**UNIVERSIDADE DE SÃO PAULO
FACULDADE DE ODONTOLOGIA DE BAURU**

CLARISSA TELES RODRIGUES

**Avaliação das soluções irrigadoras na remoção da “smear layer” nos
diversos níveis do conduto radicular com e sem o uso do ultra-som**

Estudo em microscopia eletrônica de varredura

**BAURU
2011**

CLARISSA TELES RODRIGUES

Avaliação das soluções irrigadoras na remoção da “smear layer” nos diversos níveis do conduto radicular com e sem o uso do ultra-som

Estudo em microscopia eletrônica de varredura

Dissertação apresentada a Faculdade de Odontologia de Bauru, da Universidade de São Paulo, como parte dos pré-requisitos para obtenção do título de Mestre em Odontologia.

Área de concentração: Endodontia

Orientador: Prof. Dr. Norberti Bernardineli

Versão corrigida

BAURU
2011

R618a Rodrigues, Clarissa Teles
Avaliação das soluções irrigadoras na remoção
da “smear layer” nos diversos níveis do conduto
radicular com e sem o uso do ultra-som – Estudo
em microscopia eletrônica de varredura /
ClarissaTeles Rodrigues. – Bauru, 2011.
136 p. : il. ; 31cm.

Dissertação (Mestrado) – Faculdade de
Odontologia de Bauru. Universidade de São Paulo

Orientador: Prof. Dr. Norberti Benardineli

Nota: A versão original desta dissertação/tese encontra-se disponível no Serviço de Biblioteca e Documentação da Faculdade de Odontologia de Bauru - FOB/USP.

Autorizo, exclusivamente para fins acadêmicos e científicos, a reprodução total ou parcial desta dissertação/tese, por processos fotocopadores e outros meios eletrônicos.

Assinatura: *Clarissa Teles Rodrigues*

Data:

Comitê de Ética da FOB-USP
Protocolo nº: 180/2009
Data: 25/11/2009

DADOS CURRUCULARES

Clarissa Teles Rodrigues

Nascimento	2 de abril de 1980 Vitória da Conquista – BA
Filiação	Maria Helena Teles Rodrigues Alonço Rodrigues dos Santos
1999 – 2004	Curso de Graduação em Odontologia – Universidade Federal da Bahia (UFBA)
2008 – 2010	Curso de Especialização em Endodontia – Hospital de Reabilitação de Anomalias Craniofaciais – Universidade de São Paulo (HRAC/USP)
2009 – 2011	Curso de Pós-Graduação em Odontologia (Área de Endodontia) – Nível Mestrado – Faculdade de Odontologia de Bauru – Universidade de São Paulo - FOB/USP
Associações	SBPqO – Sociedade Brasileira de Pesquisa Odontológica

DEDICATÓRIA

*Aos meus pais, **Maria Helena e Alonço**, pelo amor sem limites e incentivo constante para meu crescimento profissional, fortalecendo-me para vencer obstáculos e conseguir alcançar este ideal. Por serem o meu grande exemplo de caráter, que me faz sentir muito orgulho de tê-los como pais. Meu reconhecimento e gratidão pela dedicação ao longo desses anos.*

*Aos meus irmãos **Marcus Vinícius e Marina** pelo companheirismo e amizade, pelo apoio e por torcerem sempre pelo meu sucesso.*

*A toda a minha **família**, em especial à minha avó **Ede**, pelo amor e carinho, e por proporcionarem tantas alegrias na minha vida, participando diretamente de todas as minhas conquistas.*

*À **Neto** pela paciência e compreensão pela minha constante ausência, pelo amor e carinho que ajudaram a fazer meus dias mais felizes, e pelo incentivo para a realização deste trabalho.*

*A todos os **amigos**, que estando do meu lado ou distantes, torceram sempre por mim e compartilharam comigo as alegrias e desafios desta etapa.*

*Ao amigo **Christiano** pela convivência alegre, amizade, apoio, constante incentivo e acolhimento em Bauru.*

*Ao amigo **Emilio Rodríguez** pelo companheirismo e ajuda logo que cheguei a Bauru.*

“A suprema felicidade da vida é ter a convicção de que somos amados.”

