

## Estudo *in vitro* da ação do EDTA nas concentrações de 3%, 5%, 10% e 17% sobre a camada residual

*The effect of EDTA in 3%, 5%, 10% e 17% concentrations in the removal of the smear layer*

Maria de Fátima Malvar Gesteira<sup>1</sup>, Silvio José Albergaria da Silva<sup>2</sup>, Roberto Paulo Correa de Araújo<sup>3</sup>, Henrique Lenzi<sup>4</sup>, Susana Carla Pires Sampaio de Oliveira<sup>5</sup>

<sup>1</sup> Mestre em Clínicas Odontológicas; Professor Adjunto das disciplinas de Endodontia Clínica e Laboratorial na UFBA; Professora do Curso de Especialização em Endodontia na UFBA; <sup>2</sup>Mestre em Endodontia; Professor Livre Docente em Endodontia; Professor das disciplinas de Endodontia Clínica e Laboratorial na UFBA; Professor do Curso de Especialização em Endodontia na UFBA; <sup>3</sup>Professor Livre Docente em Odontologia; Professor Adjunto de Bioquímica na UFBA; Professor Titular da disciplina de Bioquímica na Universidade Católica do Salvador; integrante do quadro permanente do Mestrado em Odontologia – UFBA; Diretor do Instituto de Ciências da Saúde da UFBA; <sup>4</sup>Chefe do Departamento de Patologia do Instituto Oswaldo Cruz, órgão da Fundação Oswaldo Cruz (FIOCRUZ), Ministério da Saúde; <sup>5</sup>Doutoranda em Laser – Faculdade de Odontologia da UFBA; Especialista em Endodontia – UFBA; Salvador, BA, Brasil

### Resumo

O êxito da desinfecção do espaço endodôntico depende dos instrumentos endodônticos, das substâncias químicas auxiliares selecionadas e da habilidade técnica no preparo químico mecânico. Concluída a instrumentação, é possível constatar a deposição na superfície dentinária de um extrato de material orgânico e inorgânico de aparência amorfa, superfície irregular e granulosa, denominada camada residual. Com este estudo, buscou-se analisar, *in vitro*, por meio da Microscopia Eletrônica de Varredura, o efeito do EDTA nas concentrações de 3%, 5%, 10% e 17%, na remoção da camada residual e na desobstrução dos túbulos dentinários, nos tempos de 1 e 3 minutos. Da amostra constituída de 80 dentes, foram selecionados, randomicamente, 8 unidades para composição do grupo de controle negativo (GC1) e 8 para o grupo de controle positivo (GC2). Os 64 restantes compuseram os 8 grupos experimentais (GExp.). A análise das fotomicrografias com magnitude de 2000X revelou que as soluções de EDTA a 10% e 17% foram as mais eficazes e que o terço apical apresentou grau de limpeza inferior aos terços cervical e médio.

**Palavras-chave:** EDTA – Camada residual – Canal radicular – Preparo.

### Abstract

*The success of microbial disinfection of the endodontic space depends on the endodontic instruments, the ancillary chemicals selected and the technical skills used in the chemical-mechanical preparation. Upon completion of the instrumentation the deposition on the dentine surface of an organic and inorganic material extract of amorphous aspect, with an irregular and granular surface known as residual layer, was observed. Aiming at removal of this layer several chemicals, in different concentrations and applied in pre-established time intervals were used alone, conjugated or mixed. The objective of this study was to analyze, in vitro, through scanning electron microscopy, the effect of EDTA in 3%, 5%, 10% and 17% concentrations on the removal of the residual layer and cleaning of the dentine tubules through applications ranging from 1 to 3 minutes. Eight units from an 80-tooth sample were randomly selected to compose the negative control set (GC1) and other 8 units to compose the positive control set (GC2). The remaining 64 composed the 8 experimental sets (GExp.). Analysis of the photomicrographs at magnitude 2000X revealed that the 10% and 17% EDTA solutions were the most effective irrespective of the pre-established application times. It was also observed that the apical third showed a lower degree of cleaning than the cervical and basal thirds.*

**Keywords:** EDTA – Smear layer – Root canals – Preparation.

### INTRODUÇÃO

O sucesso da terapia do canal radicular está essencialmente condicionado à eliminação da infecção e (ou) do selamento da cavidade pulpar pelo material obturador. Entretanto, o maior desafio é a limpeza biomecânica do sistema de canais radiculares, frequentemente dificultada pelas variações da anatomia

interna e até mesmo pela ocorrência de degenerações cálcicas.

Um preparo químico-mecânico cuidadoso não impede que bactérias, restos de tecido pulpar e resíduos de dentina excisada permaneçam nas irregularidades, nas fendas, nos canais laterais e acessórios do sistema de canais e túbulos dentinários, onde os instrumentos não alcançam. O efeito da instrumentação pode ser potencializado quando substâncias quimicamente ativas atuam conjuntamente (PUTZER; HOY; GÜNAY, 2008; SILVA et al., 2008; CARVALHO et al., 2008). Diversas substâncias químicas estão disponíveis para o preparo

Recebido em 27 de julho de 2009; revisado em 28 de janeiro de 2010  
Correspondência / Correspondence: Dr. Maria de Fátima Malvar Gesteira. Universidade Federal de Juiz de Fora, Campus Universitário 36036-330 Juiz de Fora – MG - Brasil. Tel.: (55) (32) 3229-3809 Email: nanafarahs@yahoo.com.br

do canal radicular e, a depender da situação clínica, é possível selecionar diferentes medicamentos. O hipoclorito de sódio alternado ao peróxido de hidrogênio, o creme Endo PTC neutralizado pelo hipoclorito de sódio, o hipoclorito de sódio usado isoladamente em concentrações que variam de 0,5% a 5,25%, outros desinfetantes, soluções detergentes e soluções quelantes têm sido substâncias usadas com esse propósito.

De acordo com Gutierrez e colaboradores (1990), algumas dessas substâncias irrigadoras, produzem mudanças estruturais nas paredes do canal, tornando as superfícies polidas e (ou) promovendo a dissolução da matriz orgânica de dentina. Tais mudanças podem ser atribuídas às propriedades químicas dessas substâncias individualmente, ou à sequência em que são usadas, em que pese O'Connell e colaboradores (2000) considerarem que nem todos esses produtos farmacológicos podem atuar sobre os tecidos duros ou sobre a camada residual, também chamada de barro dentinário, lama dentinária ou smear layer.

Sabe-se que a camada residual resulta do fenômeno físico-químico que se produz durante a instrumentação endodôntica, não estando presente, portanto, nas superfícies não-instrumentadas. Trata-se de uma camada de resíduos fina e superficial que se acumula sobre a dentina intertubular e com maior ou menor profundidade nos orifícios dos túbulos dentinários. A camada residual superficial depositada nas paredes do canal varia, tendo sido descrita entre aproximadamente 1 a 2  $\mu\text{m}$ , enquanto que a profundidade máxima dos depósitos no interior dos túbulos dentinários é de 40  $\mu\text{m}$ , sendo considerada média a profundidade em torno de 10  $\mu\text{m}$ . Constitui-se prioritariamente de partículas inorgânicas dos tecidos calcificados, acrescidas de material orgânico – bactérias, processos odontoblásticos, células sanguíneas e tecido pulpar necrótico e (ou) vital. A camada residual visível em um Microscópio Eletrônico de Varredura tem a aparência amorfa, superfície irregular e granulosa (MADER; BAUMGARTNER; PETERS, 1984; SEM; WESSELINK; TÜRKÜN, 1995; SIQUEIRA JR, 1997; SAHLI, 2001).

