10%: ANÁLISE EM  
MICROSCÓPIO ELETRÔNICO DE VAREDURA**

Monografia apresentada à Odontoclínica Central da Marinha como um dos requisitos para a obtenção do título de Especialista em Endodontia.

Orientador: CC (CD) Alessandro Rodrigo Maggioni

Rio de Janeiro  
2013

## CATALOGAÇÃO NA FONTE

Abreu, Bianca Aguiar

Estudo *ex vivo* na remoção da *smear layer* com agitação e sem agitação do EDTA 17% e ácido cítrico 10%: Análise em MEV / Bianca Aguiar de Abreu – Rio de Janeiro, 2012.  
63f. :9 il.

Orientador: CC (CD) Alessandro Rodrigo Maggioni

Monografia (Especialização em Endodontia) – Odontoclínica Central da Marinha.

1. irrigantes do canal radicular 2. Lama dentinária 3. Microscopia eletrônica de varredura  
I. Maggion, Alessandro Rodrigo.II. Odontoclínica Central da Marinha. III. Estudo *ex vivo* na remoção da *smear layer* com agitação e sem agitação do EDTA 17% e ácido cítrico 10% : Análise em MEV.

## **FOLHA DE APROVAÇÃO**

CD Bianca Aguiar de Abreu

**ESTUDO *EX VIVO* DA REMOÇÃO DA *SMEAR LAYER* COM AGITAÇÃO E SEM  
AGITAÇÃO DO EDTA 17% E ÁCIDO CÍTRICO 10%: ANÁLISE EM  
MICROSCÓPIO ELETRÔNICO DE VARELURA**

Aprovada em \_\_\_ de \_\_\_\_\_ de 2012.

Professor: \_\_\_\_\_

CMG (RM1- CD) Paulo Sergio de Assunção

Professor: \_\_\_\_\_

CT (CD) Fernanda Garcia

Orientador: \_\_\_\_\_

CC (CD) Alessandro Rodrigo Maggioni

À Deus por tudo que me proporciona na vida.

Aos meus pais que fazem todos os meus sonhos se tornarem realidade.

## AGRADECIMENTOS

Primeiramente gostaria de agradecer a **Deus** por sua presença em minha vida, me acompanhando e me fortalecendo a cada obstáculo encontrado nessa trajetória.

Aos **meus pais, Margareth e Paulo**, por serem a base de minha formação, pelo apoio e incentivo e por acreditarem em minha capacidade.

Ao **meu namorado**, pelo seu amor, enorme paciência e por toda atenção que me dedicou, me apoiando em diversos momentos desta caminhada e me fortificando para seguir adiante.

A **CMG (CD) Helena Rosa Campos Rabang**, pelos conhecimentos que nos transmitiu, contribuindo para nossa formação.

Ao meu **orientador CC (CD) Alessandro Rodrigo Maggioni**, pelo apoio dado durante o curso, por dividir comigo seus conhecimento e experiências profissionais, pela paciência que teve ao escutar minhas dúvidas, pelas inúmeras broncas quando precisei e pelas orientações.

Aos **meus colegas da especialização**, em especial, as amigas que conquistei, **Natália e Karla**, obrigado por dividirem as aflições, as alegrias, as dúvidas e os conhecimentos.

A todos do **Setor de Caracterização Tecnológica da Universidade Federal do Rio de Janeiro**, que me acolheu e abriu as portas para que parte dessa pesquisa fosse realizada.

A todo o corpo clínico da **Clínica de Endodontia**.

Aos **pacientes** que se doaram aos meus cuidados e me ajudaram junto com os instrutores a subir mais um degrau em minha vida profissional.

Enfim, a todos que colaboraram de alguma forma, os meus agradecimentos.

Não há felicidade sem amor, vida sem  
sonhos, vitória sem luta.

(Armando de Almeida)

## RESUMO

A remoção da *smear layer* favorece a penetração de agentes desinfetantes no interior dos túbulos dentinários e promove melhor adaptação dos materiais obturadores endodônticos. O objetivo deste estudo, *ex vivo*, foi avaliar a remoção da *smear layer* com e sem agitação do EDTA 17% e ácido cítrico 10%. Vinte e cinco caninos humanos recém-extraídos foram instrumentados e divididos aleatoriamente em cinco grupos, de acordo com o protocolo de irrigação final: G1 – 5 ml de Ácido cítrico 10% por 1 minuto sem agitação + 5 ml de NaOCl 6% ; G2 – ácido cítrico 10% associado à agitação com guta- percha por 1 minuto + NaOCl 6%; G3 - EDTA 17% por 1 minuto sem agitação + NaOCl 6%; G4 – EDTA 17% associado à agitação com guta -percha por 1 minuto + NaOCl 6%; G5 – 10 ml de NaOCl 6% (controle positivo). Os espécimes foram clivados longitudinalmente e preparados para análise do terço apical em Microscópio Eletrônico de Varredura (MEV). Os dados foram analisados com os testes de Kruskal-Wallis e comparações múltiplas de *Dunn*. De acordo com os resultados da análise estatística, quando comparados entre os grupos, dois a dois, houve diferença entre os Grupos III e V, em relação ao Grupo IV. Os Grupos III e V não foram capazes de remover a *smear layer*. Não houve diferença estatisticamente significativa entre os Grupos I, II e IV. Concluiu-se que não houve diferença entre os grupos quanto a remoção da *smear layer*, a exceção do grupo em que se utilizou EDTA 17% sem agitação, tendo este sido incapaz de remover a *smear layer* da parede dentinária.

Palavras-chave: irrigantes do canal radicular, lama dentinária, microscopia eletrônica de varredura

## ABSTRACT

The removal of the *smear layer* favors the penetration of disinfecting agents within the dentinal tubules and promotes better adaptation of endodontic filling materials. The purpose of this study, *ex vivo*, was to evaluate the *smear layer* removal with and without agitation EDTA 17% and 10% citric acid. Twenty-five freshly extracted human canines were instrumented and randomly divided into five groups according to the protocol irrigation end: G1 - 5 ml of 10% citric acid per 1 minute without agitation and 5 ml of 6% NaOCl, G2 - acid 10% citric associated with gutta-percha agitation for 1 minute 6% NaOCl +, G3 - 17% EDTA for 1 minute without stirring NaOCl + 6%; G4 - 17% EDTA with agitation associated with gutta-percha + NaOCl for 1 minute 6%; G5 - 10 ml of 6% NaOCl (positive control). The specimens were cleaved longitudinally and prepared for analysis in the apical third Scanning Electron Microscope (MEV). Data were analyzed with the Kruskal-Wallis and Dunn multiple comparison. According to the results of the statistical analysis, comparison between the groups, two by two, there was no difference between Groups III and V, as compared to Group IV. Groups III and V were not able to remove the *smear layer*. There was no statistically significant difference between Groups I, II and IV. It was concluded that there was no difference between the groups regarding the removal of the *smear layer*, except the group which used 17% EDTA without agitation, the latter has been unable to remove the *smear layer* of dentin wall.

**Keywords:** root canal irrigants, *smear layer*, scanning electron microscope.

## LISTA DE ILUSTRAÇÕES

<b>Figura 1</b> - Seleção e preparo do dente para instrumentação.....	46
<b>Quadro 1</b> - Protocolo de irrigação final testado.....	47
<b>Figura 2</b> - Preparo dos espécimes para a metalização.....	49
<b>Figura 3</b> - Metalização dos espécimes.....	50
<b>Figura 4</b> – Visualização no MEV.....	50
<b>Figura 5</b> - Esquema para a captação de imagens no MEV.....	51
<b>Figura 6</b> - Imagens (800X) representativas dos escores quanto à remoção da <i>smear layer</i> ...52	
<b>Gráfico 1</b> – Valores dos escores atribuídos à limpeza das superfícies dentinárias do terço apical,.....	53
<b>Tabela 1</b> - Parâmetros estatísticos produzidos de acordo com os resultados obtidos.....	54

## LISTA DE ABREVIATURAS E SIGLAS

Ca(OH) <sub>2</sub> -	Hidróxido de cálcio
CO <sub>2</sub> -	Gás Carbônico
CR -	Comprimido Real
CT -	Comprimido de Trabalho
EDTA -	Ethylene Diamine Tetracetic Acid (Ácido Etileno Diamino Tetracético)
EDTAC -	Ethylene Diamine Tetracetic Acid with Cetil-tri-methyl ammonium bromide (Ácido Etileno Diamino Tetracético com Cetavlon)
EDTA-T -	Ethylene Diamine Tetracetic Acid with sodium lauryl ether sulfate (Ácido Etileno Diamino Tetracético com Tergentol)
et al.	e outros (abreviatura de “et alli”)
g -	Grama
h -	Hora
MEV -	Microscopia Eletrônica de Varredura
min -	Minuto
mL -	Mililitros
mm -	Milímetros
MTAD -	Tetraciclina (Doxiciclina), Ácido Cítrico e Detergente (Tween 80)
NaCl -	Cloreto de sódio
NaOCl -	Hipoclorito de sódio
NaOH -	Hidróxido de sódio
n <sup>o</sup> -	Número
pH -	Potencial Hidrogênico
PUI -	<i>Passive Ultrasonic Irrigation</i> (Irrigação Ultrassônica Passiva)
REDTA -	Ethylene Diamine Tetracetic Acid with Cetrimide (Ácido Etileno Diamino Tetracético com Cetrimide)
s -	Segundo
TEGO -	Dodecyldiaminethyl Glycine (duodecildiaminaetilglicina 1%)
Tipo K -	Tipo Kerr
°C -	Graus Celsius
µm -	Micrômetro
# -	Número
% -	Porcento



## SUMÁRIO

1 - INTRODUÇÃO.....	16
2 - REVISÃO DA LITERATURA.....	18
2.1 – A <i>smear layer</i> na Endodontia.....	18
2.1.1 – Formação e composição da <i>smear layer</i> .....	18
2.1.2 - Influência da <i>smear layer</i> no tratamento endodôntico.....	19
2.2 – Uso de irrigantes na remoção da <i>smear layer</i> .....	23
2.2.1 – Propriedades químicas e ação do EDTA.....	23
2.2.2 - Propriedades químicas e ação do ácido cítrico.....	25
2.2.3 –Associação do EDTA ou ácido cítrico ao NaOCl na remoção da <i>smear layer</i> .....	26
2.3 – Agitação do irrigante EDTA ou ácido cítrico na remoção da <i>smear layer</i> .....	30
3 - PROPOSIÇÃO.....	36
4 - MATERIAIS E MÉTODOS.....	37
4.1 - Seleção e armazenamento da amostra.....	37
4.2 – Padronização e instrumentação das amostras.....	37
4.3 – Protocolos de irrigação final testados.....	47
4.4 – Preparo dos espécimes para visualização no MEV.....	48
4.5 – Análise em MEV.....	50
4.5.1 – Avaliação quanto à remoção da <i>smear layer</i> .....	51
4.6 – Avaliação estatística.....	52
5 - RESULTADOS.....	53
6 - DISCUSSÃO.....	55

7 - CONCLUSÃO.....	60
REFERÊNCIAS.....	61

## 1 - INTRODUÇÃO

O preparo do canal radicular, também chamado de preparação intrarradicular segue-se imediatamente ao preparo intracoronário. Visa eliminar restos orgânicos e inorgânicos do tecido dental e outros materiais estranhos no interior do canal radicular, por meio da instrumentação, coadjuvada por meios auxiliares químicos, daí a razão de ser chamado de preparo físico e químico dos canais radiculares (DE DEUS, 1976).

Observações realizadas com Microscopia Eletrônica de Varredura (MEV), após o preparo químico – mecânico tem revelado a presença de diminutos restos dentinários e uma substância amorfa aderida às suas paredes, formando um aglomerado pastoso, que se deposita, principalmente, na região apical: A *smear layer* (LOPES e SIQUEIRA JR,1999).

A necessidade na completa remoção da *smear layer* , após a instrumentação dos canais radiculares é importante, uma vez que a presença dessa camada interfere na permeabilidade dentinária, na adesividade e no selamento da obturação do canal (LOPES e SIQUEIRA JR, 1999). A *smear layer* é composta de detritos de dentina, material orgânico e microrganismos que aderem as paredes do canal radicular, com isso obstruem a entrada dos túbulos dentinários que dificultam a ação de medicamentos (MENEZES, ZANET e VALERA, 2003).

A utilização de substâncias irrigadoras na remoção da *smear layer* é uma importante etapa do preparo químico-mecânico intrarradicular. Vários trabalhos têm comprovado que para sua efetiva remoção, é necessário associar as soluções de EDTA e NaOCl na irrigação final dos canais radiculares instrumentados (GOLDMAN et al., 1981; GUERISOLI et al., 2002; VIEGAS et al., 2002).

Agentes quelantes são substâncias que atuam na fixação de íons cálcio da dentina, através da formação de quelatos estáveis. O ácido etileno diamino tetracético (*Ethylene Diamine Tetracetic Acid* - EDTA) é o agente mais utilizado, sendo indicado para o tratamento de canais atrésicos e na remoção da *smear layer* (ZING; SAKURA e MOURA, 1995).

SCELZA et al., em 1986, demonstraram que após a instrumentação dos canais radiculares, o ácido cítrico a 10% foi eficiente na remoção da *smear layer*. MACHADO-SILVEIRO; GONZÁLEZ-LÓPEZ E GONZÁLEZ-RODRIGUEZ (2004) analisaram, *in vitro*, a capacidade de desmineralização quanto à remoção de íons de cálcio, usando ácido cítrico

1% e 10%, EDTA 17% e citrato de sódio. O ácido cítrico 10% foi o agente descalcificante mais efetivo.

LOPES et al. (1996) obtiveram melhores resultados na remoção da *smear layer* através da agitação do EDTA no interior dos canais radiculares. Os autores atribuíram este resultado à diminuição da presença de bolhas, principalmente no terço apical, promovendo o aumento do contato do agente quelante nas paredes dentinárias.

Tendo em vista a importância na remoção da *smear layer* no tratamento endodôntico, este trabalho de pesquisa *ex vivo*, visa investigar a ação do EDTA 17% e Ácido cítrico 10%, com e sem agitação, na irrigação final.

## 2 - REVISÃO DA LITERATURA

### 2.1. A *Smear layer* na Endodontia

#### 2.1.1. Formação e composição da *Smear layer*

MC COMB E SMITH (1975) examinaram, em Microscópio Eletrônico de Varredura (MEV), canais radiculares após instrumentação endodôntica. Observaram a presença de uma camada residual nas paredes independente da técnica de instrumentação, das soluções irrigadoras, e dos vários tratamentos químicos empregados. Esta camada residual no canal radicular era composta não somente por dentina, mas por tecido viável e necrosado, incluindo remanescentes de processo odontoblástico, tecido pulpar e bactéria.

GOLDMAN et al. (1979) em estudo em MEV, observaram que nas paredes dentinárias onde a instrumentação não havia ocorrido a *smear layer* estava ausente.

CAMERON (1983), em estudo em MEV, constatou que a *smear layer* pode ser encontrada dentro dos túbulos dentinários e sugeriu que esta pode ser dividida em duas camadas separadas: uma superficial fracamente aderida à superfície dentinária e outra de debris obstruindo a abertura dos túbulos dentinários.