Victor Hugo

*Ao meu orientador, **Prof. Dr. Norberti Bernardineli** pela amizade, pelos ensinamentos e dedicação a este trabalho, orientando de forma segura e esclarecedora. Sou grata pela confiança, incentivo e por compartilhar seu vasto conhecimento na área de Endodontia, servindo de exemplo a ser seguido na minha vida profissional.*

O meu respeito e eterna gratidão.

"Um professor influi para a eternidade; é impossível dizer até onde vai sua influência."

Henry B. Adams

AGRADECIMENTOS

A Deus, por estar sempre presente, iluminando o meu caminho e me dando forças para enfrentar os obstáculos da vida.

A todos os professores do departamento de Endodontia da Faculdade de Odontologia de Bauru, Prof. Dr. Clóvis Monteiro Bramante, Prof. Dr. Ivaldo Gomes de Moraes, Prof. Dr. Roberto Brandão Garcia, Prof. Dr. Norberti Bernardineli, Prof. Dr. Marco Antônio Húngaro Duarte e Profa. Dra. Flaviana Bombarda de Andrade pelos ensinamentos transmitidos, pela convivência e acolhida durante o curso. Sinto-me privilegiada por ter profissionais tão brilhantes fazendo parte da minha formação profissional.

Ao Prof. Dr. Marco Antônio Húngaro Duarte por se mostrar sempre disposto a ajudar, pela contribuição com seus ensinamentos durante a Pós-Graduação e pela colaboração neste trabalho com a realização dos cálculos estatísticos.

Aos professores e amigos Ivaldo Gomes de Moraes e Fernanda Gomes de Moraes, pelo carinho e atenção que sempre tiveram comigo.

A todos os professores da Pós-Graduação da Faculdade de Odontologia de Bauru que participaram da minha formação.

Ao funcionário Edimauro de Andrade, que foi indispensável na realização deste trabalho, mostrando sempre disponibilidade e eficiência, um agradecimento especial pela sua dedicação, contribuindo diretamente nesta pesquisa através da obtenção das fotomicrografias no microscópio eletrônico de varredura.

*Às funcionárias do departamento de Endodontia **Suely** e **Neide** pela atenção e ajuda, mostrando-se sempre prestativas no que fosse necessário para a realização dos trabalhos na Pós-Graduação.*

*Aos colegas do Mestrado da Endodontia: **Aldo**, **Bruno**, **Elaine**, **Marcelo**, **Marina**, **Paloma**, **Raquel** e **Thaís**, pelo companheirismo, carinho e amizade que guardarei para sempre.*

*Ao colega de Pós-Graduação **Ronald Ordinola Zapata**, pela convivência, por compartilhar o seu conhecimento e pelo grande auxílio nas atividades durante todo o curso do mestrado.*

*Aos colegas **Paloma**, **Aldo** e **Ronald** por terem colaborado neste trabalho com a avaliação das imagens do microscópio eletrônico de varredura.*

AGRADECIMENTOS INSTITUCIONAIS

*À Faculdade de Odontologia de Bauru, na pessoa do seu Diretor,
Prof. Dr. José Carlos Pereira.*

*À Comissão de Pós-Graduação, na pessoa do **Prof. Dr Paulo César Rodrigues Conti.***

*Ao Coordenador do Programa de Pós-Graduação em Endodontia,
Prof. Roberto Brandão Garcia.*

*Aos funcionários da Biblioteca e da Pós-Graduação da FOB/USP pela
atenção e auxílio durante a realização da pós-graduação.*

*À PROAP - Programa de Apoio à Pós-Graduação pelo auxílio,
cedendo parte do material necessário para a realização da parte experimental
da pesquisa.*

*Ao Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e
Tecnológico - CNPq - pelo auxílio financeiro para a realização deste
trabalho.*

*E a todos que, direta ou indiretamente participaram e colaboraram
com a realização e conclusão deste trabalho.*

"A melhor de todas as coisas é aprender. O dinheiro pode ser perdido ou roubado, a saúde e força podem falhar, mas o que você dedicou à sua mente é seu para sempre."