Parece existir uma maior tendência a favor da eliminação da camada residual, mediante a aplicação de soluções quelantes, visando ao aumento da permeabilidade dentinária em decorrência da desmineralização ácida da supracitada camada, facilitando, dessa forma, a ação das medicações. Esse efeito parece contribuir para a diminuição do número de bactérias aderidas às paredes do canal, favorecendo a obturação de maior número de canais laterais e acessórios e melhorando o selamento apical, ao possibilitar maior adesão do cimento às paredes dentinárias (DE-DEUS, 2008; MELLO, 2008; MADER; BAUMGARTNER; PETERS, 1984; GALVAN et al., 1994; GARBEROGLIO; BECCE, 1994; SAHLI, 2001).

As soluções descalcificadoras, entre as quais as de ácido fosfórico, ácido cítrico e EDTA têm sido relatadas como adequadas à remoção da camada residual. Quando o EDTA foi introduzido na Odontologia por Ostby em 1957, seu uso foi proposto como agente quelante, objetivando facilitar as manobras operatórias de alargamento e desinfecção do canal radicular, particularmente os atrésicos e obstruídos, cuja dilatação é demorada e cansativa. Mais tarde, McComb e Smith (1975) inferiram que o EDTA apresentava especial habilidade de limpeza, ao constatar em que a superfície do canal instrumentado se apresentava livre de resíduos. A partir dessas observações, numerosos trabalhos foram desenvolvidos com utilização de várias soluções irrigadoras para remover a camada residual.

Goldman e colaboradores (1981) observaram que a camada residual depositada durante a instrumentação não é removida pelo uso isolado do hipoclorito de sódio, e que a solução de REDTA não é capaz de remover a matéria orgânica, sugerindo o estudo de outras soluções ou combinações de soluções. Posteriormente, Goldman e colaboradores (1982) examinaram dentes extraídos, instrumentados com o auxílio do REDTA ou hipoclorito de sódio a 5,25%, seguido pela irrigação final com o REDTA ou hipoclorito de sódio a 5,25% usados individualmente ou em combinação. Concluíram que a solução de hipoclorito de sódio a 5,25% foi a mais efetiva substância para instrumentar os canais radiculares e que a irrigação final realizada sequencialmente com 10ml de EDTA a 17% seguida por 10ml de hipoclorito de sódio a 5,25% foram as mais efetivas soluções para remover a camada residual.

O efeito do hipoclorito de sódio a 1%; hipoclorito de sódio a 5%, a combinação de ácido fosfórico a 24% e ácido cítrico a 10%, EDTA a 0,2%, EDTA a 3% e EDTA a 17% sobre a camada residual, produzida por meio da instrumentação manual, foi avaliado por Garberoglio e Becce (1994). Observaram, após análise no Microscópio Eletrônico de Varredura, que as duas soluções de hipoclorito de sódio não removeram a camada residual. A solução de EDTA a 0,2% foi mais efetiva que o hipoclorito de sódio, porém não removeu completamente a camada residual, principalmente na entrada dos túbulos dentinários. A combinação do ácido fosfórico e do ácido cítrico, o EDTA a 3% e o EDTA a 17% removeram completamente a camada residual, sem diferenças estatisticamente significantes entre si.

Niu e colaboradores (2002) examinaram, no Microscópio Eletrônico de Varredura, a erosão dentinária provocada pela irrigação final com EDTA a 15% e hipoclorito de sódio a 6%, usados de maneira isolada e combinados. Os resultados demonstraram que, quando o canal radicular foi irrigado com 15% de EDTA apenas, a dentina tinha uma aparência polida e plana e os túbulos dentinários estavam regulares e separados. Quando o canal foi irrigado por EDTA seguido pelo hipoclorito de sódio, a dentina apresentava-se com

erosão, os túbulos dentinários irregulares e desbastados, e o diâmetro dos túbulos aumentado, devido à descalcificação dos componentes inorgânicos do EDTA e à dissolução da matriz orgânica pelo hipoclorito de sódio. Maior quantidade de resíduos foi retirada quando o EDTA foi usado seguido pelo hipoclorito de sódio que com o uso apenas do EDTA. Concluíram que o hipoclorito de sódio a 6% acelera a erosão dentinária após o tratamento da superfície dentinária com EDTA a 15%.

Vale e colaboradores (2003) compararam o grau de limpeza de canais radiculares de 30 caninos humanos extraídos empregando o EDTA gel a 24%, EDTA líquido a 17% e soro fisiológico como agentes de limpeza final, após preparo químico-mecânico. Concluíram que o terço médio apresentou-se significativamente mais limpo que o apical; o EDTA gel propiciou limpeza semelhante ao EDTA líquido e ambos propiciaram maior grau de limpeza, com diferença estatística significativa em relação ao soro fisiológico.

Através deste estudo, buscou-se avaliar a condição de limpeza da superfície dentinária intracanal, mediante a aplicação das soluções de EDTA a 3%, 5%, 10% e 17%, nos tempos de 1 minuto e 3 minutos, comprovadamente, pela técnica de Microscopia Eletrônica de Varredura.

O EDTA em diferentes concentrações tem sido analisado através de metodologias diversificadas, em comparação a outras substâncias químicas, com ou sem ação quelante, e nos mais variados tempos. Esses dados levam não somente ao questionamento quanto à validade do uso do EDTA na concentração de 17%, como a concentração mais indicada para a remoção da camada residual, como também a se considerarem outras alternativas baseadas em menores concentrações para o uso desse quelante, comparando-se, para tanto, o grau de limpeza obtido entre as diversas superfícies da amostra em estudo.

Putzer, Hoy e Günay (2008) usaram concentrações mais elevadas do EDTA 15%, 18,6% e 24%, embora na forma de gel.

## MATERIAL E MÉTODO

Foram usados oitenta dentes unirradiculares, incisivos e caninos superiores de humanos, com idade, origem e sexo desconhecidos, canal único e ápices completamente formados e armazenados em recipiente com solução de Timol a 0,1%. Após serem lavados em água corrente, os dentes foram secos com jato de ar e mantidos em soro fisiológico para re-hidratação, a 37°C, em estufa bacteriológica, por um período de sete dias. As amostras constituíram 10 grupos, sendo dois Grupos de Controle (GC) e oito Grupos Experimentais (GExp.). Oito dentes foram selecionados randomicamente para compor o Grupo de Controle Negativo (GC1), e os outros oito para o Grupo de Controle Positivo (GC2). Os sessenta e quatro dentes restantes foram divididos randomicamente em oito Grupos Experimentais (GExp1, GExp2, GExp3, GExp4, GExp5, GExp6, GExp7, GExp8) de 8

unidades cada um, de acordo com a concentração de EDTA a ser avaliada (3%, 5%, 10% e 17%) e o tempo de permanência do EDTA em contato com a superfície dentinária, ou seja, 1 e 3 minutos. As amostras que constituíram o Grupo de Controle positivo (GC2), e os Grupos Experimentais receberam tratamento endodôntico com base na técnica preconizada por Paiva e Antoniazzi (1988).

