

Avaliação da efetividade do vinagre de maçã e de seus constituintes na remoção da camada de *smear* e de íons cálcio após irrigação final do canal radicular

Alison Luís Kirchhoff

Orientador: **Prof. Dr. Antônio M. da Cruz Filho**



Alison Luís Kirchhoff

**Avaliação da efetividade do vinagre de maçã e de seus
constituintes na remoção da camada de *smear* e de íons cálcio
após irrigação final do canal radicular**

Dissertação apresentada ao Programa de Pós-Graduação
em Odontologia da Universidade de Ribeirão Preto como
parte dos requisitos para obtenção do título de Mestre em
Odontologia, área de concentração Endodontia

Orientador: Prof. Dr. Antônio M. da Cruz Filho

Ribeirão Preto

2009

Ficha catalográfica preparada pelo Centro de Processamento
Técnico da Biblioteca Central da UNAERP

- Universidade de Ribeirão Preto –

K666a Kirchoff, Alison Luís, 1982 -
Avaliação da efetividade do vinagre de maçã e de seus
constituintes na remoção da camada de *smear* e de íons cálcio
após a irrigação final do canal radicular/
Alison Luís Kirchoff. - - Ribeirão Preto, 2009.
131 f.: il. Color + anexo.

Orientador: Prof. Dr. Antônio Miranda da Cruz Filho.

Dissertação (mestrado) - Universidade de Ribeirão
Preto, UNAERP, Odontologia, área de concentração:
Endodontia. Ribeirão Preto, 2009.

1. Odontologia. 2. Endodontia. 3. Canais radiculares.
4. Quelantes - Odontologia. I. Título.

CDD: 617.6342



Este trabalho foi realizado no Laboratório de Pesquisas em Odontologia da Universidade de Ribeirão Preto-UNAERP, com apoio financeiro do Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico – CNPq (processo nº 132786/2008-7).

"Bom mesmo é ir à luta com determinação, abraçar a vida com paixão, perder com classe e vencer com ousadia, pois o mundo pertence a quem se atreve e a vida é MUITO para ser insignificante".
(Charles Chaplin)



Dedicatórias

A **Deus** que está sempre comigo, ajudou-me a conquistar mais esta etapa, consolou-me nas horas tristes e difíceis. Pai, sem Sua luz, o caminho seria muito mais difícil.

Aos meus amados pais **João Jassi Kirchhoff e Laini Schütz Kirchhoff**, dedico toda essa dissertação, já que tudo o que sou e conquistei, devo a vocês.

Aos meus queridos irmãos **Mártin Alex Kirchhoff, Wagner Ílan Kirchhoff e Humberto Matias Kirchhoff**, e ao meu sobrinho **Lucas Augusto Kirchhoff** por se portarem como verdadeiros amigos se fazendo presente nas horas difíceis e sendo exemplos a seguir.

À minha avó **Erna Lamb Schütz (in memorian)** pelos momentos maravilhosos de convivência e aprendizado. Sempre foi um exemplo a ser seguido.

Aos meus padrinhos **João Clori Kirchhoff e Marlene Stempkoski Kirchhoff**, pelo apoio, companheirismo, carinho e amizade de sempre. Sem a bondade de vocês este sonho não se realizaria.



Agradecimentos

Ao meu orientador ***Prof. Dr. Antônio Miranda da Cruz Filho***, que me ajudou na realização desta dissertação. Obrigado pela confiança, compreensão, disponibilidade e orientação. Lembro-me, que desde o começo, sempre me indicou o caminho a ser seguido. Devo muito a você. Obrigado.

À **Universidade de Ribeirão Preto**, na pessoa do seu Magnífico Chanceler **Prof. Dr. Eletro Bonini** e sua Magnífica Reitora **Profa. Dra. Elmara Lúcia de Oliveira Bonini Corauci**, por possibilitar a realização deste trabalho.

À coordenadora do Programa de Pós-graduação em Odontologia da Universidade de Ribeirão Preto **Prof.^a Dr.^a Yara T. C. Silva Sousa**, que esteve presente em todos os momentos. Agradeço pelas oportunidades, pela paciência e pelos ensinamentos.

Ao **Prof. Dr. Carlos Eduardo S. Miranda**, pela amizade, brilhante orientação e imensa disposição em me ajudar, abrindo as portas de seu laboratório, para que eu pudesse aprender, um pouco, sobre a espectrometria de absorção atômica.

Ao **Prof. Dr. Manoel D. Sousa Neto**, grande exemplo de coragem e perseverança. Obrigado por todas as oportunidades, pelas grandes idéias e incentivo. Seu exemplo de luta e determinação foi muito importante para que eu pudesse enxergar que com trabalho duro, todas as metas podem ser alcançadas, basta querer.

Aos Professores do Curso de Pós-Graduação em Odontologia, sub-área Endodontia: **Prof. Dr. Antônio Miranda da Cruz Filho, Prof. Celso Bernardo de Souza Filho, Prof. Dr. Danyel Elias da Cruz Perez, Prof. Dr. Edson Alfredo, Prof.^a Dr.^a Lisete Diniz Casagrande, Prof. Dr. Manoel D. Sousa Neto, Prof. Manoel H. Gabarra; Prof.^a Dr.^a Melissa Andreia Marchesan,**

Prof^a. Dr^a. Neide Aparecida de Souza Lehfeld, Prof. Dr. Ricardo Gariba Silva, Prof. Dr. Luiz Pascoal Vansan, Prof^a. Dr^a. Yara T. C. Silva Sousa, sou grato pelo aprendizado e pela disposição em auxiliar.

Ao **Prof. Dr. Edson Alfredo**, pelas palavras de incentivo e por seu exemplo de perseverança e amizade.

À **Prof^a. Dr^a. Melissa Andreia Marchesan**, pelo exemplo de dedicação e pelo auxílio prestado nas horas de dificuldade.

Ao **Prof. Celso Bernardo de Souza Filho**, pela paciência e grande auxílio na parte estatística deste trabalho.

À **Prof^a Dr^a. Cristina F. P. R. Paschoalato** pela colaboração e disponibilidade.

Ao **Prof. José Estevam Vieira Ozorio**, pela colaboração e presteza nos momentos necessários.

À **Prof^a. Aline Evangelista Souza Gabriel**, pela importante ajuda concedida e pelos ensinamentos.

Aos colegas e amigos do curso de Mestrado: **Adriana C. Lima, Caroline Zamin, César A. P. Oliveira, Ernando Assunção Ferreira, Felipe Barros Matoso, Jorge A. da Costa, Livia M. Rodrigues, Lisandro Gonçalves, Marcelo F. Munhoz, Raqueli Viapiana e Roseli Ap. Azevedo**, muito obrigado

pela convivência agradável, pelas experiências trocadas e principalmente pela amizade.

À colega **Caroline Zamin** que sempre esteve presente com seu jeito doce e meigo auxiliando e demonstrando sua preocupação. Obrigado por tudo.

Ao colega **Felipe Barros Matoso** por demonstrar que a amizade pode ser cultivada mesmo à distância e por sempre estar disposto a auxiliar.

À colega **Raqueli Viapiana** que com carinho, humildade e disposição participou de todas as fases deste processo demonstrando o valor de uma amizade verdadeira.

Aos amigos **Prof. Alessandro Rogério Giovani, Prof. Fuad Jacob Abi Rached Junior e Zigomar H. F. N. Horiuchi** por estarem sempre dispostos a auxiliar e empenhados e encarar os desafios para que este trabalho fosse realizado.

Às secretárias do curso de Odontologia **Marina Janólio Ferreira e Valéria Rodrigues da Silva** e da Divisão de Pós-Graduação **Cecília Maria Zanferdine e Joana Néia Vieira** pela disponibilidade e gentilezas prestadas durante o curso.

À **Aline Villerá Silveira**, funcionária do Laboratório de Biofarmacotoxicologia da UNAERP que com atenção, paciência e carinho, sempre esteve disposta a ajudar.

Aos **funcionários da Clínica Odontológica** da UNAERP, pelo respeito e disposição de sempre ajudar.

Ao **Prof. Dr. Everdan Carneiro** pelos ensinamentos da endodontia, amizade e disponibilidade sempre que necessário.

Ao **Prof. Dr. Alessandro Dourado Loguércio**, pelos ensinamentos da pesquisa científica, pela amizade e companheirismo.

Ao **Prof. Rodrigo Gonçalves Ribeiro**, amigo fiel, companheiro de alegrias e tristezas. A você amigo, meus sinceros agradecimentos pelo incentivo em ingressar no meio científico. Obrigado pelos ensinamentos de endodontia.

Aos meus primos **Rafael Kirchhoff e João Emanuel Kirchhoff**, grandes companheiros de vida, amigos fiéis, agradeço muito a vocês.

Ao amigo e colega **Ugo Eduardo Dziecinny**, pelos exemplos de luta e esforço. Obrigado por me mostrar que com dedicação e honestidade, todos os objetivos podem ser alcançados.

À amiga e colega **Adriana Camargo Dziecinny** meus sinceros agradecimentos. Obrigado pelas oportunidades e pela compreensão de sempre. Sem sua ajuda, minha jornada seria muito mais difícil.

Aos amigos e colegas da OdontoAção, **Franz Ikeda Shimoya Junior, Ariane Comachio Klein, Kiandra Leal Bevilaqua, Ariane Miraya de Souza e Thays Barreto** que mostraram que amizade, responsabilidade, organização e

respeito são essenciais para o sucesso de qualquer pessoa. Obrigado pelo carinho e apoio.

A toda equipe de funcionários da OdontoAção pela confiança, disponibilidade, idéias e vontade de sempre ajudar. Muito obrigado!

Aos amigos queridos que em todos os momentos estiveram do meu lado e puderam entender minha ausência. **Fabiana Rossi, Silmara Lunardi Kirchhoff, Adilsio Kaiper, Cleides Martelo Kaiper, Júlia Kaiper, Isadora Kaiper, Roberto Fávero, Dilse Fávero, Bruna Fávero, Bruna Martins, Giorgia Bonaldo, Carlos Russiano, Carlos Eduardo Rodrigues, Daniel Soltoski, Anderson Mondadori, Mariane Balestrin, Cionara DallAgnol, Larissa Mazzola, Anderson Perazzoli, Marcos Rodrigo Alves, Andréa de Mello, Roberta Stroher, Caroline Israel, Jaile Torri, Marta Rui, Ana Minatto, Adílio Matias, Felipe Laskoski, Sheila Mello, Silvia Kaiser, Cássius Morsoletto, Maicon Vieiro, Maurício Vieiro, Laís Zanchetta, Augusto Felizzari, Alisson Fantin, Ângela Fantin, Marcelo Muniz, Fernanda Muniz, Marcelo Taglieti...** Com vocês aprendi que a vida pode ser muito feliz, basta ter amigos.

Ao colega e amigo **Karlos Giovanni Grando**, que sempre esteve presente e provou que a amizade pode permanecer mesmo distante. Obrigado por tudo.

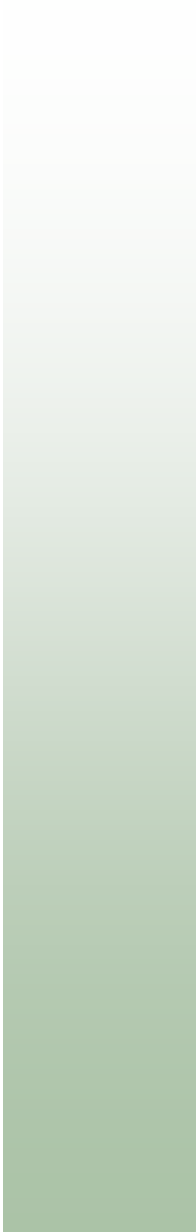
Aos colegas e amigos **Rossana Bittencourt, Aline Segalin, Janice Mengarda, Sérgio M. B. S. Carneiro** pela colaboração na realização deste trabalho.

Ao Conselho **Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico (CNPq)**, pelo apoio financeiro concedido por meio da bolsa do Mestrado (Processo 132786/2008-7).



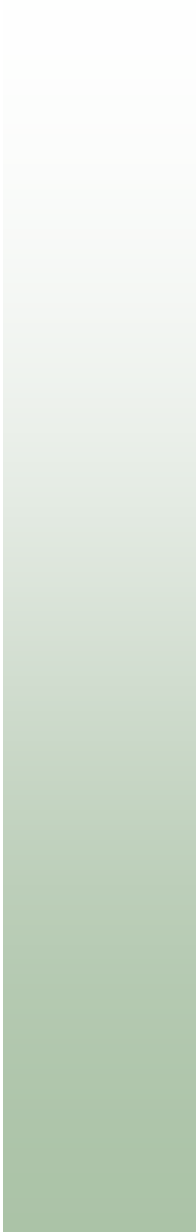
Resumo

O presente estudo avaliou a remoção da camada de *smear* por meio da MEV e quantificou a liberação de íons cálcio resultante da irrigação com diferentes soluções por meio da espectrometria de absorção atômica. Cinquenta caninos foram instrumentados com o sistema rotatório K3 até # 40 e irrigados a cada troca de instrumento com água destilada e deionizada. As raízes foram distribuídas em 5 grupos, de acordo com a irrigação final, durante a qual 5 mL de solução permaneceram em contato com o canal por 5 min.: GI água destilada e deionizada (controle); GII vinagre de maçã; GIII ácido málico 5%; GIV ácido acético 5%; GV EDTA 17%. As soluções foram coletadas após a irrigação final e foram analisadas por espectrometria de absorção atômica, a fim de quantificar a concentração de íons cálcio liberados. As raízes foram seccionadas longitudinalmente e examinadas por MEV, para análise da remoção da camada de *smear* nos terços cervical, médio e apical, por meio de escores (variando de 1 a 4). Com relação à camada de *smear*, o teste de Kruskal-Wallis evidenciou diferença estatística significativa ($p < 0,001$) entre o EDTA 17% (média=3,7) e as demais soluções. Já o vinagre de maçã (média=2,7), ácido málico 5% (média=2,5), ácido acético 5% (média=2,4) foram semelhantes estatisticamente entre si e diferentes da água destilada e deionizada (média=1,0). Não houve diferença estatística entre os terços estudados. A solução de EDTA 17% (152,20 $\mu\text{g/mL Ca}$) apresentou maiores concentrações de íons cálcio que as demais soluções ($p < 0,001$). O ácido málico 5% (61,70 $\mu\text{g/mL Ca}$) apresentou valores estatisticamente diferentes do vinagre de maçã (0,84 $\mu\text{g/mL Ca}$) e do ácido acético 5% (22,54 $\mu\text{g/mL Ca}$), que por sua vez foram estatisticamente semelhantes entre si. Pode-se concluir que o vinagre de maçã, ácido málico 5% e ácido acético 5% possibilitaram menor remoção da camada de *smear* e promoveram menor liberação de íons cálcio que o EDTA 17%.



Summary

The present study evaluated the removal of smear layer using SEM and quantified the calcium ion release in the resulting irrigating solution using atomic absorption spectrometry. Fifty canines were prepared with the K3 rotary instruments up to a #40 file and irrigated between files with distilled and deionized water. The roots were distributed in 5 groups, according to final irrigation, and 5 mL of each solution remained in contact with the canal for 5 minutes: GI distilled and deionized water (control); GII apple vinegar; GIII 5% malic acid; GIV 5% acetic acid; GV 17% EDTA. The solutions were collected after final irrigation and analyzed with atomic absorption spectrometry, to quantify the concentration of calcium ions released. The roots were sectioned longitudinally and examined using SEM to analyze the removal of smear layer at the cervical, middle and apical thirds with scores (varying from 1 to 4). When considering the smear layer, the Kruskal-Wallis test showed a statistically significant difference ($p < 0.001$) between 17% EDTA (mean=3.7) and the other solutions. Apple vinegar (mean=2.7), 5% malic acid (mean=2.5), 5% acetic acid (mean= 2.4) were statistically similar among themselves and different from distilled and deionized water (mean=1.0). There was no statistical difference between the studied thirds. Seventeen percent EDTA (152.20 $\mu\text{g/mL Ca}$) presented higher calcium ion concentrations than the other solutions ($p < 0.001$). Five percent malic acid (61.70 $\mu\text{g/mL Ca}$) presented statistically different values from apple vinegar (0.84 $\mu\text{g/mL Ca}$) and 5% acetic acid (22.54 $\mu\text{g/mL Ca}$), which were statistically similar among themselves. It can be concluded that apple vinegar, 5% malic acid and 5% acetic acid lead to less smear layer removal and lower concentrations of calcium ions than 17% EDTA.



Sumário

Resumo

Summary

Introdução..... 01

Revista da Literatura..... 07

Proposição..... 56

Material e Métodos..... 58

Resultados..... 69

Discussão..... 88

Conclusões..... 96

Referências Bibliográficas.....98

Anexo



Introdução

A chave para o sucesso da terapia endodôntica está na realização de todas as fases do processo de forma ordenada, criteriosa e asséptica, salientando-se que os principais objetivos são promover a limpeza e a desinfecção, por meio do preparo biomecânico, e posterior selamento de todo o sistema de canais radiculares (FERRAZ et al., 2007).

O preparo biomecânico tem como objetivo promover a limpeza, desinfecção e escultura dos canais radiculares, empregando instrumentos endodônticos e soluções químicas auxiliares por meio da irrigação/aspiração (BARBIZAM et al., 2002, BARATTO-FILHO et al., 2004), sendo que, a utilização da solução irrigante é essencial para o sucesso do tratamento endodôntico (HÜLSMANN et al., 2003; ESTRELA et al., 2007).

A ação mecânica dos instrumentos endodônticos associada às propriedades físico-químicas das soluções irrigantes e dos medicamentos, proporciona a limpeza do sistema de canais radiculares eliminando os agentes agressores e irritantes como os microrganismos e seus produtos, e os restos de tecido pulpar, promovendo um ambiente favorável ao reparo dos tecidos periapicais (HÜLSMANN et al., 2003; HAAPASALO et al., 2005).

Entretanto, as variações da anatomia interna dos canais radiculares podem interferir no sucesso da limpeza, uma vez que as irregularidades do sistema de canais radiculares dificultam a execução das técnicas de instrumentação, favorecendo a persistência de remanescentes teciduais em istmos, reentrâncias e

ramificações (BARBIZAM et al., 2002; FARINIUK et al., 2003; KHADEMI et al., 2006).

A deposição de restos de tecido dentinário provenientes do preparo biomecânico contribui para a formação de uma estrutura amorfa, aderida às paredes do canal radicular, denominada camada de *smear*. Quando esse material é depositado no interior dos canalículos, recebe a denominação de *smear plug* (ARRUDA et al., 2003). Os resíduos remanescentes na luz dos canais radiculares após o preparo biomecânico, ou em áreas em que não houve a atuação das soluções químicas e instrumentos endodônticos, são denominados *debris* (McCOMB e SMITH, 1975; BARBIZAM et al., 2002; BARATTO-FILHO et al., 2004).

A camada de *smear* é composta por uma massa constituída de material inorgânico (raspas de dentina contendo hidroxiapatita) e material orgânico (células da polpa viva ou necrótica, remanescentes de processos odontoblásticos, proteínas coaguladas, células sanguíneas, fibras nervosas, vasos sanguíneos, colágeno, líquido tissular, saliva, bactérias e seus produtos). Essa camada é formada independentemente do tipo de instrumento ou técnica de instrumentação empregada durante o preparo biomecânico (McCOMB et al., 1976; TORABINEJAD, 2002; KOKKAS et al., 2004) e é depositada na parede do canal radicular com aproximadamente 1 a 2 μm de espessura (MADER et al., 1984).

Inúmeras substâncias químicas auxiliares do preparo biomecânico vêm sendo preconizadas com o propósito de, associadas à instrumentação, viabilizar a

remoção de *debris* e da camada de *smear* dos canais radiculares (SPANÓ et al., 2001; BARATTO-FILHO et al., 2004; PÉREZ-HEREDIA, et al., 2008). As mais comumente empregadas são o hipoclorito de sódio em diferentes concentrações (SPANÓ et al., 2001), o ácido etilenodiaminotetracético sal dissódico ou EDTA (HÜLSMANN et al., 2003), associados ou não (TEIXEIRA et al., 2005).

O EDTA (ácido etilenodiamino tetra-acético) é um ácido orgânico fraco que tem ação quelante, com concomitante desnaturação protéica (SOUSA-NETO et al., 2002; HÜLSMANN et al., 2003), redução da microdureza (CRUZ FILHO et al. 2001; DE DEUS et al., 2006) e aumento da permeabilidade dentinária, facilitando a ação da medicação intracanal (GOLDBERG et al., 1977; HOTTEL et al. 1999; TORABINEJAD et al., 2002); favorece a união entre a dentina e os cimentos endodônticos (SHAHRAVAN et al., 2007); remove a camada de *smear* (RAM, 1980; ÇALT; SERPER, 2002; O'CONNELL et al., 2000; HÜLSMANN et al., 2003; YAMASHITA et al., 2003; SCELZA et al., 2004; KOKKAS et al., 2004; TEIXEIRA et al., 2005; PEREZ; ROUQUEYROL-POURCEL, 2005; CRUMPTON et al., 2005; ARI; ERDEMIR, 2005; PÉREZ-HEREDIA et al., 2006; MARQUES et al., 2006; BUZOGLU et al., 2007), além de apresentar biocompatibilidade (SOUSA et al., 2005).

Para que os agentes quelantes possam desempenhar suas funções com eficiência, alguns fatores devem ser observados, tais como: o tempo de aplicação, a quantidade de solução disponível, o pH e a concentração da solução (ÇALT; SERPER, 2002; HÜLSMANN et al., 2003; MARQUES et al., 2006).

De acordo com DE DEUS (2006), quelação é um processo físico-químico caracterizado pela captação de íons positivos multivalentes por substâncias químicas específicas. No caso da dentina do canal radicular, os agentes reagem com os íons cálcio dos cristais de hidroxiapatita.

Recentemente, o vinagre de maçã tem sido enfoque de alguns estudos em que foi comprovada sua ação antimicrobiana e de redução da microdureza radicular (ESTRELA et al., 2005), além da remoção da camada de *smear* das paredes dentinárias do canal radicular (ZANDIM et al., 2004; ESTRELA et al., 2007; BARROS et al., 2008; SPANÓ et al., 2009). No entanto, não está evidente qual ou quais os ativos presentes nessa solução que atuam na dentina radicular promovendo a ação quelante, o que pode permitir aviar um produto com maior eficiência.