Louis L. Amour

RESUMO

Este estudo teve como objetivo avaliar a capacidade de remoção da smear layer das paredes de canais radiculares instrumentados pelas soluções de soro fisiológico, EDTA a 17%, vinagre de maçã e SmearClear®, nos três níveis radiculares, associadas ou não ao ultra-som. Para tal propósito, foram utilizados 70 dentes caninos humanos superiores e inferiores extraídos os quais tiveram suas coroas removidas. O comprimento de trabalho foi determinado pela visualização da ponta de uma lima tipo K com diâmetro 10 no forame apical, subtraindo-se 1 milímetro dessa medida. Para o preparo biomecânico, instrumentou-se os dentes com o sistema rotatório ProTaper®, pela técnica coroa-ápice, até o instrumento F5, irrigando os canais com hipoclorito de sódio a 2,5% a cada troca de instrumento. Os dentes foram divididos aleatoriamente em 6 grupos de 10 dentes e 2 grupos controle de 5 dentes de acordo com o método de irrigação final a serem testados: Grupo 1 – (controle) Soro fisiológico por 3 minutos sem ultra-som; Grupo 2 - (controle) Soro fisiológico por 3 minutos, sendo o primeiro minuto ativado pelo ultra-som; Grupo 3 - EDTA a 17% por 3 minutos sem ultra-som; Grupo 4 - EDTA a 17% por 3 minutos, sendo o primeiro minuto ativado pelo ultra-som; Grupo 5 - Vinagre de maçã por 3 minutos sem ultra-som; Grupo 6 - Vinagre de maçã por 3 minutos, sendo o primeiro minuto ativado pelo ultra-som; Grupo 7 - SmearClear® por 1 minuto sem ultra-som; Grupo 8 - SmearClear® por 1 minuto ativado pelo ultra-som. Em seguida, os dentes foram irrigados com hipoclorito de sódio a 2,5% e soro fisiológico e secos com cones de papel absorvente. As raízes foram seccionadas longitudinalmente e preparadas para a microscopia eletrônica de varredura com o aumento de 750 vezes. Fotomicrografias foram obtidas dos terços cervical, médio e apical e analisadas por três examinadores para a atribuição de escores para posterior análise estatística. Concluiu-se que as soluções de EDTA e SmearClear® foram efetivas na remoção da smear layer do canal radicular, com pequena vantagem numérica do EDTA, entretanto, sem diferença estatisticamente significativa entre elas. O soro fisiológico apresentou resultado significativamente inferior comparado às demais soluções irrigadoras. O vinagre de maçã se mostrou ligeiramente inferior ao SmearClear® e ao EDTA, apresentando diferença estatisticamente significativa ao EDTA no terço cervical. O uso do ultra-som não promoveu uma melhora significativa na capacidade de limpeza de todas as soluções irrigadoras testadas. Em todos os grupos, o resultado menos favorável em relação à remoção da camada de smear layer foi observado no terço apical do canal radicular, com diferença estatisticamente significativa em relação ao terço cervical.

Palavras-chave: Camada de esfregaço. Quelantes. Ultrassom.

ABSTRACT

Evaluation of irrigating solutions on smear layer removal at different levels of root canal with and without ultrasonics. A scanning electron microscopic study

The aim of this study was to evaluate the smear layer removal from instrumented root canal walls by saline solution, 17% EDTA, apple vinegar and SmearClear[®], at three radicular levels, with or without ultrasonics. For that purpose, 70 upper and lower human canines were used, which had their crowns removed. The working length was established by visualizing the tip of a 10 K-type file at the apical foramen, by reducing 1 mm from this measurement. For preparation of root canal, the teeth were instrumented with rotatory files ProTaper[®], using the crown-down technique, up to F5 instrument, irrigating with 2,5% sodium hypochlorite between each instrument change. The teeth were randomly divided into 6 groups of 10 teeth each and 2 control groups of 5 teeth according to the final irrigation protocol: Group 1 – (control) Saline solution for 3 minutes without ultrasonics; Group 2 – (control) Saline solution for 3 minutes, with ultrasonic activation for the first minute; Group 3 – 17% EDTA for 3 minutes without ultrasonics; Group 4 – 17% EDTA for 3 minutes, with ultrasonic activation for the first minute; Group 5 – Apple vinegar for 3 minutes without ultrasonics; Group 6 – Apple vinegar for 3 minutes, with ultrasonic activation for the first minute; Group 7 - SmearClear[®] for 1 minute without ultrasonics; Group 8 - SmearClear[®] for 1 minute with ultrasonic activation. Subsequently, the teeth were irrigated with 2,5% sodium hypochlorite and dried with paper points. The teeth were split open longitudinally and prepared for scanning electron microscopy at magnification of 750X. Photomicrographs were taken from coronal, middle and apical thirds and analyzed by three examiners for scores attribution for statistical analysis. It was concluded that EDTA and SmearClear[®] were efficient for smear layer removal from root canals, with a discrete superiority of EDTA, however, without statistical significance. The saline solution showed significant inferior results compared with the others solutions. Apple vinegar was slightly inferior to SmearClear[®] and EDTA, with statistical difference observed between apple vinegar and EDTA in coronal third. The ultrasonics did not enhance the cleaning ability of all the irrigating solutions tested. In all cases, the least favorable result regarding smear layer removal was observed in the apical third of the root canal, with statistically significant differences in the coronal third.