MADER; BAUMGARTNER e PETERS (1984) investigaram, em MEV, as características morfológicas da *smear layer* em canais instrumentados com limas Tipo – K e irrigados com NaOCl 5,25%. Observaram somente essa camada residual nas superfícies instrumentadas do canal radicular, sendo a mesma composta por material orgânico e inorgânico. A sua espessura variava entre 1 a 2  $\mu\text{m}$ , podendo penetrar no interior dos túbulos dentinários por até 40  $\mu\text{m}$  de profundidade. O material desta camada, resultante da instrumentação endodôntica, parecia ser friável e apenas fracamente aderido aos túbulos dentinários.

CZONSTKOWSKY; WILSON e HOLSTEIN (1990), em trabalho de revisão de literatura, concluíram que a *smear layer* apresenta duas camadas distintas: uma superficial e uma profunda, fracamente aderida à dentina subjacente. Seu volume e penetração no interior dos túbulos dentinários são influenciados por diversos fatores, como o tamanho e a forma do canal radicular, o grau de umidade da dentina, o instrumento utilizado e o seu volume, e propriedades químicas da solução irrigante. Os autores ressaltam que a *smear layer* criada

durante a instrumentação é composta por estrutura dentinária e alguns contaminantes inorgânicos não específicos. Os componentes orgânicos consistem na combinação de proteínas de coagulação, tecido pulpar viável ou necrótico, processos odontoblásticos, saliva, células sanguíneas e microorganismos

CENGIZ; ATKENER e PISKIN (1990), em estudo em MEV, observaram que a orientação dos túbulos dentinários não influenciava na formação e nem na remoção da *smear layer*, e que seu acúmulo seria resultado de três mecanismos: do movimento linear e de rotação dos instrumentos, além do resultado da ação capilar.

HÜLSMANN; PETERS e DUMMER (2005) afirmaram que, para a avaliação da limpeza do canal radicular, a maioria dos estudos têm utilizado dois parâmetros: debris (definidos como raspas de dentina, remanescentes teciduais e partículas fracamente aderidas às paredes do canal radicular) e *smear layer* (definida pela *American Association of Endodontics* como um filme superficial de debris retidos na dentina ou outras superfícies após instrumentação com instrumentos rotatórios ou limas manuais; que consiste de partículas de dentina, remanescentes de tecido pulpar vital ou necrótico, componentes bacterianos e irrigantes retidos).

### **2.1.2. Influência da *smear layer* no tratamento endodôntico**

A *smear layer* pode interferir com a adaptação dos materiais de obturação na parede do canal radicular pela imposição de uma interface adicional; impactada nos túbulos dentinários, pode bloquear os efeitos antimicrobianos de medicamentos intracanal no interior dos túbulos, conter tecido necrosado e remanescentes bacterianos potencialmente deletérios dentro de sua estrutura. A abertura dos túbulos dentinários pode prover um melhor vedamento por permitir a penetração de cimento ou material obturador (YAMADA et al., 1983).

MADISON E KRELL (1984) avaliaram o efeito do agente quelante no vedamento apical em dentes tratados endodonticamente. Na irrigação final somente foi utilizado NaOCl 2,5% ou sua associação ao EDTA e, em seguida, procedida obturação utilizando guta-percha com cimento de Grossman. A avaliação da infiltração apical foi realizada através da medição de infiltração com solução de azul de metileno 1%. Os resultados mostraram que não houve diferença na penetração do pigmento independente da irrigação final utilizada.

WILLIAMS E GOLDMAN (1985) avaliaram a capacidade da *smear layer* agir como uma barreira sobre a superfície dentinária na passagem do *Proteus vulgaris* para os túbulos

dentinários. Os autores observaram que a *smear layer* não foi uma barreira completa para o microrganismo, e que simplesmente retardou a sua penetração nos túbulos dentinários.

DAUTEL-MORAZIN; VULCAIN e BONNAURE-MALLET (1994) estudaram em MEV a influência da irrigação do canal na composição, aspecto e estrutura da *smear layer*. Concluíram que os canais instrumentados e não irrigados produziram uma camada residual mais espessa em relação aos canais irrigados, com componentes orgânicos e inorgânicos. Observaram também que, na instrumentação utilizando o líquido de Dakin (NaOCl 0,5%), formou-se uma camada residual mais fina onde predominavam compostos inorgânicos.

DRAKE et al. (1994) estudaram *in vitro* as consequências da presença da *smear layer* na colonização de bactérias no interior dos túbulos dentinários. Os autores observaram que a remoção desta camada promove a abertura destes túbulos, favorecendo a colonização de bactérias em maiores profundidades em comparação aos canais em que esta foi deixada intacta. Desta forma, foi concluído que a *smear layer* produzida durante a terapia endodôntica pode inibir a colonização bacteriana, bloqueando a entrada dos túbulos dentinários.

GARBEROGLIO E BECCE (1994) relataram que, pelo menor número e diâmetro dos túbulos dentinários, a dentina da região apical é menos vulnerável à ação bacteriana. Porém, essa região apresenta maior número de ramificações oriundas do canal radicular, que podem ser bloqueadas pela *smear layer* resultante da instrumentação, podendo permanecer infectados e com restos de tecidos necróticos mesmo após o uso de soluções irrigantes e medicação intracanal.

LIOLIOS et al. (1997) observaram que a instrumentação através da técnica manual produziu menos *smear layer* em relação à instrumentação mecânica.

TAYLOR; JEANSONNE e LEMON (1997) avaliaram o efeito na remoção da *smear layer* em relação ao selamento de vários tipos de materiais obturadores e técnicas de obturação na limitação da infiltração coronária. Os autores concluíram que a remoção da *smear layer* reduziu a infiltração coronária independente do cimento e técnica de obturação utilizados. Além disto, o aumento da penetração tubular e a adesão dos materiais obturadores nas paredes do canal radicular podem contribuir para a diminuição da infiltração.

HAN et al. (2001) avaliaram os efeitos antimicrobianos do hidróxido de cálcio (Ca(OH)<sub>2</sub>) contra bactérias presente dentro dos túbulos dentinários e sua relação com a *smear layer*. Os resultados mostraram que a presença da *smear layer* influenciou a mudança do pH e retardou o efeito antimicrobiano do Ca(OH)<sub>2</sub>, embora não o tenha eliminado.

SALEH et al. (2002) avaliaram os efeitos do pré-tratamento da dentina na adesão de diferentes cimentos endodônticos. Os resultados mostraram que o cimento AH Plus

apresentou maior força adesiva; e que a remoção da *smear layer* através do uso do EDTA diminuiu a adesividade dos cimentos AH Plus e do Apexit. O Ketak-Endo e Roeko Seal Automix não sofreram influência na remoção da *smear layer*. O cimento de Grossman apresentou aumento da adesividade quando a dentina foi preparada com ácido fosfórico. Desta forma, os autores concluíram que a remoção da *smear layer* influenciava na adesividade dos cimentos e que para cada um deles deveria ser utilizada uma substância específica para o pré-tratamento da dentina.

Em uma revisão de literatura sobre as implicações clínicas da *smear layer* na Endodontia, TORABINEJAD et al. (2002), sugeriram que a remoção desta camada residual pode resultar em uma melhor desinfecção do sistema de canais radiculares e túbulos dentinários além de proporcionar melhor adaptação dos materiais obturadores.

DE DEUS et al. (2002) avaliaram a capacidade de penetração dos cimentos endodônticos Endo Fill, Selapex, AH Plus e Pulp Canal Sealer nos túbulos dentinários, com a remoção ou não da *smear layer* através do uso do EDTA 17%. Os autores concluíram que a *smear layer* influenciou negativamente na capacidade de penetração intradentinária dos cimentos testados.

CLARK-HOLKE et al. (2003) avaliaram in vitro o efeito da remoção da *smear layer* na penetração bacteriana através do forame apical de dentes obturados, e observaram redução na infiltração bacteriana no canal radicular em comparação aos espécimes em que esta camada foi deixada intacta.

KOKKAS et al. (2004) examinaram in vitro a influência da remoção da *smear layer* na profundidade de penetração nos túbulos dentinários de três diferentes tipos de cimentos endodônticos: um cimento à base de resina epóxi (AH Plus), outro à base de Ca(OH)<sub>2</sub> (Apexit) e outro do tipo Grossman (Roth 811). Os resultados indicaram que nos grupos com a *smear layer* intacta houve obstrução na entrada dos túbulos, impedindo a penetração dos cimentos obturadores. Nos grupos em que essa camada foi removida ocorreu penetração de cimento através dos túbulos. Desta forma, os autores concluíram que a *smear layer* interfere na adaptação dos materiais obturadores.

LOPES e SIQUEIRA JR. (2004) afirmaram que no tratamento de dentes não infectados e com a cadeia asséptica mantida, a remoção da *smear layer* não seria necessária. Se ocorresse uma contaminação por infiltração ou queda do selamento coronário nesses elementos, a presença desta camada diminuiria a aderência e a penetração de bactérias no interior dos túbulos dentinários. Nos casos de canais infectados, as bactérias penetram nos túbulos dentinários e podem permanecer, mesmo após o preparo químico-mecânico. Na

ausência do cimento radicular ou na existência de comunicação com periodonto, as bactérias podem iniciar e/ou manter complicações, como reabsorções e patologias perirradiculares. Então, nestes casos, a *smear layer* deveria ser removida, permitindo o uso de agentes antimicrobianos de menor concentração e, conseqüentemente, de menor toxicidade.

ÇOBANKARA; ADANIR e BELL (2004), em um estudo in vitro, avaliaram o efeito da *smear layer* na infiltração coronária e apical em canais obturados com cimentos endodônticos AH26 e Roekoseal. Os resultados obtidos no estudo demonstraram que a remoção da *smear layer* das paredes do canal radicular antes da obturação reduziu significativamente a infiltração com os cimentos endodônticos usados neste estudo.

VIOLICH e CHANDLER (2010), em uma revisão de literatura sobre a *smear layer* na Endodontia, concluíram que esta camada pode: conter bactérias e seus sub-produtos, impedir a penetração de medicamentos intracanal nos túbulos dentinários, e interferir na adaptação de materiais obturadores endodônticos na parede do canal. Os autores concluíram que estudos para avaliação de infiltração pela presença ou não da *smear layer* devam ser de longo período, pois a mesma pode desintegrar lentamente criando tardiamente um espaço entre a parede do canal e o cimento. Além disto, não existem testes clínicos que demonstrem a indicação da remoção da *smear layer* para completa desinfecção do sistema de canais radiculares e melhor adaptação de materiais nas paredes do canal radicular. Os autores ressaltaram que investigações futuras são necessárias para definir o papel da *smear layer* no resultado do tratamento.

TZANETAKIZ; KAKAVETSOS e KONTAKIOTIS (2010) avaliaram a influência da *smear layer*, através do modelo de transporte de fluido, na propriedade de vedamento da obturação do canal radicular, usando diferentes cimentos endodônticos (AH26, Pulp Canal Sealer e Guta-flow) e técnicas de obturação (Condensação lateral e termoplastificada – System B associada a Obtura II). Os resultados demonstraram que a remoção da *smear layer* aumentou a habilidade de vedamento somente nos grupos em que foi utilizada a técnica termoplastificada, exceto com o uso do cimento *Guta-flow*; e que obteve resultados similares quando utilizada a técnica de condensação lateral. Os autores sugerem que a natureza da técnica de obturação tem um importante papel devido à força lateral desenvolvida durante a obturação do canal radicular.

## **2.2. Uso de irrigantes na remoção da *Smear layer***

### **2.2.1. Propriedades Químicas e Ação do EDTA**

O Ácido Diaminoetilenotetraacético (EDTA) foi introduzido na Endodontia por ÖSTBY (1957), que recomendou o seu uso na concentração 15%, com pH 7,3, com a seguinte composição: 17 g sal dissódico de EDTA, 100 ml água destilada e 9,25 ml hidróxido de sódio. O autor indicou o seu uso na redução da dureza dentinária para facilitar a instrumentação em canais atrésicos, obstruídos e na passagem de fragmentos de instrumentos fraturados.

A eficiência do EDTA depende de muitos fatores, como o comprimento do canal radicular, a profundidade de penetração do material, a dureza da dentina, a duração da aplicação, o pH e a concentração do material (ŞEN; WESSELINK e TÜRKÜN, 1995).

SERPER e ÇALT (2002) avaliaram o uso do EDTA na remoção da *smear layer* e na estrutura da dentina após 1 e 10min de aplicação. Os resultados mostraram que o EDTA seguido de NaOCl remove completamente a *smear layer* em 1min e, quando o EDTA é aplicado por 10min, excessiva erosão pode ser observada com a dissolução da dentina peritubular e intertubular.

Em trabalho de revisão de literatura, HÜLSMANN; HECKENDORFF e LENNON (2003) estudaram o uso de quelantes no tratamento endodôntico. Os autores afirmaram que capacidade desmineralizante do EDTA sobre a dentina é dependente do tempo de aplicação, apresentando uma zona desmineralizada de 20 a 30 µm após 5min de aplicação, aumentando para 40 µm após 30min e 50 µm num período de 24h a 48h. Quando utilizado por períodos maiores, a camada de desmineralização não se estende a uma profundidade maior que 50 µm, sugerindo que a ação do EDTA é auto-limitante. Os autores recomendaram que o EDTA seja utilizado por um período de 1 a 5min no final da instrumentação dos canais radiculares, visando à remoção da *smear layer*. Desta forma, segundo concluíram os autores, se obtém uma melhor limpeza e desinfecção dos canais radiculares e uma maior adaptação dos materiais obturadores.

SCELZA et al. (2004) avaliaram, através do MEV, o efeito do EDTA-T, EDTA 17% e ácido cítrico 10%, na remoção da *smear layer* com o tempo de irrigação final de 3, 10 e 15min. Os resultados demonstraram que o menor tempo foi efetivo na remoção da *smear layer* e que o seu aumento não demonstrou melhor efeito.

NAKASHIMA e TERATA (2005) avaliaram a influência da remoção da *smear layer* com a solução de EDTA 3% com pH modificado em relação à permeabilidade aos desinfetantes intracanalais e a adesão de diferentes cimentos endodônticos. As amostras foram divididas em três grupos: EDTA 15%, por 2min; EDTA 3%, por 2min e um grupo controle

em que a *smear layer* foi deixada intacta. Os resultados mostraram que o ângulo de contato entre o cimento endodôntico e a dentina foi menor com o uso do EDTA 3% e aumentado com EDTA 15%; a força de adesão do cimento endodôntico à dentina foi maior em todos os grupos com EDTA (em todos os tipos de cimento); a permeabilidade do canal radicular aos produtos desinfetantes utilizados foi semelhante com o uso do EDTA 3% e 15%. Comparando suas propriedades, os autores propuseram que o uso do EDTA 3% seria mais útil para as aplicações clínicas, pois a redução da concentração do EDTA poderia reduzir a excessiva desmineralização dentinária.

CRUMPTON; GOODELL e MCCLANAHAN (2005), em estudo em MEV, utilizaram volume de 1, 3 e 10 ml de EDTA 17% por 1min, seguidos pela irrigação de 3 ml de NaOCl 5,25%, para quantificar o volume necessário do agente quelante na remoção da *smear layer*. Os resultados mostraram que 1 ml de EDTA por 1min foi efetivo na remoção da *smear layer* e o uso do EDTA em volume maior que 1 ml não produziu melhor limpeza.