Concluído o preparo químico mecânico do canal no Grupo Experimental, procedeu-se à irrigação final com 10mL da solução de EDTA nas respectivas concentrações e nos diferentes tempos de aplicação, seguindo-se por 10 mL de hipoclorito de sódio e 10 mL de Tergensol.

Para o Grupo de Controle negativo (GC1), o procedimento limitou-se apenas à remoção dos resíduos intracanal com uma lima K#10 e irrigação com 10 mL de Tergensol.

A fim de padronizar o tamanho dos corpos de prova, os dentes foram apreendidos em uma pequena morsa e, a partir do ápice em direção à coroa, foram medidos 19 mm com o auxílio de uma régua endodôntica milimetrada; uma vez marcada com grafite a linha de corte, procedeu-se à secção horizontal de cada unidade com um disco de carborundum, obtendo-se, dessa forma, espécimes com o comprimento padrão de aproximadamente 19 mm.

Com o espécime apreendido horizontalmente na pequena morsa, procedeu-se à marcação da linha de secção vertical nas faces vestibular e lingual, seguindo-se a abertura de sulcos longitudinais mediante discos diamantados. A exigência técnica de se construírem os supracitados sulcos longitudinais antes do preparo químico mecânico teve por objetivo evitar que o pó dentinário viesse a contaminar o interior do canal radicular, após o tratamento endodôntico. Essa variável, se não fosse controlada, seguramente comprometeria a leitura da superfície pelo Microscópio Eletrônico de Varredura.

Após a fixação vertical do espécime na morsa, procedeu-se ao acesso endodôntico e à introdução de uma lima K-file #15, até que fosse visualizada a ponta desse instrumento no forame apical, subtraído de 1mm. Foi iniciada a instrumentação com uma lima tipo K-flexofile #20 ou #25, respeitando-se o limite do comprimento estabelecido para a realização do procedimento endodôntico, limitado à manipulação até a lima K-flexofile #40, por meio de Limagem Circunferencial e escalonamento anatômico dos terços coronário e médio com mais quatro instrumentos (#60), com a técnica proposta por Lopes e colaboradores (1999).

Processou-se a instrumentação do canal radicular com o auxílio da associação medicamentosa Endo PTC/ Solução de Milton (PAIVA; ANTONIAZZI, 1988). A solução de Milton foi renovada a cada troca de instrumento, definindo-se previamente o volume total de 10 mL para o preparo químico-mecânico de cada espécime. Findo esse processo, procedeu-se à lavagem com o restante dos 10

mL da Solução de Milton. A irrigação final dos canais radiculares foi realizada sequencialmente, com o EDTA, a Solução de Milton e o Tergensol, visando ao alcance máximo do terço apical. As soluções de EDTA foram utilizadas de acordo com o estabelecido para os respectivos grupos, ou seja: nas concentrações de 3%, 5%, 10% e 17%, e nos tempos de 1 e 3 minutos.

Para cada corpo de prova, foram destinados, inicialmente, 5 mL de EDTA, mantidos em suspensão durante 30 segundos mediante manipulação mecânica com instrumento tipo K-flexofile #15 em toda a extensão do canal, seguida de irrigação complementar com 5 mL desse fármaco.

Uma vez concluídos os procedimentos endodônticos de preparo químico-mecânico dos canais, os corpos de prova foram desidratados pelo álcool etílico a 80%, 90% e 100%. A seguir, as amostras foram secas em estufa bacteriológicas a 50°C durante 1 hora, embaladas em papel e laminadas individualmente. Com o auxílio de um cinzel e de um martelo cirúrgico, os espécimes foram clivados em duas hemisseções, com base na fissura realizada nos terços cervical, médio e apical da raiz. Em cada amostra, foi registrada com grafite a distância de 6 mm e 12 mm a partir do ápice, limitando-se, portanto, os terços cervical, médio e apical.

Fotomicrografias padronizadas, em pressão variável (LEO 435 VP), obtidas do Microscópio Eletrônico de Varredura, pertencente à Fundação Oswaldo Cruz-FIOCRUZ (Rio de Janeiro), foram realizadas na hemisseção de cada espécime, tendo-se o cuidado de selecionar aquela com maior integridade física. Dessa forma, foram obtidas 250 fotomicrografias dos terços cervical (aproximadamente a 12mm do ápice), médio (aproximadamente a 6 mm do ápice) e apical (aproximadamente a 2mm do ápice), com uma magnitude de 2000X.

Para a interpretação das imagens obtidas, foram aplicados os escores; 0 – Ausência de camada residual e presença de túbulos dentinários livres de resíduos; 1 – Presença de camada residual em túbulos dentinários ou smear plugs; 2 – Presença de camada residual e de túbulos livres de resíduos em áreas de superfície dentinária; 3 – Presença de camada residual e de túbulos sem contorno nítido em áreas de superfície dentinária; 4 – Acentuada camada residual na superfície dentinária, da escala estabelecida por Rome, Doran e Walker (1985) adaptada ao presente estudo, conforme demonstram as Figuras 1, 2, 3, 4, 5 e 6.

Três examinadores que desconheciam a identidade das fotomicrografias analisaram as imagens obtidas com o Microscópio Eletrônico de Varredura e registraram os respectivos escores, de acordo com a escala. A análise estatística dos resultados obtidos foi conduzida mediante a aplicação do teste de Skewness/Kurtosis, do Teste de Bartlett, da Análise de Variância Paramétrica, do Teste de Bonferroni, do Teste T de Student e do Teste de Correlação de Pearson.

## RESULTADO E DISCUSSÃO

Ao se propor a avaliar a ação do EDTA em diferentes concentrações, visando à remoção da camada residual, o presente trabalho teve em consideração a possibilidade de contribuir para o debate, ainda que esse tema seja tratado de forma divergente pela literatura científica, além de oferecer alternativas clínicas, comprovadas laboratorialmente, visando a colaborar para a indicação criteriosa quanto ao uso desse produto químico.

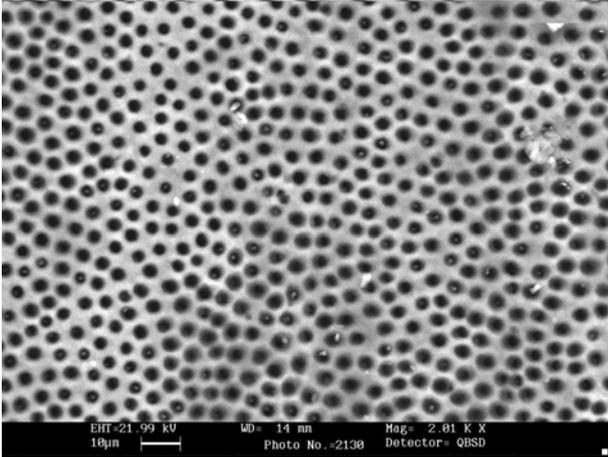
Na Endodontia, após sucessivas décadas, alcançou-se, nos dias atuais, o consenso quanto ao emprego do hipoclorito de sódio e a substituição do uso de ácidos inorgânicos fortes por ácidos orgânicos fracos, entre os quais o EDTA. Essa substância, proposta inicialmente por Östby (1957) como facilitadora do alargamento do canal e devidamente comprovada por McComb e Smith (1975) como detentora do poder de remoção da camada residual, continua sendo considerada a mais eficiente para tais finalidades, em que pese o fato de outros produtos químicos com idênticos objetivos estarem sendo testados, conforme relatam Çalt e Serper (2000), Torabinejad e colaboradores (2003), Vale e colaboradores (2003).