Key words: Chelating Agents. Smear layer. Ultrasonics.

LISTA DE FIGURAS

Figura 1 -	Preparo biomecânico dos dentes. A: Instrumentação rotatória com o sistema de níquel titânio ProTaper®. B: Irrigação com NaOCl a 2,5%.....	66
Figura 2 -	Soluções utilizadas para a irrigação final. A: Soro fisiológico. B: EDTA a 17%. C: Vinagre de maçã. D: SmearClear®	67
Figura 3 -	A: Espaçador digital adaptado ao ultra-som. B: Ativação ultra-sônica da solução irrigadora no interior do canal radicular	68
Figura 4 -	A: Disco de carborundum confeccionando um sulco na superfície radicular. B: Sulco ao longo da superfície radicular do dente.....	69
Figura 5 -	A: Hemi-parte obtida após a clivagem dos dentes. B: Base metálica circular (Stub). C: Amostra fixada na base metálica para ser submetida à metalização. D: Amostra metalizada para ser observada no MEV	70
Figura 6 -	Fotomicrografias representando os escores de 1 a 4 entregues aos examinadores (aumento de 750X).....	71
Figura 7 -	Grupo 1: Soro fisiológico (750X). Terço cervical (A), médio (B) e apical (C)	85

Figura 8 -	Grupo 2: Soro fisiológico + ultra-som (750X). Terço cervical (A), médio (B) e apical (C).....	85
Figura 9 -	Grupo 3: EDTA (750X). Terço cervical (A), médio (B) e apical (C).....	87
Figura 10 -	Grupo 4: EDTA + ultra-som (750X). Terço cervical (A), médio (B) e apical (C)	87
Figura 11 -	Grupo 5: Vinagre de maçã (750X). Terço cervical (A), médio (B) e apical (C)	89
Figura 12 -	Grupo 6: Vinagre de maçã + ultra-som (750X). Terço cervical (A), médio (B) e apical (C).....	89
Figura 13 -	Grupo 7: SmearClear® (750X). Terço cervical (A), médio (B) e apical (C)	91
Figura 14 -	Grupo 8: SmearClear® + ultra-som (750X). Terço cervical (A), médio (B) e apical (C).....	91

LISTA DE TABELAS

Tabela 1 -	Composição das soluções utilizadas para a irrigação final.....	68
Tabela 2 -	Mediana e posto médio, em função dos escores atribuídos à limpeza, apenas no terço cervical.....	78
Tabela 3 -	Mediana e posto médio, em função dos escores atribuídos à limpeza, apenas no terço médio.....	79
Tabela 4 -	Mediana e posto médio, em função dos escores atribuídos à limpeza, apenas no terço apical	80
Tabela 5 -	Mediana e posto médio, em função dos escores de cada solução irrigadora utilizada, apenas no terço cervical	81
Tabela 6 -	Mediana e posto médio, em função dos escores de cada solução irrigadora utilizada, apenas no terço médio	81
Tabela 7 -	Mediana e posto médio, em função dos escores de cada solução irrigadora utilizada, apenas no terço apical.....	82
Tabela 8 -	Mediana e posto médio, em função dos escores da ativação ultra-sônica das soluções irrigadoras, nos terços cervical, médio e apical	83
Tabela 9 -	Mediana e posto médio, em função da limpeza nos diferentes terços radiculares	84