A maçã, matéria-prima para produção do vinagre de maçã, é fonte de minerais, fibras, monossacarídeos e vários compostos biologicamente ativos como a vitamina C e compostos fenólicos. O ácido málico representa 92% da porção ácida dessa fruta, seguido pelos ácidos cítrico e succínico (WU et al., 2006). Destes componentes, apenas o ácido cítrico, tem sido pesquisado quanto a sua capacidade de remoção da camada de *smear* (TAKEDA et al., 1999; TORABINEJAD et al., 2003; SCELZA et al., 2004; PÉREZ-HEREDIA et al., 2006; DE DEUS et al., 2008; KHEDMAT; SHOKOUHINEJAD, 2008; PÉREZ-HEREDIA et al., 2008).

O vinagre de maçã, por sua vez, é constituído pelo ácido acético encontrado em maiores concentrações (5,0%) seguido pelo ácido málico (0,35%), láctico, fórmico e cítrico. Além dos componentes ácidos do vinagre de maçã, apresenta pequenas quantidades de álcool que é resultado do processo de fermentação e possui a propriedade de reduzir a tensão superficial da solução (CALIGIANI et al., 2007).

Dessa forma, torna-se importante conhecer o efeito do ácido acético e málico, constituintes do vinagre de maçã, na capacidade de remoção da camada de *smear* resultante do preparo biomecânico.



Revista da Literatura

CALLAHAN, em 1894, foi o primeiro autor a preconizar o uso de uma substância ácida na Endodontia. O autor sugeriu o uso do ácido sulfúrico na concentração de 40 a 50% com a finalidade de promover efeito antibacteriano, dissolver tecido sadio e necrosado, reduzir a microdureza dentinária, além de possuir ação autolimitante. Segundo esse autor, o ácido sulfúrico deveria ser neutralizado com uma solução saturada de bicarbonato de sódio, cuja reação libera o gás de ácido carbônico em quantidade suficiente para remover *debris* do interior dos canais radiculares, devendo, porém, ser manipulado de forma cuidadosa, uma vez que produzia efeitos deletérios aos tecidos humanos e corrosão aos instrumentos endodônticos.

NIKIFORUK; SREEBNEY (1953) estudaram as propriedades de um sal de ácido orgânico fraco - ácido etilenodiaminotetracético dissódico (EDTA) - e sua propriedade desmineralizante de tecido duro. O poder de desmineralização era determinado por meio da aplicação do EDTA sobre fêmures, tíbias e mandíbulas de ratos. Os autores observaram que a ação do EDTA ocorria pela reação de quelação com o cálcio. Os autores concluíram que esse sal de ácido orgânico tinha ampla capacidade desmineralizante, estabelecendo-se, inclusive, novas bases para a aplicação dessa substância na instrumentação dos canais radiculares.

Em 1957, ØSTBY propôs o ácido etilenodiaminotetracético sal dissódico (EDTA) para instrumentação dos canais radiculares, por possuir ação quelante e permitir ser utilizado como solução auxiliar para a instrumentação do canal

radicular. O EDTA em pH 7,3 é biologicamente compatível com os tecidos pulpare e periapicais. Por essa razão, foi preconizado o seu emprego em substituição aos ácidos inorgânicos até então utilizados. O autor sugeriu o uso de uma solução de EDTA a 15% com pH 7,3. Esse pH foi obtido pela adição de hidróxido de sódio 5N.

HILL (1959) adicionou o Cetavlon (Cetil-trimetil brometo de amônia), um tensoativo catiônico derivado de amônia quaternária à solução de EDTA. O autor verificou que essa associação dava capacidade bacteriostática ao EDTA e que esse novo produto quelava minerais da dentina radicular após o tempo de 3 a 5 minutos de aplicação.

A tensão superficial é um dos mais importantes fatores que determinam o poder de uma substância de penetrar e se espalhar sobre uma superfície, segundo NAUMOVICH (1963). Esse autor estudou a tensão superficial e o pH de vinte e duas soluções utilizadas na terapêutica endodôntica. O EDTA apresentou pH 7,28 e tensão superficial 54,0 dinas/cm; para a solução de EDTAC (ácido etilenodiamino tetra-acético + cetavlon), o pH foi de 7,4 e a tensão superficial de 39,7 dinas/cm. O autor sugeriu que as soluções que apresentaram pH muito baixo ou muito alto deveriam ser neutralizadas após o uso.

VON DER FEHR; ØSTBY (1963) recomendaram o uso de uma associação do EDTA com o Cetavlon. Essa associação diminuía a tensão superficial da solução, aumentando o seu poder de umectação, facilitando a sua ação no interior dos canais radiculares e, também, favorecia maior segurança no ato operatório, ao ser

introduzida no canal radicular. Essa nova solução ficou conhecida como EDTAC podendo ser utilizada em substituição ao ácido sulfúrico 50%.

SEIDBERG; SCHILDER (1974) analisaram a ação da solução de EDTA na dentina radicular. Observaram que utilizando grande volume desse irrigante, conseguiam obter a quelação de 73% dos componentes inorgânicos de dentina triturada. Ressaltaram ser essa solução autolimitante, ou seja, um determinado volume da solução de EDTA quela uma certa quantidade de íons cálcio da dentina, não apresentando, portanto, ação contínua.

BAKER et al. (1975) avaliaram, por meio de microscopia eletrônica de varredura (MEV), a capacidade de remoção de *debris* do canal radicular das seguintes soluções irrigadoras: soro fisiológico, peróxido de hidrogênio 3%, hipoclorito de sódio 1%, peróxido de hidrogênio 3% associado ao hipoclorito de sódio 1%; Gly-Oxide, Gly-Oxide associado ao hipoclorito de sódio 1%; RC-Prep, RC-Prep associado ao hipoclorito de sódio 1%; EDTA 15% e EDTA 15% associado ao hipoclorito de sódio 1%. Fotomicrografias foram obtidas para avaliação dos terços apical, médio e cervical dos dentes instrumentados. Os resultados mostraram que não houve diferença estatística significativa em relação à efetividade das soluções testadas na remoção de *debris* do interior dos canais radiculares. Observaram que os agentes quelantes alteraram a morfologia dos túbulos dentinários, restos pulpares remanescentes e partículas de *debris*, além de promoverem a abertura dos túbulos dentinários. Salientaram que a remoção de

debris está mais relacionada à quantidade do que ao tipo de solução irrigante utilizada.

O efeito de diversas soluções irrigantes utilizadas na endodontia foram observadas em MEV por um estudo pioneiro de McCOMB e SMITH (1975). Para tal, dentes unirradiculares humanos foram instrumentados utilizando como solução irrigadora água destilada, hipoclorito de sódio 1% e 6%, hipoclorito de sódio 6% alternado com peróxido de hidrogênio 3%, EDTAC a 17%, RC-Prep e ácido poliacrílico 20%. Neste estudo, observou-se pela primeira vez, a formação de uma camada de *smear* aderida às paredes dos canais radiculares resultante do preparo biomecânico. Os autores concluíram que o EDTAC foi capaz de remover a camada de *smear* do canal radicular, tornando as paredes dentinárias apropriadas para receberem o material obturador.

McCOMB et al. (1976) realizaram um estudo em dentes instrumentados *in vivo* e depois extraídos, por doença periodontal, que, posteriormente, foram comparados às condições da instrumentação *in vitro*, por meio de MEV sobre a capacidade de limpeza do canal radicular durante o preparo biomecânico. Os pesquisadores analisaram as seguintes soluções: hipoclorito de sódio a 1% e 2,5%; água destilada; ácido poliacrílico a 5% e 10% e EDTA a 6% contendo Cetrimide. Após o tratamento endodôntico, os dentes foram extraídos e examinados por meio da MEV. Os resultados mostraram-se semelhantes àqueles obtidos pelo estudo *in vitro*. A técnica de instrumentação produziu canais

radiculares cobertos por camada de *smear*, fato que ficou mais evidente no grupo analisado *in vivo*. O uso do EDTA promoveu paredes dentinárias mais limpas, nos terços cervical e médio do canal radicular.

GOLDBERG et al. (1977) analisaram, por meio de MEV, o efeito da solução de EDTAC nas paredes do canal radicular. Após a instrumentação de seis incisivos centrais superiores, com solução salina, os dentes foram longitudinalmente divididos, obtendo-se, dessa forma, 12 secções. Uma secção de cada dente era tratada com a solução de EDTAC durante 15 minutos e a outra secção era utilizada como grupo controle. Os autores concluíram que a solução de EDTAC promove uma superfície dentinária de textura lisa, com canalículos dentinários abertos e ausência de camada de *smear*.

RAM (1980) pesquisou a efetividade das soluções de EDTA a 15%, RC-Prep e Salvizol, na limpeza do canal radicular. O autor afirmou que todas as soluções testadas foram efetivas na porção média e cervical do canal; já o terço apical, apresentava restos de fibras colágenas e camada de *smear*. Concluiu que as técnicas de instrumentação eram ineficientes na promoção de um canal radicular isento de sujeira, necessitando a utilização de uma substância quelante.

MADER et al. (1984) investigaram por meio de MEV, as características morfológicas da camada de *smear* nas paredes dos canais radiculares instrumentados com lima tipo K e irrigados com solução de hipoclorito de sódio a

5,25%. Eles observaram que a camada de *smear* estava localizada sobre a parede da dentina e, ainda, impactada no interior dos canalículos dentinários.

BAUMGARTNER; MADER (1987) verificaram, por meio de MEV, a capacidade de quatro soluções irrigantes em promover a limpeza de canais radiculares. Eles constataram que a camada de *smear* estava presente na superfície das paredes de canais radiculares irrigados com solução salina e com hipoclorito de sódio. O EDTA apresentou-se eficaz na remoção da camada de *smear* e na exposição dos canalículos dentinários. O hipoclorito de sódio removeu polpa remanescente e pré-dentina da superfície das paredes de canais radiculares não instrumentados. Já a solução de EDTA e a salina não obtiveram o mesmo êxito. Os autores concluíram que a combinação de hipoclorito de sódio e EDTA usados alternadamente removia completamente a camada de *smear* durante a instrumentação, assim como o tecido pulpar e a camada de pré-dentina de canais radiculares não instrumentados.

Com o auxílio da MEV, CENGIZ et al. (1990) investigaram a capacidade de remoção da camada de *smear* do canal radicular com o emprego da solução salina, EDTA a 15% e EDTA a 15% seguido de solução de hipoclorito de sódio a 5,25%. Os autores utilizaram 20 mililitros de cada solução irrigante; já para o grupo do EDTA seguido de hipoclorito de sódio, utilizaram 10 mililitros de cada solução com o objetivo de manter o volume padrão pré-determinado. Essa investigação possibilitou as seguintes conclusões: a camada de *smear* formou-se

durante a instrumentação dos canais radiculares e a irrigação com a solução de EDTA seguida de hipoclorito de sódio, possibilitou a obtenção de canais radiculares com menor quantidade de camada de *smear*.

GAMBARINI (1999) investigou a eficiência da combinação do EDTA e hipoclorito de sódio nas paredes dos canais radiculares, durante o preparo biomecânico, com o emprego de instrumentos rotatórios de Ni-Ti (Profile). Trinta canais foram separados em três grupos, instrumentados e irrigados como segue: 1- hipoclorito de sódio a 5% e ao final irrigação com EDTA a 17%; 2- EDTA a 17% e após 15 segundos, irrigação com Triton X-100 a 1% (agente tensoativo) seguido de hipoclorito de sódio a 5%; 3- mesmo tratamento do grupo anterior seguido da seqüência de irrigação por mais três vezes. Posteriormente, os dentes foram submetidos a análise por meio de MEV. Os espécimes do grupo 3 exibiram canais radiculares com menor índice de camada de *smear*. O agente tensoativo favoreceu a remoção da camada de *smear* do interior do canal radicular, concluíram os autores.

HOTTEL et al. (1999) compararam o efeito da solução de EDTA com os agentes quelantes Succimer e Trientine HCl. Foram utilizados 30 dentes uniradiculares divididos em três grupos distintos. O exame por meio da MEV mostrou que a solução de EDTA e Trientine HCl promovem erosão nos canalículos dentinários. A solução Succimer produziu áreas mais extensas de erosões nos túbulos dentinários, quando comparada ao EDTA e ao Trientine HCl.

TAKEDA et al. (1999) realizaram um estudo comparativo da remoção da camada de *smear* promovida pelas soluções de EDTA 17%, ácido fosfórico 6%, ácido cítrico 6% comparadas ao *laser* de dióxido de carbono (CO₂) de Er:YAG. Os resultados, observados por meio de MEV, mostraram que as soluções testadas não foram capazes de remover a camada de *smear* do interior do sistema de canais radiculares avaliados. O *laser* de CO₂ removeu a camada de *smear* dos canais radiculares dos dentes instrumentados de forma satisfatória, o *laser* de Er: YAG apresentou maior efetividade na remoção da camada de *smear* das paredes dos canais.

ÇALT; SERPER (2000) compararam os efeitos das soluções de EGTA 17% e EDTA 17% em relação à remoção da camada de *smear* dos canais radiculares. Os canais foram instrumentados e irrigados com 10 mL da solução de EDTA 17% por 2 minutos e com a solução de EGTA (ácido etilenoglicol tetra-acético) 17%, pelo mesmo período de tempo. Os dois grupos receberam irrigação final com 10 mL de hipoclorito de sódio 5%. Os espécimes foram seccionados e avaliados por meio da MEV, os resultados evidenciaram remoção completa da camada de *smear* pela solução de EDTA 17%, porém, esta solução causava erosão dos túbulos dentinários. A solução de EGTA 17% removeu a camada de *smear* de forma semelhante à solução de EDTA 17%, sem causar erosão dos canalículos dentinários.

O'CONNELL et al. (2000) avaliaram a capacidade de limpeza, por meio da MEV, de diferentes soluções de EDTA em canais radiculares: EDTA dissódico a 15% (pH 7,1 ajustado com hidróxido de sódio); EDTA tetrassódico a 15% (pH 7,1, ajustado com ácido clorídrico) e EDTA tetrassódico a 25% (pH 7,1, ajustado com ácido clorídrico). Observaram que as três soluções testadas, quando utilizadas alternadamente com o hipoclorito de sódio a 5,25%, removeram toda camada de *smear* presente nos terços médio e cervical dos canais instrumentados. Quando utilizadas isoladamente, as soluções de EDTA não foram efetivas na remoção da camada de *smear* nos terços radiculares instrumentados. Ressaltaram que a solução de EDTA tetrassódico a 25% foi tão efetivo quanto o EDTA dissódico a 15%.

CRUZ FILHO et al. (2001) avaliaram a ação de diferentes soluções quelantes sobre a microdureza da dentina humana. Observaram que o EDTAC 15%, CDTA (ácido ciclohexanediamino tetra-acético) 1% e EGTA 1% comportaram-se de maneira estatisticamente semelhante entre si, quanto ao poder de descalcificação, apesar da diferença de concentração entre as soluções.

SPANÓ et al. (2001) avaliaram, *in vitro*, o efeito solvente de quatro concentrações de hipoclorito de sódio (0,5; 1,0; 2,5 e 5,0%) no tecido pulpar de dentes bovinos, o nível de cloro residual, pH e tensão de superfície antes e depois da dissolução. Um fragmento de polpa bovina foi submerso em NaOCl que circulava em um aparato com uma bomba peristáltica e uma seringa Luer Lok. A

concentração mais alta de NaOCl foi a mais rápida na dissolução do tecido pulpar. Todas as concentrações de hipoclorito de sódio reduziram o pH e a tensão superficial, e as concentrações mais altas da solução tiveram o menor consumo de cloro durante dissolução de tecido. Os autores concluíram que o cloro residual foi diretamente proporcional à concentração no processo de dissolução do tecido pulpar e que havia cloro residual a todas as concentrações usadas.

BARBIZAM et al. (2002) observaram a efetividade da instrumentação manual com limas tipo K comparada à utilização de instrumentos rotatórios Profile taper .04, em canais com achatamento méso-distal. Os espécimes utilizados foram avaliados por meio do microscópio ótico, que foi acoplado a um computador com o objetivo de determinar a percentagem de áreas com a presença de *debris*. O resultado da análise estatística mostrou haver diferença de 1%, em relação à remoção de *debris* do interior dos canais radiculares instrumentados com as diferentes limas. A técnica de instrumentação manual, com limas tipo K foi mais eficiente na remoção de *debris* do que a técnica rotatória, porém, nenhuma das técnicas avaliadas foram capazes de limpar, totalmente, o interior dos canais avaliados.

A ação da solução de EDTA na remoção da camada de *smear* e seu efeito na estrutura dentinária, após 1 e 10 minutos de aplicação, foram pesquisadas por ÇALT; SERPER (2002). Para isso, seis dentes uniradiculares foram instrumentados até a lima #60. Em seguida, os terços apicais e cervicais foram desprezados,

utilizando-se apenas o terço médio, o qual foi cortado longitudinalmente em dois segmentos iguais. Utilizou-se 10 mL da solução de EDTA a 17% para irrigação das metades pertencentes à mesma raiz, durante 1 e 10 minutos, respectivamente. Todos os dentes tiveram irrigação final com 10ml de hipoclorito de sódio a 5%. Os resultados evidenciaram que com apenas 1 minuto de ação, a solução de EDTA mostrou-se eficaz na remoção da camada de *smear*. Entretanto, a aplicação da solução de EDTA durante 10 minutos, causou erosão excessiva da dentina peritubular e intertubular. Os autores sugeriram que este procedimento não deveria ser prolongado por mais de um minuto durante a terapêutica endodôntica.

GUERISOLI et al. (2002) avaliaram a capacidade de remoção da camada de *smear* do canal radicular, utilizando diferentes soluções irrigantes com agitação ultra-sônica. Utilizaram 20 incisivos inferiores humanos, os quais foram separados em quatro grupos: grupo 1- instrumentação e irrigação com hipoclorito de sódio 1%; grupo 2 – instrumentação e irrigação com água destilada; grupo 3 – instrumentação e irrigação com hipoclorito de sódio 1% associado ao EDTAC 15%; grupo 4 – somente irrigação com hipoclorito de sódio 1% associado ao EDTAC 15%, sem instrumentação (controle negativo). Nos grupos nos quais se realizou o preparo biomecânico com agitação ultra-sônica, utilizou-se uma lima K #15 adaptada ao ultra-som, por um tempo de 1 minuto. Após o preparo, os dentes foram seccionados longitudinalmente e avaliados pela MEV. Os resultados mostraram que o hipoclorito de sódio associado ao EDTAC removeu

satisfatoriamente a camada de *smear* das paredes dentinárias. Os grupos do hipoclorito de sódio utilizado isoladamente e água destilada não foram eficazes quanto ao poder de remoção de tal camada.

SOUSA NETO et al. (2002) verificaram o efeito da aplicação das soluções de EDTA 15%, CDTA 1% e EGTA 1% sobre a dentina humana na adesividade e infiltração marginal apical dos cimentos Sealer 26, Sealapex, N- Rickert e Endofill. O teste de adesividade foi realizado por meio da máquina universal de ensaio Instron 4444. Para o teste de infiltração apical, utilizou-se a diafanização e mensuração da infiltração do corante nanquim. O cimento Sealer 26 e a solução de EDTA 15% apresentaram os melhores resultados para o teste de adesividade e infiltração marginal apical.

TORABINEJAD et al. (2002) realizaram uma revisão de literatura sobre a camada de *smear* na terapia endodôntica e as soluções quelantes utilizadas para a remoção desta camada formada durante o preparo biomecânico. Segundo os autores, as soluções quelantes utilizadas na endodontia apresentam-se em forma líquida e na forma de pastas ou gel. Os quelantes encontrados na forma líquida são: a Calcinase, formada por 17% de edetato de sódio, hidróxido de sódio com o propósito de diminuir o pH e água destilada; solução de REDTA, composta pela solução de EDTA com adição de 0,84 g de Cetrimide (Cetril - Trimetil brometo de amônia); o EDTAC e DTPAC, soluções associadas ao tensoativo Cetavlon (Cetil-trimetil brometo de amônia), adicionando-se 0,75 g (em 100 mL de EDTA) em pH

8,0; solução de EDTA associada ao Tergentol (lauril éter sulfato), conhecida como EDTA-T; Largal Ultra, contendo EDTA a 15%, 0,75% de Cetrimide com o hidróxido de sódio para reduzir o pH a 7,4; o Salvisol, associação de diacetato de aminoquinaldina a 5% com propileno glicol em um pH 6,6; Decal, composto encontrado em pH 3,4, produzido com a associação de 5,3% de oxil-acetato, 4,6% de acetato de amônia e 0,06% do Cetrimide, esta solução combina o efeito quelante com a dissolução proporcionada pelo pH ácido; Tublicid Plus, contendo 1,5 g de Amphoteric-2 (38%), cloreto de benzalkon, 3 g de EDTA dissódico, em pH de 7,3 associados a 100 mL de água destilada com 50% de ácido cítrico.

ARRUDA et al. (2003) estudaram por meio de avaliação histológica e análise morfométrica a capacidade de limpeza do canal radicular, promovida pela técnica de instrumentação rotatória com limas de níquel-titânio Profile .04 associada a diferentes soluções químicas auxiliares do preparo biomecânico. Nesse experimento, foram utilizados vinte dentes incisivos inferiores com canais radiculares achatados no sentido méso-distal. Os espécimes foram selecionados e separados aleatoriamente em cinco grupos, instrumentados com o sistema Profile .04 com lima de memória #40 a um milímetro aquém do ápice anatômico. As soluções empregadas durante a instrumentação foram: água destilada (grupo controle), hipoclorito de sódio a 1%, hipoclorito de sódio a 1% alternado com EDTAC a 17% e hipoclorito de sódio a 1% associado ao creme EndoPTC. Para a análise morfométrica, utilizou-se um microscópio óptico para análise do terço

apical do canal radicular. Os resultados evidenciaram diferença estatística ao nível de 1% entre as soluções químicas auxiliares estudadas, sendo que a solução de hipoclorito de sódio a 1% apresentou um maior percentual de limpeza. Já, as soluções de hipoclorito de sódio a 1% alternado com EDTAC a 17% e o hipoclorito de sódio a 1% associado ao creme EndoPTC ocuparam uma posição intermediária e o grupo controle, constituído pela água destilada, permitiu o menor percentual de limpeza. Os autores, no entanto, salientaram que nenhuma das soluções estudadas promoveu a limpeza satisfatória de canais radiculares com achatamento méso-distal.