Os solventes de matéria orgânica e os agentes quelantes têm sido reconhecidos como elementos importantes para o processo de saneamento endodôntico. No particular, tem sido investigada a ação do EDTA isolada, alternada ou associada a outras substâncias, com o objetivo de se remover a camada residual da superfície dentinária (McCOMB; SMITH, 1975; GOLDMAN et al., 1982; YAMADA et al., 1983; BYSTRÖM; SUNDQVIST, 1985; GENGIZ; AKTENER; PISKIN, 1990). Goldman e colaboradores (1981,1982), Aktener e Bilkay (1993), e Serper e colaboradores (2001) justificam a pertinência da combinação de fármacos, por considerarem que um único produto não é capaz de retirar restos orgânicos e inorgânicos do sistema de canais.

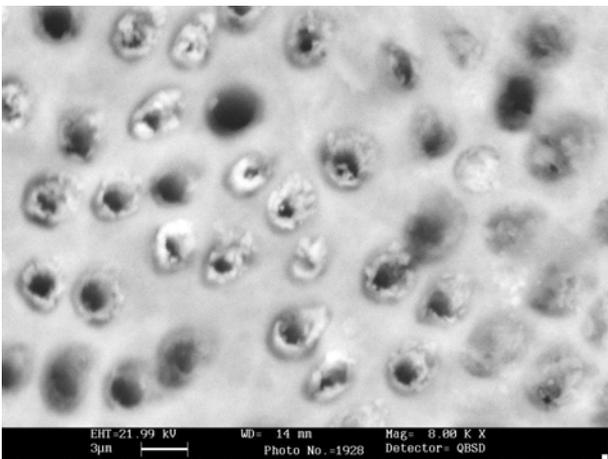
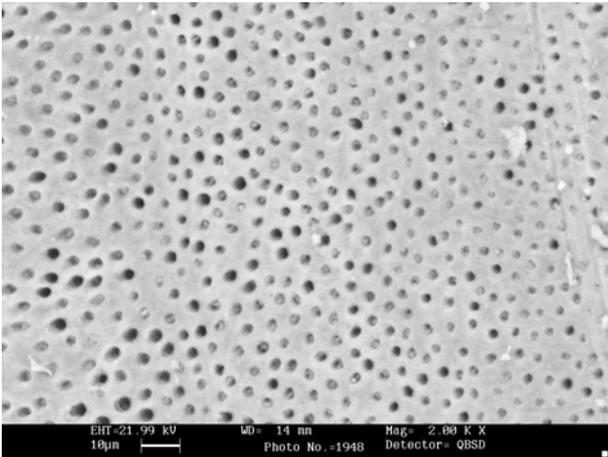
O comprimento e o diâmetro do canal radicular assim como o volume das soluções medicamentosas empregadas influem na eficácia do processo de irrigação. Buscou-se padronizar a técnica de irrigação, a fim de otimizar a aplicação das soluções irrigadoras. Para tanto, os dentes foram seccionados a 19 mm do ápice e dilatados no comprimento de trabalho até o instrumento K-flexo file #40, com escalonamento até a lima #60. Esses procedimentos metodológicos tiveram como objetivo, permitir que as soluções de EDTA e hipoclorito de sódio pudessem atuar satisfatoriamente, o que seria questionável se não tivesse havido intervenção no comprimento e na dilatação do canal, aliada à aplicação da técnica de irrigação para a remoção da camada residual com a utilização de quantidades relevantes dessas soluções.

Nos espécimes cujas concentrações de EDTA empregadas foram de 5% e 3%, o grau de limpeza obtido,

**Figura 1.** Escore 0: ausência de camada residual e presença de túbulos dentinários livres de resíduos.

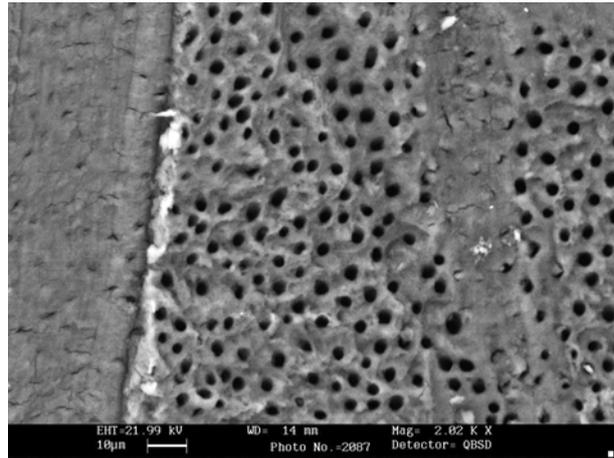


**Figuras 2 e 3.** Escore 1: presença de camada residual em túbulos dentinários ou smear plugs. Nota: a fotomicrografia da Figura 2 tem aumento de 2000X e a fotomicrografia da Figura 3 tem aumento de 8000X.

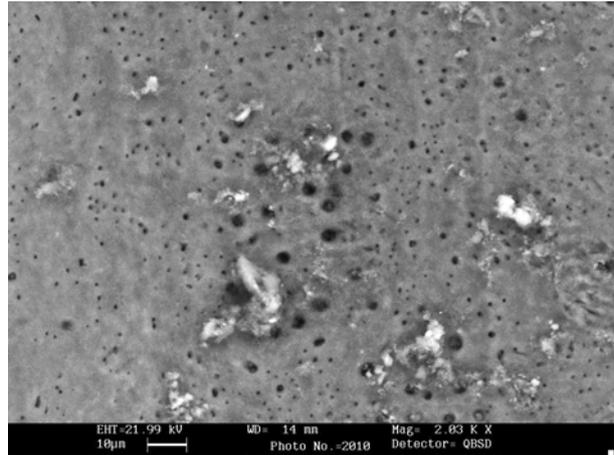


embora em menores percentuais que nas concentrações de 10% e 17%, deve ser considerado, pois a remoção da camada residual nessas superfícies foi mais bem alcançada do que nas superfícies dos espécimes onde o EDTA não foi utilizado. Esses resultados divergem dos achados de Garberoglio e Becce (1994), que, ao

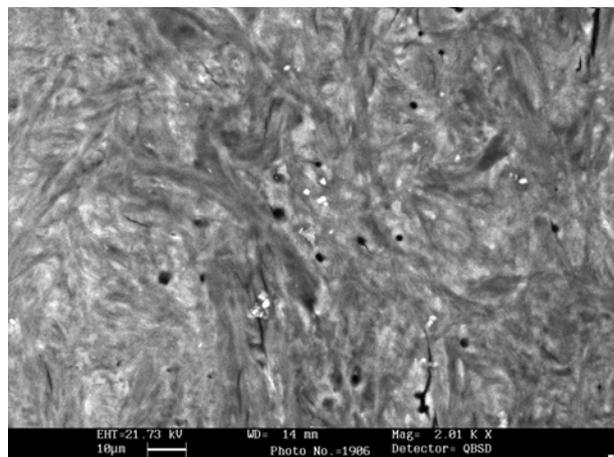
**Figura 4.** Escore 2 : presença de camada residual e de túbulos livres de resíduos em áreas de superfície dentinária.