MELLO et al. (2008), em estudo em MEV, avaliaram diferentes volumes de EDTA 17% (5 ml, 10 ml e 15 ml), no período de 3min, na irrigação final para a remoção da *smear layer*. Os autores observaram que não houve diferença entre os grupos testados, indicando o uso do menor volume, pois reduz o efeito da desmineralização da dentina, tornando a realização da irrigação final mais fácil e com menor custo.

SAITO et al. (2008), em estudo em MEV, avaliaram a eficiência na remoção da *smear layer* através da irrigação com 1 ml de EDTA 17%, nos tempos de 1min, 30s e 15s, seguido de 3 ml de NaOCl 6%. Os resultados mostraram que os tempos de 30s e 15s diminuíram significativamente a remoção da *smear layer* quando comparados com o tempo de 1min; entretanto, todos foram ineficazes no terço apical.

GESTEIRA et al. (2009) avaliaram, através de estudo em MEV, a limpeza da superfície dentinária intracanal, mediante a aplicação das soluções de EDTA 3%, 5%, 10% e 17% nos tempos de 1 e 3min associado ao NaOCl 1%. Os resultados mostraram que a eficácia do EDTA não se alterou com o aumento do tempo de aplicação nos tempos de 1 ou 3min e que as soluções de EDTA 10% e EDTA 17% foram as mais eficientes na remoção da *smear layer* independente dos tempos de aplicação testados.

DAGHUSTANI et al. (2011) compararam a remoção da *smear layer* após irrigação final com 2 ml das soluções de EDTA 24%, EDTA 3% com e sem surfactante durante 40s e posterior irrigação final com 2 ml de NaOCl 0,5%. Os resultados não mostraram diferenças estatisticamente significantes entre as soluções nos terços médio e cervical na remoção da *smear layer*; e todos os grupos falharam na limpeza do terço apical sem diferenças estatísticas

entre eles. Os autores concluíram que a combinação do EDTA com surfactante não promoveu aumento na remoção da *smear layer* e que o aumento da concentração do EDTA para 24% não promoveu maior remoção da *smear layer* quando comparado ao EDTA 3%.hh

### 2.2.2 Propriedades Químicas e Ação do Ácido Cítrico

LOEL et al. (1975), em um estudo em MEV, relataram que o uso alternado do ácido cítrico 50% por 1 a 2 minutos, seguido com NaOCl, durante a instrumentação, tem sido um efetivo agente para remoção de tecido desvitalizado e no preparo da dentina para subsequente vedamento com material endodôntico estandarizado. O NaOCl auxiliou na remoção de debris pela ação da efervescência e agiu como neutralizador do ácido. No período de 2 anos, em mais de mil pacientes tratados, não observou qualquer reação adversa.

WAYMAN et al. (1979) avaliaram a eficácia das soluções de ácido láctico 50%; ácido cítrico 10%, 25% e 50%; NaOCl 2,5% e soro fisiológico como solventes orgânicos e inorgânicos. Foi realizada a medição do conteúdo de hidroxiprolina e cálcio removidos dos irrigantes; e em seguida avaliados, através do MEV, os seus efeitos na parede dentinária. Os resultados mostraram que: o NaOCl teve melhor ação solvente orgânica, mas um pequeno efeito no material inorgânico; e que não houve diferença na ação solvente inorgânica do ácido láctico 50%, ácido cítrico 10%, 25% e 50% produzindo nas paredes do canal radicular maior limpeza e túbulos dentinários aparentes. Os autores sugeriram a associação do ácido cítrico 10% seguido de NaOCl 2,5% como irrigante para obtenção de melhores resultados.

BAUMGARTNER et al. (1984) em um estudo em MEV, avaliaram a remoção da *smear layer* utilizando soro fisiológico, NaOCl 5,25%, ácido cítrico 50% e a associação ácido cítrico/NaOCl. Os regimes que utilizaram o ácido cítrico ou a combinação do ácido cítrico/NaOCl foram mais efetivos na remoção da *smear layer*.

SCELZA et al. (1986), em um estudo em MEV, avaliaram a capacidade de limpeza da *smear layer* utilizando o ácido cítrico 10% no período de 15, 30 e 60 segundos. Os resultados mostraram que o ácido cítrico foi eficaz na remoção da *smear layer*, sendo sua limpeza mais eficiente quando utilizado em conjunto com o NaOCl 1%.

YAMAGUCHI et al. (1996) tiveram como proposta investigar as propriedades descalcificantes e antibacterianas da solução de ácido cítrico e EDTA. Uma mistura de dentina com resina em pó foi usada para avaliar a ação do efeito descalcificante. Doze bactérias anaeróbias isoladas de canais radiculares infectados foram usadas para avaliação de ação antimicrobiana. Concluíram que a mistura dentina/resina em pó foi mais solúvel no

ácido cítrico do que na solução de EDTA e ambos mostraram efeito antibacteriano em todas bactérias testadas.

DI LEONARDA et al. (2000) sugeriram o uso do ácido cítrico devido ao seu baixo custo, boa estabilidade química (se corretamente utilizado) e por apresentar efetividade em um curto período de aplicação.

MACHADO-SILVEIRO et al. (2004) mediram a capacidade de desmineralização do ácido cítrico 1% e 10%, citrato de sódio 10% e EDTA 17%, com a imersão da dentina radicular por 5, 10 e 15 minutos. A avaliação da desmineralização foi realizada através da medição da concentração de íon de cálcio nas soluções com o auxílio de um espectrofotômetro. Os resultados mostraram que o ácido cítrico 10% foi o mais efetivo agente descalcificante, seguido pelo ácido cítrico 1%, EDTA 17% e citrato de sódio 10%. Foi constatado que a descalcificação foi mais efetiva nos primeiros 5min, a exceção do citrato de sódio 10%.

DE DEUS et al. (2006) avaliaram a força microscópica atômica em tempo real da dentina radicular durante a desmineralização quando submetidas ao EDTA 17%, EDTAC 17% e ácido cítrico 10%. Os autores concluíram que a cinética de desmineralização promovida pelo ácido cítrico foi mais rápida, entretando a mesma causou maior erosão dentinária peritubular e intertubular.

REIS et al. (2008) compararam o efeito quelante do ácido cítrico nas concentrações de 1%, 5% e 10% e o EDTA 17% na dentina. As soluções de ácido cítrico mostraram o maior efeito quelante, e que foi proporcional à concentração.

### **2.2.3. Associação do EDTA ou Ácido cítrico ao NaOCl na Remoção da *Smear layer***

GOLDMAN et al. (1981) avaliaram em MEV a eficácia de vários irrigantes endodônticos na remoção da *smear layer*. Foram testadas três soluções: TEGO 1% (tensoativo); REDTA (EDTA 17% + NaOH) e NaOCl 5,25%. Os resultados demonstraram que esta camada é resultante da instrumentação dos canais radiculares, e não é removida pelas soluções TEGO 1% e NaOCl 5,25%. O EDTA foi eficaz na remoção da *smear layer*, porém, não foi capaz de promover a dissolução de tecidos. Todas as soluções estudadas produziram canais livres de debris. Os autores concluíram que nenhum dos irrigantes testados foi totalmente eficaz quando utilizado separadamente no tratamento dos canais radiculares.

YAMADA et al. (1983) testaram em MEV a eficácia de várias soluções e combinações na irrigação final dos canais radiculares. Foram avaliados os seguintes regimes

de irrigação final: 20 mL de solução salina fisiológica, 20 mL de NaOCl 5,25%; 20 mL de EDTA 17%; 20 mL de EDTA 8,5%; 20 mL de ácido cítrico 25%; 10 mL de EDTA 17% + 10 mL NaOCl 5,25%; 10 mL de EDTA 8,5% + 10 mL de NaOCl 5,25% e 10 mL de ácido cítrico 25% + 10 mL NaOCl 5,25%. Os resultados demonstraram que: a solução salina não apresentou capacidade desmineralizante e de dissolução tecidual; o uso isolado do NaOCl 5,25% promoveu a limpeza superficial dos canais, porém não removeu a *smear layer*; o uso isolado de agentes quelantes removeu de forma eficiente esta camada residual, mas permaneceram debris na superfície das paredes dos canais; a associação do EDTA 17% com NaOCl produziu os melhores resultados de limpeza dos debris e remoção da *smear layer* das paredes dos canais instrumentados; e que a associação do ácido cítrico com NaOCl produziu efeitos similares ao EDTA/NaOCl, mas houve formação de cristais e evidência de microrganismo que não foram identificados.

BAUMGARTNER e MADER (1987) avaliaram em MEV a capacidade do soro fisiológico, NaOCl 5,25%, EDTA 15% e a associação do NaOCl/EDTA na remoção da *smear layer*, tanto nas superfícies instrumentadas quanto naquelas não instrumentadas de canais radiculares. Os autores observaram que utilizando a solução salina e o NaOCl 5,25%, houve formação de uma típica camada residual nas paredes instrumentadas. Nas paredes não instrumentadas, no grupo irrigado com EDTA 15%, houve remoção predominantemente de matriz inorgânica, enquanto que naquele irrigado com NaOCl, observou-se a remoção de restos pulpares e pré-dentina. A combinação do NaOCl/EDTA removeu completamente a *smear layer* da superfície instrumentada tão bem quanto remanescentes da polpa e predentina nas superfícies não instrumentadas.

CENGIZ et al. (1990) em estudo *in vitro* com uso do MEV, avaliaram a remoção da *smear layer* com a utilização do EDTA 15% isoladamente e associado ao NaOCl 5,25%. Os autores observaram que o uso isolado do EDTA removeu a *smear layer* superficial, porém, as aberturas de alguns túbulos dentinários permaneceram obstruídas; e que a combinação das duas soluções proporcionaram canais completamente livres da *smear layer* e túbulos dentinários completamente desobstruídos.

GARBEROGLIO e BECCE (1994) fizeram um estudo comparativo em MEV, analisando diversos irrigantes na remoção da *smear layer*. Foram analisados: NaOCl 1% e 5%; uma combinação de ácido fosfórico 24% e ácido cítrico 10%; e EDTA 3% e 17%. Os autores concluíram que o uso isolado de NaOCl não removeu esta camada quando utilizado na irrigação final; os ácidos cítrico e fosfórico, EDTA 17% e NaOCl 5%, empregados de forma combinada, foram efetivos na remoção da *smear layer* quando utilizados na irrigação

final, sem diferença estatisticamente significativa entre eles; o EDTA foi efetivo e não apresentou um marcante efeito desmineralizante na dentina como as demais soluções ácidas usadas, sendo possivelmente mais seguro.

GAVINI et al. (1994) realizaram estudo utilizando o MEV, avaliando a limpeza proporcionada por diferentes soluções irrigadoras. Os autores utilizaram dentes humanos extraídos, que tiveram seus canais radiculares instrumentados com diferentes formas de irrigação final, e determinaram os seguintes grupos experimentais: G1 - soro fisiológico; G2 - 3 mL de EDTA 17% + 3 mL de NaOCl 1%; G3 - 6 mL de EDTA 17% + 6 mL de NaOCl 1%; G4 - 3 mL de ácido cítrico 25% + 3 mL de NaOCl 1%; e G5 - 6 mL de ácido cítrico 25% + 6 mL de NaOCl 1%. Os autores observaram aumento na capacidade de limpeza com aumento do volume de solução irrigadora e notaram que a natureza da solução é importante. Os melhores resultados foram obtidos com a associação da solução de NaOCl com EDTA.

DI LEONARDA et al. (2000) afirmaram que a remoção da *smear layer* requer a combinação do NaOCl (um solvente orgânico) e substâncias ativas nos componentes inorgânicos, incluindo agentes quelantes ou ácidos para remoção de ambos componentes. Num estudo *in vitro* utilizando MEV, avaliaram a capacidade de limpeza e remoção da *smear layer* do ácido cítrico 19% e do EDTA 15% com Cetrimide, utilizados de forma alternada com o NaOCl, na irrigação de canais radiculares. Os resultados demonstraram que as soluções testadas foram igualmente efetivas, entretanto, no terço apical, o ácido cítrico obteve melhores resultados.

GRAWEHR et al. (2003) avaliaram as interações do EDTA com o NaOCl em relação às propriedades quelantes, antimicrobianas e de dissolução de tecidos. Foram analisadas soluções únicas de EDTA 8,5% e NaOCl 0,5% e de EDTA 17% e NaOCl 1%, na proporção de 1:1. Os resultados demonstraram que a presença do NaOCl não afeta a habilidade quelante e o potencial antimicrobiano do EDTA, porém a capacidade de dissolução de tecidos do NaOCl ficou reduzida nas associações testadas. Desta forma, foi sugerido que clinicamente essas soluções sejam usadas separadamente, em um regime alternado de irrigação.

MENEZES et al. (2003) propuseram avaliar, através do MEV, a capacidade de limpeza e remoção da *smear layer* e debris das paredes de canais radiculares com o uso de diferentes regimes de irrigação: NaOCl 2,5%; NaOCl 2,5% + EDTA 17%, por 2min; clorexidina 2%; clorexidina 2% + EDTA 17%, por 2min; soro fisiológico; soro fisiológico + EDTA 17%, por 2min. Os resultados demonstraram que o uso do EDTA diminuiu significativamente a *smear layer* para todas as soluções avaliadas em todos os terços. Quando não se utilizou o EDTA, somente para o grupo do NaOCl, verificou-se quantidade

significativamente maior da *smear layer* no terço apical. Exceto para a clorexidina, o uso de EDTA diminuiu significativamente a quantidade de debris. Os autores concluíram que, após o preparo faz-se necessária irrigação com EDTA, a fim de promover melhor limpeza das paredes dos canais radiculares.

TEIXEIRA et al. (2005) verificaram em estudo em MEV, a influência do tempo de irrigação do EDTA e do NaOCl na remoção da *smear layer*. Os canais foram irrigados com 3 mL de EDTA 15% e com 3 mL de NaOCl 1%, por três períodos de aplicação: 1, 3 e 5 minutos. Em todos os espécimes a *smear layer* foi completamente removida dos terços cervical e médio. No terço apical, as superfícies dentinárias se apresentaram cobertas por esta camada residual em todos os espécimes analisados. Os autores concluíram que a irrigação com EDTA 15% e NaOCl 1% foi igualmente eficaz na remoção da *smear layer* nas paredes dos canais em todos os tempos testados.

ZEHNDER et al. (2005) analisaram a interação entre o EDTA e o NaOCl. Os autores observaram que o EDTA, quando utilizado em conjunto com o NaOCl, reduziu a quantidade de íons cloro presentes na solução, afetando as propriedades antimicrobianas e de dissolução

PÉREZ-HEREDIA et al. (2006), em um estudo em MEV, avaliaram a remoção da *smear layer* utilizando ácido cítrico 15%, EDTA 15% e ácido ortofosfórico 5% associados ao NaOCl 2,5%, após a instrumentação manual e rotatória. Os autores concluíram que todas as soluções ácidas foram efetivas na remoção da *smear layer* e que, tanto com a instrumentação manual quanto com a rotatória, não houve diferença estatisticamente significativa entre elas.