LISTA DE ABREVIATURAS E SÍMBOLOS

%	porcentagem
>	maior
<	menor
+	mais
NaOCl	hipoclorito de sódio
EDTA	ácido etileno diamino tetracético
pH	potencial hidrogênioônico
EDTAC	ácido etileno diamino tetracético com Cetavlon
µm	micrômetro
ml	mililitro (s)
EDTA-T	EDTA com Tergitol (lauril éter sulfato de sódio)
EDTACP	ácido etileno diamino tetracético com Cloreto de Cetil Piridino
NaOH	Hidróxido de sódio
HCl	Ácido clorídrico
X	vezes
HEBP	hidroxietilideno-difosfonato
PA	pró-análise
mm	milímetro (s)
g/l	grama(s)/litro(s)
EDDS	ácido etileno diamino di-succínico
MTA	agregado de trióxido mineral
kHz	kilohertz
rpm	rotações por minuto
cc	centímetro cúbico
°C	grau Celsius
MEV	microscópio eletrônico de varredura
p	significância estatística
nº	número

SUMÁRIO

1 INTRODUÇÃO	15
2 REVISÃO DE LITERATURA	23
3 PROPOSIÇÃO	59
4 MATERIAL E MÉTODOS	63
5 RESULTADOS.....	75
6 DISCUSSÃO	93
6.1 Da metodologia.....	96
6.2 Dos resultados	104
7 CONCLUSÕES	115
REFERÊNCIAS.....	119
ANEXOS	133

1 Introdução

1 INTRODUÇÃO

O preparo biomecânico constitui fator de fundamental importância na terapia endodôntica, pois objetiva a limpeza e modelagem do conduto radicular, promovendo a sua dilatação e desinfecção. O preparo do canal radicular utiliza os meios mecânicos, físicos e químicos; a ação mecânica dos instrumentos associada à movimentação do líquido assim como o efeito químico das soluções irrigadoras constituem um processo único, simultâneo e contínuo no mecanismo de limpeza e modelagem de um conduto radicular (LEONARDO, 2005).

O uso de substâncias irrigadoras nesses preparos é uma condição indispensável ao sucesso do tratamento, pois promove a dissolução de tecidos orgânicos vivos ou não, neutralizando os possíveis conteúdos em contaminações radiculares, reduzindo o número de microrganismos, assim como removendo em parte matéria orgânica (restos pulpares) e inorgânica (detritos, raspas de dentina) presentes no interior dos condutos e nas paredes dentinárias (ESTRELA, 2004; LOPES, SIQUEIRA JR. 2004; COHEN; HARGREAVES, 2007). Naturalmente a par desses objetivos, a substância líquida facilita a ação dos instrumentos, lembrando sempre que tais substâncias presentes no conduto não devem agredir o coto pulpar e os tecidos paraendodônticos e, caso sejam irritantes, tal agressão deve ser a menor possível, para que a cura e reparo, enfim, o sucesso do tratamento se concretize.

São inúmeras as soluções irrigadoras utilizadas no preparo de um conduto e o seu emprego vem de épocas mais remotas. KIRK em 1893 relatou o uso de uma solução de peróxido de sódio para o tratamento de dentes com polpa necrosada e SCHREIER (1893) neste mesmo ano utilizou cristais de sódio e potássio para a remoção de tecidos necróticos. CALLAHAN (1894) propôs o uso do ácido sulfúrico a 40% para a ampliação de canais atrésicos. GROSSMAN (1943) sugeria a irrigação alternada entre a soda clorada (NaOCl a 5%) e a água oxigenada (peróxido de hidrogênio a 3%) que promovia a liberação de oxigênio nascente. LOEL (1975) sugeria o emprego do ácido cítrico a 50% como irrigante afirmando ser ele

capaz de abrir os canalículos dentinários melhorando a limpeza e obturação do canal.