FARINIUK et al. (2003) avaliaram, por meio de análise histológica e morfométrica, a capacidade de limpeza das limas Profile .04, Pow-R, limas ENDOFlash, acionadas pelo motor ENDOFlash e das limas manuais Ni-Ti Flex. Todos os grupos foram irrigados com água destilada e deionizada. Os resultados evidenciaram diferença estatística de 1% entre os grupos testados, sendo que o grupo que utilizou a lima ProFile .04 foi o mais eficiente na limpeza, o Pow-R apresentou valores intermediários e as limas ENDOFlash e o NitiFlex apresentaram os menores índices de limpeza dos canais radiculares.

HÜLSMANN et al. (2003) realizaram uma revisão da literatura sobre as substâncias quelantes utilizadas atualmente na Odontologia, bem como o emprego e função dos quelantes na Endodontia. Segundo os autores, as soluções quelantes, quando utilizadas na Endodontia, apresentam as seguintes finalidades:

desmineralizar a dentina, facilitando a ação dos instrumentos manuais ou rotatórios de níquel titânio em canais atrésicos, reduzir a microdureza dentinária, aumentar a permeabilidade dentinária, facilitando a ação da medicação intracanal e remover a camada de *smear*.

MATHIAS NETO et al. (2003) pesquisaram a limpeza dos túbulos dentinários e a quelação de íons cálcio em 30 dentes, os quais tiveram o canal radicular instrumentado e, posteriormente, foram distribuídos em três grupos distintos. Os espécimes receberam irrigação final com 10 mL de Bardac 2250 0,5%, 10 mL de ácido cítrico 10% e 10 mL de hipoclorito de sódio 5%, respectivamente. Dois métodos foram utilizados para verificar a eficácia das soluções, o estudo pelo espectrofotômetro de absorção atômica e a avaliação por meio da MEV. Os autores concluíram que o ácido cítrico 10% apresentou melhores resultados na remoção de íons cálcio, porém, em relação à remoção da camada de *smear*, não houve diferença estatística significativa em relação às demais soluções.

MENEZES et al. (2003) verificaram a capacidade de limpeza e remoção da camada de *smear* e *debris* das paredes de canais radiculares preparados e irrigados com diferentes soluções irrigantes. Foram utilizados 50 dentes uniradiculares com um único canal. Os elementos tiveram suas coroas seccionadas na junção cimento-esmalte, sendo os canais, posteriormente, instrumentados até a lima # 45. Os dentes foram divididos em 5 grupos, sendo que cada um recebeu irrigação com as seguintes soluções: hipoclorito de sódio a 2,5% seguido de

irrigação com EDTA a 17% por 2 minutos; gluconato de clorexidina 2%; gluconato de clorexidina 2% e EDTA a 17% por 2 minutos; soro fisiológico; soro fisiológico e EDTA a 17% por 2 minutos. As raízes foram seccionadas no sentido vestibulo-lingual para avaliação por meio da MEV. Os autores observaram que para todos os grupos de soluções associadas ao EDTA houve remoção significativa da camada de *smear* em todos os terços do canal radicular.

TORABINEJAD et al. (2003) investigaram o efeito de várias concentrações de hipoclorito de sódio, antes do uso do MTAD (uma mistura de um isômero de tetraciclina, um ácido e um detergente) como irrigação final para remover a camada de *smear*. Dez operadores, usando instrumentação rotatória step-back passiva, com limas de Ni-Ti taper .04, prepararam 80 dentes humanos uni e multi-radiculares, usando como soluções irrigadoras: água destilada, quatro concentrações de NaOCl e MTAD. Os canais foram, então, tratados por 2 minutos com 5 mL de uma das soluções estudadas: NaOCl 5,25%, água destilada estéril, EDTA 17%, e MTAD. A presença da camada de *smear* e a quantidade de erosão na superfície das paredes do canal radicular, nas porções coronária, média e apical de cada canal foram examinadas por meio de MEV. Os resultados mostraram que, embora o MTAD tenha removido mais camada de *smear* quando usado como solução irrigadora intracanal, alguns remanescentes do componente orgânico desta camada permaneceram intactos na superfície das paredes do canal radicular. A efetividade do MTAD para remover completamente a camada de *smear* é

aumentada quando baixas concentrações de NaOCl são usadas como irrigação intracanal antes de sua aplicação.

VISWANATH et al. (2003) observaram, por meio da MEV, a remoção da camada de *smear* promovida pela solução de EGTA 17% comparada à solução de EDTA 17%. Foram utilizados 24 dentes uniradiculares, os quais foram instrumentados e irrigados com as soluções quelantes avaliadas. Os resultados evidenciaram que as soluções de EDTA e EGTA foram capazes de remover completamente a camada de *smear* do interior dos canais radiculares estudados. A solução de EDTA 17% causou erosão dos canalículos dentinários, ao contrário da solução de EGTA 17%, que removeu a camada de *smear* sem causar tais erosões. Os autores concluíram que o EGTA pode ser utilizado como solução alternativa na remoção da camada de *smear*.

YAMASHITA et al. (2003) avaliaram *in vitro*, a limpeza das paredes dos canais radiculares após irrigação com diferentes soluções irrigantes. Um total de 36 dentes humanos recém extraídos foram separados em quatro grupos de acordo com a solução irrigante testada: solução salina, clorexidina, hipoclorito de sódio a 2,5% e hipoclorito de sódio associado ao EDTA. Foi analisada a limpeza dos terços apical, médio e cervical por meio da microscopia eletrônica de varredura, utilizando-se um sistema de escore com pontuação de 0 a 4 pontos. O grupo do hipoclorito de sódio a 2,5% associado ao EDTA apresentou, no terço cervical, maior incidência de paredes isentas de camada de *smear*, seguido dos grupos do

hipoclorito de sódio a 2,5%, clorexidina e solução salina. A obtenção da limpeza proporcionada pela solução salina e clorexidina foi similar em todos os terços. Os autores concluíram que o terço apical do canal radicular ofereceu maior dificuldade na obtenção da limpeza quando comparado aos terços cervical e médio. O grau de limpeza observado nos grupos da clorexidina e solução salina foi muito inferior em relação ao hipoclorito de sódio isolado ou associado ao EDTA.

BARATTO-FILHO et al. (2004) avaliaram a capacidade de limpeza do canal radicular utilizando o sistema ProFile .04 associado à solução de hipoclorito de sódio nas seguintes concentrações: 0,5%, 1% e 5%, utilizada a cada troca de lima. Os autores concluíram que as soluções de hipoclorito de sódio associadas ao sistema ProFile .04 não promoveram canais radiculares totalmente limpos, entretanto houve diferença significativa, ao nível de 1%, entre as soluções, sendo a solução de hipoclorito de sódio a 5% a mais efetiva, seguida pela solução de hipoclorito de sódio a 1% e a 0,5%.

CATHRO (2004) realizou uma revisão de literatura da importância da irrigação na Endodontia, na qual ressaltou as propriedades que uma solução irrigante ideal deve apresentar: biocompatibilidade, baixa tensão superficial, propriedades antimicrobianas, remover *debris* e camada de *smear*. Enfatizou a utilização do hipoclorito de sódio e da clorexidina, tanto como solução irrigante quanto como medicação intracanal. Ressaltou, ainda, que existe a necessidade da

associação das diferentes soluções irrigantes de modo a somar suas propriedades para uma melhor limpeza e desinfecção do sistema de canais radiculares.

KOKKAS et al. (2004) examinaram, por meio de MEV, a penetração dos cimentos endodônticos AH Plus, Apexit e Roth 811, no interior dos túbulos dentinários, levando-se em consideração a influência da presença da camada de *smear*. Sessenta e quatro dentes recém extraídos foram utilizados no experimento e divididos em 2 grupos: I. sem remoção da camada de *smear* e II. remoção da camada de *smear* com aplicação de 3 mL de EDTA a 17% por 3 minutos. Os espécimes foram seccionados longitudinalmente e levados ao microscópio, e constatou-se o impedimento da penetração dos cimentos nos túbulos cobertos pela camada de *smear*, tendo sido encontradas diferentes extensões de penetração onde ela foi removida. Os cimentos AH Plus e Apexit apresentaram as maiores profundidades de penetração (21 μm). Os autores relatam que a camada de *smear* dificulta, ou mesmo impede, a penetração dos cimentos endodônticos para o interior dos túbulos dentinários.

Empregando a espectrofotometria de absorção atômica, OLIVEIRA et al. (2004) analisaram a liberação de íons cálcio quelados pelas soluções de EDTA 17%, EGTA 1% e CDTA 1%. Os autores utilizaram 15 dentes caninos superiores, os quais foram divididos em três grupos. Os dentes tiveram suas coroas seccionadas, e em seguida, preparados e instrumentados com o sistema Profile .04. Cada grupo foi completado em toda a porção radicular com a solução

quelante a ser avaliada. Decorridos 5 minutos, os dentes foram irrigados com 5 ml de água destilada e deionizada, a qual foi mantida em recipiente plástico para análise. A solução de EDTA 17% quelou 32,612 mg/l de cálcio, o CDTA 1% apresentou um valor intermediário de 7,151 mg/l, enquanto que o EGTA 1% apresentou a menor capacidade de quelação, com valores de 2,742 mg/l. Os autores concluíram que a solução de EDTA 17% possuía grande capacidade de quelação sobre os íons cálcio, seguida do CDTA e EGTA.

SCELZA et al. (2004) pesquisaram a capacidade de remoção da camada de *smear* das paredes dentinárias, após irrigações com as soluções de EDTA-T 17%, EDTA 17% e ácido cítrico nos intervalos de tempo de 3, 10 e 15 minutos. Os autores utilizaram 90 caninos superiores humanos, os quais foram instrumentados, sendo, em seguida, seccionados e submetidos à MEV. Os autores concluíram que as três soluções testadas foram eficientes na abertura dos canalículos dentinários com um tempo de aplicação de 3 minutos. Observaram, também, que não houve diferença estatística significativa em relação a essa ação quando se aumentava o tempo de aplicação para 10 ou 15 minutos.

ZANDIM et al. (2004) avaliaram, por meio de MEV, a capacidade de remoção da camada de *smear*, promovida pela aplicação tópica e por fricção de cinco tipos de vinagres (branco, maçã, arroz, vinho branco e balsâmico). Dentes humanos foram instrumentados com curetas Gracey para remoção do cimento e formação da camada de *smear*. Os resultados mostraram que o vinagre de maçã

foi o mais eficaz na remoção da camada de *smear*, enquanto o vinagre balsâmico, foi o pior. Não houve diferença estatisticamente significativa entre as formas de aplicação das substâncias.

ARI; ERDEMIR (2005) avaliaram o conteúdo mineral da dentina do canal radicular após o tratamento com várias soluções irrigantes auxiliares. Sessenta dentes anteriores extraídos por problemas periodontais foram utilizados e tiveram suas coroas removidas na junção cimento-esmalte. Os tecidos pulparem foram removidos e os dentes aleatoriamente divididos em seis grupos de 10 cada. Os canais foram alargados com brocas Gates lidden (1, 2 e 3). Os grupos foram tratados como se segue: G 1 - clorexidina 0,2% por 15 minutos; G 2 - H₂O₂ por 15 minutos; G 3 - EDTA 17% por 15 minutos; G 4 - NaOCl 5,25% por 15 minutos; G 5 - NaOCl 2,5% por 15 minutos; G 6 – água destilada (controle). Raspas de dentina foram obtidas utilizando brocas de Gates Glidden (4, 5 e 6). Os níveis de cálcio, fósforo, magnésio e potássio foram analisados utilizando a técnica de espectrometria de emissão atômica. Mudanças nos níveis dos elementos químicos foram verificados. Os resultados foram analisados estatisticamente pelos testes de ANOVA e Tukey e observou-se significativa diminuição de cálcio e fósforo após o tratamento com todas as soluções irrigantes, exceto com o NaOCl 5.25% quando comparados com o grupo controle ($p < 0,05$). As mudanças nos níveis de cálcio e magnésio não foram estatisticamente significantes ($p > 0,05$). Os autores

concluíram que as soluções irrigantes do canal radicular tem efeito no conteúdo mineral da dentina.

CRUMPTON et al. (2005) quantificaram o volume de EDTA 17% necessário para a remoção eficiente da camada de *smear* após a instrumentação rotatória e determinaram se a irrigação adicional tem algum efeito na remoção de debris. Quarenta dentes foram instrumentados com sistema ProFile GT. Os grupos experimentais foram irrigados com 1, 3 ou 10 mL de EDTA 17% por 1 minuto, seguido pela irrigação final com 3 mL de NaOCl 5,25%. As amostras receberam escores para remoção de *debris* e foram examinadas em MEV para determinar qualitativamente a remoção da camada de *smear*. Não existiram diferenças estatisticamente significantes entre os grupos quando foi comparado a remoção de *debris* ou a remoção da camada de *smear*. A irrigação com volume de EDTA acima de 1 mL não aumentou a remoção de *debris*. Remoção eficiente da camada de *smear* foi obtida com a irrigação final com 1 mL de EDTA 17% por 1 minuto, seguido por 3 mL de NaOCl 5,25%.

ELDENIZ et al. (2005) avaliaram os efeitos do EDTA e ácido cítrico sobre a microdureza Vickers e rugosidade da dentina radicular humana. Foram preparadas superfícies de dentina utilizando-se incisivos inferiores e aplicou-se sobre as mesmas EDTA a 17% e ácido cítrico a 10%, seguido por irrigação com hipoclorito de sódio a 5,25%. A rugosidade dos corpos-de-prova também foi testada por meio de um rugosímetro. Os resultados evidenciaram diferenças estatisticamente

significantes para a microdureza dentinária entre os diferentes grupos, enquanto que, na análise da rugosidade, apenas o ácido cítrico apresentou superfícies mais irregulares.

ESTRELA et al. (2005) avaliaram a capacidade antimicrobiana de quatro tipos de vinagres (maçã, arroz, tinto e branco), em suspensão mista de microorganismos (*S. aureus* + *E. faecalis* + *P. aeruginos* + *B. subtilis* + *C. albicans*) e outra suspensão pura (*E. faecalis*) em intervalos de 24, 48, 72 horas e 7 dias. Determinaram também a ação das soluções de EDTAC, líquido de Dakin e o vinagre de maçã sobre a microdureza da dentina radicular após aplicações por 5 minutos. Os resultados mostraram que as soluções testadas foram efetivas sobre o *E. faecalis* em todos os períodos experimentais e ao se empregar a suspensão mista de microorganismos, o melhor resultado foi observado pelo vinagre de maçã. A solução de EDTAC e o vinagre de maçã foram capazes de reduzir a microdureza da dentina, não apresentando diferença significativa entre as soluções.

ESTRELA et al. (2005) chamaram atenção que a solução irrigante ideal deve apresentar biocompatibilidade, efetividade antimicrobiana, solvência tecidual, baixa tensão superficial, ação sobre matéria orgânica em decomposição, ação sobre matéria inorgânica desprendida e/ou compactada durante a instrumentação, não manchar as estruturas dentinárias, não interferir quimicamente com os materiais obturadores dos canais radiculares e apresentar baixo custo operacional.

De acordo com HAAPASALO et al. (2005), o uso da solução irrigante é uma parte importante no preparo químico–mecânico, pois realça a eliminação bacteriana e facilita a remoção do tecido necrótico e raspas de dentina do canal radicular.

PEREZ; ROUQUEYROL-POURCEL (2005) avaliaram a capacidade de remoção de *debris* e da camada de *smear*, por meio de MEV, durante o preparo dos canais radiculares utilizando solução de EDTA 8% e 15%. Foram utilizados vinte e sete dentes humanos unirradiculares instrumentados de maneira similar, dilatados na sua porção apical até a lima K-file 35 e irrigados com solução de NaOCL 3,5%. Os dentes foram divididos em seis grupos variando a irrigação final com solução de EDTA 8% e 15%, por três e um minuto e com e sem irrigação com solução salina. Os resultados foram submetidos à ANOVA e todos os grupos testados foram estatisticamente diferentes do grupo controle sem irrigação de EDTA ($p=.0001$). O menor escore foi obtido no grupo submetido a irrigação com solução de EDTA 8% por três minutos. Sob essa condição, *in vitro*, a irrigação de EDTA 8% por três minutos foi tão efetiva quanto a irrigação de EDTA 15% por um minuto.

SOUSA et al. (2005) avaliaram o potencial irritativo do EDTA, EGTA, ácido cítrico e soro fisiológico (controle) durante a fase exudativa do processo inflamatório. Aplicou-se intravenosamente na veia caudal lateral de 32 ratos machos (wistar) 20 mg/kg de azul de Evans 2%. Em seguida, no tecido subcutâneo da região dorsal dos animais injetou-se 0,01 mL das soluções testes.

Após os intervalos de meia, 1, 3 e 6 horas, os animais foram sacrificados suas peles dorsais excisadas e submetidas à análise do corante extravasado pela espectrofotometria de absorção de luz. Os dados obtidos foram analisados pela análise de variância e pelo teste de Tukey. Em todos os períodos de tempo estudados, os maiores valores do corante extravasado foram observados no grupo do EDTA seguido pelo EGTA e ácido cítrico, em comparação com o grupo controle. Houve diferença estatisticamente significativa entre todas as soluções testadas ($p < 0,01$). Quando considerado o fator tempo, notou-se diferença significativa entre os grupos de 3 e 6 horas ($p < 0,05$). Não houve diferença entre os grupos de tempo de meia e 1 hora. O ácido cítrico apresentou o menor potencial irritativo.

TEIXEIRA et al. (2005) estudaram a influência do tempo de aplicação do o EDTA 15% sobre sua capacidade de remoção da camada de *smear*. O tempo de aplicação do EDTA foi de 1, 3 e 5 minutos, de acordo com o grupo experimental. Os resultados indicaram que o terço apical foi o que apresentou maiores dificuldades de limpeza pelas soluções e que o tempo de aplicação de 1 minuto foi ineficaz na limpeza completa das paredes dentinárias.

DE DEUS et al. (2006) estudaram o comportamento da microdureza da dentina submetida à diferentes soluções irrigantes. Foi comparada a microdureza Vickers de amostras de dentina submetidas aos seguintes agentes quelantes: EDTA a 17%, EDTAC a 17% e ácido cítrico a 10%, durante 1, 3 e 5 minutos. A obtenção dos resultados revelou que o EDTA possui maior ação nos primeiros 3

minutos, após os quais foi possível observar equilíbrio da reação, sem alterações significativas nos valores de microdureza. O EDTAC apresentou valores de ação iguais à do EDTA somente após 5 minutos de aplicação, e o ácido cítrico foi o menos eficiente na diminuição da microdureza dentinária. Dessa forma, conclui-se que dentre as soluções testadas, o EDTA é o agente desmineralizante mais eficiente na redução da microdureza dentinária.

KHADEMI et al. (2006) estudaram, por meio de MEV, em 40 canais mésio-vestibular de primeiros molares inferiores, o diâmetro apical mínimo exigido para conseguir a penetração efetiva da solução irrigante e a eliminação dos *debris* e da camada de *smear*. Os dentes foram divididos em quatro grupos de acordo com o instrumento apical final (20, 25, 30, 35) e a técnica de instrumentação foi a *Crown-Down*. Com base nos resultados obtidos, a instrumentação mínima para a penetração da solução irrigante deve ser realizada limas 30.

LAHIJANI et al. (2006) estudaram os efeitos do extrato da camomila germânica (*Marticaria recutita L.*) e do óleo do chá de árvore (*Melaleuca alternifolia L.*) comparados com o hipoclorito de sódio a 2,5%, isolado ou associado ao EDTA a 17%, na remoção da camada de *smear*. A maior eficiência na limpeza das paredes foi alcançada com a associação do hipoclorito de sódio com irrigação final de EDTA a 17%.

MARQUES et al. (2006) avaliaram a remoção da camada de *smear*, por meio de MEV, e quantificaram o cálcio removido, por meio de espectrofotometria

de absorção atômica, das soluções quelantes EDTA, EGTA E CDTA, todos na concentração de 17%. Para o estudo foram utilizados caninos instrumentados sob irrigação das soluções testadas. Os resultados revelaram que o CDTA e o EDTA possuem capacidade quelante superior ao EGTA tanto na observação por MEV quanto na quantificação de cálcio mensurada pela espectrofotometria.

PÉREZ-HEREDIA et al. (2006) avaliaram a capacidade de limpeza de 3 soluções irrigantes ácidas após a instrumentação rotatória e manual. Oitenta dentes humanos foram divididos aleatoriamente em oito grupos. Quatro grupos foram preparados com instrumentação manual e os outros quatro com instrumentação rotatória (Pro Taper). As soluções irrigantes utilizadas foram: ácido cítrico plus 15% + NaOCl 2,5%; EDTA plus 15% + NaOCl 2,5%; ácido ortofosfórico plus + NaOCl 2,5% e NaOCl 2,5% (controle). As paredes do canal foram observadas por meio de MEV e obteve-se fotomicrografias dos terços cervical médio e apical. Foi utilizado um sistema de escores para *debris* e camada de *smear*. As soluções ácidas associadas com o NaOCl 2,5% foram efetivas na eliminação da camada de *smear* e *debris* e nenhuma diferença significativa foi mostrada na remoção da camada de *smear* entre as técnicas. Entretanto, o NaOCl 2,5% não removeu a camada de *smear* e *debris* e nenhuma diferença significativa na remoção de *debris* foi observada entre as técnicas manual e rotatória.

TAY et al. (2006) verificaram as mudanças estruturais da camada de *smear* de canais instrumentados e irrigados com MTAD por meio de microscopia

eletrônica de transmissão. Para o experimento foram utilizados 24 pré-molares divididos em três grupos distintos. O preparo biomecânico dos elementos foi executado sob irrigação com água destilada, EDTA a 17% ou MTAD. A observação da ultraestrutura dentinária revelou que a água destilada não foi capaz de remover a camada de *smear*, já o EDTA e o MTAD não só a removeram como também causaram uma zona de desmineralização, sendo que, esta camada desmineralizada variou de 4 a 6 μm de espessura para o EDTA e 10 a 12 μm para o MTAD. Os autores concluíram que o MTAD é de 1,5 a 2 vezes mais agressivo que o EDTA 17% no que diz respeito à capacidade de desmineralização dentinária.