KHEDMAT E SHOKOUHINEJAD (2008), em um estudo em MEV, compararam a eficácia do uso de 1 mL de SmearClear (EDTA 17% com Cetrimide), EDTA 17% e ácido cítrico 10% por 1min, seguido de 3 mL de NaOCl 5,25%, na remoção da *smear layer*. Os resultados demonstraram que não houve diferença entre as soluções irrigantes em todos os níveis do canal radicular. Entretanto, nenhum dos protocolos utilizados removeram completamente a *smear layer*, principalmente no terço apical.

MANCINI et al. (2009), em um estudo em MEV, avaliaram o uso de 1 mL de MTAD, EDTA 17% e ácido cítrico 42% por 1min, seguido de 3 mL NaOCl 5,25%, na remoção da *smear layer* e na formação de erosão no terço apical. Os autores observaram que os irrigantes testados não foram eficientes na remoção da *smear layer* e que não foi possível avaliar a formação de erosão.

WU et al. (2012), em um estudo em MEV, compararam a eficácia do uso de 1mL de EDTA 17%, SmearClear (EDTA 17% com Cetrimide), Biopure MTAD e ácido cítrico 20%, por 1min, seguido de 1mL de NaOCL 3% a 60 ° C na remoção da *smear layer*. Os resultados

demonstraram que os quatro agentes de descalcificação não removeram completamente a *smear layer*, principalmente do terço apical, e que o efeito na remoção da *smear layer* com EDTA 17% foi melhor do que do que MTAD e SmearClear. Não houve diferença entre os grupos do ácido cítrico e MTAD.

### **2.3. Agitação do irrigante EDTA ou ácido cítrico na remoção da *smear layer***

CAMERON (1988), em estudo em MEV, avaliou o efeito da concentração de NaOCl com a ativação do ultrassom na remoção da *smear layer* na parede do canal radicular. Vinte e cinco dentes unirradiculares humanos foram divididos em 5 grupos, de acordo com a concentração de NaOCl: G1 – NaOCl 4%, G2 - NaOCl 2%, G3 – NaOCl 1%, G4 - NaOCl 0,5%, e G5 – solução anestésica. Os espécimes foram analisados em MEV para determinar a presença ou ausência da *smear layer* no terço apical. Os resultados indicaram que as soluções de NaOCl 2% e 4% ativadas pelo ultrassom foram igualmente efetivas na remoção da *smear layer*, realizando sua completa remoção em todos os espécimes analisados. Os autores sugeriram que em condições clínicas, o uso do NaOCl 2% associado ao ultrassom promove canais livres da *smear layer*.

ABBOT et al. (1991) avaliaram em MEV, os efeitos de seis diferentes sequências de irrigação: Savlon (cetremide 0,3% + clorexidina 0,03%); EDTAC 15% (EDTA + tensoativo) + NaOCl 1% + EDTAC 15%; NaOCl 1% + EDTAC 15% + NaOCl 1%, com e sem o uso de ultrassom. Os autores concluíram que o regime de irrigação mais eficaz neste estudo, foi conseguido com o uso de EDTAC 15% + NaOCl 1% + EDTAC 15%; a solução Savlon foi ineficaz em remover a *smear layer*; com exceção do Savlon, o ultrassom não aumentou a capacidade de limpeza dos regimes de irrigação testados; e que houve diminuição na capacidade de limpeza com a aproximação do terço apical dos condutos em todos os grupos estudados.

BAUMGARTNER e CUENIN (1992) investigaram em MEV, superfícies instrumentadas e não instrumentadas do terço médio de canais radiculares, após a irrigação com NaOCl em diferentes concentrações: 5,25%, 2,5%, 1,0% e 0,5%. Em cada grupo foram utilizados dois tipos de liberação do irrigante: através do uso de agulha endodôntica e do aparelho de ultrassom. Os autores observaram que todas as concentrações de NaOCl usadas foram efetivas na remoção de debris dos canais radiculares, independente do sistema de liberação do irrigante, porém, todos os espécimes apresentaram *smear layer* em suas superfícies. O NaOCl nas concentrações de 5,25%, 2,5% e 1% removeu completamente os

remanescentes pulpares do interior dos canais, enquanto que o NaOCl 0,5% removeu apenas a maioria destes remanescentes.

LOPES et al. (1996), em um estudo *in vitro* com o uso do MEV, avaliaram influência da movimentação mecânica do EDTA após instrumentação endodôntica. Seus resultados mostraram que nos grupos onde foi feita a agitação do quelante no canal radicular, houve melhora na limpeza. Quando a agitação foi realizada com espiral de lentulo, a limpeza foi estatisticamente superior à agitação com limas manuais e sem agitação. Esta melhor limpeza, através da agitação do irrigante, é justificada pela eliminação de bolhas de ar e um maior e mais rápido contato entre a solução quelante e as paredes dentinárias.

GUERISOLI et al. (2002), em estudo em MEV, avaliaram a remoção da *smear layer* através do uso de soluções irrigantes ativadas pelo ultrassom. Os espécimes avaliados foram divididos em 4 grupos: G1- controle positivo para a *smear layer*; G2 – irrigação com 10 ml NaOCl 1% ativado pelo ultrassom; G3 – irrigação com 5 ml NaOCl 1% e 5 ml de EDTAC 15%, ativados pelo ultrassom; G4 – controle negativo para a *smear layer*. Os autores concluíram que o NaOCl e o EDTAC, associados à agitação ultrassônica, removeram a camada da *smear layer* das paredes do canal e a utilização do NaOCl associado ao ultrassom, não promoveu esta remoção.

TINAZ et al. (2006) analisaram em MEV a capacidade de remoção da *smear layer* pela irrigação do EDTA + NaOCl, EDTA associada à agitação manual ou ultrassônica, por 1min. Os resultados demonstraram que no terço médio-cervical, tanto a agitação com ultrassom como a manual, obtiveram uma maior remoção desta camada em relação ao grupo em que o EDTA foi utilizado isoladamente; porém, no terço apical, todos os métodos foram ineficazes na remoção da *smear layer*.

LUI; KUAH e CHEN (2007) em estudo *in vitro* com o uso do MEV, compararam a eficácia da Smear Clear (EDTA 17% com Cetrimide) e EDTA 17%, por 1min, seguido pelo NaOCl 1%, na remoção da *smear layer*, através da irrigação associada ou não à agitação ultrassônica passiva. Os resultados demonstraram que não houve diferença quanto ao uso das soluções quelantes, entretanto, nos grupos que realizaram agitação ultrassônica foi observada uma maior remoção da *smear layer*.

VAN DER SLUIS et al. (2007), através de uma revisão de literatura, relataram que o corte da dentina pelo preparo com ultrassom é de difícil controle, podendo resultar em perfurações apicais e desgastes irregulares. E que o uso da irrigação ultrassônica passiva (PUI), onde a lima não fica em contato com a parede dentinária, aumenta a capacidade de limpeza das soluções irrigantes, devido ao maior efeito das ondas acústicas, e reduz o

desgaste descontrolado da parede dentinária. Os autores concluíram que o PUI foi mais efetivo que a irrigação com seringa na limpeza de istmos, redução de bactérias, remoção de tecidos pulpare e debris dentinários.

CHOPRA et al. (2008), em um estudo em MEV, compararam a efetividade da ativação ultrassônica passiva com uma lima # 20 K-file e o uso F-Files na remoção da *smear layer* após a instrumentação do canal radicular. Na irrigação final foi utilizado NaOCl 6% associado ou não ao EDTA 17%. Os autores concluíram que houve uma pequena diferença entre a lima # 20 K-file e F-Files ativadas com ultrassom, com ou sem o uso do EDTA; e que a remoção da *smear layer* está mais relacionada ao uso do EDTA.

KUAH et al. (2009), em um estudo in vitro com o uso do MEV, avaliaram a efetividade do EDTA 17% seguido de NaOCl 1% pelo período de 1 e 3min, com ou sem o uso do ultrassom, na remoção da *smear layer* no terço apical. Os grupos que utilizaram o ultrassom para agitação do EDTA foram mais efetivos na remoção da *smear layer* no terço apical; entretanto, não houve diferença entre os tempos de 1 e 3min. Os autores atribuem este resultado devido à irrigação com seringa não permitir uma eficiente penetração da solução irrigante no terço apical, havendo a necessidade do contato do irrigante na parede dentinária, para que haja uma eficiente remoção de debris e *smear layer* naquela região.

GU; MAO e KERN (2009), em um estudo em MEV, avaliaram o efeito do NaOCl 2,5%, NaCl 0,9% e EDTA 14%, associado ou não à agitação ultrassônica, na remoção da *smear layer* após o preparo do espaço para pino intrarradicular. Os resultados demonstraram que o EDTA obteve melhor resultado na remoção da *smear layer* e que o uso do ultrassom não proporcionou efeitos adicionais.

GU et al. (2009), em revisão de literatura, avaliaram os métodos de agitação do irrigante na Endodontia. Os autores afirmaram que uma efetiva liberação e agitação do irrigante são pré-requisitos para o sucesso do tratamento endodôntico. Concluíram que a agitação do irrigante, seja manual ou com o uso de um instrumento, aumenta a limpeza do canal quando comparado com a irrigação convencional com seringa. Entretanto, os autores ressaltaram não existem estudos baseados em evidência clínica para correlacionar o melhor método de agitação que promova melhores resultados no tratamento endodôntico.

MELLO et al. (2010), em estudo em MEV, compararam o uso de 5 ml do EDTA 17% em um tempo de 3min através da irrigação contínua, com uso de 1 ml com preenchimento do canal por 2min e 30s, seguido da irrigação de 4 ml por 30s, na remoção da *smear layer*. Os

autores concluíram que a irrigação contínua de 5 ml de EDTA por 3min foi mais eficiente na limpeza das paredes do canal radicular.

PARAGLIOLA et al. (2010) avaliaram a penetração de NaOCl 5% no interior dos túbulos dentinários, marcando no terço apical com alizarin vermelho 0,2%, no terço apical, e examinado com o auxílio de um microscópio de luz fluorescente. Foram realizados os seguintes protocolos de agitação: G1 – sem agitação (controle); G2 e G3 – manual (K-File e guta-percha); G4 – baixa rotação (Plastic Endo - F-File); G5 – sônica (EndoActivator); e G6 e G7 – uso do ultrassom (Saletec e SEM). Os resultados demonstraram que a agitação manual foi similar ao grupo controle e que a agitação com ultrassom obteve os melhores resultados na irrigação final.

CARON et al. (2010) avaliaram a eficiência do EDTA 17% associado ao NaOCl 3%, no período de 1min, na remoção da *smear layer* dos terços médio e apical, em canais curvos, utilizando diferentes protocolos de agitação: G1 – sem agitação (controle); G2 – cone de guta-percha (agitação manual dinâmica) ; G3 – RinsEndo system (irrigação ativa); G4 – EndoActivator (sônica). Os resultados mostraram que os grupos com agitação foram mais eficazes na remoção da *smear layer* do que os grupos sem agitação, sendo que os grupos com agitação manual (guta-percha) e sônica (Endoactivator) obtiveram melhores resultados no terço apical sem diferenças estatisticamente significante entre eles. Os autores sugeriram que há um aumento da eficiência na limpeza da *smear layer* com a utilização de um instrumento que se adapte melhor ao formato do canal radicular.

RÖDIG et al. (2010) investigaram a eficácia de diferentes técnicas de agitação na remoção da *smear layer* em canais curvos, utilizando 5 ml de EDTA 20% associado a 5 ml de NaOCl 3% com ativação, no período de 1min para cada irrigante. Foram realizados os seguintes protocolos de agitação: G1 – sem agitação (controle); G2 – agitação ultrassônica passiva; G3 – EndoActivator (agitação sônica); G4 – CanalBrush. Os resultados mostraram que a agitação do irrigante mostrou maior remoção da *smear layer* do que o grupo sem agitação; a remoção da *smear layer* foi mais efetiva no terço cervical do que no apical; e que quando analisado somente o terço apical, não houve diferença estatisticamente significante entre os grupos com e sem agitação do irrigante.

UROZ-TORRES; GONZÁLEZ-RODRÍGUEZ e FERRER-LUQUE (2010) avaliaram a efetividade do Sistema EndoActivator na remoção da *smear layer* utilizando EDTA 17%. O protocolo de irrigação final testados foram: G1 – 3 ml de NaOCl 4%; G2 – 1 ml de EDTA 17% durante 60s associado 3 ml de NaOCl 4%; G3 – agitação sônica (EndoActivator) de 3 ml de NaOCl 4% durante 60s; G4 – agitação sônica (EndoActivator) de 1 ml de EDTA 17%

durante 60s associado a 3 ml de NaOCl 4%. Os resultados demonstraram grande quantidade de *smear layer* na superfície do canal radicular nos grupos onde não foram utilizados a solução de EDTA, mesmo quando houve agitação; a irrigação final com solução de 1 ml de EDTA 17% foi necessária para remoção da *smear layer* com ou sem agitação; e a remoção da *smear layer* foi mais completa nos terços cervical e médio do que no terço apical para todos os grupos.

SABER e HASHEM (2011) compararam a remoção da *smear layer* após diferentes tipos de agitação utilizando 5 ml de EDTA 17% associado a 5 ml de NaOCl 2,5% por 1min para cada irrigante. O protocolo de agitação testado foi o seguinte: G1 – sem agitação (irrigação passiva); G2 – pressão negativa apical (EndoVac); G3 – ativação dinâmica manual (cone de guta-percha); G4 – irrigação ultrassônica passiva. Os resultados mostraram que os grupos que utilizaram EndoVac e o cone de guta-percha demonstraram melhor remoção da *smear layer* sem diferenças estatísticas entre eles e os grupos sem agitação e irrigação ultrassônica passiva obtiveram os piores resultados sem diferenças estatísticas entre eles.

RIBEIRO et al. (2012), em estudo em MEV, avaliaram a efetividade de diferentes técnicas de agitação de irrigantes na remoção de debris e da *smear layer* em canais achatados. Na irrigação final foram utilizados 5 ml de EDTA 17% durante 1 min, e em seguida com 5 ml de NaOCl 2,5 %. Os espécimes foram divididos em cinco grupos, de acordo com o tipo de agitação: G1 – agitação com seringa convencional e agulha Navitip (sem ativação); G2 – agitação com seringa convencional e agulha Navitip FX (irrigação ativa); G3 – agitação manual; G4 - agitação passiva com ultrassom e G5 – agitação com pressão apical negativa (Sistema EndoVac). Os resultados não mostraram diferenças estatísticas significantes entre os grupos de agitação ultrassônica e o EndoVac porém, ambos os grupos apresentaram melhor remoção de debris do que os grupos com agitação manual. Entretanto, não houve diferença estatisticamente significativa entre os grupos, em relação a remoção da *smear layer*.

### **3 – PROPOSIÇÃO**

O presente estudo, visa analisar através do MEV, a remoção da *smear layer* no terço apical após o preparo químico-mecânico, utilizando EDTA 17% e Ácido cítrico 10 % pelo período de aplicação de 1 minuto sob agitação manual com guta-percha e sem agitação, associados ao NaOCl a 6%.

## **4 - MATERIAIS E MÉTODOS**

### **4.1. Seleção e armazenamento da amostra**

Foram selecionados vinte e cinco caninos humanos recém-extraídos, por razões protéticas e/ou periodontais, doados por cirurgiões-dentistas e obtidos através de Termo de doação de dentes.