**Figura 5.** Escore 3: presença de camada residual e de túbulos sem contorno nítido em áreas de superfície dentinária.



**Figura 6.** Escore 4: acentuada camada residual na superfície dentinária.



afirmarem haver semelhança entre as superfícies tratadas pelo EDTA a 17% e a 3%, descrevem para o terço médio, superfícies sem camada residual, aberturas tubulares quase sempre limpas e, no terço apical,

apenas a presença de smear plugs em alguns espécimes. A análise dos resultados, quanto ao grau de limpeza detectado nos terços do canal, permite afirmar que o cervical mostrou-se mais limpo que o médio, e esse último melhor que o apical, condição também observada por Berutti, Marini e Angeretti (1997). Apesar de não terem sido observadas diferenças estatisticamente significantes entre o terço cervicais e o médio ( $p < 0,05$ ), há de se registrar ter havido diferenças significativas, do ponto de vista estatístico, entre essas áreas e o terço apical, conforme demonstra a Figura 7. Tais resultados estão de acordo com os relatos de Khouri e Bramante (1997), que, ao analisarem as diferentes formas de aplicação das soluções de EDTA, referem-se ao terço apical como sendo o mais difícil de ser saneado mediante as técnicas de irrigação empregadas até então.

Os trabalhos realizados por White, Goldmam e Lin (1984, 1987), Gutierrez e colaboradores (1990), Gettleman, Messer, ElDeeb (1991) e por Saunders e Saunders (1999) comprovam que a eliminação da camada residual resulta em paredes mais lisas, caracterizadas pela nitidez dos túbulos dentinários, cujo contorno é circular e o diâmetro ligeiramente aumentado, o que assegura melhor contato entre o material obturador e a superfície dentinária, favorecendo a penetração do cimento no interior dos canalículos dentinários, com conseqüente aumento da adesividade e superior qualidade do selamento apical. As características morfológicas supracitadas puderam ser observadas em parcela significativa das superfícies dentinárias tratadas pelas soluções de EDTA a 10% e 17% neste estudo.

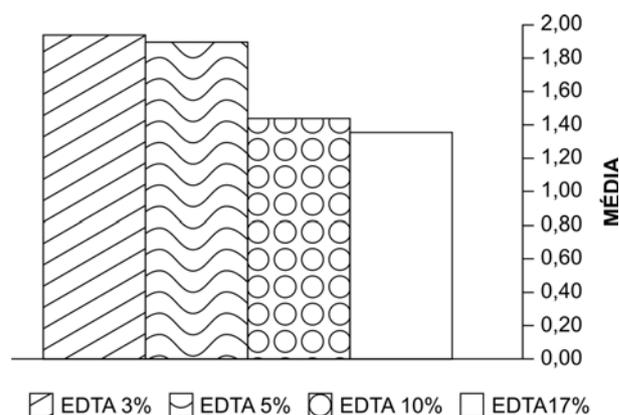
A avaliação dos dados da Tabela 1 indica que quanto maior for a diferença entre as concentrações das soluções de EDTA empregadas, melhor a qualidade de limpeza dentinária. A eficácia da solução de EDTA a 10%, comparada ao efeito produzido pela solução a 5%, não revelou diferença estatisticamente significativa ( $p > 0,05$ ), o mesmo não ocorrendo em relação à solução a 3%, cujo valor de  $p$  foi da ordem de 0,049 ( $p < 0,05$ ). Resultados semelhantes foram obtidos ao se comparar a eficácia do EDTA a 17% frente às soluções de menores concentrações (3% e 5%), isto é, consideradas diferentes estatisticamente.

**Tabela 1.** Comparação entre as diferentes concentrações de EDTA.

Concentrações de EDTA	Desvio padrão
EDTA 5% X EDTA 3%	1,000
EDTA 10% X EDTA 5%	0,092
EDTA 10% X EDTA 3%	*0,049
EDTA 17% X EDTA 5%	*0,026
EDTA 17% X EDTA 3%	*0,013
EDTA 17% X EDTA 10%	1,000

Nota: \* $p$ -valor < 0,05.

**Figura 7.** Estatísticas descritivas dos escores de acordo com as concentrações de EDTA.



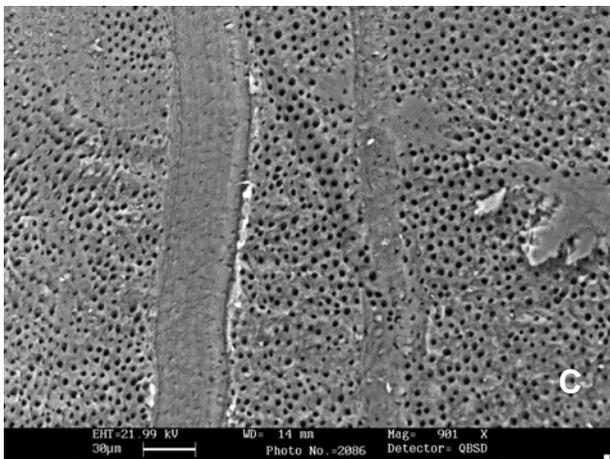
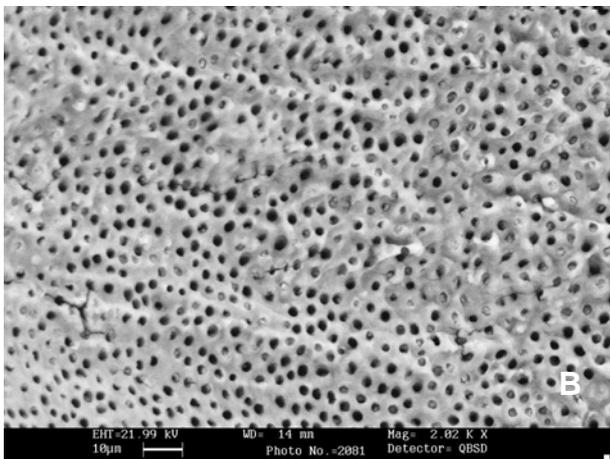
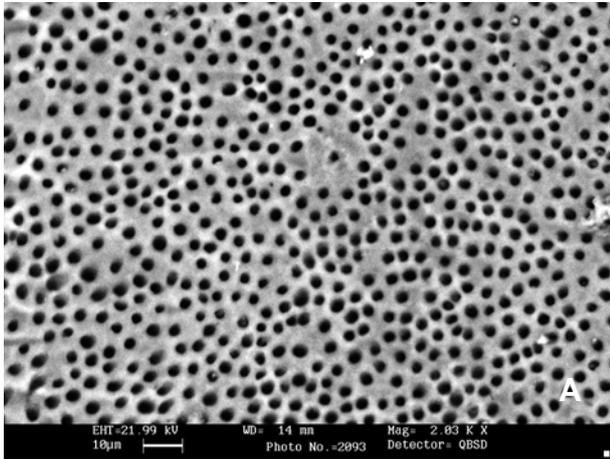
Da avaliação comparativa dos resultados correspondentes à eficácia das soluções de EDTA a 10% e a 17%, constata-se um de  $p > 0,05$ . Portanto, pode-se concluir que não houve diferença estatisticamente significativa entre esses dois grupos (Figura 7).