WU et al. (2006) analisaram por meio de cromatografia gasosa e cromatografia líquida de alta performance 8 tipos de maçã vendidas comercialmente. Foram analisados principalmente a composição e os níveis de açúcar, ácidos orgânicos, amino - ácidos, compostos fenólicos e ácidos graxos. Os resultados mostraram grande diferença quantitativa na composição dos diferentes tipos de maçã, principalmente em seu conteúdo fenólico. A frutose foi o açúcar dominante nos diferentes tipos de maçã, seguida pela glucose e sacarose, enquanto que o ácido málico foi o principal ácido orgânico. Os resultados do estudo forneceram importantes informações sobre como se obter um melhor uso dos diversos tipos de maçã tanto para pesquisa tecnológica quanto para o processamento prático.

BUZOGLU et al. (2007) avaliaram, *ex vivo*, o efeito combinado e simples do uso do EDTA, RC-Prep e NaOCl na energia livre da superfície da dentina da parede do canal radicular utilizando a técnica de dupla captação. Oitenta dentes pré-molares foram seccionados no terço cervical e apical e os remanescentes médios das raízes foram bi-seccionados longitudinalmente. Em seguida, as metades radiculares foram incluídas em blocos de resina deixando exposta apenas a dentina da superfície do canal radicular. Os espécimes foram divididos aleatoriamente em seis grupos experimentais após polimento. A superfície dentinária dos dois primeiros grupos foram tratados com EDTA 17% ou RC-Prep seguido por irrigação com NaOCl 2,5%. Os grupos 3, 4 e 5 foram tratados com EDTA 17%, RC-Prep ou NaOCl 2,5% sozinhos. O grupo controle foi irrigado com solução salina. A energia livre de superfície foi calculada por mensuração de ar e ângulos de contato da dentina da parede do canal radicular. A análise estatística foi realizada utilizando o teste de Mann-Whitney. Os resultados revelaram que comparando-se com o grupo controle o EDTA, RC-Prep e NaOCl combinado ou simples diminuiu significativamente a energia livre de superfície da dentina radicular ($P < 0,05$). Entre todos os grupos testados, o uso do NaOCl como irrigante final, seguido pelo tratamento com RC-Prep produziram aumento do molhamento. No entanto, os valores permaneceram menores que o grupo controle.

CALIGIANI et al. (2007) estudaram a composição dos vinagres de maçã, arroz, balsâmico tradicional, balsâmico, vinho, malte e tomate por meio da

espectroscopia de ressonância magnética nuclear. O vinagre de maçã apresentou ácido acético (50,9 g/L), frutose (6,83 g/L), ácido málico (3,56 g/L), etanol (1,03 g/L), ácido láctico (0,38 g/L), ácido fórmico (0,28 g/L), ácido succínico (0,27 g/L), acetoina (0,21 g/L), acetato etílico (0,14 g/L) e ácido cítrico (0,02 g/L). Os autores concluíram que todos os vinagres testados apresentaram uma mistura de vários ácidos e que o ácido de maior concentração foi o acético, com concentrações que variaram de 2,85 a 7,09%.

DOTTO et al. (2007) realizaram um estudo comparando a eficácia do gel de EDTA 24% e da solução de EDTA 17% na limpeza das paredes dentinárias após a instrumentação dos canais radiculares. Foram utilizados 30 caninos humanos divididos em três grupos (n=10). Todos os elementos foram instrumentados com NaOCl 1%, sendo que, no grupo 2 associou-se a solução de EDTA 17% e no grupo 3 o gel de EDTA 24%. A presença da camada de *smear* foi analisada por MEV e revelou que o NaOCl 1% não é capaz de remover a camada de *smear* e que não existe diferença estatística entre a solução de EDTA 17% e o gel de EDTA 24% na remoção desta camada.

ESTRELA et al. (2007) realizaram um trabalho comparando a capacidade de limpeza proporcionada pelo vinagre de maçã, hipoclorito de sódio 2,5%, clorexidina 2% associado ou não ao EDTA nos diferentes terços (cervical, médio e apical) do canal radicular de dentes incisivos centrais superiores. A análise foi realizada por microscópio eletrônico de varredura e os resultados obtidos

apontaram que a remoção da camada de *smear* é melhorada quando se associa o EDTA às soluções. Verificaram também que, quando empregou-se o vinagre de maçã associado ao EDTA obteve-se resultados de significativa melhora na capacidade de remoção da camada.

FERRAZ et al. (2007) avaliaram, *in vitro*, a eficácia antimicrobiana da clorexidina gel como substância química endodôntica auxiliar e compararam com o NaOCl e com a clorexidina solução. Para avaliação das substâncias foi utilizado difusão em ágar. As zonas de inibição produzidas por gel de clorexidina 0,2%, 1% e 2% foram contra 5 bactérias anaeróbias facultativas e e 4 anaeróbias gram-negativas pigmentadas e comparou-se os resultados obtidos por NaOCl e clorexidina solução. Uma grande zona de inibição foi produzida quando foi utilizado gel de clorexidina 2% em contato com as bactérias, apresentando diferença estatisticamente significativa das zonas inibitórias produzidas por todas as concentrações de NaOCl, incluindo 5,25%. Entretanto, não houve diferença estatisticamente significativa ($p > 0,05$) entre as zonas de inibição obtidas com concentrações iguais de clorexidina solução e gel. Os autores concluíram que a clorexidina gel tem grande potencial para ser usada como substância auxiliar irrigante dos canais radiculares.

LUI et al. (2007) avaliaram, por meio de MEV, o efeito do EDTA 17% com e sem surfactante e associado ou não ao ultra-som na remoção da camada de *smear*. Os autores concluíram que a associação de surfactantes ao EDTA 17% não

apresentou diferença significativa na remoção da camada de *smear*, e que a associação do uso do ultra-som ao EDTA 17% melhorou a limpeza do canal radicular.

SHAHRAVAN et al. (2007) publicaram um trabalho de revisão sistemática e meta-análise sobre o efeito da camada de *smear* na capacidade de selamento da obturação do canal radicular. O estudo teve como objetivo determinar, se a remoção desta camada, reduz a infiltração de obturações de dentes humanos *in vitro*. Por meio da análise dos vários trabalhos, concluíram que considerando as condições nas quais os mesmos foram realizados, ou seja, *in vitro*, a remoção da camada de *smear* melhora o selamento do sistema de canais radiculares.

BARROS et al. (2008) avaliaram o efeito da irrigação final com solução de EDTA 17%, ácido acético 4% e vinagre de maçã sobre a dentina radicular na adesividade do cimento resinoso AH Plus. Raízes de 40 caninos superiores humanos foram seccionados transversalmente a partir da junção cimento-esmalte em três terços de 4 mm (cervical, médio e apical). Os cilindros de raiz obtidos foram incluídos em anéis de alumínio preenchidos com resina acrílica. Os espécimes tiveram o diâmetro do canal aumentado com broca tronco-cônica e foram irrigados com 30 mL de NaOCl 1%. Os corpos-de-prova foram divididos aleatoriamente em 4 grupos (n=10) de acordo com a solução irrigadora final utilizada: GI - água destilada, GII - EDTA 17%, GIII - ácido acético 4%, GIV - vinagre de maçã. Foram utilizados 5 mL de cada irrigante por 5 minutos, e os

corpos-de-prova foram secos com cones de papel absorvente. Após a obturação os corpos-de-prova foram submetidos ao teste de *push out* e análise do padrão de falha. Os resultados demonstraram que o EDTA 17% ($0,257 \pm 0,084$) apresentou diferença estatisticamente significativa ($p < 0,01$) na adesividade do cimento resinoso em relação à superfície tratada com hipoclorito de sódio 1% ($0,175 \pm 0,054$), ácido acético 4% ($0,153 \pm 0,051$) e vinagre de maçã ($0,058 \pm 0,051$), sendo que não houve diferenças estatísticas entre os terços analisados ($p > 0,05$) e houve predomínio de falha coesiva. Concluiu-se que o tratamento da superfície dentinária com o EDTA 17% propiciou melhores valores da adesão do cimento à parede do canal radicular quando comparado às demais soluções testadas.

DE DEUS et al. (2008) avaliaram quantitativamente a capacidade quelante do EDTA associado com agentes tensoativos. Foram selecionados 12 molares humanos de onde foram obtidos slices de 3 mm do terço cervical da raiz. Procedeu-se a criação de uma camada de *smear* padronizada e imagens sequenciais de microscopia co-site da dentina submetida ao EDTA, EDTA plus 0,1% cetavlon, EDTA plus 1,25% sodium lauril ether sulphate e SmearClear foram obtidas após vários tempos de desmineralização. As imagens foram processadas e analisadas para mensurar a área de túbulos abertos para cada tempo experimental. Os resultados revelaram que a solução de EDTA tem um potente efeito em todos os tempos experimentais e a associação de tensoativos diminuiu o

efeito quelante, sendo que, esta diferença foi estatisticamente significativa. Os autores concluíram que a associação de tensoativos ao EDTA não melhora a capacidade quelante da solução.

FARIA et al. (2008) avaliaram as alterações estruturais da dentina após irradiação com *laser* de Nd:YAG utilizando diferentes substâncias químicas na irrigação dos canais radiculares. Trinta e seis caninos foram seccionados 1 mm abaixo da junção cimento-esmalte. Os canais foram explorados e instrumentados pela técnica Crown Down e irrigados com água destilada distribuídos de acordo com a substância química (EDTAC 17%, hipoclorito de sódio 1% e clorexidine 2%) e parâmetros de aplicação do *laser* (superfície do canal úmida ou seca). A irradiação com *laser* de Nd:YAG (120 mJ, 3,0 W e 20Hz) foi realizada por 15 segundos de forma perpendicular a superfície externa, com movimentos circulares. Os espécimes foram seccionados longitudinalmente e analisados em microscopia eletrônica de varredura (1.500 x de aumento). Não houve diferença na morfologia da dentina quando os terços foram comparados. Com relação às substâncias químicas utilizadas, as alterações foram mais evidentes nos grupos em que as superfícies dos canais foram secas antes da irradiação. Áreas de fusão, carbonização e exposição parcial dos túbulos dentinários foram verificadas. Quando a irradiação foi realizada com os canais úmidos, a camada *smear* foi incorporada a superfície irradiada. No grupo irrigado com EDTAC e irradiado observou-se obliteração parcial dos túbulos dentinários devido à ação do *laser*,

além disso, não se observou camada de *smear* remanescente sobre a superfície. As amostras irrigadas com hipoclorito de sódio seguido da irradiação com *laser* apresentaram morfologia similar ao grupo da clorexidina, com algumas áreas de fusão presente e ausência de fissuras ou túbulos dentinários expostos. A irradiação com *laser* de Nd:YAG em presença de EDTAC produziu padrão de superfície favorável em comparação aos demais grupos, devido a remoção da camada contaminada e posterior selamento dos túbulos dentinários.

GEORGE et al. (2008) avaliaram dois métodos de avaliação da remoção da camada de *smear* da parede do canal radicular. Para o estudo, trinta e cinco dentes humanos recém extraídos tiveram suas coroas removidas na junção cimento-esmalte e foram divididos em cinco grupos (n=7). Os grupos 1 e 5 foram instrumentados com limas de níquel-titânio, sendo que, no grupo 1 (controle positivo) utilizou-se NaOCl 1% e EDTAC 15% entre os instrumentos e no grupo 5 (controle negativo) apenas a água. Os elementos do grupo 2 foram tratados com *laser* de Er:YAG no terço cervical e médio, já o apical foi inicialmente alargado com limas tipo K e posteriormente irradiado com *laser* Er:YAG. No grupo 3 os elementos foram tratados com *laser* de Er,Cr:YSGG e as amostras do grupo 4 não receberam nenhum tipo de tratamento endodôntico. Para a análise, os espécimes foram seccionados longitudinalmente expondo a luz do canal radicular. As amostras foram processadas para microscopia eletrônica de varredura (1000X) e o terço avaliado foi o apical. As imagens foram registradas no formato digital TIFF.

Os três avaliadores calibrados determinaram escores de 1 a 4. A avaliação digital utilizou imagens referencias do artigo do mesmo autor e o programa utilizado fez a contagem da quantidade de túbulos abertos em uma área pré-determinada. Os autores concluíram que existe concordância entre os dois métodos e que a análise de imagem automatizada pode ser útil para avaliar o grau de remoção de camada de *smear* em pesquisas endodônticas.

GUERISOLI (2008) estudou os efeitos de algumas soluções irrigadoras sobre a microdureza dentinária e capacidade de remoção da camada de *smear*. As soluções testadas foram: soro fisiológico, hipoclorito de sódio a 2,5%, EDTA a 15% em pH 7,3, EDTA a 15% em pH 9,0, ácido etileno diamino di-succínico (EDDS), Smear Clear e BioPure MTAD. Para o estudo de microdureza, 70 fragmentos de dentina de 5x5 mm foram obtidos do terço médio de hemisseções radiculares de incisivos bovinos, sendo separados aleatoriamente em sete grupos. A microdureza Knoop inicial da dentina foi aferida por meio de microdurômetro acionado com uma carga de 25 g por 15 s. As amostras foram então tratadas pela imersão nas soluções experimentais por um minuto, após o qual tinham a sua microdureza mensurada. Após mais quatro minutos de imersão nas soluções testadas, os valores de microdureza eram novamente registrados. Os valores de microdureza foram então submetidos à análise estatística (*two-way* ANOVA). Para a avaliação da capacidade de remoção da camada de *smear*, 35 raízes de incisivos bovinos foram separadas aleatoriamente em sete grupos e instrumentadas pela

técnica *step-back*. Cada grupo recebeu um tipo de solução irrigadora experimental, que ficaram em contato com as paredes do canal por 5 minutos. Os espécimes foram cisalhados e observados ao MEV com aumento de 350x para avaliação da remoção da camada de *smear*. Fotomicrografias do terço médio do canal radicular foram obtidas e, por meio de uma grade de integração, foi contabilizado o percentual de áreas contendo camada de *smear*. Os resultados da análise da microdureza dentinária indicaram que, com exceção do soro fisiológico, todas as soluções testadas causaram uma redução significativa desta propriedade. Na análise de remoção da camada de *smear*, as soluções de EDTA em pH 7,3 ou 9,0, o Smear Clear e o BioPure MTAD mostraram resultados semelhantes. O EDDS mostrou semelhanças estatísticas tanto com o hipoclorito de sódio como com as outras soluções quelantes testadas, ocupando uma posição intermediária na capacidade de remoção da camada de *smear*. Pode-se concluir que o EDTA em pHs 7,3 ou 9,0 são estatisticamente semelhantes, bem como o BioPure MTAD. Enquanto o Smear Clear é capaz de remover a camada de *smear* sem diminuir a microdureza dentinária, o EDDS reduz moderadamente a microdureza dentinária, porém é deficiente na limpeza das paredes do canal radicular.

GURBUZ et al. (2008) avaliaram as alterações de morfologia e de conteúdo mineral na dentina do canal radicular após tratamento com cinco diferentes soluções irrigantes e um *laser*. As soluções irrigantes testadas foram: solução salina (controle), hipoclorito de sódio 5,25%, água oxigenada 3%, EDTA 15% e

gluconato de clorexidina 2%. O volume utilizada de cada substância foi de 5mL e o tempo de irrigação de 15 minutos. O *laser* utilizado foi o Nd:YAG (1,5 W, 100 mJ, 10 pps, 15 Hz) com uma fibra posicionada intracanal a 1 milímetro do comprimento de trabalho e quatro aplicações de 10 segundos cada e intervalos de 15 segundos entre uma aplicação e outra. Após a clivagem dos espécimes, resultando em duas hemi-raízes, uma das metades foi levada ao microscópio eletrônico de varredura para avaliação da estrutura dentinária e a outra para o espectrômetro para análise do conteúdo mineral. A obtenção dos resultados mostrou que na capacidade de remoção da camada de *smear* foi melhor efetuada pela solução de EDTA 15% e pelo *laser* de Nd:YAG, seguido pela água oxigenada. Quanto a remoção do conteúdo mineral, o *laser* de Nd:YAG foi o que menos causou alteração. Os autores concluíram que a irrigação do canal radicular com solução de EDTA 15% proporcionou uma limpeza satisfatória às paredes do canal radicular e que o *laser* de Nd:YAG apresenta capacidade de limpeza e baixa tendência de produzir perda mineral à dentina radicular.

KHEDMAT; SHOKOUHINEJAD (2008) compararam a eficácia do EDTA 17%, do ácido cítrico 10% e do SmearClear na remoção da camada de *smear* utilizando volume de irrigação padrão de 1 mL e tempo de 1 minuto para todas as soluções testadas seguido por 3 mL de hipoclorito de sódio 5,25% em todos os grupos. Após o preparo dos espécimes, os mesmos foram levados a microscopia eletrônica de varredura para análise dos terços cervical, médio e apical. A atribuição dos

escores foi executada por um endodontista calibrado e os resultados foram submetidos a análise estatística. Os autores concluíram que a aplicação das soluções no volume e tempo citados não foi capaz de remover completamente a camada de *smear*, especialmente no terço apical, e que a adição de detergentes ao EDTA não resultou em melhora na remoção desta camada.

LOTTANTI et al, (2008) avaliaram o efeito do EDTA etidronico (EA) e peracético (PA) quando utilizado em conjunção com o hipoclorito de sódio como irrigantes do canal radicular e mensuraram a remoção de cálcio, remoção da camada de *smear* e a desmineralização dentinária radicular após a instrumentação e irrigação. Quarenta e oito canais radiculares de pré-molares humanos foram irrigados com: G1 (n=12): NaOCl 1% durante a instrumentação, água destilada e deionizada após a instrumentação; G2: NaOCl 1% durante a instrumentação, EDTA 17% após a instrumentação, G3: mistura de NaOCl 2% e EA 18% (1:1) durante e após a instrumentação, G4: NaOCl 1% durante, PA 2,25% após a instrumentação. Os volumes de solução e o tempo de contato foram 10 mL/15 minutos durante e 5 mL/3 minutos após a instrumentação. A avaliação da remoção de cálcio foi realizada por meio da espectrometria de absorção atômica, a remoção da camada de *smear* por meio da MEV e a descalcificação da parede do canal radicular por meio de retrodispersão. Os resultados foram comparados utilizando testes paramétricos e não paramétricos (alfa = 0,05). Os resultados revelaram que o G1 removeu menos cálcio que o G3 que, por sua vez, removeu menos cálcio

que os G2 e G4. A maioria dos canais que receberam instrumentação utilizando um agente descalcificante apresentou-se livre da camada de *smear*. Os grupos 1 e 3 não apresentaram descalcificação da dentina radicular, enquanto que os grupos 2 e 4 apresentaram padrão típico de desmineralização. Os autores concluíram que todos os agentes descalcificantes investigados foram capazes de remover ou prevenir a formação da camada de *smear*, contudo, a erosão provocada na dentina foi diferente.

MURRAY et al. (2008) compararam a efetividade do suco de Morinda citrifolia (MCJ) com hipoclorito de sódio (NaOCl) e digluconato de clorexidina (CHX) na remoção da camada de *smear* do canal radicular. Sessenta pré-molares humanos com canais únicos foram inoculados com *Enterococcus faecalis* durante trinta dias. Posteriormente foram divididos em seis grupos que receberam instrumentação sob ação de diferentes soluções irrigantes, entre elas: MCJ, NaOCl, CHX, MCJ/CHX, seguido por irrigação final com EDTA 17% e MCJ seguido por irrigação final com solução salina e para o grupo controle foi utilizada apenas solução salina. Os dentes foram então processados para MEV e a remoção da camada de *smear* foi examinada. Os resultados mostraram que o MCJ e o NaOCl ambos associados ao EDTA 17% foram os mais efetivos na remoção da camada de *smear* sem diferenças significantes. O MCJ foi melhor que a CHX e a solução salina. Os autores concluíram que o MCJ é o primeiro suco de frutas identificado como alternativa de substituir o NaOCl como agente irrigante intracanal.

PÉREZ-HEREDIA et al., (2008) avaliaram o efeito da descalcificação provocada pelo EDTA 15%, ácido cítrico 15%, ácido fosfórico 5% e hipoclorito de sódio 2,5% na dentina do canal radicular. Para tanto, dois *slices* de 2 mm de espessura foram removidos do terço coronal da raiz de dez incisivos humanos. Cada *slice* foi seccionado em duas partes iguais e os espécimes foram designados para um dos quatro grupos (n=10) para imersão em 20 mL de uma das substâncias a seguir: EDTA 15%, ácido cítrico 15%, ácido fosfórico 5% ou hipoclorito de sódio 2,5% onde foram avaliados durante três tempos diferentes (5, 10 e 15 minutos). Foi utilizada a espectrofotometria de absorção atômica para mensurar a concentração de cálcio extraída da dentina. De acordo com os resultados demonstrados, nos três períodos de tempo, o EDTA 15% e o ácido cítrico 15% extraíram uma grande quantidade de cálcio, sem diferença significativa entre eles. A solução de NaOCl 2,5% removeu insignificante quantidade de cálcio, enquanto que nos primeiros 5 minutos, o EDTA 15% extraiu 86,72% de cálcio, o ácido cítrico 15% e o ácido fosfórico 5% removeram 77,03% e 67,08%, respectivamente. Os autores concluíram que as soluções de EDTA 15%, ácido cítrico 15% e ácido fosfórico 5% descalcificaram a dentina radicular com maior quantidade de cálcio removido nos primeiros 5 minutos de ação e que a eficácia do ácido cítrico 15% e do EDTA 15% foi significativamente maior do que o ácido fosfórico 5% em cada período de tempo.