Os hipocloritos de sódio pertencem ao grupo dos compostos halogenados e atualmente são as soluções mais usadas nos tratamentos endodônticos. Em 1915, DAKIN utilizou o hipoclorito de sódio para tratar feridas de soldados durante a I Guerra Mundial, e em 1917 BARRET sugeriu então que esta solução fosse utilizada como auxiliar no preparo biomecânico dos canais radiculares. No ano de 1936, WALKER preconizou o uso da solução de hipoclorito de sódio a 5% para a irrigação dos canais radiculares, uma vez que essa solução é excelente solvente orgânico e tem alto poder germicida. Os hipocloritos de sódio recebem diversas denominações dependendo da sua concentração: líquido de Dakin, Milton, soda clorada, soda clorada duplamente concentrada, com concentrações aproximadas de 0,5%, 1%, 2,5% e 5% respectivamente. Os hipocloritos, ao entrarem em contato com os produtos do canal radicular, atuam sobre as proteínas, gorduras, bactérias e liberam facilmente o cloro e oxigênio, melhorando as condições de limpeza do canal.

Além dos hipocloritos, inúmeros outros produtos surgiram como auxiliares da instrumentação: soro fisiológico, água de cal, água destilada, água oxigenada, clorexidina, antibióticos, assim como detergentes aniônicos, que segundo PAIVA; ANTONIAZZI (1988) são utilizados por inúmeros profissionais e possuem alto poder de limpeza.

Durante o preparo biomecânico, há deposição de raspas de dentina provenientes da instrumentação nas paredes do canal radicular, que contribuem para a formação de uma camada constituída por uma estrutura amorfa fracamente aderida a elas, denominada de *smear layer*. Segundo PAIVA; ANTONIAZZI (1988), a dentina excisada junto a uma massa gelatinosa de tecido necrótico remanescente e fluido tecidual deve ser englobada e eliminada pela instrumentação e substância química irrigadora, para que aumentem as chances de sucesso da terapia endodôntica. Isso evitaria a formação de um magma com sua possível deposição no forame radicular dificultando de alguma maneira o preparo químico mecânico, o tratamento e, conseqüentemente, o reparo. Além disso, a remoção da camada de *smear layer* expõe os túbulos dentinários, permitindo uma ação mais eficiente dos

curativos de demora e uma melhor adaptação do material obturador ao canal radicular (GOLDBERG; ABRAMOVICH, 1977; SPANÓ et al., 2009).

Apesar da solução de hipoclorito de sódio ter se mostrado eficiente sobre o componente orgânico dos canais radiculares, estudos realizados por meio da microscopia eletrônica de varredura têm demonstrado que essa substância é ineficaz em promover a remoção da porção inorgânica da *smear layer* (BAKER et al., 1975; MCCOMB; SMITH, 1975; CIUCCHI; KHETTABI; HOLZ, 1989; GARBEROGLIO; BECCE, 1994).

Para a eliminação dessa camada de *smear layer* vários métodos têm sido propostos, e para isso geralmente se utilizam os agentes quelantes ou desmineralizantes (MCCOMB; SMITH, 1975; SCELZA et al., 2003; HÜLSMANN et al., 2003). Os agentes quelantes atuam como auxiliares na terapia endodôntica, suprimindo a ineficiência do hipoclorito de sódio em remover a matriz mineral do dente durante o preparo biomecânico do canal radicular (HÜLSMANN et al., 2003; SCELZA et al., 2004).

A solução quelante de EDTA é, provavelmente, a mais empregada na atualidade, devido ao seu baixo custo e bons resultados obtidos. O EDTA, ou ácido etileno diamino tetracético, introduzido na Endodontia por ØSTBY em 1957, sob a forma de solução aquosa a 15,5% e pH 7,3, facilita a instrumentação de canais atrésicos, pois tem a capacidade de desmineralizar a dentina por meio de uma união estável com íons cálcio (ØSTBY, 1957). Ela pode ser utilizada após a instrumentação, para a limpeza final do canal, ou alternadamente com a solução de hipoclorito de sódio, durante a instrumentação dos canais radiculares (GOLDMAN et al., 1982).

Atualmente novas opções de irrigantes endodônticos vêm sendo investigadas com o intuito de se encontrar uma solução irrigadora comum, simples e de baixo custo, que seja capaz de remover a camada de *smear layer* das paredes dos canais radiculares. O vinagre de maçã vêm sendo estudado como alternativa para essa finalidade, e constitui uma combinação de vários ácidos (acético, cítrico, fórmico, láctico, málico, succínico e tartárico), sendo que as maiores concentrações ácidas são 5% de ácido acético e 0,35% de ácido málico. Essa solução ainda

apresenta pequenas quantidades de álcool em sua composição, resultante do processo de fermentação, que funciona como tensoativo, reduzindo sua tensão superficial (CALIGIANI et al., 2007). A clorexidina, assim como o vinagre, também foi uma substância de grande aplicabilidade na irrigação, com resultados bastante favoráveis na limpeza e desinfecção dos condutos radiculares.