Foi observada alguma deposição de camada residual, nas superfícies dentinárias dos espécimes do GExp. 7 e GExp.8, cuja irrigação final foi realizada com a solução de EDTA a 17% durante 1 e 3 minutos respectivamente, seguida das soluções de Milton, e Tergensol (Figuras 8, 9 e 10). Esses resultados divergem daqueles obtidos por Batista e colaboradores (1997), uma vez que esses pesquisadores relatam ter constatado, em 100% dos espécimes avaliados, ausência de camada residual e eventual smear plugs no grupo de espécimes preparados de acordo com o protocolo estabelecido por Paiva e Antoniazzi (1988), e irrigação com EDTA por 5 minutos, seguido da aplicação de Solução de Milton. As experimentações com diferentes concentrações de EDTA não resultaram na obtenção de superfícies dentinárias totalmente livres camada residual, até mesmo com o aumento da concentração desse quelante, embora a limpeza do canal houvesse sido progressiva.

Apesar da evidência de que, em nenhum dos espécimes investigados, tivesse sido removida completamente a camada residual, resíduos superficiais não foram encontrados, sendo que a maioria dos túbulos dentinários apresentou-se desobstruída nos terços coronário e médio do canal radicular. Foram atribuídos a alguns espécimes escores 0 e 1, referentes ao aspecto físico resultante da limpeza do terço apical do canal tratado pelas soluções de EDTA a 10% e a 17%. Esses resultados estão de acordo com os obtidos por Braguetto e colaboradores (1977) e por O'Connell e colaboradores (2000). Esses autores observaram que nenhuma das soluções de EDTA testadas possibilitou a remoção

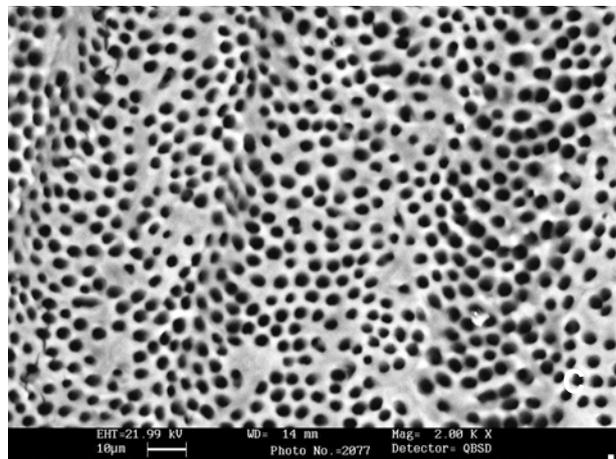
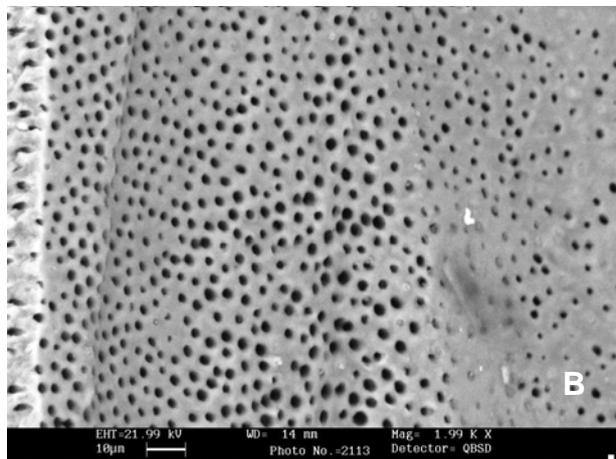
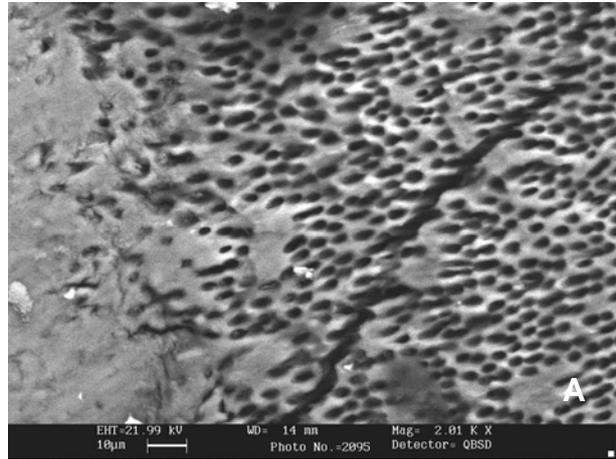
**Figura 8.** GExp.7 :EDTA 17% durante 1 minuto.

Notas: fotomicrografias do terço cervical (Mag = 2000X, LEO 425 VP); A - 37,5% revelaram túbulos dentinários livres de camada residual (escore 0); B - 37,5% apresentaram smear plugs (escore 1); C - 25% apresentaram a camada residual recobrindo a superfície dentinária, muito embora houvessem áreas onde os túbulos puderam ser visualizados (escore 2)



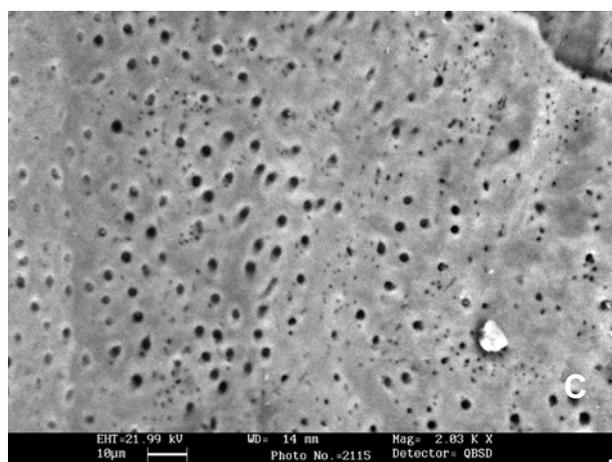
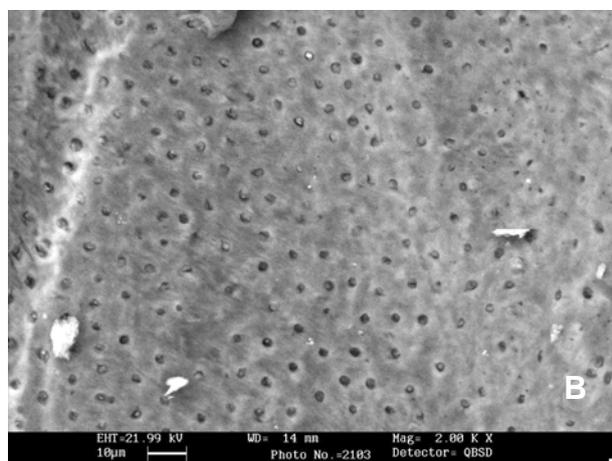
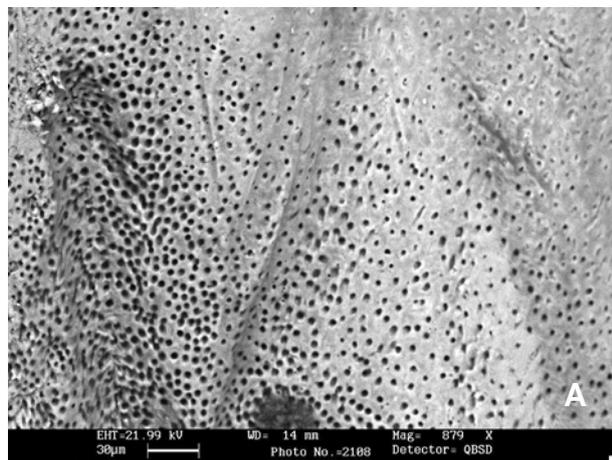
**Figura 9.** GExp.9 (EDTA 17% durante 1 minuto).