SAIF et al. (2008) verificaram a difusão de íons hidroxila através dos túbulos dentinarios após a irrigação do canal radicular com diferentes soluções. Oitenta dentes com canais únicos foram instrumentados com limas do sistema Profile 0.04 e divididos em 8 grupos (n=10), sendo que, os grupos controle 1 e 3 foram irrigados com 10 mL de 0,9% de solução salina e 10 mL de NaOCl 6%, respectivamente. Os grupos controle 5 e 7 foram irrigados com 3 mL e 1 mL de EDTA 17% e então 10 mL de NaOCl 6%, respectivamente. Os grupos experimentais 2, 4, 6 e 8 foram irrigados como os grupos 1, 3, 5 e 7 seguido da aplicação de hidróxido de cálcio Ca(OH)_2 com lentulo dentro dos canais. Os corpos de prova foram imersos em solução com pH neutro e este foi anotado a cada 24 horas durante 30 dias. Foi confeccionado um defeito simulando uma reabsorção externa no cimento na face lingual ou vestibular e o pH da solução foi novamente anotado a cada 24 horas por outros 30 dias. Os resultados de dois testes revelaram que a média do pH após o defeito no cimento foi significativamente superior a média encontrada antes do defeito. O teste de Tukey mostrou que após o defeito o pH encontrado no grupo 6 foi significativamente mais alto do que nos demais grupos. Os autores concluíram que a irrigação final com 3 mL de EDTA 17% seguido por 10 mL de NaOCl 6% antes da aplicação de hidróxido de cálcio permitiu uma grande difusão de íons hidroxila para a superfície radicular.

SALEH et al. (2008) estudaram o efeito da camada de *smear* na penetração bacteriana de diferentes materiais obturadores dos canais radiculares. Para o

estudo foram instrumentados 110 raízes de dentes humanos sob irrigação de NaOCl 1% e metade das raízes foram irrigadas com 5 mL de EDTA 17% por 5 minutos. Raízes com e sem camada de *smear* foram obturadas com guta-percha (GP) e cimento AH Plus (AH), GP e cimento Apexit ou cones e cimento RealSeal (RS). Em seguida, foram armazenados em estufa por sete dias e posteriormente colocados em contato bacteriano por 135 dias. Espécimes selecionados em diferentes períodos de tempo foram seccionados longitudinalmente e inspecionados por MEV para verificar a presença bacteriana nas interfaces dentina-cimento e cimento/cone. Os resultados revelaram que existem diferentes padrões de penetração bacteriana entre os cimentos endodônticos e os autores concluíram que a remoção da camada de *smear* não atrapalha a penetração de bactérias nos materiais obturadores.

SILVA et al. (2008) avaliaram a eficácia do Smear Clear e do EDTA para remover a camada de *smear* dos canais radiculares de dentes permanentes após a instrumentação. Trinta dentes humanos permanentes (n=10) foram divididos aleatoriamente como segue: G1 - EDTA 14,3%; G2 - Smear Clear; G3 - sem irrigação (controle). Os espécimes foram submetidos a análise por MEV em aumentos de 200 e 750x foram utilizadas para avaliar a limpeza dos terços cervical, médio e apical de acordo com um sistema de 3 escores. Os dados foram analisados estatisticamente pelo teste de Mann-Whitney (nível de significância de 5%). Os grupos 1 e 2 apresentaram diferença estatisticamente significativa do

grupo 3 ($p < 0,01$). Entretanto não houve diferença estatisticamente significativa ($p > 0,05$) entre os grupos 1 e 2. Os autores concluíram que o Smear Clear foi capaz de remover a camada de *smear* dos canais radiculares de forma similar ao EDTA 14,3%.

SPANÓ et al. (2009) estudou a capacidade da remoção da camada de *smear* das paredes do canal radicular, pelas soluções de EDTA a 15%, ácido cítrico a 10%, citrato de sódio a 10%, vinagre de maçã, ácido acético a 5%, ácido málico a 5% e hipoclorito de sódio a 1% por meio da MEV e quantificou a concentração de íons cálcio presentes nessas soluções após suas utilizações, por meio da espectrofotometria de absorção atômica de chama. Utilizaram-se 42 dentes incisivos centrais onde o comprimento de trabalho foi mensurado com uma lima tipo K, diâmetro #10 introduzida no canal radicular até ser visualizada no ápice, subtraindo-se um milímetro. Todos os dentes que apresentaram diâmetro anatômico do canal acima de 40 centésimos de milímetros foram descartados e repostos por outros. Desta forma, garantiu-se o desgaste de 20 centésimos de milímetros no terço apical. A técnica utilizada foi a *Free Tip Preparation* até que um instrumento de diâmetro #60 e *taper* .04 percorresse todo o comprimento de trabalho. Utilizou-se a solução de hipoclorito de sódio a 1% durante todo o preparo biomecânico. Os dentes tiveram seus canais radiculares lavados com 20 mL de água deionizada para a remoção de possíveis raspas de dentina soltas no interior do canal radicular. Após o término do preparo biomecânico, os dentes

foram divididos aleatoriamente em 7 grupos de 6 dentes cada, de acordo com a substância química utilizada para a irrigação final: G1 - solução de EDTA a 15%; G2 - solução de ácido cítrico a 10%; G3 - solução de citrato de sódio a 10%; G4 - vinagre de maçã; G5 - solução de ácido acético a 5%; G6 - solução de ácido málico a 5% e G7 - sem irrigação final (controle). O tempo de permanência das soluções nos canais radiculares foi de 5 minutos. Os dentes foram clivados no sentido vestibulo-palatino e encaminhados para a MEV, em que se obtiveram fotomicrografias com o aumento de 1000x. As soluções coletadas foram encaminhadas para a análise química, realizada com um espectrofotômetro de absorção atômica de chama. Concluiu-se que o EDTA a 15% e o ácido cítrico a 10% são eficientes para a remoção da camada de *smear*. O vinagre de maçã, o citrato de sódio a 10%, os ácidos acético e málico a 5% e o hipoclorito de sódio não foram eficientes para a mesma finalidade. O EDTA a 15% apresentou a maior concentração de ions cálcio em solução; o ácido cítrico a 10% ficou na segunda posição e a terceira foi ocupada pelo vinagre de maçã e os ácidos acético e málico a 5%.

ALFREDO et al. (2009) avaliaram as alterações da dentina pré-tratada com hipoclorito de sódio ou EDTA, irradiada com *laser* de diodo 980 nm ajustado a diferentes parâmetros. Sessenta caninos humanos foram seccionadas na junção cimento-esmalte padronizando as raízes em 17 mm de comprimento. Os canais radiculares foram instrumentados aplicando a técnica Crown Down, estabelecendo

o comprimento de trabalho 1 mm aquém do ápice e diâmetro apical cirúrgico #50. Entre a troca de calibre dos instrumentos os canais foram irrigados com 2 mL de NaOCl 1% e a irrigação final foi feita com 10 mL de água destilada. Os espécimes foram distribuídos em dois grupos (n=30) de acordo com o pré-tratamento da dentina: 2 mL de NaOCl 1% ou 2 mL de EDTA 17%. Estas soluções permaneceram por 5 minutos no interior dos canais e, em seguida, foram removidas por meio da irrigação com água destilada por 1 minuto. Os grupos foram subdivididos (n=10) de acordo com os parâmetros utilizados na irradiação com *laser* de diodo 980 nm: 1,5 W/CW (modo contínuo); 1,5 W/100 Hz; 3,0 W/CW; 3,0 W/ 100 Hz e controle (não irradiado). Para aplicação do *laser*, uma fibra óptica de 200 µm foi introduzida até a região apical. Neste momento o *laser* era ativado e a fibra lentamente removida do canal radicular em direção cervical, em movimentos helicoidais, re-introduzida até o ápice e removida novamente para obter um ciclo total de irradiação de 20 seg. Durante a irradiação os canais permaneceram preenchidos com água destilada. As raízes foram clivadas longitudinalmente expondo as paredes dos canais radiculares que foram analisadas em MEV (1000x). As fotomicrofias foram obtidas a 2, 8 e 15 mm do ápice para representar as porções apical, média e cervical respectivamente e foram analisadas qualitativamente por meio da atribuição de escores. A análise estatística mostrou que os espécimes tratados somente com NaOCl ou EDTA (grupos controle) foram estatisticamente diferentes ($p < 0,05$) em relação aos grupos irradiados, independentemente do

parâmetro utilizado. Os espécimes tratados com hipoclorito de sódio mostraram superfície modificada pelo *laser* com *smear layer*, fissuras e túbulos não visíveis, enquanto que aqueles tratados com EDTA e irradiados, apresentaram ausência de *smear layer*, túbulos parcialmente expostos e áreas de fusão. Os autores concluíram que o *laser* de diodo 980 nm nos parâmetros testados, promoveu alterações morfológicas similares na dentina dependente do tipo de pré-tratamento da superfície.

INAMOTO et al. (2009) avaliaram, *in vitro*, a capacidade de corte e as alterações morfológicas da dentina radicular irradiada com *laser* de Er:YAG. Trinta e dois blocos de dentina radicular foram divididos em quatro grupos de acordo com as condições de irradiação: G 1 - 30 mJ, 10 pps, 1 mm/s, 20 vezes; G 2 - 30 mJ, 10 pps, 1 mm/s, 10 vezes; G 3 - 30 mJ, 10 pps, 2 mm/s, 20 vezes e G 4 - 30 mJ, 25 pps, 1 mm/s, 10 vezes. Após a irradiação os blocos foram observados por micro tomografia computadorizada (μ CT) e suas larguras e profundidades foram mensuradas. Além disso, realizou-se análise em MEV. Observou-se diferença estatisticamente significativa entre G 1 e G 2, G 1 e G 3, G 2 e G 4 e G 3 e G 4 para largura e profundidade ($p < 0.05$). A observação em MEV mostrou que a camada de *smear* não esteve presente em nenhuma das amostras. Os autores concluíram que o *laser* de Er:YAG é efetivo no preparo do canal radicular.

MELLO et al. (2009) analisaram a influência de diferentes volumes do EDTA 17% utilizados para irrigação final na remoção da camada de *smear* em diferentes

áreas do canal radicular. Quarenta dentes com raízes únicas foram instrumentados utilizando instrumentos rotatórios e divididos em 3 grupos de acordo com o volume de EDTA utilizado na irrigação final (5 mL, 10 mL, 15 mL); para o grupo controle foi utilizado NaOCl 1%. As raízes foram seccionadas axialmente em duas metades e a verificação da remoção da camada de *smear* foi realizada por meio de microscopia eletrônica de varredura. Os dados foram analisados utilizando os testes de Kruskal-Wallis e Dunn. Os 3 grupos experimentais não apresentaram diferença estatística ($P > 0.05$), porém, quando os grupos foram comparados com o grupo controle foram encontradas diferenças estatisticamente significantes ($P < 0.01$). A superfície das paredes dos canais radiculares do grupo controle, mostraram grande quantidade de camada de *smear* em todo o comprimento do canal radicular. Os demais grupos mostraram principalmente superfície livres de camada de *smear* ou em pequena quantidade. Não houve diferença estatisticamente significativa entre os terços cervical, médio e apical ($P > 0.05$). Baseados nesses resultados, os autores sugeriram que a irrigação final com 5 mL de EDTA promove uma boa remoção da camada de *smear*, com as paredes dos canais radiculares livres de *debris* e a maioria dos túbulos dentinários abertos.



Proposição

Os objetivos do presente estudo consistiram em avaliar, por meio da MEV, a capacidade de remoção da camada de *smear* dos terços cervical, médio e apical do canal radicular e quantificar, por meio da espectrometria de absorção atômica, a concentração de íons cálcio presentes na solução resultante da irrigação final com vinagre de maçã, ácido acético 5%, ácido málico 5% e EDTA 17%.



Material e Métodos

O projeto de pesquisa foi submetido ao Comitê de Ética em Pesquisas da Universidade de Ribeirão Preto, que o aprovou sem restrições (Anexo).

Caninos humanos, conservados em solução de timol 0,1% a 9°C, foram lavados em água corrente por 24 horas com o objetivo de eliminar resíduos da solução e, em seguida, examinados macroscopicamente e radiografados no sentido proximal (Figura 1). Foram selecionados 50 dentes com raízes completamente formadas que apresentavam canal único e ausência de calcificações e de curvaturas acentuadas.

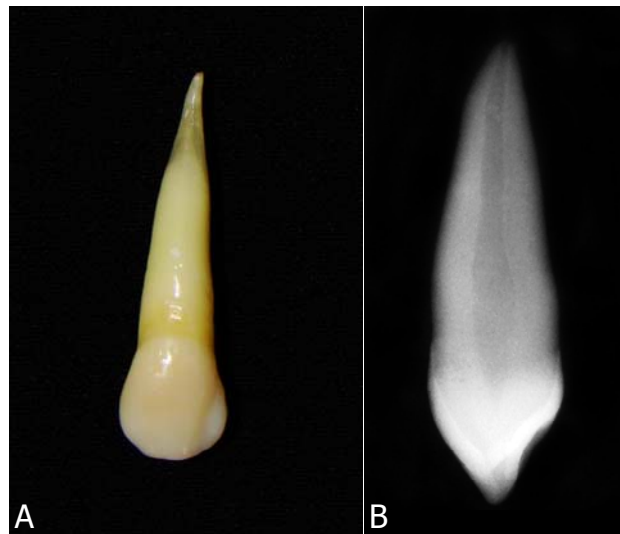


Figura 1. A - Canino superior hígido. B - Radiografia do canino no sentido próximo-proximal.

Os dentes foram seccionados com disco de carborundum montado em peça de mão e baixa rotação (Kavo, Joinville, SC, Brasil), próximos à junção

amelocementária de forma a se obter remanescentes radiculares com 17 mm de comprimento (Figura 2). Esta medida foi adotada para padronização da amostra.

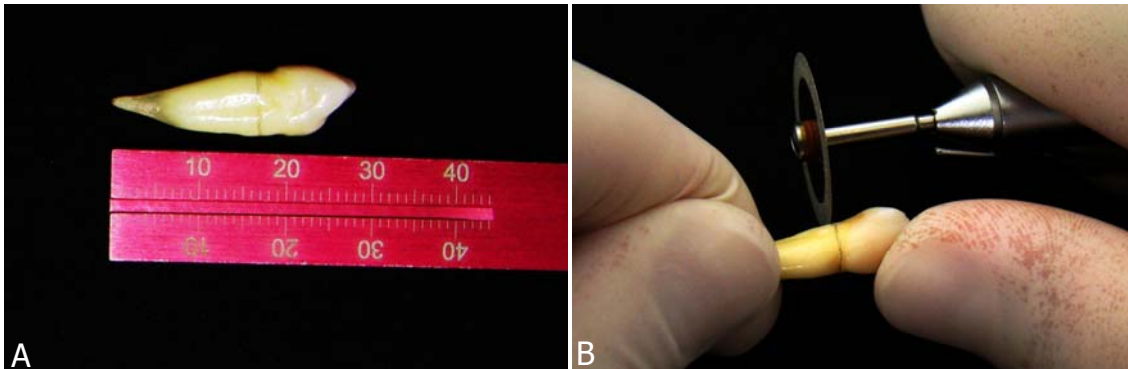


Figura 2. A - Padronização da raiz em 17 mm. B - Disco de carborundum posicionado para secção próximo à junção amelo-cementária.

Com uma lima tipo K #10 (Dentsply/Maillefer, Petrópolis, RJ, Brasil) realizou-se a exploração do canal radicular e irrigação com água destilada e deionizada removendo os restos pulpares. O comprimento de trabalho foi determinado introduzindo-se o mesmo instrumento até a sua visualização no forame apical, o valor foi aferido com uma régua calibradora e subtraiu-se um milímetro do comprimento obtido.

Após este procedimento, foi realizado o preparo cervical de cada espécime com brocas LA Axxess 20/.06, 35/.06 e 45/.06 (SybronEndo Corporation, West Collins, Orange, EUA).

As raízes foram submetidas ao preparo biomecânico com sistema K3 (SybronEndo Corporation, West Collins, Orange, EUA) partindo-se, no mínimo, da seguinte seqüência de instrumentos: 25/.04; 20/.02; 20/.04; 25/.02; 40/.06;

35/.04; 30/.02; 35/.02; 40/.02. Os instrumentos *taper* .02 foram utilizados no comprimento de trabalho.

O motor empregado para acionar os instrumentos rotatórios foi o Endo-Mate TC (NSK, Kanuma, Japão) com torque constante de 3,7 Nxcm (nível 5) e 350 rpm. Utilizou-se um jogo de instrumentos para cada 10 espécimes, gerando um total de cinco conjuntos.

Após cada instrumento utilizado, os canais foram irrigados com 5 mL de água destilada, por meio de seringa plástica descartável (Ultradent Products Inc., South Jordan, UT, EUA) e agulha NaviTip # 20 (Ultradent Products Inc., South Jordan, UT, EUA), procedendo-se a aspiração com ponta siliconizada (Capillary tip, Ultradent Products Inc., South Jordan, UT, EUA).

Na seqüência, os dentes foram distribuídos aleatoriamente em 5 grupos de 10 espécimes, variando-se a solução química auxiliar utilizada na irrigação final (5 mL): GI- água destilada e deionizada; GII- vinagre de maçã; GIII- ácido málico 5%; GIV- ácido acético 5% e GV – EDTA 17%.

Os espécimes foram fixados à porção superior de um frasco plástico coletor, por meio de um prendedor de madeira (Figura 3). Cada solução irrigadora final testada permaneceu em contato com o canal radicular por 5 minutos. Todas as raízes foram irrigadas com 5 mL de água destilada e deionizada para remoção da solução testada do canal radicular e encaminhadas para análise. Na seqüência, o excesso de solução foi aspirado com uma cânula de silicone (Ultradent Products

Inc, South Jordan, EUA) acoplado a uma seringa Luer Lock e os canais foram secos com cones de papel absorvente de calibre compatível com o instrumento memória (Dentsply/Maillefer, Petrópolis, RJ, Brasil).



Figura 3. Espécime posicionado sobre o frasco plástico coletor.

As soluções de ácido acético 5%, ácido málico 5% e EDTA 17%, foram manipuladas pela Fórmula & Ação Ltda (São Paulo, SP, Brasil). As soluções ácidas (acético e málico) foram acondicionadas em recipientes de vidro âmbar, para não perderem suas propriedades pela ação da luz e a solução de EDTA 17% em recipiente plástico. O vinagre de maçã utilizado foi o de marca Castelo (Jundiaí, SP, Brasil) (Figura 4).



Figura 4. A - vinagre de maçã; B - ácido málico 5%; C - ácido acético 5%; D - EDTA 17%.

A água utilizada como solução irrigante a cada troca de instrumento e como grupo controle foi destilada por meio de um destilador (Quimis - Aparelhos Científicos Ltda, Campinas, SP, Brasil) e um deionizador (Permutio - Equipamentos e Produtos Químicos Ltda, Curitiba, PR, Brasil) e embalada em frasco plástico.

Análise por microscopia eletrônica de varredura

Após o preparo biomecânico dos canais radiculares, os espécimes foram colocados em recipientes individuais, devidamente identificados, para posterior análise em MEV.

Inicialmente, foram confeccionados sulcos longitudinais diametralmente opostos nas faces vestibular e palatina das raízes, empregando-se um disco diamantado (KG Sorensen, São Paulo, SP, Brasil) acoplado a motor de baixa rotação e peça reta (Figura 5A). Durante essa fase, todas as medidas foram tomadas no sentido de evitar a comunicação do meio externo com a luz do canal radicular. Para impedir a entrada de raspas provenientes do corte no canal preparado, confeccionou-se um tampão na embocadura do canal com cera utilidade (Polidental, Cotia, SP, Brasil). Após a confecção dos sulcos, as raízes foram separadas com auxílio de um martelo cirúrgico e cinzel com duplo bisel (Quinelato, Schobel Industrial Ltda, Rio Claro, SP, Brasil), obtendo-se, assim, dois fragmentos proximais da raiz, correspondentes às faces dentais a serem avaliadas (Figura 5B). A secção em que o canal preparado apresentava-se com a maior área, foi selecionada para análise.

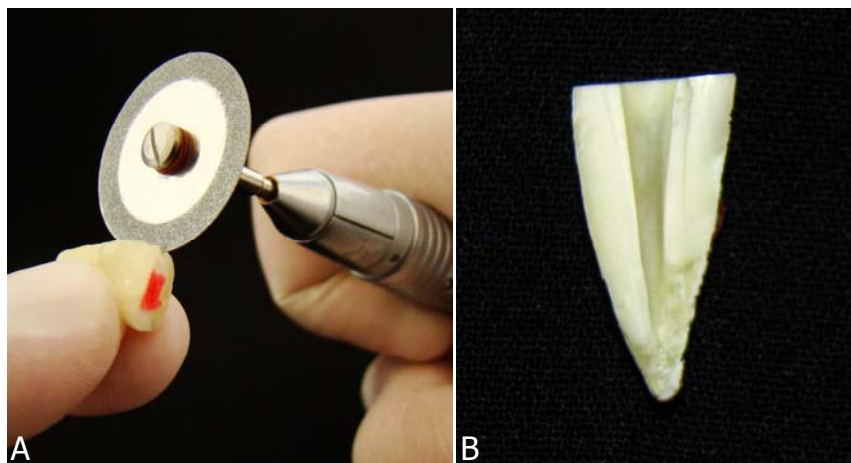


Figura 5. A - Confeção dos sulcos nas faces vestibular e palatina. B - Espécime seccionado no sentido vestibulo-lingual.

As hemi-secções das raízes foram submetidas à bateria de álcool etílico de concentração ascendente (50 - 100%) para desidratação, mantendo-se por 20 minutos em cada.

Posteriormente, os espécimes foram fixados individualmente, com fita adesiva dupla face (3M, Sumaré, SP, Brasil) em *stub* metálico circular, de 10 mm de diâmetro e 5 mm de altura, e levados ao aparelho metalizador (Denton Vacuum Desk II, Nova Jersey, EUA), onde receberam uma fina camada de liga ouro-paládio.

Empregando-se um microscópio eletrônico de varredura (JSM JEOL, modelo 5410, Tóquio, Japão) analisou-se, inicialmente, os espécimes em visão panorâmica, com aumento de 15X, para análise da superfície dentinária tratada, e posteriormente em maiores aumentos para análise da remoção da camada de *smear*. Durante a análise, foram realizadas elétrôn-micrografias com aumento de 500 X, considerando cada terço do canal radicular (cervical, médio e apical), para estudo quali-quantitativo.

As elétrôn-micrografias foram avaliadas de modo duplo-cego por três examinadores previamente calibrados. Para a realização da calibração, as elétrôn-micrografias do estudo piloto e de outros estudos afins foram mostradas aos examinadores que atribuíram escores ao aspecto das superfícies até que a reprodutibilidade inter-examinador alcançasse, no mínimo, o coeficiente

substancial (acima de 0,61). A reprodutibilidade inter-examinador foi calculada por meio do coeficiente Kappa (LANDIS; KOCH, 1977).