Através do exame clínico, os elementos foram previamente selecionados de acordo com as seguintes características: unirradiculares, retos, de tamanhos semelhantes, com raiz medindo no mínimo 15 mm, ápice fechado e não tratados endodonticamente (**Fig. 1-A** – Página 46).

Foram realizadas tomadas radiográficas digitais de cada um dos dentes, no sentido vestibulo-lingual e méso-distal, para selecionar dentes com um único canal.

Para se obter uma imagem radiográfica uniforme foi utilizado um aparato que possibilitou a padronização de uma distância de 20 cm entre o cone do aparelho de RX (Dabi Atlante Spectro II - 50 Kv/10 mA, Ribeirão Preto - SP ) e o sensor digital (Sirona Dental Systems, Behsheim - Alemanha), com o tempo de exposição de 0,1s.

Após a seleção, os dentes foram limpos com curetas periodontais, em água corrente. Em seguida, foram imersos em solução de timol 0,1% (Mil fórmulas farmácia de manipulação Ltda, Rio de Janeiro – Brasil), à temperatura ambiente, onde permaneceram até a realização do experimento.

### **4.2. Padronização e instrumentação das amostras**

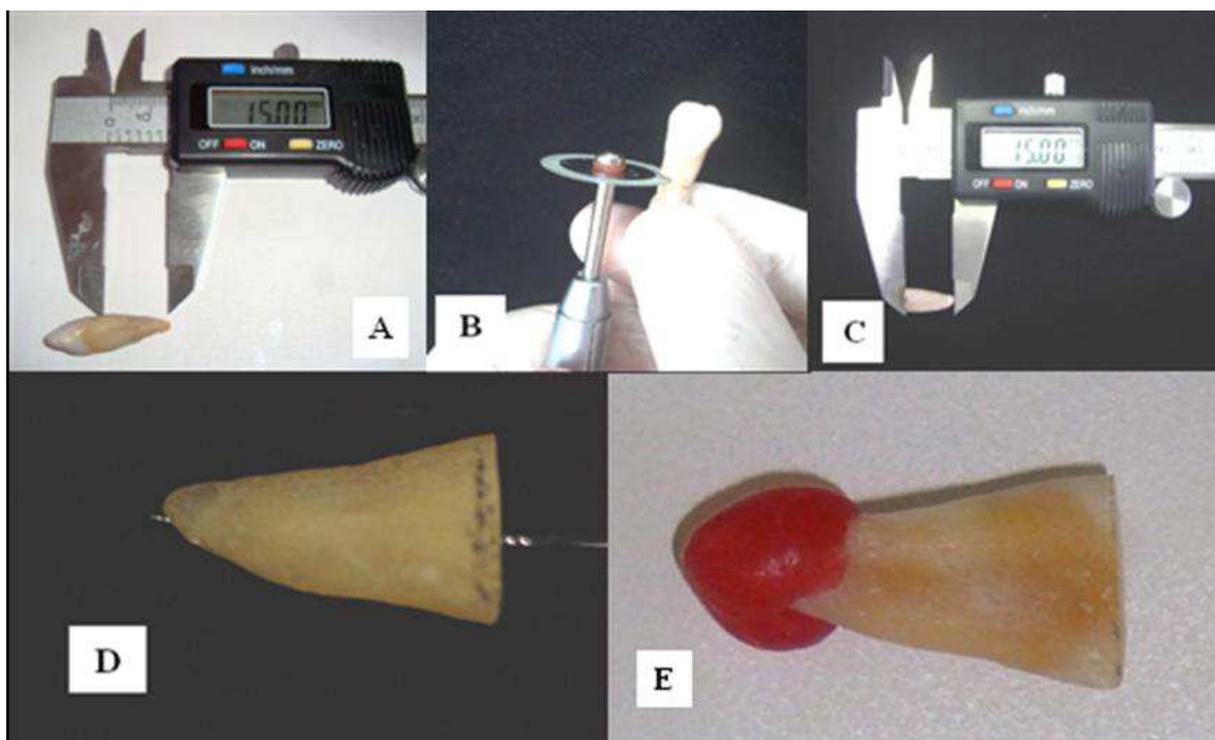
Com auxílio de um paquímetro digital (Socinter Sul Com. Intern. Ltda., Vitória - ES) mediu-se 15 mm da raiz de cada elemento dental a partir do ápice. Utilizando-se disco flexível diamantado dupla face (KG Sorensen®, Barueri – SP), a coroa foi então seccionada (**Fig. 1-B** – Página 46). Após a secção do dente, a medida da raiz seccionada foi confirmada novamente com o auxílio do paquímetro digital (**Fig. 1-C** – Página 46).

Para determinar o Comprimento Real (CR) de cada espécime, uma lima Tipo – K # 15 (Dentsply-Maillefer, Ballaigues - Suíça) foi introduzida no canal radicular até que sua ponta

ficasse visível à saída foraminal (**Fig. 1-D** – Página 46). O Comprimento de Trabalho (CT) foi então estabelecido recuando-se 1 mm desta medida inicial.

Para possibilitar a ação de refluxo durante a irrigação, a parte exterior do terço apical de cada espécime foi coberta com cera *utility* (Newax, Technew, Rio de Janeiro - RJ) (**Fig. 1-E** – Página 46), para obtenção do refluxo durante a irrigação, simulando condições clínicas de trabalho.

A instrumentação dos terços cervical e médio foi realizada com a Técnica *Crown-down* utilizando-se brocas *Gates-Glidden* (Injecta Produtos Odontológicos, Diadema - SP), tendo sido padronizada a penetração de 5 mm no canal radicular com a de # 3 e de 10 mm com a de # 2. No terço apical foi instrumentado com limas do Sistema Protaper® (Dentsply, Maillefer, Ballaigues – Suíça) sequencialmente, lima S1 até a lima F4, no CT, confeccionando o batente apical.



**Figura 1** – Seleção e preparo do dente para instrumentação: **A-** Canino humano; **B-** Secção da coroa com disco flexível; **C-** Confirmação da medida da secção do espécime; **D-** Visualização da lima além ápice; **E-** Selamento do ápice do espécime com resina fotopolimerizável.

Durante a instrumentação, com auxílio de seringa plástica descartável de 10 ml (Injex Indústrias Cirúrgicas Ltda., Ourinhos - SP), agulha de 25 gauge (BD Precision Glide®, Curitiba - SC) e cânula suctora, os canais radiculares foram irrigados com 2 ml de NaOCl 6% (Farmacutis farmácia de manipulação Ltda, Niterói - Brasil) e aspirados, antes do primeiro instrumento e a cada troca de instrumento com o objetivo de remover a solução saturada do

interior do canal e novamente preenchê-lo com nova solução (SCELZA et al., 2004). A agulha foi introduzida no interior do canal radicular até 1 mm aquém do CT (SEDGLEY et al., 2005). Para estabelecer a completa limpeza do forame apical, sua patência foi mantida com lima Tipo K # 15, no CR, entre cada troca de instrumento.

Para o emprego das soluções irrigadoras, para a remoção da *smear layer*, utilizou-se seringa de plástico descartável de 5 mL (Injex Industrias Cirúrgicas Ltda., Ourinhos - SP) e agulhas descartáveis 24G<sup>3/4</sup> de 0,55X20 (BD Precision Glide®, Curitiba - SC), as quais foram levadas ao canal radicular até 1 mm aquém do CT (SEDGLEY et al., 2005).

### 4.3. Protocolos de irrigação final testados

Após o preparo químico-mecânico, os canais foram secos através de pontas absorventes (Dentsply, Maillefer, Ballaigues – Suíça) e os espécimes foram divididos, aleatoriamente, em 5 grupos, de acordo com o protocolo de irrigação final testado (**Quadro 1**).

**Quadro 1** – Protocolo de irrigação final testado

Grupo	Solução irrigadora	Protocolo
G1	5 ml de Ácido cítrico 10% por 1min + 5ml de NaOCl 6%	Sem agitação
G2	5 ml de Ácido cítrico 10% por 1min + 5ml de NaOCl 6%	Agitação manual com guta (Odous de Deus, Belo Hori)
G3	5 ml de EDTA 17% por 1min + 5ml de NaOCl 6%	Sem agitação
G4	5 ml de EDTA 17% por 1min + 5ml de NaOCl 6%	Agitação manual com guta (Odous de Deus, Belo Hori)
G5	10 ml de NaOCl 6%	Sem agitação

**Grupo I:** irrigação com Ácido cítrico 10% (Farmacutis farmácia de manipulação Ltda, Niterói, Brasil) sem agitação manual. Foi realizada irrigação contínua de 5 ml por 1min. Em seguida, foi realizada a irrigação com 5 ml de NaOCl 6%.

**Grupo II:** irrigação com Ácido cítrico 10% (Farmacutis farmácia de manipulação Ltda, Niterói, Brasil) associado à agitação manual com Guta - percha, no CT. Foi realizada irrigação contínua de 2,5 ml por 20 s, seguida de uma agitação manual realizando quatro a

cinco movimentos de cima para baixo pelo período de 20s. (TORABINEJAD; KADEMI e BABAGOLI, 2003). Logo após, foi realizada a renovação do irrigante repetindo o mesmo tempo e volume descrito anteriormente. O tempo total de exposição das paredes dentinárias ao irrigante foi de 1 min. Em seguida, foi realizada a irrigação com 5 ml de NaOCl 6%.

**Grupo III:** irrigação com EDTA 17% sem agitação. Foi realizada irrigação contínua de 5 ml por 1min. Em seguida, foi realizada a irrigação com 5 ml de NaOCl 6%.

**Grupo IV:** irrigação com EDTA 17% associado à agitação manual com cone de guta-percha (Odous de Deus, Belo Horizonte - Brasil). Foi realizada irrigação contínua de 2,5 ml por 20 s, seguida de uma agitação manual realizando quatro a cinco movimentos de cima para baixo pelo período de 20 s. Logo após, foi realizada a renovação do irrigante repetindo o mesmo tempo e volume descrito anteriormente. O tempo total de exposição das paredes dentinárias ao irrigante foi de 1 min. Em seguida, foi realizada a irrigação com 5 ml de NaOCl 6 %.

Como as substâncias irrigantes poderiam precipitar ou causar qualquer alteração superficial das paredes dos canais radiculares por efeitos residuais (TORABINEJAD; KADEMI e BABAGOLI, 2003), foi procedida sua neutralização através da irrigação/aspiração de 10 ml de NaCl (soro fisiológico) (Frenesius Kabi Brasil Ltda, Campinas - SP). Em seguida, os canais foram secos com pontas de papel absorventes.

Após o preparo químico-mecânico, os espécimes foram armazenados em frascos fechados contendo sílica para manter o meio seco até o momento do preparo para observação em MEV.

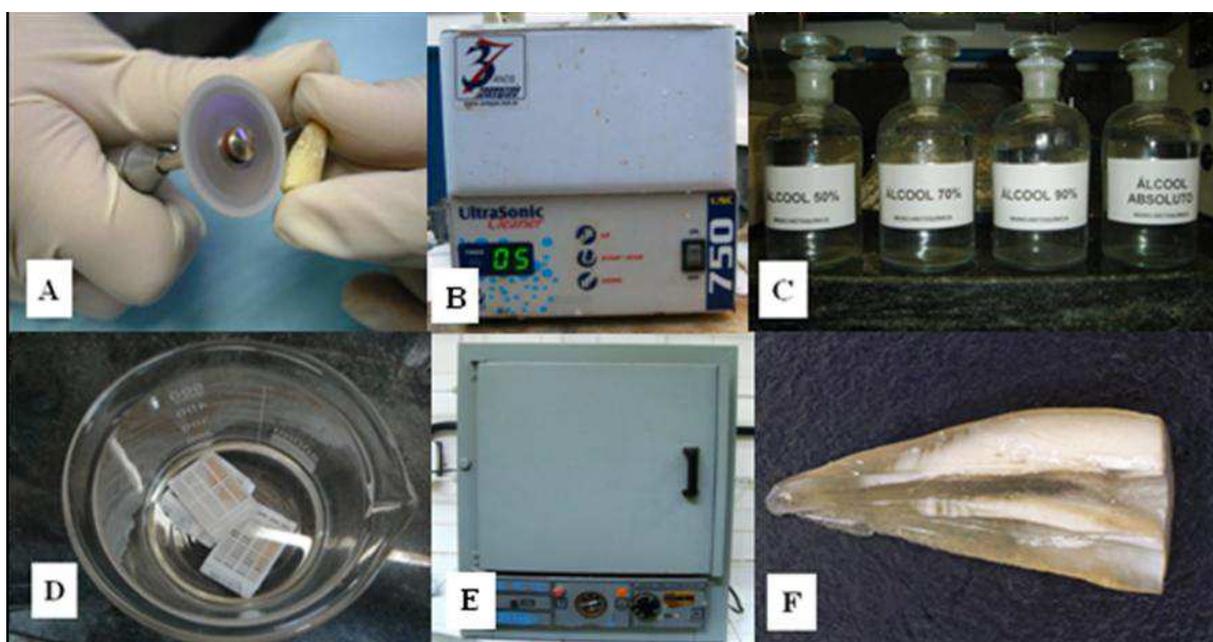
#### **4.4 Preparo dos espécimes para visualização no Microscópio Eletrônico de Varredura (MEV)**

Após o preparo químico-mecânico, utilizando disco diamantado flexível dupla face, em baixa rotação (Kavo do Brasil, Joinville - SC), foram feitos sulcos (**Fig. 2–A** – Página 49) nas faces vestibular e lingual das raízes seccionadas até a proximidade do canal radicular, sem atingi-lo. Com orientação do desgaste e auxílio de uma espátula, os dentes foram então clivados longitudinalmente obtendo, desta forma, duas hemi-faces. Cada dupla de hemi-faces foi acondicionada em uma grade plástica e, divididas em grupos. Os espécimes foram, então, imersos em água destilada em cuba ultrassônica (Ultrasonic Cleaner 700, Indaiatuba - SP) (**Fig. 2–B** – Página 49), durante 5min, para a remoção de debris provenientes do processo de clivagem.

A desidratação foi feita em bateria ascendente de álcoois (**Fig. 2-C** – Página 49), a fim de facilitar o processo de secagem química do corpo de prova. Desta forma, os espécimes foram submetidos a imersões (**Fig. 2-D** – Página 49) sucessivas de 15min nas soluções de álcool 25%, 50%, 70%, 85%, 95% e 100%.

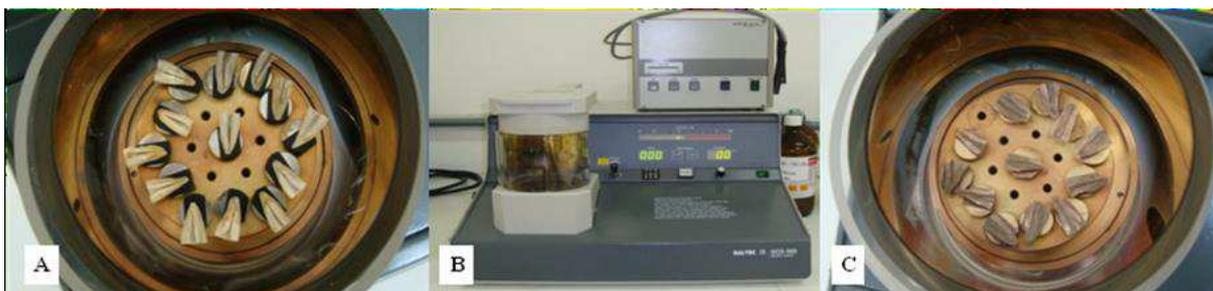
Após o processo de desidratação, os espécimes foram levados à estufa (**Fig. 2-E** – Página 49) *overnight*, à temperatura de 37°C.