Outra substância introduzida recentemente contendo solução de EDTA a 17% e agentes tensoativos como o Cetrimide[®] foi lançada pela SybronEndo (Orange, CA) com o nome comercial de SmearClear[®]. Esse irrigante endodôntico foi anunciado como sendo especificamente desenvolvido para a remoção da *smear layer* e limpeza do canal radicular, mas há poucos dados publicados disponíveis sobre seu desempenho (DUNAVANT et al., 2006; LUI; KUAH; CHEN, 2007; KHEDMAT; SHOKOUHINEJAD, 2008; DA SILVA et al., 2008; NELSON-FILHO et al., 2009). Estes autores demonstraram que o SmearClear[®] além de possuir um efeito bactericida, é tão eficiente quanto o EDTA na remoção da camada de *smear layer*.

Nessa avalanche de novos produtos com sugestões e justificativas convincentes ou não surgiu o MTAD[®], que é uma mistura de um isômero da tetraciclina, um ácido e um detergente e que, segundo TORABINEJAD et al. (2003), tem se mostrado como uma efetiva solução na remoção da *smear layer*.

O terço apical é a porção do canal radicular mais difícil de ser limpa possivelmente devido à maior distância da embocadura do canal e às suas estreitas dimensões comparado aos terços cervical e médio, o que pode limitar a efetiva penetração dos irrigantes, resultando num inadequado contato das soluções com as paredes do canal radicular (CIUCCHI; KHETTABI; HOLZ, 1989; TAKEDA et al., 1999; LUI; KUAH; CHEN, 2007). O uso do ultra-som tem sido sugerido para melhorar a irrigação no canal radicular, pois a oscilação da lima é capaz de transportar os irrigantes para a região apical do canal, e com isso menos *debris* e *smear layer* têm sido observados nessa região após a ativação ultra-sônica de irrigantes (LUI; KUAH; CHEN, 2007; KUAH et al., 2009). A utilização do ultra-som na Endodontia foi proposta por RICHMAN em 1957 para a limpeza e modelagem do sistema de canais radiculares e ressecção radicular (LEONARDO; LEONARDO, 2009). Durante o preparo biomecânico, quando um irrigante é submetido à ativação ultra-sônica, a ultravibração no meio líquido promove aumento de temperatura e a

tensão superficial da solução pode ser rompida, ocorrendo a formação de bolhas, que ao se romperem liberam energia de alta atividade responsável pela limpeza. Esse fenômeno físico é uma característica do ultra-som e é denominado cavitação (LEONARDO, 2005; MESQUITA; KUNERT, 2006). Esse efeito é considerado como sendo gerado pela micro-corrente acústica promovida quando há ativação ultra-sônica, ocorrendo a produção de uma circulação de fluidos em torno de um objeto submetido à vibrações, no caso, a lima no interior do canal radicular. (AHMAD; PITT FORD; CRUM, 1987; LEONARDO, 2005).

Diante do exposto, torna-se interessante comparar as ações das substâncias quelantes EDTA, SmearClear[®] e vinagre de maçã associadas ou não ao ultra-som em relação aos diversos níveis (terços) do canal radicular.

2 *Revisão de Literatura*

2 REVISÃO DE LITERATURA

O tratamento do canal radicular é realizado em diversas fases, e uma das mais importantes é a limpeza e modelagem, quando ocorre a utilização de instrumentos, finalizada pela irrigação e aspiração. A ação mecânica dos instrumentos nas paredes dentinárias forma raspas de dentina e restos orgânicos que, em grande parte, ficam aderidos à superfície dentinária, dificultando a completa limpeza do canal radicular. Sendo assim, torna-se importante o conhecimento das propriedades químicas, físicas e biológicas das soluções irrigadoras utilizadas na terapia endodôntica, para selecioná-las e utilizá-las da melhor forma possível para a obtenção de uma melhor sanificação do canal radicular.