Os padrões de alteração da camada de *smear* promovida pelas diferentes soluções testadas na dentina radicular foram classificados em escores de 1 a 4, adaptados do proposto por TAKEDA et al. (1999) (Tabela I).

Posteriormente, realizou-se a comparação dos escores obtidos, prevalecendo, para cada grupo, o escore de concordância entre os examinadores. Quando a análise apresentava os três escores diferentes, esta era repetida até que houvesse a concordância entre pelo menos dois examinadores.

Tabela I. Escores utilizados para análise das alterações ultra-estruturais.

Escore	Descrição
1	Camada de <i>smear</i> recobrindo toda superfície
2	Camada de <i>smear</i> recobrindo parcialmente superfície e poucos túbulos visíveis
3	Camada de <i>smear</i> recobrindo pouca superfície e túbulos visíveis
4	Ausência de camada de <i>smear</i> recobrindo a superfície

Análise por espectrometria de absorção atômica

A quantificação dos íons cálcio foi realizada por meio do espectrômetro de absorção atômica com chama Varian modelo SpectrAA-200 (Mulgrave - Victoria, Austrália), equipado com uma lâmpada de cátodo oco de cálcio do Laboratório de

Biofarmacotoxicologia da Universidade de Ribeirão Preto (Figura 6). A determinação das concentrações de íons cálcio das soluções irrigantes obtidas foi realizada empregando-se linha espectral de comprimento de onda de 422 nm em conjunto de soluções-padrão, cujo intervalo de concentração variou de 1 a 15 $\mu\text{g/mL}$.



Figura 6. Espectrômetro de absorção atômica.

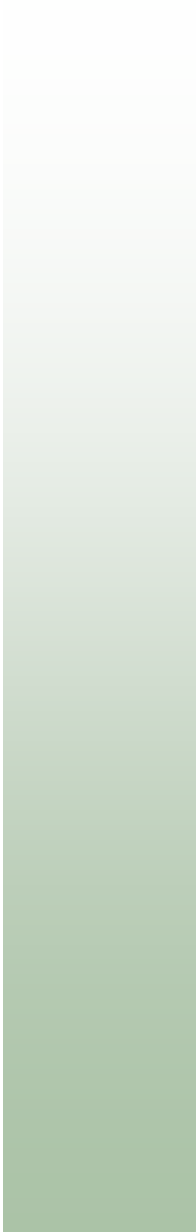
As soluções coletadas após a irrigação final, foram adequadamente diluídas de modo que as suas respectivas concentrações se situassem no intervalo de concentração da curva analítica.

Deve-se salientar que antes que as quatro soluções irrigantes entrassem em contato com o canal radicular, quantificou-se a concentração de íons cálcio

presentes em cada uma delas ("branco"). Essas mensurações foram levadas em consideração nos cálculos para obtenção dos teores desse metal após a irrigação final. Como controle, foi utilizada água ultra-pura, de modo a garantir que esse solvente não seria uma fonte de contaminação de cálcio.

Análise Estatística

Os resultados obtidos dos escores referentes à análise das elétrono-micrografias, assim como os valores das concentrações de íons cálcio liberados, obtidos pelo espectrômetro de absorção atômica com chama foram submetidos à análise estatística por meio do Programa GMC. Os resultados referentes aos escores foram submetidos ao teste de Kruskal-Wallis, com nível de significância de 1% ($\alpha=0,01$), e complementar de Dunn para identificar quais soluções eram estatisticamente diferentes entre si. Verificou-se que os dados, em relação à concentração de cálcio liberado, apresentaram distribuição normal, sendo realizada a análise de variância e posteriormente o teste complementar de Tukey-Kramer. O nível de significância adotado foi de 5% ($\alpha=0,05$).



Resultados

Os dados obtidos neste trabalho são referentes à capacidade de remoção da camada de *smear* e ao teor de íons cálcio removidos do interior do canal radicular após irrigação com diferentes soluções irrigantes.

1. Análise dos dados referentes à capacidade de limpeza dos canais radiculares

A reprodutibilidade inter-examinador variou de substancial a excelente (0,61-0,80) de acordo com os critérios de LANDIS; KOCH (1977). Os valores obtidos para o coeficiente Kappa foram: 0,82 entre os examinadores A e B, 0,67 entre os examinadores A e C, e 0,74 entre B e C.

Os dados para essa análise foram obtidos por dois fatores de variação. O primeiro, chamado de *soluções*, formado por cinco componentes distintos e independentes: água destilada e deionizada, vinagre de maçã, ácido málico 5%, ácido acético 5% e EDTA 17%. O segundo foi denominado *terços radiculares* formado por três componentes vinculados: cervical, médio e apical. O número total de dados foi composto por 150 valores numéricos de natureza ordinal, obtidos por meio dos escores atribuídos pelos examinadores às elétrons-micrografias de varredura (Tabela II). Esse número de dados foi conseguido do produto fatorial de cinco soluções, três terços radiculares e dez repetições ($5 \times 3 \times 10 = 150$).

Tabela II. Escores atribuídos às elétrón-micrografias de varredura pelos diferentes avaliadores.

Terços radiculares	Soluções				
	Água dest. deion.	Vinagre de maçã	Ác. Málico 5%	Ác. Acético 5%	EDTA 17%
Cervical	1	3	3	3	4
	1	3	3	2	4
	1	3	3	3	4
	1	3	3	3	4
	1	3	2	3	4
	1	3	2	3	4
	1	3	3	3	4
	1	3	2	3	4
	1	3	3	2	4
	1	3	3	3	4
Média	1,0	3,0	2,7	2,8	4,0
Médio	1	3	3	3	4
	1	1	2	2	4
	1	3	3	1	4
	1	3	3	3	4
	1	2	2	3	4
	1	3	3	3	4
	1	3	3	3	4
	1	3	2	3	4
	1	3	3	2	4
	1	3	2	3	3
Média	1,0	2,7	2,6	2,6	3,9
Apical	1	3	3	2	4
	1	1	3	2	4
	1	3	3	1	4
	1	3	3	3	4
	1	2	1	3	4
	1	3	1	1	1
	1	2	3	1	3
	1	2	2	2	3
	1	2	3	1	3
	1	3	1	3	2
Média	1,0	2,4	2,3	1,9	3,2
Média Geral	1,0	2,7	2,5	2,4	3,7

Em função da análise ser expressa por escores, aplicou-se a estatística não paramétrica. O teste Kruskal-Wallis foi o que melhor se adaptou ao modelo experimental por permitir a comparação de dados múltiplos e independentes para as diferentes soluções testadas. Para os diferentes terços radiculares utilizou-se o teste de Friedman, uma vez que permite realizar comparações múltiplas com dados vinculados.

O teste de Kruskal-Wallis mostrou haver diferença estatisticamente significativa ao nível de 1% de probabilidade para a análise das diferentes soluções estudadas ($H_0 = 0,00$).

Com a finalidade de esclarecer quais comparações, duas a duas, entre os componentes do fator de variação das soluções quelantes seriam significativamente diferentes entre si, efetuou-se a comparação entre as médias dos postos das amostras, como mostra a Tabela III.

Tabela III. Comparação duas a duas entre os grupos testados.

Amostras comparadas (duas a duas)	Diferença entre as médias	Significância
Vinagre maçã X Ác. málico 5%	5,3000	Ns
Vinagre maçã X Ác. acético 5%	8,8167	ns
Vinagre maçã X EDTA 17%	44,3500	0,1 %
Vinagre maçã X Água dest. dein.	60,5667	0,1 %
Ác. málico 5% X Ác. acético 5%	3,5167	Ns
Ác. málico 5% X EDTA 17%	49,6500	0,1 %
Ác. málico 5% X Água dest. dein.	55,2667	0,1 %
Ác. acético 5% X EDTA 17%	53,1667	0,1 %
Ác. acético 5% X Água dest. dein.	51,7500	0,1 %
EDTA 17% X Água dest. dein.	104,9167	0,1 %

* ns = não significante

As raízes irrigadas com EDTA 17% foram estatisticamente diferentes de todas as outras soluções ($p < 0,001$) que apresentaram os maiores índices de áreas cobertas pela camada de *smear*. As raízes que receberam a irrigação final com vinagre de maçã, ácido málico 5% e ácido acético 5% não apresentaram diferença estatisticamente significativa entre si, mas foram estatisticamente diferentes da água destilada e deionizada (controle) ($p < 0,001$).

Para determinar as diferenças estatísticas entre os diferentes terços radiculares estudados, foi aplicado o teste de Friedman.

O valor da probabilidade de igualdade (H_0) entre as soluções, expresso pelo teste estatístico de Friedman foi 62,81, revelando não haver diferenças estatísticas significantes entre os terços cervicais, médios e apicais dos canais radiculares.

2. Análise qualitativa das elétrtron-micrografias de varredura

As elétrtron-micrografias de varredura ilustram as regiões mais representativas de cada terço radicular dos dentes avaliados, após a irrigação final dos canais radiculares com cada uma das soluções irrigantes testadas (Figuras 7 a 11).

Na superfície dentinária referente ao grupo controle, observa-se que os terços cervical, médio e apical apresentam grande quantidade de camada de *smear* e túbulos dentinários totalmente obliterados (Figura 7 A, B e C).



Figura 7. Elétron-micrografias de varredura após a irrigação final do canal radicular com água destilada e deionizada evidenciando os terços cervical (A), médio (B) e apical (C) totalmente recobertos por camada de *smear*.

Na superfície dentinária tratada com vinagre de maçã o terço cervical apresentou camada de *smear* recobrimdo parte da superfície e túbulos dentinários visíveis (Figura 8 A). No terço médio maior quantidade da camada de *smear* com menor quantidade de túbulos abertos e visíveis (Figura 8 B) e no terço apical observa-se grande quantidade de camada de *smear* e túbulos dentinários obliterados (Figura 8 C).

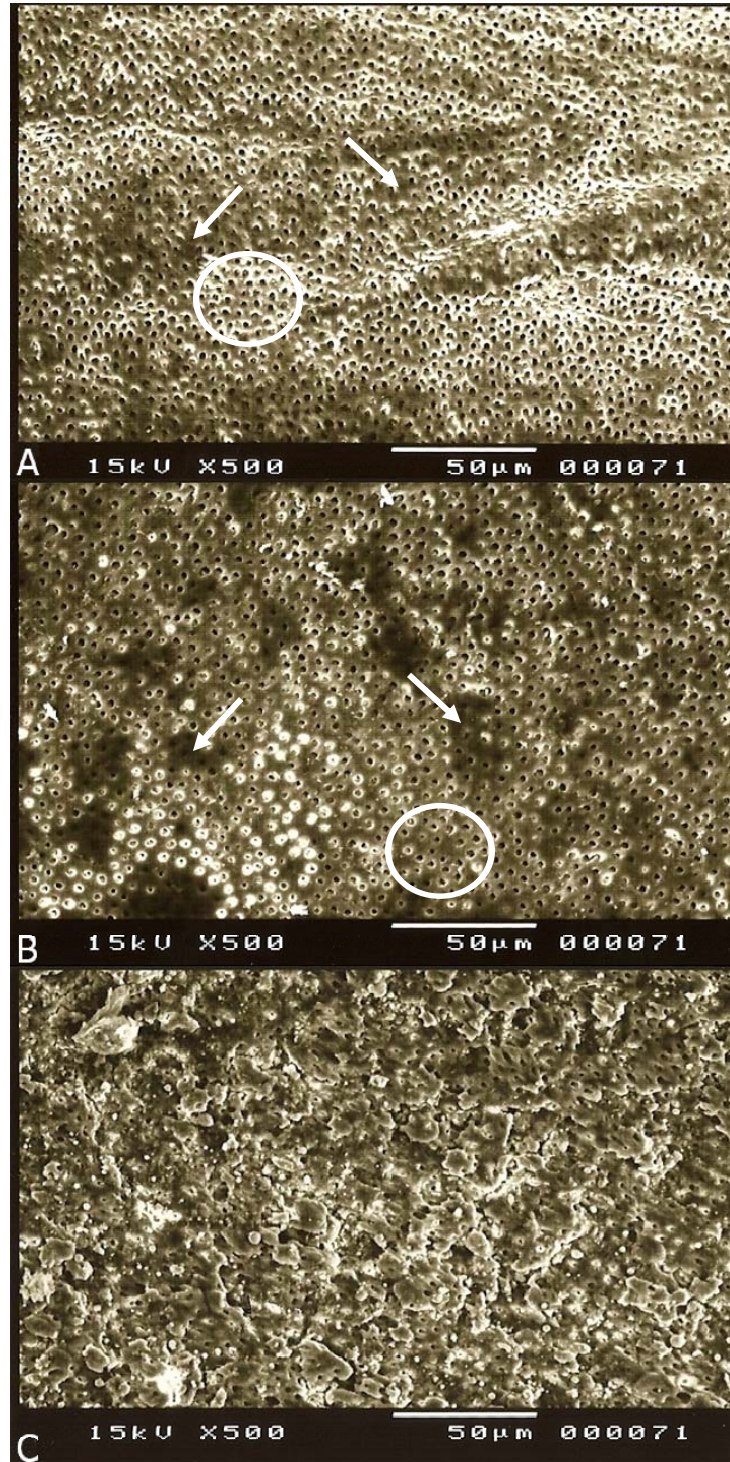


Figura 8. Elétron-micrografias de varredura após irrigação final do canal radicular com vinagre de maçã evidenciando túbulos dentinários abertos (círculos) e regiões parcialmente cobertas por camada de *smear* (setas) nos terços cervical (A) e médio (B). O terço apical (C) apresenta-se recoberto por camada de *smear*.

No grupo do ácido málico 5% observa-se que o terço cervical apresenta-se com camada de *smear* recobrindo parte da superfície com alguns túbulos dentinários abertos e visíveis (Figura 9 A), enquanto que no terço médio, a camada de *smear* recobre parcialmente a parede dentinária com menor quantidade de túbulos abertos e visíveis (Figura 9 B). Já no terço apical verifica-se grande quantidade de camada de *smear* e túbulos dentinários totalmente obliterados (Figura 9 C).

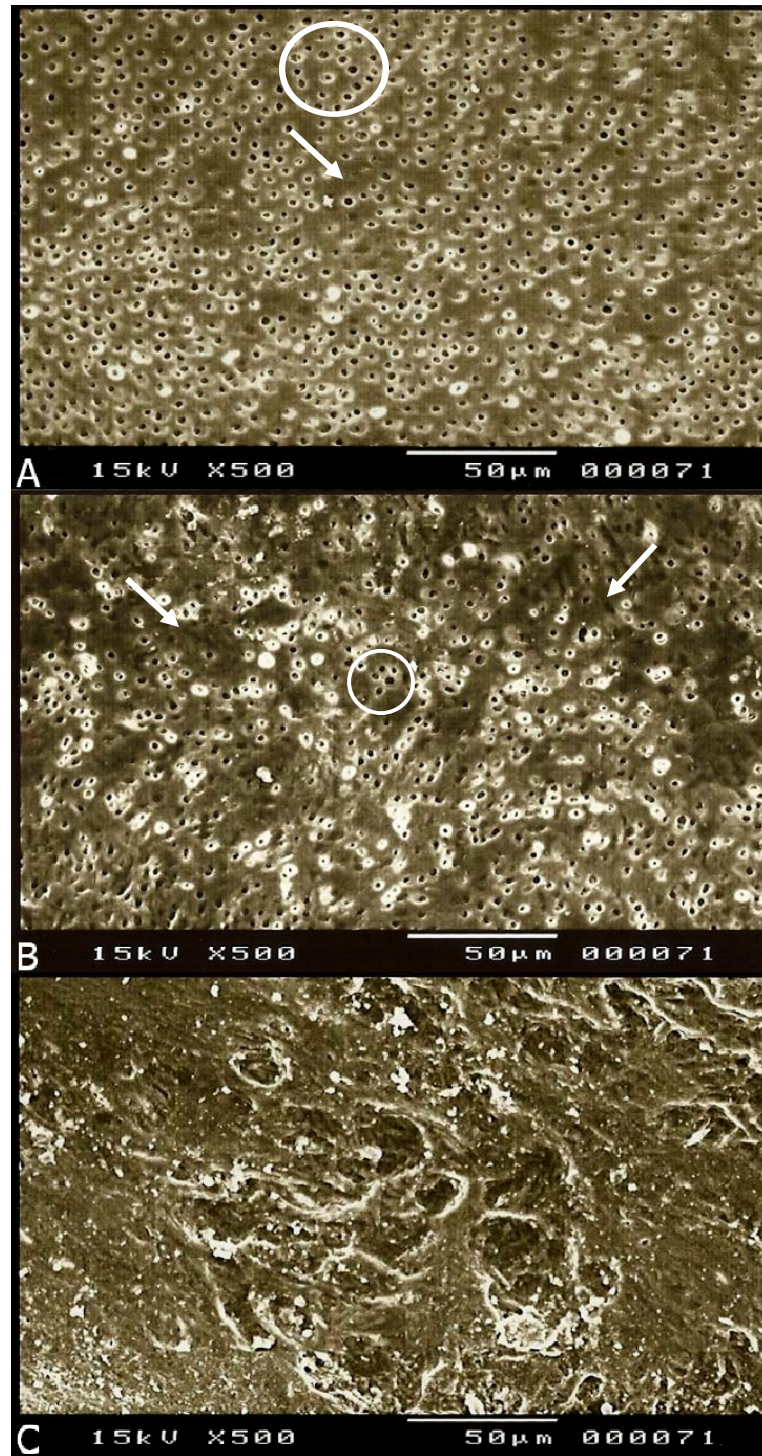


Figura 9. Elétron-micrografias de varredura após irrigação final do canal radicular com ácido málico 5% evidenciando túbulos dentinários abertos (círculos) e regiões parcialmente cobertas por camada de *smear* (setas) nos terços cervical (A) e médio (B). O terço apical (C) apresenta-se recoberto por camada de *smear*.

Na superfície dentinária tratada com ácido acético 5% observa-se no terço cervical camadas de *smear* recobrimo parte da superfície e túbulos dentinários abertos e visíveis (Figura 10 A). No terço médio a camada de *smear* recobre parcialmente a parede dentinária com menor quantidade de túbulos abertos e visíveis (Figura 10 B) ao passo que no terço apical verifica-se grande quantidade de camada de *smear* e túbulos dentinários totalmente obliterados (Figura 10 C).

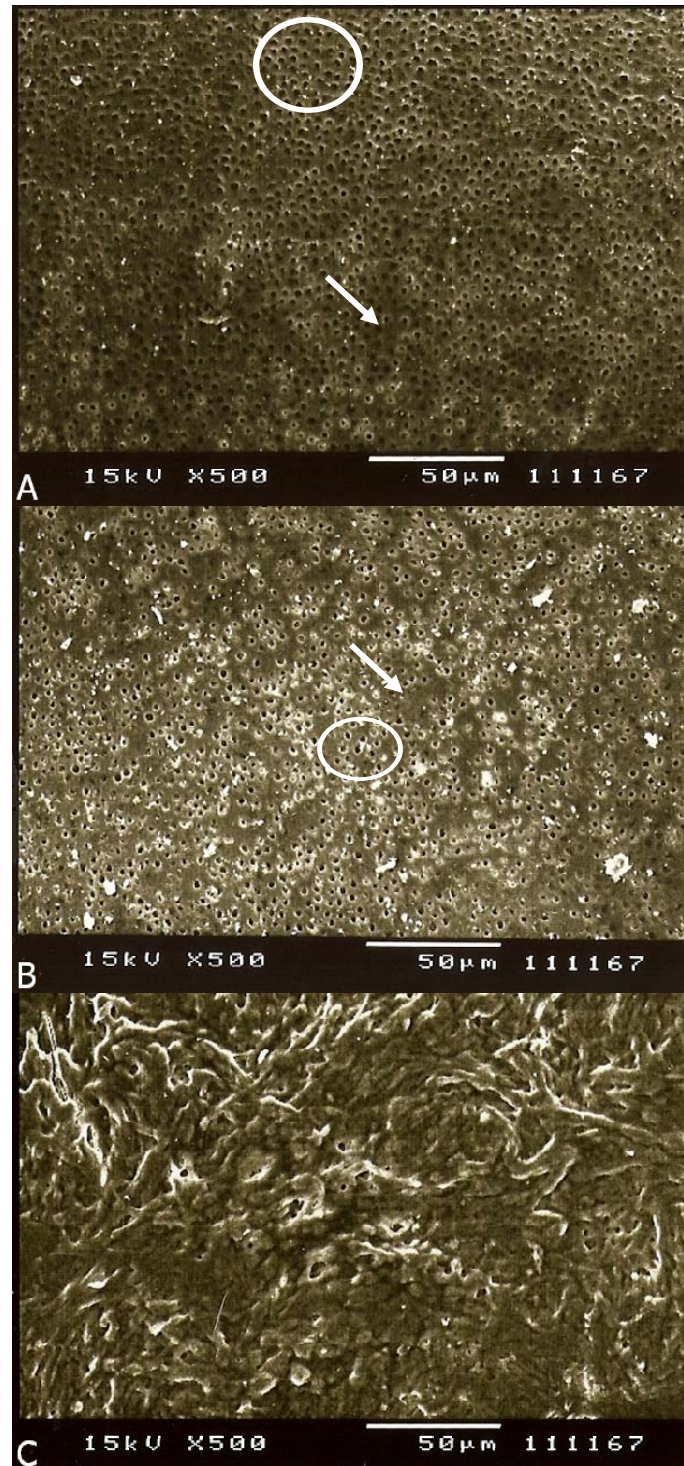


Figura 10. Elétron-micrografias de varredura após irrigação final do canal radicular com ácido acético 5% evidenciando túbulos dentinários abertos (círculos) e regiões parcialmente cobertas por camada de *smear* (setas) nos terços cervical (A) e médio (B). O terço apical (C) apresenta-se recoberto por camada de *smear*.

No grupo do EDTA 17% o terço cervical mostrou ausência de camada de *smear* com túbulos dentinários abertos e visíveis (Figura 11 A). Já no terço médio, também não havia camada de *smear*, mas os túbulos dentinários estavam parcialmente obliterados (Figura 11 B). O terço apical apresentou camada de *smear* recobrimo parcialmente a superfície e poucos túbulos dentinários abertos e visíveis (Figura 11 C).