Uma das hemi-faces de cada elemento clivado foi selecionada (**Fig. 2-F** – Página 49) e o critério desta seleção foi a integridade do terço apical após a clivagem.



**Figura 2** – Preparo dos espécimes para a metalização: **A** – Cortes longitudinais para clivagem; **B** – Cuba ultrassônica; **c** – Bateria ascendente de alcoóis; **D** – Grupo de espécimes imersos em álcool; **E** – Estufa a 37°C; **F** – Aspectos de hemi-face selecionado.

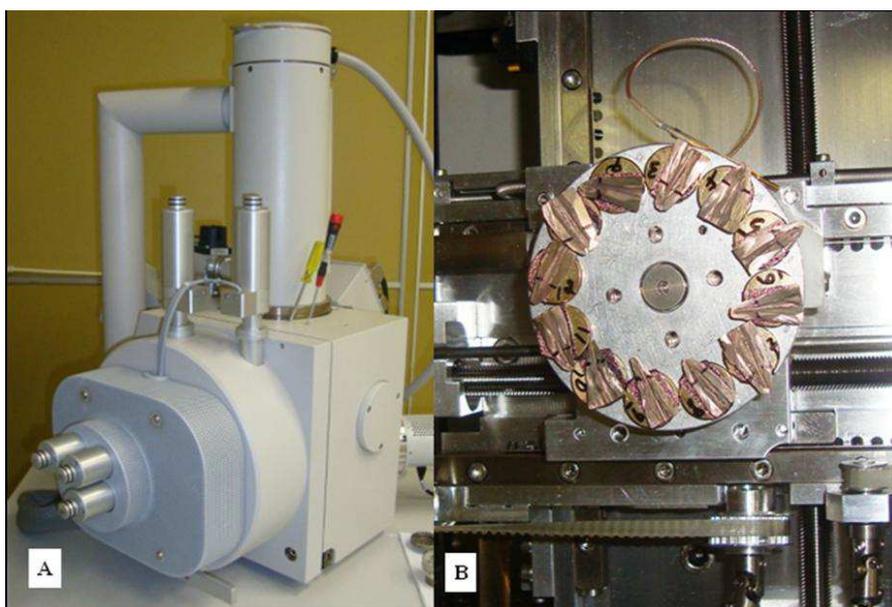
Os espécimes foram montados, um a um, nos *stubs* (suportes metálicos) (**Fig. 3-A** – Página 50), sendo então submetidos à metalização (Metalizador Baltec SCD 005, Bauzers, Liechtenstein) (**Fig. 3-B** – Página 50) durante 120s, recebendo uma fina camada de liga áurea (**Fig. 3-C** – Página 50).



**Figura 3** – Metalização dos espécimes: **A-** Montagem em *stubs*; **B-** Metalizador; **C-** Espécimes metalizados

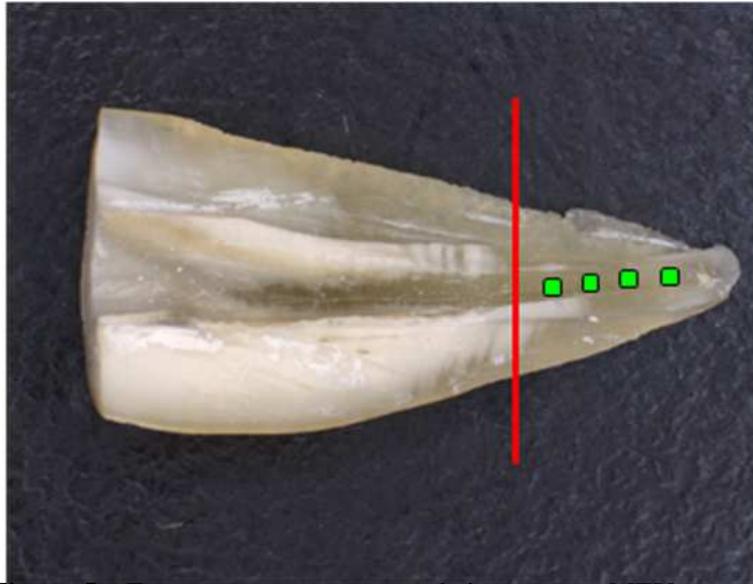
#### 4.5 Análise em Microscópio Eletrônico de Varredura (MEV)

Foi utilizado Microscópio Eletrônico de Varredura JEOL (JSM-5600 LV, Tóquio - Japão) (**Fig. 4-A** – Página 50) com ampliação de 800X, para avaliação da remoção da *smear layer*. Na **Figura 4-B** (Página 50) pode ser observado aspecto das amostras no interior do MEV.



**Figura 4** – Visualização no MEV: **A-** MEV-JEOL (JSM-5600 LV-JAPAO); **B** - Espécimes no interior do MEV.

Foram pré-determinadas quatro áreas do terço apical da parede do canal radicular, em cada hemi-face selecionada. As imagens foram captadas e registradas para análise (**Fig.-5** – Página 51).



**Figura 5** – Esquema para a captação de imagens no MEV.

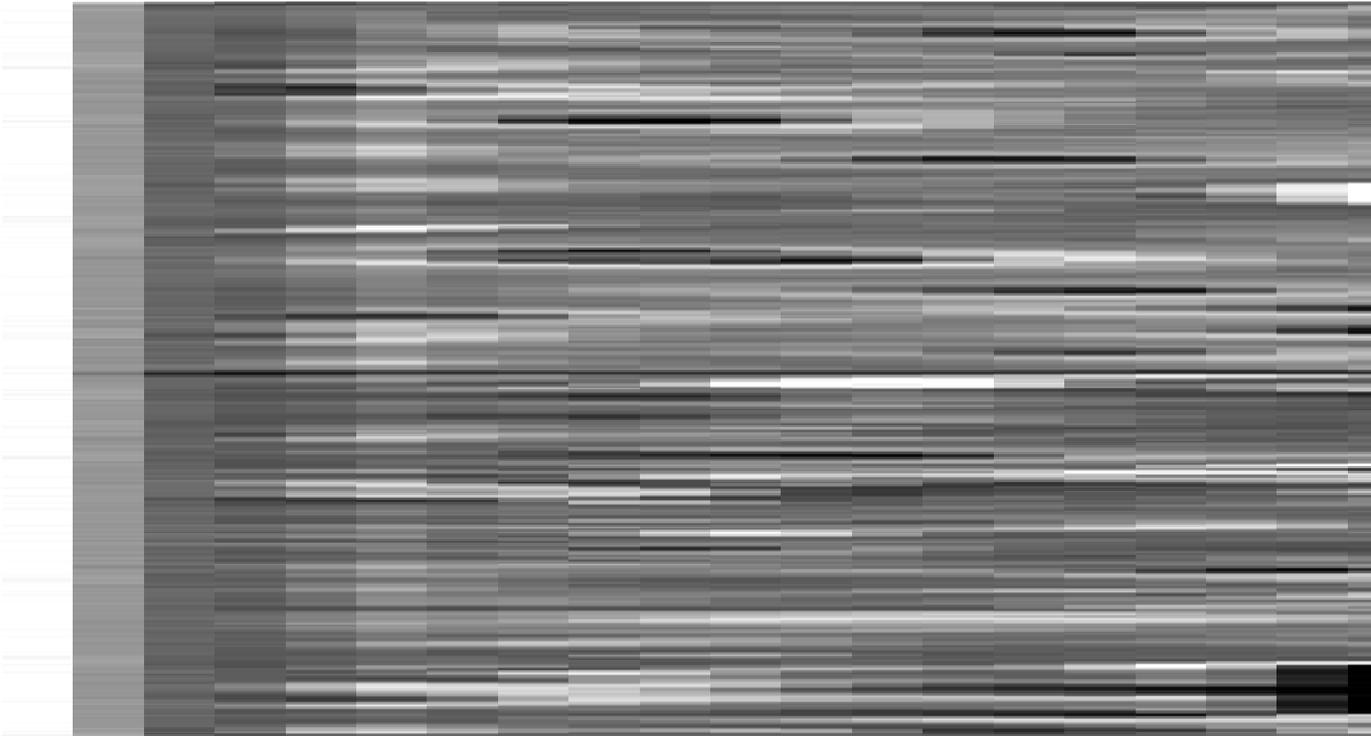
As imagens foram avaliadas por dois examinadores, devidamente calibrados, sem que soubessem qual tipo de irrigante havia sido utilizado em cada grupo. Nos casos de discordância entre os examinadores nos escores atribuídos, o autor do trabalho realizou o desempate, optando por uma das avaliações.

#### **4.5.1. Avaliação quanto à remoção da *smear layer***

Para avaliar a remoção de *smear layer*, com registro das características de limpeza, remanescentes de resíduos nas paredes dos canais radiculares e visibilidade dos túbulos dentinários, foi utilizada a metodologia de avaliação por escores de 0 a 3 (GARBEROGLIO e BECCE, 1994), sendo:

- Escore 0:** superfície livre de detritos e camada residual, além de exposição total das aberturas dos túbulos dentinários;
- Escore 1:** superfície apresenta camada residual recobrindo somente a abertura dos túbulos, possibilitando a observação do seu contorno na maior parte analisada;
- Escore 2:** superfície com fina camada residual recobrindo os túbulos dentinários, possibilitando a observação apenas em pequenas áreas;
- Escore 3:** superfície totalmente recoberta por detritos, impossibilitando a observação de qualquer área de abertura dos túbulos dentinários.

Na **Figura 6** podem ser observadas ilustrações para esses tipos de escores.



**Figura 6** – Imagens (800X) representativas dos escores quanto à remoção da *smear layer*: **A** – escore 0; **B** – escore 1; **C** - escore 2; **D** - escore 3.

#### **4.6. Avaliação Estatística**

Os escores obtidos após análise das imagens foram submetidos ao teste estatístico não-paramétrico *Kruskal-Wallis* com a finalidade de verificar se os grupos analisados apresentaram diferenças estatísticas significantes.

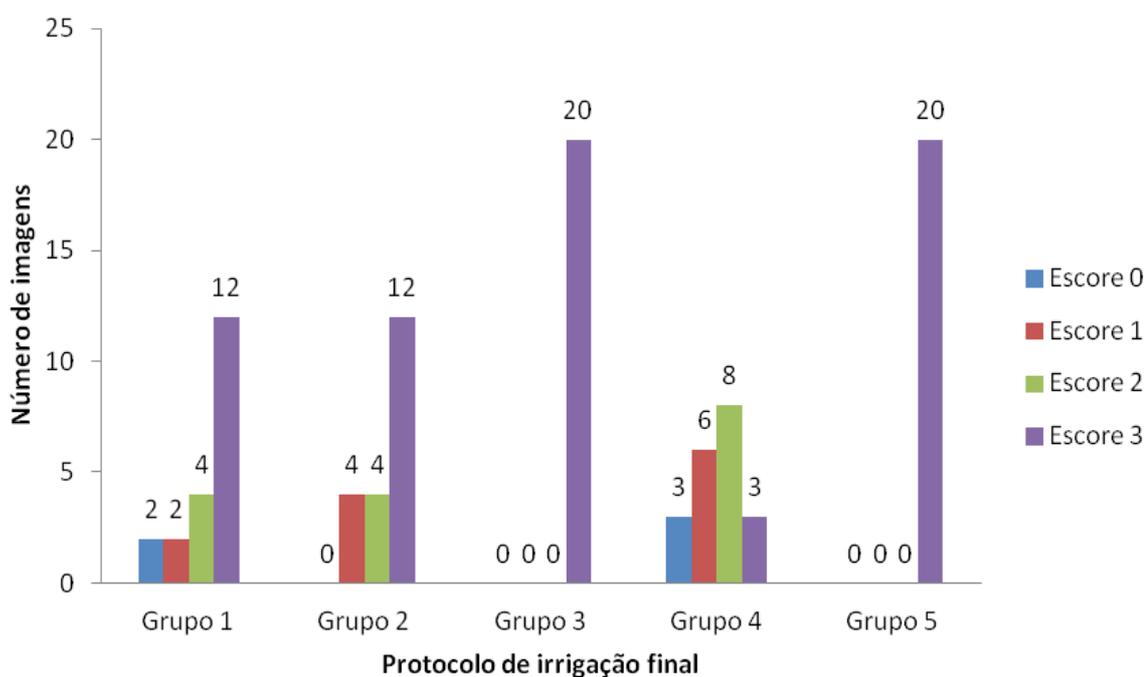
Foi realizada a comparação entre os grupos, dois a dois, através do Teste de comparações múltiplas de *Dunn*, e os resultados inseridos em uma tabela.

A significância estatística foi estabelecida com  $p < 0,05$ .

## 5 – RESULTADOS

Cem imagens foram produzidas em MEV para análise na remoção da *smear layer*.

Os dados dos escores, quanto a remoção da *smear layer* no terço apical, foram inseridos no **Gráfico 1**.



**Gráfico 1** – Valores dos escores atribuídos a limpeza das superfícies dentinárias do terço apical.

As médias dos dentes de cada grupo foram descritas estatisticamente por meio dos parâmetros usuais: média, desvio padrão, mínimo, máximo, mediana e amplitude interquartilica (**Tabela 1**).

**Tabela 1** – Parâmetros estatísticos produzidos de acordo com os resultados obtidos.

<b>Grupo</b>	<b>n</b>	<b>média</b>	<b>d.p (*)</b>	<b>Mínimo</b>	<b>Máximo</b>	<b>Mediana</b>	<b>a.i.q.(*)</b>
I	5	2.30	0.96	0.75	3.00	2.75	0.8125
II	5	2.40	0.454	1.75	3.00	2.5	0.375
III	5	3.00	0	3.00	3	3	0
IV	5	1.55	0.76	0,25	2	2	0.5625
V	5	3.00	0	3,00	3	3	0

(\*) – d.p.: desvio padrão; a.i.q.: amplitude interquartilica.

De acordo com os resultados da análise estatística, quando comparados entre grupos, dois a dois, houve diferença entre os Grupos III e V, em relação ao Grupo IV. Os Grupos III e V obtiveram resultados constantes em escore 3. Não houve diferença estatisticamente significativa entre os Grupos I, II e IV.

## 6 – DISCUSSÃO

Este estudo, *ex vivo*, teve como objetivo avaliar a remoção da *smear layer* no terço apical após o preparo químico-mecânico, utilizando EDTA 17% e Ácido cítrico 10%, com ou sem agitação.

Estudos têm demonstrado que somente as paredes instrumentadas apresentam uma camada amorfa denominada *smear layer* (MC COMB e SMITH<sup>46</sup> ; GOLDMAN et al.<sup>24</sup>; MADER et al.<sup>43</sup>; BAUMGARTNER et al.<sup>4</sup>). Esta camada apresenta uma porção orgânica e outra inorgânica, sendo predominantemente orgânica nos estágios iniciais da instrumentação (MADER et al.<sup>43</sup> ; CAMERON<sup>6</sup>). A *smear layer* é composta por subunidades globulares com capacidade de penetração no interior dos túbulos dentinários (VIOLICH e CHANDLER<sup>73</sup>). Esta penetração é influenciada por fatores tais como: tamanho e forma do canal radicular; grau de umidade da dentina; instrumento utilizado; ação de capilaridade; volume e propriedades químicas da solução irrigante (CZONSTKOWSKY et al.<sup>12</sup>; CENGIZ et al.<sup>9</sup>; DAUTEL-MORAZIN et al.<sup>15</sup>; LIOLIOS et al.<sup>36</sup>).