Notas : fotomicrografias do terço médio (Mag = 2000X, LEO 425 VP); A - 50% apresentaram a camada residual recobrindo a superfície dentinária, muito embora houvesse áreas onde os túbulos puderam ser visualizados (escore 2); B - 25% apresentaram smear plugs (escore 1); C - 25% revelaram túbulos dentinários livres de camada residual (escore 0).



**Figura 10.** GExp.7 (EDTA 17% durante 1 minuto).

Notas: fotomicrografias do terço apical (Mag = 2000X, LEO 425 VP); A - 50% apresentaram a camada residual recobrendo a superfície dentinária, muito embora houvesse áreas onde os túbulos puderam ser visualizados (escore 2); B - 25% revelaram a presença de smear plugs (escore 1); C - 25% revelaram a presença de camada residual e de túbulos sem contorno nítido em áreas de superfície dentinária (escore 3).



integral de detritos do interior dos canais radiculares avaliados

A irrigação processada com as soluções de EDTA a 3%, 5%, 10% e 17%, seguida pela aplicação do hipoclorito de sódio a 1%, teve por objetivo determinar a qualidade de limpeza obtida em decorrência do efeito de cada uma dessas soluções, na expectativa de se identificar à solução de EDTA menos concentrada que viesse a ter efetiva eficácia na remoção da camada residual, sem provocar erosões superficiais. Em todos os espécimes fotomicrografados, não foram observadas erosões dentinárias, seja em função das diferentes concentrações empregadas, seja em função dos tempos de 1 e três minutos destinados à manutenção do quelante em contato com as superfícies dentinárias.

Diversos estudos vêm demonstrando que o EDTA tem se mostrado mais eficaz e menos agressivo aos tecidos periapicais em pH neutro, razão pela qual se definiu, para a realização deste trabalho, a utilização das soluções tamponadas em pH 7.4. Nikiforuk e Sreebny (1953) salientam que o pH considerado ótimo para a desmineralização de tecidos duros situa-se em torno da neutralidade, o que permite descalcificar esses tecidos sem provocar, concomitantemente, drástica desnaturação de proteínas que constituem a matéria orgânica dentinária dos espécimes. Afirmam ainda esses autores que o EDTA neutro apresenta fraca ação desmineralizadora, quando comparado às soluções ácidas descalcificantes, cuja eficácia é considerada sete vezes maior. Os estudos de Östby (1957) reafirmam a necessidade de o pH ser neutro, para não se lesarem os tecidos vivos periapicais, enquanto Patterson (1963) ratifica que a ação do EDTA não depende de altas concentrações de íons hidrogênio para promover a descalcificação.

A diversidade de materiais e técnicas recomendadas para a remoção da camada residual mantém aceso o debate quanto à definição de uma metodologia consensual que assegure a eficácia de remoção dessa camada, apesar do elevado número de publicações. Só as comprovações clínicas, aliadas aos achados laboratoriais realizados em longo prazo, poderão confirmar a segurança metodológica para o processo de remoção da camada residual. Cumpre salientar que a presença dessa camada na superfície dentinária retarda a ação da medicação intracanal e das substâncias químicas auxiliares desinfetantes no interior dos túbulos dentinários, além de se questionar quanto à possibilidade do alojamento de bactérias em seu interior. Essas reflexões, fundamentadas cientificamente, respaldam, neste momento, a recomendação de remoção da camada residual mediante materiais e técnicas endodônticas avaliados no presente estudo, resguardados os cuidados que visam à preservação das estruturas adjacentes.

## CONCLUSÃO

De acordo com os resultados apresentados, pode-se concluir, a respeito da remoção da camada residual e

da desobstrução dos túbulos dentinários do canal radicular, que:

- as soluções de EDTA, nas concentrações de 10% e 17%, são mais eficazes em relação às soluções concentradas a 3% e 5%;
- os terços cervical e médio apresentam superfícies mais limpas em relação ao terço Apical, independentemente das concentrações das soluções de EDTA e dos tempos de aplicação avaliados.

## REFERÊNCIAS

AKTENER, B.O.; BILKAY, U. Smear layer removal with different concentrations of EDTA- ethylenediamine mixtures. *J. Endod.*, Baltimore, v.19, p.228-231, May 1993.

AUN, C.E. Análise *in vitro* através da Microscopia Eletrônica de Varredura, da quantidade de canalículos dentinários livres da camada residual de magma no terço apical do canal radicular, após o preparo químico mecânico, variando-se o instrumento e seu número de uso. 1990. 68f. Tese (Livro Docência) – Faculdade de Odontologia, Universidade de São Paulo, São Paulo, 1990.

BATISTA, A. et al. Análise com auxílio da Microscopia Eletrônica de Varredura da limpeza das paredes do canal radicular (terço apical), frente a algumas soluções irrigadoras. *R.Bras.Odontol.*, Rio de Janeiro, v.54, n.2, p.111-115, 1997.

BERUTTI, E.; MARINI, R.; ANGERETTI, A. Penetration ability of different irrigants into dentinal tubules. *J. Endod.*, Baltimore, v.23, n.12, p.725-727, Dec. 1997.

BRAGUETTO, C.A. et al. Ação da solução de EDTA e da solução de Dakin utilizadas isoladamente, misturadas ou alternadas na limpeza do canal radicular. *R. Odontol. Univ. São Paulo, São Paulo*, v.11, n.1, p.67-70, jan./mar. 1997.

BYSTROM, A.; SUNDQVIST, G. The antibacterial action of sodium hypochlorite and EDTA in 60 cases of endodontic therapy. *Int. Endod. J.*, London, v.18, p.35-40, 1985.

ÇALT, S.; SERPER, A. Smear layer removal by EGTA. *J. Endod.*, Baltimore, v.26, n.8, p.459- 461, 2000.

ÇALT, S.; SERPER, A. Time-dependent effects of EDTA on dentine structures. *J. Endod*, Baltimore, v.28, n.1, p.17-19, jan. 2002.

CARVALHO, A.S. et al. Smear layer removal by auxiliary chemical substances in biomechanical preparation: a scanning electron microscope study. *J.Endod.*, Baltimore, v.34, n.11, p.1396- 1400, Nov. 2008.

DE-DEUS, G. et al. Similar glucose leakage pattern on smear-covered, EDTA-treated and BioPure MTAD-treated dentin. *J.Endod.*, Baltimore, v.34, n.4, p.459-462, Apr. 2008.

DRAKE, D.R. et al. Bacterial retention in canal walls in vitro: effect of smear layer. *J. Endod.*, Baltimore, v.20, n.2, p.78-82, Feb. 1994.

GALVAN, D.A. et al. Effect of smear layer removal on the diffusion permeability of human root. *J. Endod.*, Baltimore, v.20, n.2, p.83-86, Feb. 1994.