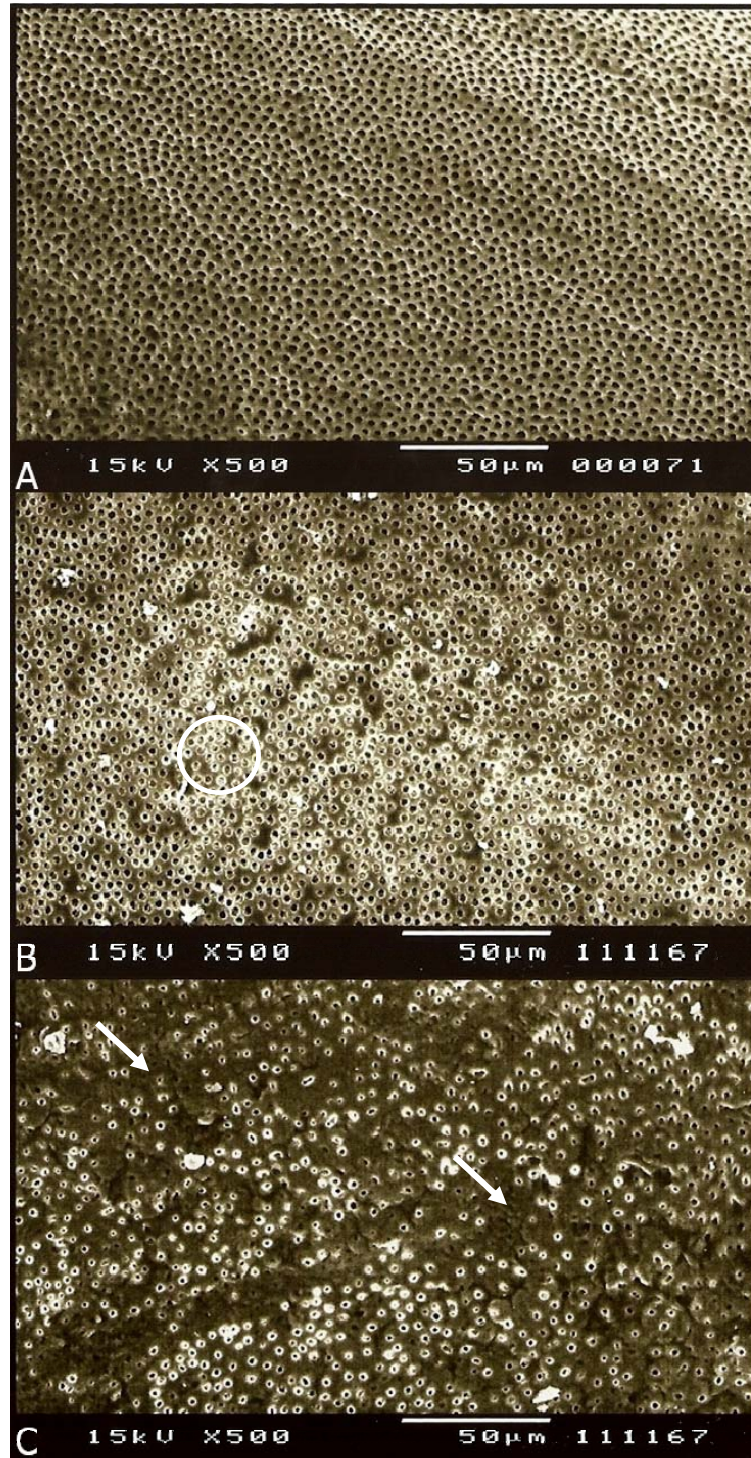


Figura 11. Elétron-micrografias de varredura após irrigação final do canal radicular com EDTA 17% evidenciando túbulos dentinários abertos e ausência de camada de *smear* no terço cervical (A), túbulos dentinários parcialmente obliterados no terço médio (círculo) (B) e camada de *smear* cobrindo parcialmente o terço apical (setas) (C).

3. Quantificação de íons Ca^{2+} removidos após irrigação final do canal radicular

Para a determinação de íons cálcio nas amostras das soluções irrigantes utilizadas para a remoção da camada de *smear* do canal radicular, foi preparado um conjunto de soluções-padrão, cujo intervalo de concentração variou de 1 a 15 $\mu\text{g/mL}$. A partir da análise de cada uma dessas soluções, obteve-se a curva analítica apresentada na figura 10. Essa curva é matematicamente expressa pela equação $y = 0,0347x - 0,0015$, a qual foi utilizada para estabelecer as concentrações de cálcio nas amostras das soluções irrigantes. Na equação apresentada, o valor de y correspondente à absorbância, enquanto que o valor de x corresponde à concentração.

Conforme pode ser observado na Figura 12, para tal intervalo, foi obtida uma boa linearidade, expressa pelo coeficiente de correlação, o qual apresentou um valor de 0,9998. Para fins analíticos, devem ser utilizadas curvas, cujos coeficientes de correlação se aproximam de 1, ou seja, aqueles que demonstram haver uma relação de proporcionalidade entre o aumento da concentração e o aumento do sinal medido, neste caso, do sinal de absorbância.

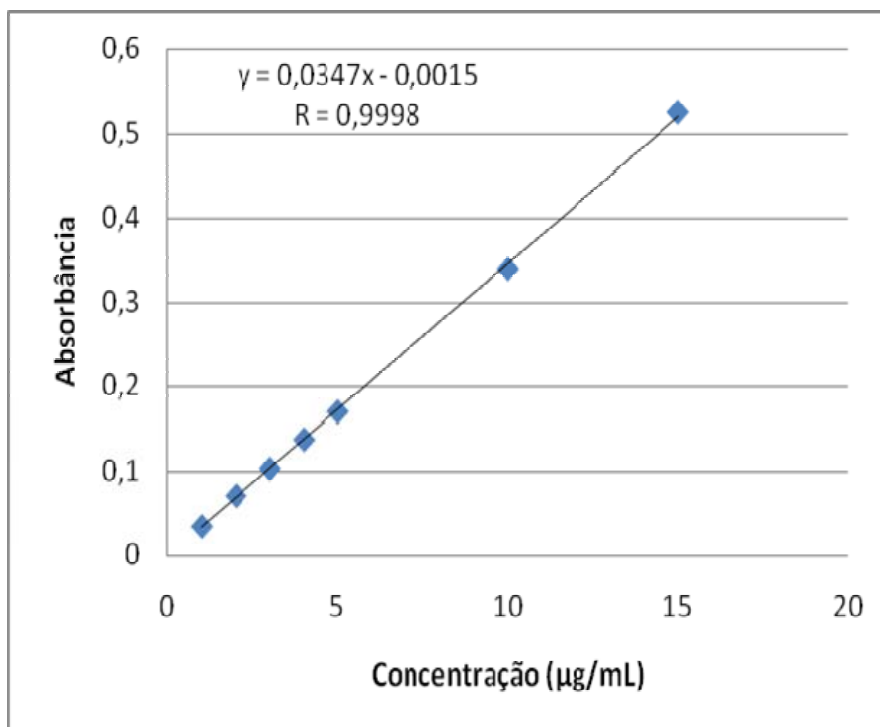


Figura 12. Gráfico ilustrando a curva analítica de calibração para o cálcio.

Os dados experimentais referentes à quantificação de íons cálcio removidos pelas soluções estudadas foram obtidos por meio da análise espectrométrica do volume total de solução utilizado na irrigação final do canal radicular, empregando-se as diferentes soluções irrigantes.

Em função de ter ocorrido perda da solução de alguns grupos, foi feita a análise de apenas 7 amostras de cada grupo.

Foram obtidos 35 valores numéricos provenientes do produto fatorial de 7 raízes (repetições) e 5 grupos de soluções irrigantes analisadas. Os valores estão listados na Tabela IV.

Tabela IV. Dados da concentração de íons cálcio removidos expressos em microgramas por mililitro ($\mu\text{g/ml}$).

Íons removidos	Soluções				
	Água dest. deion.	Vinagre de maçã	Ác. Málico 5%	Ác. Acético 5%	EDTA 17%
Cálcio ($\mu\text{g/ml}$)	0,0	1,0	47,9	27,6	131,0
	0,0	1,0	51,9	15,2	165,2
	0,0	0,7	33,0	20,5	108,6
	0,0	1,0	70,5	19,0	107,0
	0,0	0,9	82,8	24,2	175,4
	0,0	0,8	65,2	19,8	180,2
	0,0	0,5	80,6	31,5	198,0
	Média \pm DP	0,00 \pm 0,00	0,84 \pm 0,19	61,70 \pm 18,27	22,54 \pm 5,58

Os dados originais foram submetidos a uma série de testes preliminares, evidenciando que a distribuição amostral era normal, o que nos conduziu para a realização da análise estatística paramétrica, cujos resultados são vistos a seguir.

O teste estatístico paramétrico que melhor se adaptou ao modelo experimental foi o de análise de variância, pelo fato de se tratar de um teste que permite a comparação de múltiplos dados independentes. Os resultados da análise de variância podem ser vistos na Tabela V.

Tabela V. Análise de variância. Valores originais.

Fonte de variação	Soma de quadr.	G.L.	Quadr. médios	(F)	Prob.(H0)
Entre soluções	93793	3	31264	73,79	0,0001%
Resíduo	10168	24	423,67		
Varição total	103961	27			

A análise de variância demonstrou haver diferenças estatísticas entre as soluções irrigantes testadas ($p < 0,001$). Para identificar quais soluções eram diferentes entre si, aplicou-se o teste de Tukey-Kramer (Tabela VI).

Tabela VI. Teste de Tukey-Kramer: comparação entre soluções, valores originais.

Soluções	Diferença entre médias	Q	Valor de P
EDTA 17% X Ác.acético 5%	129,62	16,662	$p < 0,001$
EDTA 17% X Ác.málico 5%	90,479	11,630	$p < 0,001$
EDTA 17% X Vinagre de maçã	151,33	19,452	$p < 0,001$
Ác. acético 5% X Ác. málico 5%	-39,144	5,032	$p < 0,01$
Ác. acético 5% X Vinagre de maçã	21,709	2,790	ns
Ác. málico 5% X Vinagre de maçã	60,853	7,822	$p < 0,001$

* ns = não significante

Os resultados obtidos pelo teste de Tukey-Kramer evidenciaram que as raízes que receberam irrigação final com EDTA 17% foram estatisticamente diferentes de todas as outras soluções ($p < 0,001$). As raízes que receberam a irrigação final com ácido málico 5% foram estatisticamente diferentes das que receberam a irrigação final com vinagre de maçã ($p < 0,001$) e ácido acético 5% ($p < 0,01$), sendo que, esses dois últimos grupos foram estatisticamente semelhantes entre si ($p > 0,05$).



Discussão

O emprego de substâncias com propriedades químicas específicas tem sido estudado por vários autores em relação à finalidade de auxiliar a instrumentação endodôntica removendo restos orgânicos e inorgânicos e também atuar em regiões onde não há ação dos instrumentos (BARBIZAM et al., 2002; BARATTO-FILHO et al., 2004; CATHRO, 2004; KHEDMAT; SHOKOUHINEJAD, 2008; SILVA et al., 2008; INAMOTO et al., 2009).

De acordo com SPANÓ et al. (2001) e CATHRO (2004), a substância irrigante deve apresentar capacidade de solvência de tecido, baixo índice de toxicidade, baixa tensão superficial (penetrando em áreas inacessíveis à instrumentação), ser lubrificante, esterilizar ou, pelo menos, desinfetar os canais radiculares e remover a camada de *smear*. Ainda não há consenso em relação à melhor substância química a ser utilizada para a completa limpeza (SPANÓ et al., 2001; HÜLSMANN et al., 2003; CATHRO, 2004; MURRAY et al., 2008; INAMOTO et al., 2009).

A utilização de um agente quelante como solução auxiliar na terapia endodôntica veio suprir a ineficiência do hipoclorito de sódio quanto à capacidade de agir sobre a matriz mineral do dente e de atuar na remoção da camada de *smear* formada durante o preparo biomecânico (HOTTEL et al., 1999; HÜLSMANN et al., 2003; SCELZA et al., 2004; PÉREZ-HEREDIA et al., 2008; SILVA et al., 2008).

Estudos recentes tem avaliado o vinagre de maçã especialmente em relação a sua ação antimicrobiana (ESTRELA et al., 2005) e de remoção da camada de *smear* (ZANDIM et al., 2004; ESTRELA et al., 2007; BARROS et al., 2008; SPANÓ et al., 2009).

No presente estudo, avaliou-se a ação do vinagre de maçã e de seus principais constituintes, ácido acético e málico, em relação à remoção da camada de *smear* do interior do canal radicular em comparação com a solução de EDTA 17%, bem como, quantificou-se os íons cálcio presentes nestas soluções após a sua utilização como irrigante final.

Embasados na literatura, alguns aspectos foram observados para delinear a metodologia empregada no experimento. Para verificar a remoção da camada de *smear* dos canais radiculares, utilizou-se o método de atribuição de escores à elétron-micrografias por examinadores calibrados (GAMBARINI, 1999; HOTTEL et al., 1999; O'CONNELL et al., 2000; DOĞAN; ÇALT, 2001; ÇALT; SERPER, 2002; GUERISOLI et al., 2002; MENEZES et al., 2003; MATHIAS NETO et al., 2003; VISWANATH et al., 2003; KOKKAS et al., 2004; PEREZ; ROQUEYROL-POURCEL, 2005; MARQUES et al., 2006 e GUERISOLI, 2008).

O preparo biomecânico dos espécimes foi realizado sob irrigação com água destilada e deionizada (GURBUZ et al., 2008) e as soluções testadas foram aplicadas no interior dos canais radiculares somente após a utilização do último instrumento endodôntico, com o objetivo de impedir a interferência de qualquer outra substância na remoção da camada de *smear* e na concentração de íons cálcio.

O volume para todas as soluções quelantes pesquisadas foi padronizado em 5 mL, sendo a irrigação realizada com seringa plástica descartável e agulha NaviTip fina posicionada o mais próximo possível do comprimento de trabalho (BAKER, 1975; O'CONNELL et al., 2000; GUERISOLI et al., 2002; ÇALT; SERPER, 2002; VISWANATH et al., 2003; MENEZES et al., 2003; PÉREZ-HEREDIA et al., 2006; DOTTO et al., 2007; KHEDMAT; SHOKOUHINEJAD, 2008). O grupo controle foi irrigado somente com água destilada e deionizada, uma vez que esta solução não age sobre a camada de *smear* (CENGIZ et al., 1990; GUERISOLI et al., 2002; MARQUES et al., 2006).

As soluções foram coletadas e submetidas à espectrometria de absorção atômica que é uma técnica analítica amplamente utilizada, sobretudo na quantificação de metais, como o cálcio no presente estudo (EWING, 1972).

A capacidade de uma solução irrigante remover a camada de *smear* pode estar relacionada à sua capacidade de remover e/ou quelar íons. Dessa maneira, o presente estudo quantificou os íons cálcio presentes na solução resultante da ação dos agentes empregados na irrigação final do preparo biomecânico, por meio da espectrometria de absorção atômica (ALFREDO et al., 2004; OLIVEIRA et al., 2004; PÉREZ-HEREDIA et al., 2008)

Ao analisar os resultados obtidos pelos métodos empregados, parece existir uma relação entre a capacidade de remoção da camada de *smear* e a quantidade de íons cálcio detectados nas soluções resultantes do preparo. O presente trabalho

verificou que a solução de EDTA 17% proporcionou a maior remoção da camada de *smear* e da quantidade de íons cálcio quando foi realizada análise em MEV e espectrometria de absorção atômica, estando de acordo com os resultados obtidos por SPANÓ et al. (2009). As soluções de ácido málico 5%, ácido acético 5% e o vinagre de maçã promoveram a remoção parcial da camada de *smear*, porém, observou-se que a solução de ácido málico resultante da irrigação final apresentou maior quantidade de íons cálcio do que as soluções de ácido acético e do que o vinagre de maçã.

A remoção da camada de *smear* resultante da ação do EDTA se deu em função do seu poder de complexação iônica, ou seja, a sua capacidade de atração eletrostática de íons cálcio. Vários trabalhos têm demonstrado a ação efetiva do EDTA na remoção da camada de *smear* (TORABINEJAD et al., 2002; HÜLSMANN et al., 2003; SCELZA et al., 2004; LOTTANTI et al., 2008; MELLO et al., 2009), o que pode explicar a alta concentração de cálcio detectada na solução coletada após a irrigação final com EDTA 17%.

As menores concentrações de íons cálcio foram observadas quando se utilizou ácido acético e vinagre de maçã. O vinagre de maçã, também designado vinagre de cidra, é obtido a partir da polpa do fruto que lhe dá o nome, por meio de uma rota sintética análoga àquela empregada na obtenção de vinagre de vinho. O álcool etílico gerado nesse processo é oxidado e transformado em ácido acético, sob a ação do ar e de microorganismos específicos. A esse procedimento biológico

natural é dado o nome de acetificação (CALIGIANI, 2007). A quantidade de cálcio detectada nas duas soluções é explicada pela ação dos íons H^+ presentes no meio. Quanto maior a concentração de íons H^+ , mais eficiente seria o ataque ácido. A concentração de íons H^+ presente no meio é função de constante de dissociação, isto é, o K_a . Sendo o ácido acético um ácido fraco, cujo K_a é $1,8 \times 10^{-5}$ (HARRIS, 2001), ou seja, um ácido que se dissocia pouco, o mesmo não possui uma concentração de íons H^+ que pudesse produzir uma remoção eficiente de cálcio.

A maior quantidade de íons cálcio detectado na solução de ácido málico se deve também à ação dos íons H^+ . Como discutido anteriormente, a concentração de íons H^+ presente no meio é em função da constante de dissociação, o K_a . Sendo o ácido málico um ácido diprótico, o mesmo apresenta duas constantes de dissociação, $K_{a1} = 3,5 \times 10^{-4}$ e $K_{a2} = 8,0 \times 10^{-6}$ (HARRIS, 2001). O K_{a1} é que determina de fato o grau de dissociação do ácido, uma vez que a segunda constante é bem menor. Uma vez que o K_{a1} do ácido málico é maior que o K_a do ácido acético, aquele se dissocia mais fortemente, possuindo uma maior concentração de íons H^+ , de modo que sua ação na remoção de cálcio foi bem mais intensa.

As soluções de ácido acético e o vinagre de maçã foram estatisticamente semelhantes entre si tanto na remoção da camada de *smear* quanto na remoção de íons cálcio, estando de acordo com os resultados obtidos por SPANÓ et al.

(2009). ESTRELA et al. (2007) a capacidade de remoção da camada de *smear* do vinagre de maçã isolado ou associado com o EDTA e concluíram que, quando associado ao EDTA, a sua capacidade de remoção da camada de *smear* aumenta. ZANDIM et al. (2004) observaram o poder de 5 tipos de vinagres, entre eles o de maçã, em remover a camada de *smear* da superfície radicular e abrir os túbulos dentinários e concluíram que essas substâncias são capazes de remover esta camada e expor os túbulos dentinários.

Os resultados deste trabalho mostraram não haver diferença estatística significativa em relação aos diferentes terços radiculares (cervical, médio e apical) independente da solução estudada, estando de acordo com os estudo de MENEZES et al. (2003) e SCELZA et al. (2004). Este fato pode ser explicado em função da metodologia aplicada, em que a solução utilizada tem passagem livre pelo canal, diferente dos trabalhos comumente realizados, onde a solução irrigante fica estática agindo sobre a parede dentinária, e em seguida é aspirada o que proporciona movimentação dinâmica da solução.

Deve ser salientado que o vinagre de maçã, por ser um produto de origem natural, não possui características capazes de agredir o meio-ambiente, diferente do que acontece com o EDTA que apresenta em sua composição substâncias poluentes.

Os resultados do presente estudo mostram que o ácido acético e ácido málico, constituintes do vinagre de maçã, apresentam potencial para remoção da camada de *smear*, porém novos estudos devem ser realizados variando sua concentração e pH, assim como sua associação, o que pode conduzir no futuro para formulação de uma solução com ativos que propiciem a efetiva remoção da camada de *smear*.



Conclusões

Com base na metodologia empregada e nos resultados obtidos podemos concluir que:

- 1- O vinagre de maçã, ácido málico 5% e ácido acético 5% possibilitaram menor remoção da camada de *smear* que o EDTA 17%;
- 2- Não houve diferença entre os terços estudados (cervical, médio e apical) quanto à remoção da camada de *smear*;
- 3- O vinagre de maçã, ácido málico 5% e ácido acético 5% promoveram liberação de menores concentrações de íons cálcio que o EDTA 17%.



Referências Bibliográficas

ALFREDO, E.; MARQUES, A. A. F.; PEREIRA, J. V.; PASCHOALATO, C. F. R. P.; FERRREIRA, J. F.; SOUSA NETO, M. D. Análise da solubilidade e desintegração dos cimentos MTA e Portland por meio da espectrofotometria de absorção atômica In: Reunião da SBPqO, 21., 2004. **Braz. Oral Res.**, 2004. v. 18, p. 161.

ALFREDO, E.; SOUZA-GABRIEL, A. E.; SILVA, S. R.; SOUSA-NETO, M. D.; BRUGNERA-JUNIOR, A.; SILVA-SOUSA, Y. T. C. Morphological alterations of radicular dentine pretreated with different irrigations solutions and irradiated with 980 nm diode laser. **Microsc. Res. Tech.**, v. 72, n. 1, p. 22-27, 2009.

ARI, H.; ERDEMIR, A. Effects of endodontic irrigation solutions on mineral content of root canal dentin using ICP-AES technique. **J. Endod.**, v. 31, n. 1, p. 187-189, 2005.

ARRUDA, M. D; SILVA SOUSA, Y. T. C.; CRUZ FILHO, A. M.; SOUSA FILHO, F. J.; SOUSA NETO, M. D. Análise histológica da capacidade de limpeza promovida pela instrumentação rotatória com limas de níquel-titânio, em canais radiculares com achatamento méso-distal, utilizando diferentes soluções químicas auxiliares do preparo biomecânico. **J. Bras. Endod.**, v. 14, n. 13, p. 141-147, 2003.

BAKER, N. A.; ELEAZER, P. D.; AVERBACH, R. E.; SELTZER, S. Scanning electron microscopic study of the efficacy of various irrigating solutions. **J. Endod.**, v. 1, n. 4, p. 127-135, 1975.