Existem, no entanto, controvérsias, sobre a necessidade na remoção da camada da *smear layer* no tratamento endodôntico. Alguns autores afirmam que ela atua como uma barreira eficaz à penetração bacteriana no interior dos túbulos dentinários (DRAKE et al.<sup>16</sup> ; LOPES e SIQUEIRA JR.<sup>40</sup> ; ŞEN et al.<sup>63</sup>), resultado diferente encontrado por WILLIAMS e GOLDMAN<sup>75</sup>, que afirmam que ocorre somente o retardamento da passagem, mas não o bloqueio à sua entrada. O mesmo se pode afirmar quanto a atividade antimicrobiana do hidróxido de cálcio, quanto a presença da *smear layer*, onde ocorre somente o retardamento do seu efeito, mas não eliminada a sua ação (HAN et al.<sup>30</sup>). Outros consideram esta camada como um reservatório de potenciais irritantes (MADER et al.<sup>43</sup>; CZONSTKOWSKY et al.<sup>12</sup>), podendo influenciar diretamente no prognóstico do tratamento endodôntico. Foi observado também que a *smear layer* pode confinar microorganismos no interior dos túbulos dentinários e nas ramificações dos canais radiculares, impedindo o acesso das substâncias irrigantes utilizadas (CZONSTKOWSKY et al.<sup>12</sup>; BAUMGARTNER e CUENIN<sup>4</sup>; GARBEROGLIO e BECCE<sup>21</sup>; TORABINEJAD et al.<sup>68</sup>).

Além disso, sua remoção antes da obturação possibilita melhor penetração do material obturador nos túbulos dentinários, aumentando, conseqüentemente, sua capacidade de selamento e favorecendo o contato e adesão do cimento nas paredes do canal (TAYLOR et

al.<sup>65</sup>; DE DEUS et al.<sup>18</sup>; SALEH et al.<sup>59</sup>; KOKKAS et al.<sup>33</sup>; ÇOBANKARA et al.<sup>13</sup>; NAKASHIMA<sup>50</sup>). Entretanto, neste aspecto, MADISON e KRELL<sup>44</sup> não encontraram diferença estatisticamente significativa na sua remoção, enquanto TZANETAKIS et al.<sup>70</sup> observaram que houve a melhora somente quando foi realizada com a técnica de obturação termoplastificada. A lenta desintegração da *smear layer* não removida, pode levar à infiltração marginal após a obturação dos canais radiculares (ŞEN et al.<sup>63</sup>; CLARK-HOLKE et al.<sup>9</sup>).

Portanto, a necessidade na remoção da *smear layer* pode ser discutível, mas a sua indicação vem se tornando inequívoca (CZONSTKOWSKY et al.<sup>12</sup>). O que vem enaltecer a importância de um estudo que sugira a sua remoção de forma mais eficiente.

O uso do MEV para análise na remoção da *smear layer* na superfície dentinária foi utilizado primeiramente por MC COMB e SMITH<sup>46</sup>, e desde então tem sido um método de pesquisa de grande valia para a Endodontia (CAMERON<sup>6</sup>; DAUTEL-MORAZIN et al.<sup>15</sup>; TORABINEJAD et al.<sup>69</sup>; SCELZA et al.<sup>61</sup>). A maioria dos investigadores tendem a escolher áreas radiculares limpas com túbulos dentinários abertos, além de áreas livres de debris (HÜLSMANN<sup>32</sup>). Associado a este aspecto, a avaliação abrange somente uma pequena parte do canal radicular (VAN DER SLUIS et al.<sup>72</sup>). Entretanto, o MEV permite um exame morfológico com detalhes da superfície preparada do mesmo (TORABINEJAD et al.<sup>69</sup>). Neste estudo, as imagens foram realizadas em áreas pré-determinadas, com o intuito de reduzir a tendência do operador na escolha da região com menor formação da *smear layer*.

A solução de NaOCl é o irrigante mais indicado na Endodontia pela sua capacidade de dissolução de tecido necrótico e remanescentes orgânicos e também pela sua atividade antimicrobiana (WAYMAN et al.<sup>74</sup>; DAUTEL-MORAZIN et al.<sup>15</sup>; GRAWEHR et al.<sup>26</sup>; ZEHNDER<sup>80</sup>). A eficácia do EDTA 17% e ácido cítrico 10% em relação ao NaOCl (grupo controle positivo), observada no presente estudo, está de acordo com resultados de estudos anteriores que demonstraram que o NaOCl não é efetivo na remoção da *smear layer* (GOLDMAN et al.<sup>25</sup>; BAUMGARTNER e MADER<sup>3</sup>; CZONSTKOWSKY et al.<sup>12</sup>; GARBEROGLIO e BECCE<sup>21</sup>; MENEZES et al.<sup>49</sup>; PEREZ-HEREDIA et al.<sup>53</sup>; ZEHNDER<sup>80</sup>; LUI et al.<sup>41</sup>; KUAH et al.<sup>35</sup>).

Para se obter a remoção da *smear layer* das paredes dentinárias é necessário o seu condicionamento químico; havendo a necessidade da combinação do NaOCl (solvente orgânico) com uma substância que remova os seus componentes inorgânicos, através do emprego de agentes quelantes ou ácidos (LOEL<sup>37</sup>; YAMADA et al.<sup>79</sup>; BAUMGARTNER et al.<sup>2</sup>; BAUMGARTNER e MADER<sup>3</sup>; CENGIZ et al.<sup>8</sup>; GARBEROGLIO e BECCE<sup>21</sup>; GAVINI et al.<sup>22</sup>; DI LEONARDA<sup>20</sup>; TORABINEJAD et al.<sup>68</sup>; GRAWEHR et al.<sup>26</sup>; ZEHNDER et al.<sup>80</sup>;

VIOLICH e CHANDLER<sup>73</sup>). No presente estudo, tanto o EDTA 17% quanto o ácido cítrico 10%, seguidos por uma irrigação final com NaOCl 6%, mostraram resultados similares na remoção da *smear layer* na parede dos canais radiculares instrumentados, estando de acordo com pesquisas anteriores (YAMADA et al.<sup>78</sup>; DI LEONARDA et al.<sup>20</sup>; PEREZ-HEREDIA et al.<sup>53</sup>; KHEDMAT e SHOKOUHINEJAD<sup>34</sup>). Entretanto, o tratamento com EDTA 17% foi menos efetivo que o ácido cítrico 10%, quando utilizado sem agitação, tendo resultados similares ao de DI LEONARDA et al.<sup>20</sup>. Isto pode ser atribuído ao fato de que 1 min pode não ser suficiente para a remoção da *smear layer* com EDTA 17%, quando utilizado sem agitação (SAITO et al.<sup>58</sup> e WU et al.<sup>76</sup>).

Ao revisar a literatura, não foi observado consenso na metodologia empregada, no que concerne ao tempo de ação necessário, para que o agente descalcificante, em contato com a superfície da parede do canal radicular, promova uma adequada remoção da *smear layer* (ÖSTBY<sup>51</sup>; SCENZA et al.<sup>60</sup>; SERPER e ÇALT<sup>64</sup>; HÜLSMANN et al.<sup>31</sup>; SCENZA et al.<sup>61</sup>; CRUMPTON et al.<sup>11</sup>; TEIXEIRA et al.<sup>66</sup>; SAITO et al.<sup>58</sup>; MELLO et al.<sup>47</sup>; KUAH et al.<sup>35</sup>).

GESTEIRA et al.<sup>23</sup> não encontrou diferenças em seus resultados com o uso do EDTA 17%, no período de 1 e 3min, na remoção da *smear layer*, assim como SCENZA et al.<sup>60</sup> utilizando o ácido cítrico 10%, nos períodos de 15, 30 e 60s. No presente estudo, foi utilizado o tempo de 1min, tanto para a solução de ácido cítrico 10% quanto para a de EDTA 17%. O ácido cítrico tem mostrado um maior efeito descalcificante quando comparada com EDTA em outros experimentos (YAMAGUCHI et al.<sup>79</sup>; MACHADO-SILVEIRO et al.<sup>42</sup>; DE DEUS et al.<sup>19</sup>; REIS et al.<sup>54</sup>), estando de acordo com os resultados encontrados nesse estudo, em que o EDTA 17% não foi capaz de remover a *smear layer* das paredes dentinárias, quando não havia a influência de sua agitação.

A dificuldade na remoção da *smear layer* no terço apical no canal radicular é um grande desafio na clínica endodôntica (ABBOT et al.<sup>1</sup>; GARBEROGLIO e BECCE<sup>21</sup>; ŞEN et al.<sup>63</sup>; LOPES et al.<sup>39</sup>; TORABINEJAD et al.<sup>69</sup>; TEIXEIRA et al.<sup>66</sup>; LUI et al.<sup>41</sup>; KHEDMAT et al.<sup>34</sup>; MANCINI et al.<sup>45</sup>; DAGHUSTANI et al.<sup>14</sup>). Esta dificuldade é explicada pela redução do diâmetro do canal, com conseqüente redução no escoamento do irrigante (GARBEROGLIO e BECCE<sup>21</sup>) e pela presença de bolhas que impedem seu contato com a parede do canal radicular (LOPES et al.<sup>39</sup>). A agulha de irrigação foi utilizada próximo do CT (1 mm aquém), como defendido por SEDGLEY et al.<sup>62</sup>. Conseqüentemente, o acesso do irrigante não foi um fator que influenciou a limpeza do terço apical.

O presente estudo avaliou somente o terço apical por ser considerada a área de maior dificuldade de limpeza nas paredes do canal radicular. Fato este demonstrado por vários

autores que observaram que, apesar da agitação do irrigante, não ocorreu uma efetiva remoção da *smear layer* no terço apical quando comparado com os terços cervicais e médio (ABBOT et al.<sup>1</sup> RÖDIG et al.<sup>55</sup>; TINAZ et al.<sup>67</sup>; UROZ-TORRES; GONZÁLEZ-RODRIGUEZ e FERRER-LUQUE<sup>71</sup>). Como encontrado em estudos anteriores, nenhum dos protocolos de irrigação investigado, utilizado nesse estudo, foi efetivo na remoção da *smear layer*, no terço apical da parede dentinária.

Visando minimizar a ocorrência de bolhas no interior do canal radicular, GUERISOLI et al.<sup>29</sup>, sugeriram a associação de um método de agitação na aplicação do EDTA para auxiliar na limpeza da região apical, que é a mais crítica do tratamento endodôntico. CHOPRA; MURRAY E NAMEROW<sup>10</sup> e GU; MAO e KERN<sup>27</sup> sugeriram que a remoção da *smear layer* está mais relacionada ao uso do EDTA do que propriamente ao fato de utilizar ou não a agitação do mesmo. RIBEIRO et al.<sup>56</sup>, não encontraram diferença quanto a remoção da *smear layer*, com ou sem agitação do EDTA. Entretanto, estudos tem demonstrado que a agitação do EDTA promove maior remoção da *smear layer* (CAMERON et al.<sup>6</sup>; CARON et al.<sup>7</sup>; GU et al.<sup>28</sup>; GUERISOLI et al.<sup>29</sup>; KUAH et al.<sup>35</sup>; LOPES et al.<sup>39</sup>; LUI; KUAH e CHEN<sup>41</sup>; MELLO et al.<sup>47</sup>; PARAGLIOLA et al.<sup>52</sup>; VAN DER SLUIS et al.<sup>72</sup>), estando de acordo com os resultados encontrados no presente trabalho.

O grupo em que houve a agitação do ácido cítrico obteve resultado similar em relação ao que foi realizado somente a sua irrigação. Este resultado pode estar relacionado ao tempo usado nesta metodologia, onde alguns autores atribuem que em 1min, o ácido cítrico já remove completamente a *smear layer*, quando em contato com a parede dentinária (SCELZA et al.<sup>60</sup>; MACHADO-SILVEIRO et al.<sup>42</sup>; DE DEUS et al.<sup>19</sup>).

Levando-se em consideração que as amostras do presente estudo foram em caninos unirradulares com canais retos, elementos dentários que, anatomicamente, não correspondem a todas as condições encontradas na clínica diária, torna-se relevante registrar que outros estudos devam ser conduzidos de forma a suprir a presente limitação.

## 7 - CONCLUSÃO

Considerando-se a metodologia utilizada e os resultados obtidos no presente trabalho, conclui-se que:

- Não houve diferença entre os grupos, quanto a remoção da *smear layer*, no terço apical, no período de 1 min, a exceção do grupo em que o EDTA 17% não foi agitado; e
- O grupo que utilizou o EDTA 17% sem agitação não foi capaz de remover a *smear layer*.

## REFERÊNCIAS

1. ABBOT, P.V et al .SEM study of the effects of different irrigation sequences and ultrasonics. **Int Endod J**, v. 24, n. 6, p. 308-316, Nov. 1991.
2. BAUMGARTNER J.C, BROWN C.M, MADER C.L et al.. A scanning electron microscopic evaluation of root canal debridement using saline, sodium hypochlorite, and citric acid. **J Endod.**;v 10(11): 525-31, 1984.
3. BAUMGARTNER J.C, MADER C.L. A scanning electron microscopic evaluation of four root canal irrigation regimens. **J Endod**;V 13(4): 147-57, . 1987.
4. BAUMGARTNER, J. C.; CUENIN, P. R. Efficacy of several concentrations of sodium hypochlorite for root canal irrigation. **J Endod**, v. 18, n. 12, p. 605-12, Dec. 1992.
5. CAMERON, J. A. The use of ultrasonics in the removal of the *smear layer*: a scanning electron microscope study. **J Endod**, v. 9, n. 7, p. 289-92, Jul. 1983.
6. CAMERON, J. A. The use of ultrasound for the removal of the *smear layer*. The effect of sodium hypochlorite concentration: SEM study. **Austr Dent J**, v. 33, n. 3, p. 193-200, Jun. 1988.
7. CARON, G.et al.Effectiveness of different final irrigant activation protocols on *smear layer* removal in curved canals. **J Endod**, v. 36, n. 8, p. 1361- 66, Aug. 2010.
8. CENGIZ, T.; AKTENER, B. O.; PISKIN, B. The effect of dentinal tubule orientation on the removal of *smear layer* by root canal irrigants: a scanning electron microscope study. **Int Endod J**, v. 23, n. 1, p. 163-71, May. 1990.
9. CLARK-HOLKE, D. et al. Bacterial penetration through canals of endodontically treated teeth in the presence or absence of the *smear layer*. **J Dent**, v. 31, p. 275-81, May. 2003.
10. CHOPRA S, MURRAY PE, NAMEROW KN. A scanning electron microscopic evaluation of the effectiveness of the F-file versus ultrasonic activation of a K-file to remove *smear layer*. **J Endod**;V 34(10): 1243-5, 2008.
11. CRUMPTON, B. J.; GOODELL, G. G.; MCCLANAHAN, S. B. Effects on *smear layer* and debris removal with varying volumes of 17% REDTA after rotary instrumentation. **J Endod**, v. 31, n. 7, p. 536-8, Jul. 2005.
12. CZONSTKOWSKY, M.; WILSON, E. G.; HOLSTEIN, F. A. The *smear layer* in Endodontics. **Dental Clin North Am**, v. 34, n. 1, p. 13-25, Jul. 1990.
13. ÇOBANKARA, F. K.; ADANIR, N.; BELLI, S. Evaluation of the influence of *smear layer* on the apical and coronal sealing ability of two sealers. **J Endod**, v. 30, n. 6, p. 406-9, Jun. 2004.
14. DAGHUSTANI, M. et al. Comparison between high concentration EDTA (24%) and low concentration EDTA (3%) with surfactant upon removal of smear layer rotary instrumentation: a SEM estudy. **Swed Dent J**, v. 35, n. 1, p. 9-15, Mar. 2011.
15. DAUTEL-MORAZIN, A.; VULCAIN, J. M.; BONNAURE-MALLET, M. An ultrastructural study of the *smear layer*: comparative aspects using secondary electron image and backscattered electron image. **J Endod**, v. 20, n. 11, p. 531-4, Nov. 1994.