GARBEROGLIO, R.; BECCE, C. Smear layer removal by root canal irrigants: a comparative scanning electron microscopic study. *Oral Surg. Oral Med. Oral Pathol.*, St. Louis, v.78, n.3, p.359-367, Sept. 1994.

GENGIZ, 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 microscopic study. *Int. Endod. J.*, London, v.23, p.163-171, 1990.

GETTLEMAN, B.H.; MESSER, H.H.; EIDEEB, M.E. Adhesion of sealer cements to dentin with and without smear layer. *Endodoncia*, Madrid, v.9, n.2, p.83-91, Apr./June 1991.

GOLDMAN, L.B. et al. The efficacy of several irrigating solutions for endodontics. *Oral Surg. Oral Med. Oral Pathol.*, St. Louis, v.52, n.2, p.197-204, 1981.

GOLDMAN, M. et al. The efficacy of several irrigating solutions for endodontics: a scanning electron microscopic study : Part 2. *J. Endod.*, Baltimore, v.8, n.11, p.487-492, Nov. 1982.

GUTIERREZ, J.H. et al. The risk of intentional dissolution of the smear layer after mechanical preparation of root canals. *Oral Surg. Oral Med. Oral Pathol.*, St. Louis, v.70, n.1, p.96-108, July 1990.

KHOURI, E.; BRAMANTE, C. Efeito do modo de aplicação do EDTA na limpeza das paredes dos canais radiculares. *R. Fac. Odontol. Bauru, Bauru*, v.5, n.1/2, p.1-7, jan./jun. 1997.

LOPES, H.P.; SIQUEIRA JR, J.F.; ELIAS, C.N. Substâncias químicas empregadas no preparo dos canais radiculares. In: LOPES, H.P.; SIQUEIRA JR., J.S.F. *Endodontia: biologia e técnica*. Rio de Janeiro: Medsi, 1999. p.259-271.

MADER, C.L.; BAUMGARTNER, J.C.; PETERS, D.D. Scanning electron microscope investigation of the smeared layer on root canal walls. *J. Endod.*, Baltimore, v.10, n.10, Oct. 1984.

MCCOMB, D.; SMITH, D.C. A preliminary scanning electron microscopic study of root canals after endodontic procedures. *J. Endod.*, Baltimore, v.1, n.7, p.238-242, 1975.

MELLO, I., et al. Influence of different volumes of EDTA for final rinse on smear layer removal. *Oral Surg. Oral Med. Oral Pathol. Oral Radiol. Endod.*, St. Louis, v.106, p.40-43, 2008.

NIKIFORUK, G.; SREEBNY, L. Demineralization of hard tissues by organic chelating agents at neutral pH. *J. Dent. Res.*, Alexandria, v.32, n.6, p.859-867, 1953.

NIU, W. et al. A scanning electron microscopic study of dentinal erosion by final irrigation with EDTA and NaOCl solutions. *Int. Endod. J.*, London, v.35, n.11, p.934-939, 2002.

O'CONNEL, M.S. et al. A comparative study of smear layer removal using different salts of EDTA. *J. Endod.*, Baltimore, v.26, n.12, p.739-743, Dec. 2000.

ÖSTBY, N.B. Chelation in root canal therapy: ethylenediamine tetra acetic acid for cleansing and widening of root canals. *Odontol. Tidskr.*, Göteborg, v.65, n.2, p.3-11, 1957.

PAIVA, J.G.; ANTONIAZZI, J.H. *Endodontia: bases para a prática clínica*. 2.ed. São Paulo: Artes Médicas, 1988.

PATTERSON, S.S. In vivo and in vitro studies of the effect of the disodium salt of ethylenediamine tetra-acetate on human dentine and its endodontic implications. *Oral Surg. Oral Med. Oral Pathol.*, St. Louis, v.16, p.83-103, 1963.

PUTZER, P.; HOY, L.; GÜNAY, H. Highly concentrated EDTA gel improves cleaning efficiency of root canal preparation in vitro. *Clin. Oral Investig.*, Berlin, v.12, p.319-324, Mar. 2008.

ROME, W.J.; DORAN, J.E; WALKER, W.A. The effectiveness of Gly-Oxide and sodium hypochlorite in preventing smear layer formation. *J. Endod.*, Baltimore, v.11, n.7, p.281-288, July 1985.

SAHLI, C.C. Preparación de los conductos radiculares. In: SAHLI, C.C; AGUADÉ, E.B. *Endodontia: técnicas clínicas e bases científicas*. Barcelona: Masson, 2001. p174-176.

SAUNDERS, E.M.; SAUNDERS, W.P. Preparación del sistema del conducto radicular. In: FORD, P. *Endodoncia en la práctica clínica*. 4.ed. Mexico: McGraw-Hill Interamericana, 1999. p.81-103.

SEN, B.H.; WESSELINK, P.R.; TÜRKÜN, M. The smear layer: a phenomenon in root canal therapy. *Int. Endod. J.*, London, v.28, p.141-148, 1995.

SERPER, A. et al. Comparison of the cytotoxic effects and smear layer removing capacity of oxidative potential water, NaOCl e EDTA. *J. Oral Sci.*, Tokyo, v.43, n.4, p.233-238, Oct. 2001.

- SERPER, A; ÇALT, S. The demineralizing effects of EDTA at different concentrations and pH. *J. Endod.*, v.28, n.7, jul. 2002.
- SILVA, L.A.B. et al. Scanning electron microscopic preliminary study of the efficacy of smearclear and EDTA for smear layer removal after root canal instrumentation in permanent teeth. *J. Endod.*, Baltimore, v.34, n.12, p.1541-1544, Dec. 2008.
- SIQUEIRA JR., J.F. Tratamento das infecções endodônticas. Rio de Janeiro: Medsi, 1997.
- SIVIERI-ARAÚJO, G. et al. pH changes after manual or ultrasonic instrumentation and smear layer removal with EDTA or ultrasonic. *Dent. Traumatol.*, Copenhagen, v.24, p.542-545, 2008.
- STATACORP. Stata Statistical Software. College Station, Texas, 2001.
- TORABINEJAD, M. et al. A new solution for the removal of the smear layer. *J. Endod.*, Baltimore, v.29, n.3, p.170-175, Mar. 2003.
- VALE, M.S. et al. Estudo comparativo do grau de limpeza de canais radiculares com duas formulações de EDTA. 2003. Disponível em: [www.apcd.org.br/Biblioteca/Revista/2003/mar\\_abr/118.asp](http://www.apcd.org.br/Biblioteca/Revista/2003/mar_abr/118.asp) - 26k. Acesso em: 5 nov. 2008.
- WHITE, R.R.; GOLDMAN, M.; LIN, P.S. The influence of the smeared layer upon dentinal tubule penetration by plastic filling materials. *J. Endod.*, Baltimore, v.10, n.12, p.558-562, Dec. 1984.
- WHITE, R.R.; GOLDMAN, M.; LIN, P.S.. The influence of the smeared layer upon dentinal tubule penetration by endodontic filling materials: Part II. *J. Endod.*, Baltimore, v.13, n.8, p.369-374, Aug. 1987.
- YAMADA, R.S. et al. A scanning electron microscopic comparison of high volume final flush with several irrigating solutions: Part 3. *J. Endod.*, Baltimore, v.9, n.4, p.137-142, Apr. 1983.