BARATTO-FILHO, F.; CARVALHO-JR, J. R.; FARINIUK, L. F.; SOUSA-NETO, M. D.; PÉCOR, J. D.; CRUZ-FILHO, A. M. Morphometric analysis of the effectiveness of different concentrations of sodium hypochlorite associated with rotary instrumentation for root canal cleaning. **Braz. Dent. J.**, v. 15, n. 1, p. 36-40, 2004.

BARBIZAM, J. V.; FARINIUK, L. F.; MARCHESAN, M. A.; PÉCOR, J. D.; SOUSA NETO, M. D. Effectiveness of manual and rotary instrumentation techniques for cleaning flattened root canals. **J. Endod.**, v. 28, n. 5, p. 365-366, 2002.

BARROS, F.; COSTA, J. A.; KIRCHHOFF, A. L.; SOUSA-NETO, M. D.; SILVA-SOUSA, Y. T. C. Avaliação do efeito da solução de EDTA 17%, ácido acético 4%, e vinagre de maçã na adesividade do cimento à base de resina epoxica à dentina. In: Reunião da SBPqO, 2008, **Bras. Oral Res.**, v. 22, n. 1, p. 271.

BAUMGARTNER, J. C.; MADER, C. L. A. scanning electron microscopic evaluation of four root canal irrigation regimens. **J. Endod.**, v. 13, n. 4, p. 147-157, 1987.

BUZOGLU, H. D.; CALT, S.; GÜMÜSDERELIOGLU, M. Evaluation of the surface free energy on root canal dentine walls treated with chelating agents and NaOCl. **Int. Endod. J.**, v. 40, n. 2, p. 18-24, 2007.

CALIGIANI, A.; ACQUOTTI, D.; PALLA, G.; BOCCHI, V. Identification and quantification of the main organic components of vinegars by high resolution ¹H NMR spectroscopy. **Analyt. Chim. Acta**, v. 585, n. 2, p. 110-119, 2007.

CALLAHAN, J. R. Sulfuric acid for opening root canals. **Dent. Cosmos**, v. 36, n. 12, p. 957-959, 1894.

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

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

CATHRO, P. The importance of irrigation in endodontics. **Contemp. Endod.**, v. 1, p. 3-7, 2004.

CENGİZ, T.; AKTNER, B. O.; PISKIN, B. Effect of dentinal tubule orientation on the removal of smear layer by root canal irrigants. A scanning electron microscopic study. **Int. Endod. J.**, v. 23, n. 3, p. 163-171, 1990.

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. 536-538, 2005.

CRUZ FILHO, A. M.; SOUSA NETO, M. D.; SAQUY, P. C.; PÉCOR, J. D. Evaluation of the effect of EDTAC, CDTA, and EGTA on radicular dentin microhardness. **J. Endod.**, v. 27, n. 3, p. 183-184, 2001.

DE DEUS, G.; PACIORNIK, S.; MAURICIO, M. H. P. Evaluation of the EDTA, EDTAC and citric acid on the microhardness of root dentine. **Int. Endod. J.**, v. 39, n. 1, p. 401-407, 2006.

DE DEUS, G.; REIS, C.; FIDEL, S.; FIDEL, R.; PACIORNIK, S. Dentine demineralization when subjected to EDTA with or without various wetting agents: a co-site digital optical microscopy study. **Int. Endod. J.**, v. 41, n. 1, p. 279-287, 2008.

DOTTO, S. R.; TRAVASSOS, R. M. C.; OLIVEIRA, E. P. M. Evaluation of ethylenediaminetetraacetic acid (EDTA) solution and gel for smear layer removal. **Aust. Endod. J.**, v. 33, n. 2, p. 62-65, 2007.

ELDENIZ, A. U.; ERDEMIR, A.; BELLI, S. Effect of EDTA and citric acid solutions on the microhardness and the roughness of human root canal dentin. **J. Endod.**, v. 31, n. 2, p. 107-110, 2005.

ESTRELA, C. R. A.; ESTRELA, C.; CRUZ FILHO, A. M.; PÉCOR, J. D. Substância ESP: Opção na terapêutica endodôntica. **J. Bras. Endod.**, v. 5, n. 19, p. 273-279, 2005.

ESTRELA, C.; LOPES, H. P.; ELIAS, C. N.; LELES, C. R.; PÉCOR, J. D. Limpeza da superfície do canal radicular pelo vinagre de maçã, hipoclorito de sódio, clorexidina e EDTA. **Rev. Assoc. Paul. Cir. Dent.**, v. 61, n. 2, p. 117-122, 2007.

EWING, G. W. **Métodos Instrumentais de Análise Química**. 1º ed., São Paulo; Edusp, 1972.

FARIA, M. I. A.; SOUZA-GABRIEL, A. E.; MARCHESAN, M. A.; SOUSA-NETO, M. D.; SILVA-SOUSA, Y. T. C. Ultrastructural evaluation of radicular dentin after Nd:YAG

laser irradiation combined with different chemical substances. **Gen. Dent.**, v. 56, n. 7, p. 641-646, 2008.

FARINIUK, L. F.; BARATTO FILHO, F.; CRUZ FILHO, A. M.; SOUSA NETO, M. D. Histologic analysis of the cleaning capacity of mechanical endodontic instruments activated by the ENDOflash system. **J. Endod.**, v. 29, n. 10, p. 651-653, 2003.

FERRAZ, C. C.; GOMES, B. P.; ZAIA, A. A.; TEIXEIRA, F. B.; SOUZA-FILHO, F. J. Comparative study of the antimicrobial efficacy of chlorhexidine gel, chlorhexidine solution and sodium hypochlorite as endodontic irrigants. **Braz. Dent. J.**, v. 18, n. 4, p. 294-298, 2007.

GAMBARINI, G. Shaping and cleaning the root canal system: a scanning electron microscopic evaluation of a new instrumentation and irrigation technique. **J. Endod.**, v. 25, n. 12, p. 800-803, 1999.

GEORGE, R.; RUTLEY, E. B.; WALSH, L. J. Evaluation of smear layer: a comparison of automated image analysis versus expert observers. **J. Endod.**, v. 34, n. 8, p. 999-1002, 2008.

GOLDBERG, F.; ABRAMOVICH, A. Analysis of the effect of EDTAC on the dentinal walls of the root canal. **J. Endod.**, v. 3, n. 3, p. 101-105, 1977.

GUERISOLI, D. M. Z.; MARCHESAN, M. A.; WALMSLEY, P. J.; PÉCORÁ, J. D. Evaluation of *smear layer* removal by EDTAC and sodium hypochlorite with ultrasonic agitation. **Int. Endod. J.**, v. 35, n. 5, p. 418-421, 2002.

GUERISOLI, D. M. Z. **Efeito de diferentes soluções irrigadoras sobre a microdureza e remoção de smear layer das paredes radiculares.** Ribeirão Preto, 2008, 89p. Dissertação (Doutorado). Faculdade de Odontologia de Ribeirão Preto da Universidade de São Paulo.

GURBUZ, T.; OZDEMIR, Y.; KARA, N.; ZEHIR, C.; KURUDIREK, M. Evaluation of root canal dentin after Nd:YAG laser irradiation and treatment with five different irrigation solutions: a preliminary study. **J. Endod.**, v. 34, n. 3, p. 318-321, 2008.

HAAPASALO, M.; ENDAL, U.; ZANDI, H.; COIL, J. M. Eradication of endodontic infection by instrumentation and irrigation solutions. **Endod. Topics**, v. 10, p. 77-102, 2005.

HARRIS, G. B. Analytical Profiles of Drug Substances and Excipients. **Analyt. Chim. Acta.** v. 28, p. 153-195, 2001.

HILL, P.K. Endodontics. **J. Prosth. Dent.**, v. 9, n. 3, p. 142, 1959.

HOTTEL, T. L.; EL REFAI, N. Y.; JONES, J. J. A comparison of the effects of three chelating agents on the root canals of extracted human teeth. **J. Endod.**, v. 25, n. 2, p. 716-717, 1999.

HÜLSMANN, M.; HECKENDORFF, M.; LENNON, A. Chelating agents in root canal treatment: mode of action and indications for their use. **Int. Endod. J.**, v. 36, n. 12, p. 810-830, 2003.

INAMOTO, K.; HORIBA, N.; SENDA, S.; NAITOH, M.; ARIJI, E.; SENDA, A.; NAKAMURA, H. Possibility of root canal preparation by Er:YAG laser. **Oral Surg. Oral Med. Oral Pathol. Oral Radiol. Endod.**, v. 107, n. 1, p. 47-55, 2009.

KHADEMI, A. A.; MOHAMMADI, Z.; HAVAEE, A. Evaluation of the antibacterial substantivity of several intra-canal agents. **Aust. Endod. J.**, v. 32, n. 3, p. 112-115, 2006.

KHEDMAT, S.; SHOKOUHINEJAD, N. Comparison of the efficacy of three chelating agents in smear layer removal. **J. Endod.**, v. 34, n. 5, p. 599-602, 2008.

KOKKAS, A. B.; BOUTSIOUKIS, A. C., VASSILIADIS, L. P.; STAVRIANOS, C. K. 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. 100-102, 2004.

LAHIJANI, S. M. S.; KATEB, R. H. R.; YAZDANI, D. The effect of German chamomile (*Marticaria recutita* L.) extract and tea tree (*Malaleuca alternifolia* L.) oil used as irrigants on removal of smear layer: a scanning electron microscopy study. **Int. Endod. J.**, v. 39, n. 2, p. 190-195, 2006.

LOTTANTI, S.; GAUTSCHI, H.; SENER, B; ZEHNDER, M. Effects of ethylenediaminetetraacetic, etidronic and peracetic acid irrigation on human root dentine and the smear layer. **Int. Endod. J.**, v. 41, n. 7, p. 1-9, 2008.

LUI, J. N.; KUAH, H. G.; CHEN, N. N. Effect of EDTA with and without surfactants or ultrasonics on removal of smear layer. **J. Endod.**, v. 33, n. 4, p. 472-475, 2007.

MADER, C. L.; BAUMGARTNER, J. C.; PETERS, D. D. Scanning electron microscopic investigation of the smeared layer on root canal walls. **J. Endod.**, v. 10, n. 10, p. 477-483, 1984.

MARQUES, A. A.; MARCHESAN, M. A.; SOUSA-FILHO, C. B.; SILVA-SOUSA, Y. T.; SOUSA-NETO, M. D.; CRUZ-FILHO, A. M. Smear layer removal and chelated calcium ion quantification of three irrigating solutions. **Braz. Dent. J.**, v. 17, n. 4, p. 306-309, 2006.

MATHIAS NETO, J.; SCELZA, M. Z.; TEIXEIRA, A. M. Ação do ácido cítrico e o bardac 2250 na remoção de Ca^{++} e *smear layer* no canal radicular. **Rev. Bras. Odont.**, v. 60, n. 4, p. 259-261, 2003.

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

McCOMB, D.; SMITH, D. C.; BEAGRIE, G. S. The results of in vivo endodontic chemomechanical instrumentation – a scanning electron microscopic study. **J. Brit. End. Soc.**, v. 9, n. 1, p. 11-18, 1976.

MELLO, I.; JEFFREY, C.; ANTONIAZZI, J. H. Does a final rinse to remove smear layer interfere on dentin permeability of root canals? **Oral Surg. Oral Med. Oral Pathol. Oral Radiol. Endod.**, v. 106, n. 5, p. 40-43, 2009.

MENEZES, A. C. S. C.; ZANET, C. G.; VALERA, M. C. Capacidade de remoção da *smear layer* de soluções desinfetantes, usados com ou sem EDTA, na irrigação de canais: estudo por MEV. **Pesq. Odontol. Bras.**, v. 1; n. 4; p. 349-355, 2003.

MURRAY, P. E.; FARBER, R. M.; NAMEROW, K. N.; KUTTLER, S.; GARCIA-GODOY, F. Evaluation of morinda citrifolia as an endodontic irrigant. **J. Endod.**, v. 34, n. 1, p. 66-70, 2008.

NAUMOVICH, D. B. Surface tension and pH of drugs in root canal therapy. **Oral Surg. Oral Med. Oral Pathol.**, v. 16, n. 1, p. 965-968, 1963.

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

O'CONNELL, M. S.; MORGAN, L. A.; BEELER, W.; BAUMGARTNER, J, C. A. Comparative study of smear layer removal using different salts of EDTA. **J. Endod.**, v. 26, n. 12, p. 739-743, 2000.

OLIVEIRA, D. A.; CASTILHO, C., SILVÉRIO, M. B.; SOUSA NETO, M. D.; CRUZ FILHO, A. M. Análise por meio da espectrofotometria de absorção atômica da quantidade de íons cálcio quelados em diferentes soluções In: Reunião da SBPqO, 21., 2004, **Bras. Oral Res.**, v. 18, p. 161, resumo Pb 039.

ØSTBY, N. B. Chelation in root canal therapy. Ethylenediamine tetracetic acid for cleansing and widening of root canals. **Odont. Tidskrift.**, v. 65, n. 2, p. 3-11, 1957.

PEREZ, F.; ROUQUEYROL-POURCEL, N. Effect of a low-concentration EDTA solution on root canal walls: a scanning electron microscopic study. **Oral Surg. Oral Med. Oral Pathol. Oral Radiol. Endod.**, v. 99, n. 3, p. 383-387, 2005.

Oral Med. Oral Pathol. Oral Radiol. Endod., v. 99, n. 3, p. 383-387, 2005.

PÉREZ-HEREDIA, M.; FERRER-LUQUE, C. M.; GONZÁLES-RODRÍGUEZ, M. P. The effectiveness of different acid irrigating solutions in root canal cleaning after hand and rotary instrumentation. **J. Endod.**, v. 32, n. 10, p. 993-997, 2006.

PÉREZ-HEREDIA, M.; FERRER-LUQUE, C. M.; GONZÁLES-RODRÍGUEZ, M. P.; MARTIN-PEINADO, F. J.; GONZÁLES-LOPEZ, S. Descalcifying effect of 15% EDTA, 15% citric acid, 5% phosphoric acid and 2,5% sodium hypochlorite on root canal dentine. **Int. Endod. J.**, v. 41, n. 3, p. 418-423, 2008.

RAM, Z. Chelation in root canal therapy. **Oral Surg. Oral Med. Oral Pathol. Endod.**, v. 49, n. 1, p. 64-74, 1980.

SAIF, S.; CAREY, C.; TORDIK, P. A.; McCLANABAN, S. B. Effect of irrigants and cementum injury on diffusion of hydroxyl ions through the dentinal tubules. **J. Endod.**, v. 34, n. 1, p. 50-52, 2008.

SALEH, I. M.; RUYTER, I. E.; HAAPASALO, M.; ØRSTAVIK, D. Bacterial penetration along different root canal filling materials in the presence or absence of smear layer. **Int. Endod. J.**, v. 41, n. 2, p. 32-40, 2008.

SCELZA, M. F.; PIERRO, V.; SCELZA, P. PEREIRA, M. 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. Oral Radiol. Endod., v. 4, n. 98, p. 499-503, 2004.

SEIDBERG, B. H.; SCHILDER, H. An evaluation of EDTA in endodontics. **Oral Surg. Oral Med. Oral Pathol. Oral Radiol. Endod.**, v. 37, n. 4, p. 609-620, 1974.

SHAHRAVAN, A.; HAGHDOOST, A. A.; ADL, A.; RAHIMI, H.; SHADIFAR, F. Effect of smear layer on sealing ability of canal obturation: a systematic review and meta-analysis. **J. Endod.**, v. 33, n. 2, p. 96-105, 2007.

SILVA, L. A. B.; SANGUINO, A. C. M.; ROCHA, C. T.; LEONARDO, M. R.; SILVA, R. A. B. 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.**, v. 34, n. 12, p. 1541-1544, 2008.

SOUSA NETO, M. D.; PASSARINHO NETO, J. G.; CARVALHO JÚNIOR, J. R.; CRUZ FILHO, A. M.; PÉCORÁ, J. D.; SAQUY, P. C. Evaluation of the effect of EDTA, EGTA and CDTA on dentin adhesiveness and microleakage with different root canal sealers. **Braz. Dent. J.**, v. 13, n. 2, p. 123-128, 2002.

SOUSA, S. M. G.; BRAMANTE, C. M.; TAGA, E. M. Biocompatibility of EDTA, EGTA and citric acid. **Braz. Dent. J.**, v. 16, n. 1, p. 3-8, 2005.

SPANÓ, J. C.; BARBIN, E. L.; SANTOS, T. C.; GUIMARÃES, L. F.; PÉCORÁ, J. D. Solvent action of sodium hypochlorite on bovine pulp and physico-chemical properties of resulting liquid. **Braz. Dent. J.**, v. 12, n. 3, p. 154-157, 2001.

SPANÓ, J. C. E.; SILVA, R. G.; GUEDES, D. F. C.; SOUSA-NETO, M. D.; ESTRELA, C.; PÉCORÁ, J. D. Atomic absorption spectrometry and scanning electron microscopy evaluation of concentration of calcium ions and smear layer removal with root canal chelators. **J. Endod.**, v. 35, n. 2, p. 727-730, 2009.

TAKEDA, F. H.; HARASHIMA, T.; KIMURA, Y.; MATSUMOTO, K. A comparative study of the removal of *smear layer* by three endodontic irrigants and two types of laser. **Int. Endod. J.**, v. 32, n. 1, p. 32-39, 1999.

TAY, F. R.; PASHLEY, D. H.; LOUSHINE, R. J.; DOYLE, M. D.; GILLESPIE, W.T.;WELLER, R. N.; KING, N. M. Ultrastructure of smear layer-covered intraradicular dentin after irrigation with BioPure MTAD. **J. Endod.**, v. 32, n. 3, p. 218-21, 2006.

TEIXEIRA, C. S.; FELIPPE, M. C.; FELIPPE, W. T. The effect of application time of EDTA and NaOCl on intracanal smear layer removal: an SEM analysis. **Int. Endod. J.**, v. 38, n. 5, p. 285-290, 2005.

TORABINEJAD, M.; HANDYSIDES, R.; KHADEMI, A. A.; BAKLAND, L. K. Clinical implications of the smear layer in endodontics: a review. **Oral Surg. Oral Med. Oral Pathol. Oral Radiol. Endod.**, v. 94, n. 6, p. 658-666, 2002.

TORABINEJAD, M.; CHO, Y.; KHADEMI, A. A.; BAKLAND, L. K.; SHABAHANG, S. The effect of various concentrations of sodium hypochlorite on the ability of MTAD to remove the smear layer. **J. Endod.**, v. 29, n. 3, p. 233-9, 2003.

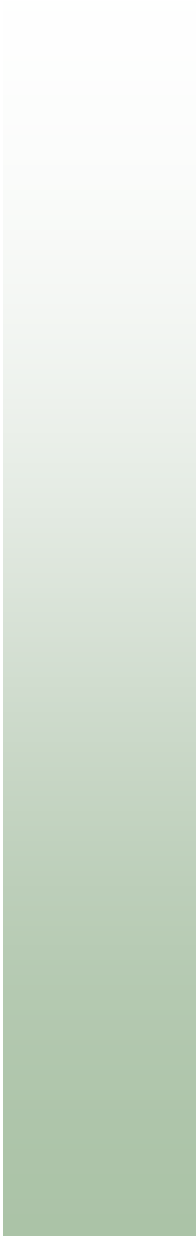
VISWANATH, D.; HEGDE, A. M.; MUNSHI, A. K. The removal of the smear layer using EGTA: a scanning electron microscopic study. **Clin. Pediatr. Dent.**, v. 28, n. 1, p. 69-74, 2003.

VON FEHR, F. R.; ØSTBY, N. B. Effect of EDTAC and sulfuric acid on root canal dentine. **Oral Surg. Oral Med. Oral Pathol. Oral Radiol. Endod.**, v. 16, n. 2, p. 199-205, 1963.

WU, J.; GAO, H.; ZHAO, L.; LIAO, X.; CHEN, F.; WANG, Z.; HU, X. Chemical, compositional characterization of some Apple cultivars. **Food Chemist.**, v. 1003, p. 88-93, 2006.

YAMASHITA J. C.; TANOMARU FILHO M.; LEONARDO M. R.; ROSSI M. A; SILVA L. A. Scanning electron microscopic study of the cleaning ability of chlorhexidine as a root-canal irrigant. **Int. Endod. J.**, v. 36, n. 6, p. 391-394, 2003.

ZANDIM, D. L.; CORRÊA, F. O. B.; SAMPAIO, J. E. C.; ROSSA-JÚNIOR, C. The influence of vinafars on exposure of dentinal tubules: a SEM evaluation. **Braz. Oral Res.**, v. 18, n. 1, p. 63-68, 2004.



Anexo



Memorando ComÉt/ N.º 027/08

Para: Antônio Miranda da Cruz Filho

De: Luciana Rezende Alves de Oliveira
Coordenadora do Comitê de Ética em Pesquisa em Seres Humanos

Data: 27/5/2008

REF.: Projeto de pesquisa n. 027/08

Prezado (a) Senhor (a),

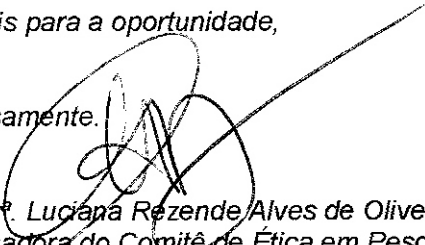
Vimos por meio desta informar que Comitê de Ética em Pesquisa em Seres Humanos da Universidade de Ribeirão Preto CEP/UNAERP analisou e aprovou sem restrições, o Projeto intitulado "Avaliação por meio de microscopia eletrônica de varredura da remoção da camada de smear do canal radicular após irrigação com diferentes soluções auxiliares" tendo como pesquisador(a) Antônio Miranda da Cruz Filho, em reunião ocorrida na data de 27/5/2008, registrado sobre o ComÉt: 027/08

Temos ciência de que os estudos estão sendo conduzidos na Universidade de Ribeirão Preto – UNAERP.

Solicitamos que sejam encaminhados os relatórios parciais e finais, bem como envie-nos possíveis emendas e novos termos de consentimento livre e esclarecido, notifique qualquer evento adverso sério ocorrido no centro e novas informações sobre a segurança do estudo para que possamos fazer o devido acompanhamento.

Sem mais para a oportunidade,

Atenciosamente,


Prof.ª. Dr.ª. Luciana Rezende Alves de Oliveira
Coordenadora do Comitê de Ética em Pesquisa em Seres Humanos
Universidade de Ribeirão Preto