16. DRAKE, D.R. et al. Bacterial retention in canal walls in vitro: effect of *smear layer*. *J Endod*; V 20(2): 78-82, . 1994.
17. DE DEUS, Q. **Endodontia**. 2° Ed. Rio de Janeiro, 1976. 565p.
18. DE DEUS G, PACIORNIK S, MAURÍCIO M.H.P. Penetração intratubular de cimentos endodônticos. **Pesq Odont Bras**, v. 16, n. 4, p. 332-6, Dez. 2002.
19. DE DEUS G. et al. Real time atomic force microscopy of root dentine during demineralization when subjected to chelating agents. **Int Endod J**; 39(9): 683-92, 2006.
20. DI LENARDA R, CADENARO M, SBAIZERO O. Effectiveness of 1 mol L<sup>-1</sup> citric acid and 15% EDTA irrigation on *smear layer* removal. **Int Endod J**; 33(1): 46-52, 2000.
21. GARBEROGLIO, R.; BECCE, C. *Smear layer* removal by root canal irrigants. **Oral Surg Oral Med Oral Pathol**, v. 78, n. 3, p. 359-67, Sep. 1994.
22. GAVINI G, AUN C.E, PESCE H.G. Análise das condições de limpeza do terço apical do canal radicular após o preparo químico-mecânico. **Rev Odont Univ São Paulo**; V 8(3): 155-62, 1994.
23. GESTEIRA, M. F. M.. et al. Estudo da ação do EDTA sobre a camada residual no tempo de 1 e 3 min. **Pesq Bras Odontoped Clin Integr**, v. 9, n. 3, p. 367-372, Set.-Dez. 2009.
24. GOLDMAN, L.B. et al. Scanning electron microscope study of a new irrigation method in endodontic treatment. **Oral Surg**, v. 48, n. 1, p. 79-83, Jul. 1979.
25. GOLDMAN, L.B. et al. The efficacy of several irrigating solutions for endodontics: a scanning electron microscopic study. **Oral Surg**, v. 52, n. 2, p. 197-204, Aug. 1981.
26. GRAWEHR, M. et al. Interactions of ethylenediamine tetraacetic acid with sodium hypochlorite in aqueous solutions. **Int Endod J**, v. 36, n. 6, p. 411-5, Jun. 2003.
27. GU, X. H., MAO, C. Y., KERN, M. Effect of different irrigation on *smear layer* removal after post space preparation. **J Endod**, v. 35, n. 4, p. 583-6, Apr. 2009.
28. GU, L.S et al. Review of contemporary irrigant agitation techniques and devices. **J Endod**, v. 35, n. 6, p. 791-804, Jun. 2009.
29. GUERISOLI, D.M. et al. Evaluation of *smear layer* removal by EDTAC and sodium hypochlorite with ultrasonic agitation. **Int Endod J**, v. 35, p. 5, p. 418-21, May. 2002.
30. HAN G.Y.; PARK, S.H.; YOON, T.C. Antimicrobial activity of Ca(OH)<sub>2</sub> containing pastes with enterococcus faecalis in vitro. *J Endod*; v 27(5): 328-32, 2001.
31. HÜLSMANN, M.; HECKENDORFF, M.; LENNON, Á. Chelating agents in root canal treatment: mode of action and indications for their use. **Int Endod J**, v. 36, n. 12, p. 810-30, Dec. 2003.
32. HÜLSMANN, M.; PETERS, O.; DUMMER, P. M. H. Mechanical preparation of root canals: shaping goals, techniques and means. **Endod Topics**, v. 10, n. 10, p. 30-76, 2005.
33. KOKKAS, A.B. et al. The influence of the *smear layer* on dentinal tubule penetration depth by three different root canal sealers: an in vitro study. **J Endod**, v. 30, n. 2, p. 100-2, Feb. 2004.
34. KHEDMAT S, SHOKOUHINEJAD N. Comparison of the efficacy of three chelating agents in *smear layer* removal. **J Endod**; v 34(5): 599-602, 2008.
35. KUAH, H.G. et al. The effect of EDTA with and without ultrasonics on removal of the *smear layer*. **J Endod**, v. 35, n. 3, p. 393-6, Mar. 2009.
36. LIOLIOS, E. et al. The effectiveness of three irrigating solutions on root canal cleaning after hand and mechanical preparation. *Int Endod J*. 1997; 30(1): 51-7.

37. LOEL DA. Use of acid cleanser in endodontic therapy. **JADA.**; v90(1): 148-51, 1975.
38. LOPES, H. P.; SIQUEIRA JR, J. F. **Endodontia: Biologia e Técnica.** 2º Ed. Rio de Janeiro, 1999. 560p.
39. LOPES, H.P. et al. Mechanical stirring of *smear layer* removal: influence of the chelating agent (EDTA). **Braz Endod J**, v.1, p. 52-5, 1996.
40. LOPES, H. P.; SIQUEIRA, J. F. Jr. **Endodontia: Biologia e Técnica.** 2 ed. Rio de Janeiro: Medsi, 2004.
41. LUI, J. N.; KUAH, H. G.; CHEN, N. N. Effect of EDTA with and without surfactants of ultrasonics on removal of *smear layer*. **J Endod**, v. 33, n. 4, p. 472- 5, Apr. 2007.
42. MACHADO-SILVEIRO L.F, GONZÁLEZ-LÓPEZ S, GONZÁLEZ-RODRIGUEZ M.P. Descalcification of root canal dentine by citric acid, EDTA and sodium citrate. **Int Endod J**; v37(6): 365-9, 2004.
43. MADER, C.L.; BAUMGARTNER, J.C.; PETERS, D. Scanning electron microscopic investigation of the smeared layer on root canal walls. **J Endod**, v. 10, n. 10, p. 477-83, Oct. 1984.
44. MADISON, S.; KRELL, K. V. Comparison of ethylenediamine tetraacetic acid and sodium hypochlorite on the apical seal of endodontically treated teeth. **J Endod**, v. 10, n. 10, p. 499-503, Oct. 1984.
45. MANCINI M. et al.. A comparative study of *smear layer* removal and erosion in apical intraradicular dentine with three irrigating solutions: a scanning electron microscopy evaluation. **J Endod**;v 35(6): 900-3, 2009.
46. MC COMB, D.; SMITH, D. C. A preliminary scanning electron microscopic study of root canals after endodontic procedures. **J Endod**, v. 1, n. 7, p. 238-42, Jul. 1975.
47. MELLO, I. et al. Influence of different volumes of EDTA for final rinse on *smear layer* removal. **Oral Surg Oral Med Oral Pathol Radiol Endod**, v. 106, n. 5, p. 40-3, Nov. 2008.
48. MELLO, I. et al. Influence of final rinse technique on ability of ethylenediaminetetraacetic acid of removing *smear layer*. **J Endod**, v. 36, n. 3, p. 512-4, Mar. 2010.
49. MENEZES, A. C. S. C.; ZANET, C. G.; VALERA, M. C. *Smear layer* removal capacity of disinfectant solutions used with and without EDTA for the irrigation of canals: a SEM study. **Pesq Odont Bras**, v. 17, n. 4, p. 349-55, 2003.
50. NAKASHIMA, K; TERATA, R. Effect of pH modified EDTA solution to the properties of dentin. **J Endod**, v. 31, n. 1, p. 47-9, Jan. 2005.
51. ÖSTBY, B. N. Chelation in root canal therapy. **Odont Tidskrift**, v. 65, n. 2, p. 3-11, 1957.
52. PARAGLIOLA, R. et al.. Final rinse optimization: influence of different agitation protocols. **J Endod**, v. 36, n. 2, p. 282-5, Feb. 2010.
53. PÉREZ-HEREDIA M, FERRER-LUQUE, CM, GONZÁLEZ-RODRIGUEZ M.P. The effectiveness of different acid irrigating solutions in root canal cleaning after hand and rotary instrumentation. **J Endod.**;v 32(10): 993-7, 2006.
54. REIS C, DE DEUS G, LEAL F et al.. Strong effect on dentin after the use of high concentrations of citric acid: an assessment with co-site optical microscopy and ESEM. **Dent Mat.**;v 24: 1608-15, 2008.
55. RODIG, T. et al. Effectiveness of different irrigant agitation techniques on debris and smear layer removal in curved root canals: a scanning electron microscopy study. **J Endod**, v. 36, n. 12, p. 1983-87, Dec. 2010.

56. RIBEIRO M.E. et al. Debris and *smear layer* removal in flattened root canals after use of different irrigant agitation protocols. **Microscopy Research and Technique** .v.75,n1,p 781-790.Sep 2012.
57. SABER, S. E.; HASHEM, A. A. R. Efficacy of different final irrigation activation techniques on smear layer removal. **J Endod**, v. 37, n. 9, p. 1272-75, Sep. 2011.
58. SAITO, K. et al. Effect of shortened irrigation times with 17% ethylene diamine tetraacetic acid on *smear layer* removal after rotary canal instrumentation. **J Endod**, v. 34, n. 8, p. 1011-4, Aug. 2008.
59. SALEH, I.M. et al. The effects of dentine pretreatment on the adhesion of root-canal sealers. **Int Endod J**, v. 35, n. 10, p. 859-66, Oct. 2002.
60. SCENZA M.F.Z, CHEVITARESE O, DE ALMEIDA N.S et al.. A utilização de ácido cítrico à 10% em condutos radiculares (estudo “*in vitro*”). **Rev Bras Odont.**; v 18(3): 25-32, 1986.
61. SCENZA, M.Z. et al. Effect of three different time periods of irrigation with EDTA-T, EDTA and citric acid on *smear layer* removal. **Oral Surg Oral Med Oral Pathol Radiol Endod**, v. 98, n. 4, p. 499-503, Oct. 2004.
62. SEDGLEY, C.M. et al. Influence of irrigant needle depth in removing bioluminescent bacteria inoculated into instrumented root canals using real-time imaging *in vitro*. **Int Endod J**, v. 38, n. 2, p. 97-104, Feb. 2005.
63. ŞEN, B. H.; WESSELINK, P. R; TÜRKÜN, M. The *smear layer*: a phenomenon in root canal therapy. **Int Endod J**, v. 28, n. 3, p. 141-8, May. 1995.
64. SERPER, A.; ÇALT, S. The demineralizing effects of EDTA at different concentrations and pH. **J Endod**, v. 28, n.7, p. 501-2, Jul. 2002.
65. TAYLOR, J. T; JEANSONNE, B. G.; LEMON, R. R. Coronal leakage: effects of *smear layer*, obturation technique, and sealer. **J Endod**, v. 23, n. 8, p. 508-12, Aug. 1997.
66. TEIXEIRA, C. S.; FELIPPE, M. C. S.; FELIPPE, W. T. The effect of application time of EDTA and NaOCl on intracanal *smear layer* removal: a SEM analysis. **Int Endod J**, v. 38, n. 5, May. 2005.
67. TINAZ, A.C. et al. Evaluation of the *smear layer* removal effectiveness of EDTA using two techniques: a SEM study. **The J Contemp Dent Pract**, v. 7, n. 1, p. 9-16, Feb. 2006.
68. TORABINEJAD, M. et al. Clinical implications of the *smear layer* in endodontics: a review. **Oral Surg Oral Med Oral Pathol Radiol Endod**, v. 94, n. 6, p. 658-66, Dec. 2002.
69. TORABINEJAD, M.; KHADEMI, A. A.; BABAGOLI, J. A new solution for the removal of the *smear layer*. **J Endod**, v. 29, n. 3, p. 170-5, Mar. 2003.
70. TZANETAKIS, G. N.; KAKAVETSOS, V. D.; KONTAKIOTIS, E. G. Impact of *smear layer* on sealing property of root canal obturation using 3 different techniques and sealer: part I. **Oral Surg Oral Med Oral Pathol Radiol Endod**, v. 109, n. 2, p. 145-53, Feb. 2010.
71. UROZ-TORRES, D.; GONZÁLEZ-RODRÍGUEZ, M. P.; FERRER-LUQUE, C. M. Effectiveness of the EndoActivator system in removing the smear layer after root canal instrumentation. **J Endod**, v. 36, n. 2, Feb. 2010.
72. VAN DER SLUIS L.W.M. et al. Passive ultrasonic irrigation of the root canal: a review of the literature. **Int Endod J.**; v 40(6): 415-26, 2007.
73. VIOLICH, D. R.; CHANDLER, N. P. The *smear layer* in endodontics – a review. **Int Endod J**, v. 43, n. 1, p. 2-15, Jan, 2010.

74. WAYMAN B.E, KOPP W.M, PINERO G.J et al.. Citric and acids as root canal irrigants in vitro. **J Endod.**; v 5(9): 258-65, 1979.
75. WILLIAMS S, GOLDMAN M. Penetrability of the smeared layer by a strain of *Proteus vulgaris*. **J Endod.**; v 11(9): 385-8, 1985.
76. WU LINGENG,M.D.S,YING M.U et al.Comparison of effect or four decalcifying agents combined with 60°C 3% sodium hypochlorite on smear layer removal.**J Endod.**v.38,n.4,p381-84,March 2012.
77. VIEGAS A.P.K. et al . MEV da parede de dentina frente ao uso do hipoclorito de sódio isolado, associado ao EDTA ou ao *Glyde-file prep*. **J Bras Endo**, v. 3, n.11, p. 293-9, 2002.
78. YAMADA, R.S.et al. A scanning electron microscopic comparison of a high volume final flush with several irrigating solutions: part 3. **J Endod**, v. 9, n. 4, p. 137-42, Apr. 1983.
79. YAMAGUCHI M, YOSHIDA K, SUZUKI R et al.. Root canal irrigation with citric acid solution. **J Endod.**; v 22(1): 27-9, 1996.
80. ZEHNDER, M.. et al. Chelation in root canal therapy reconsidered. **J Endod**, v. 31, n. 11, p. 817-20, Nov. 2005.
81. ZING, P.; SAKURA C.; MOURA, A.A.M. O uso de substâncias ácidas em endodontia. **Rev Inst Cienc Saúde**, v. 13, n. 2, p. 79-81, 1995