NIKIFORUK; SREEBNY (1953) estudaram a ação no canal de um sal orgânico fraco, o ácido etileno diamino tetracético (EDTA) e observaram que essa substância tinha um efeito desmineralizador de tecido duro, pelo seqüestro de íons metálicos, como o cálcio. Os autores observaram ainda que a capacidade quelante do EDTA está diretamente relacionada ao seu pH, sendo o pico máximo de eficiência para o cálcio alcançado em pH 7,5.

ØSTBY (1957) foi um dos primeiros a propor o uso do EDTA a 15% em pH 7,3, na ampliação de canais atrésicos em substituição aos ácidos fortes utilizados até então, demonstrando que o EDTA possui um efeito amolecedor sobre a dentina radicular, além do que, tornava mais fácil a remoção de instrumentos fraturados. Observou ainda que o EDTA não é irritante, demonstrando que seu uso rotineiro não causa agressão aos tecidos pararendodônticos.

HILL (1959) afirmou que o EDTA não possui efeito bactericida ou bacteriostático, porém é capaz de inibir o crescimento bacteriano através do seqüestro de íons metálicos necessários para a sobrevivência dos microrganismos. Este autor adicionou o Cetavlon®, que é um tensoativo à base de amônio quaternário, à solução de EDTA, com o objetivo de reduzir a tensão superficial desse quelante, formando assim uma associação conhecida como EDTAC. Essa associação, segundo Hill, conferia ao EDTAC uma capacidade bacteriostática sem

interferir na sua capacidade quelante, e que o uso dessa substância a 15% promovia desmineralização das paredes do canal radicular entre 3 a 5 minutos.

VON DER FEHR; ØSTBY (1963) compararam o efeito desmineralizador do EDTAC e do ácido sulfúrico. Os resultados mostraram que aos 5 minutos, o EDTAC quelou uma camada de dentina de 30 µm, sendo o mesmo resultado encontrado com o ácido sulfúrico a 50% com o mesmo tempo de aplicação. Porém, quando utilizado por 48 horas, o EDTAC removia completamente os minerais da parede dentinária numa profundidade de 50 µm, e que esta camada era de até 500 µm nos canais submetidos ao ácido sulfúrico. Concluíram que o EDTAC tem um efeito desmineralizador mais rápido e de caráter autolimitante, sendo preferível ao ácido sulfúrico, que apresentou efeito lento e incompleto, pois não removeu cálcio, e sim converteu a hidroxiapatita em sulfato de cálcio.

HELING; SHAPIRO; SCIAKY (1965) compararam, em dentes humanos, a ação da solução de EDTA com o ácido clorídrico a 20% na desmineralização da dentina. Os autores observaram que a solução quelante de EDTA foi tão ou mais eficiente na desmineralização da dentina que o ácido clorídrico, concluindo assim que o EDTA é uma solução de grande valia no tratamento endodôntico.

BAKER et al. (1975), através da microscopia eletrônica de varredura, verificaram que os agentes quelantes alteravam a morfologia normal dos túbulos dentinários, causando uma ampliação destes túbulos. Os autores acreditavam que estas alterações eram devidas à diferença da mineralização da dentina intertubular e peritubular, afirmando que a dentina intertubular sofre maior descalcificação que a dentina peritubular por ser menos mineralizada.

MCCOMB; SMITH (1975) avaliaram, *in vitro*, por meio de microscopia eletrônica de varredura, os efeitos de diversas soluções irrigadoras utilizadas no tratamento endodôntico sobre as paredes dentinárias do canal radicular. Pela primeira vez, foi observada a formação de uma camada amorfa (*smear layer*) aderida às paredes do canal radicular após a instrumentação, independente da técnica ou do instrumento utilizado. Os autores observaram que nenhuma técnica de irrigação ou solução utilizada até então, era capaz de remover a *smear layer* completamente do canal radicular. Os autores concluíram que um outro produto à

base de EDTA conhecido comercialmente por REDTA[®] foi capaz de remover a *smear layer* do canal radicular, sendo esta limpeza proporcional ao tempo em que esta solução é deixada no interior do conduto radicular.

GOLDBERG; ABRAMOVICH (1977) realizaram um estudo *in vitro* para analisar a ação do EDTAC sobre as paredes do canal radicular. Com o auxílio de um microscópio eletrônico de varredura, os autores verificaram que a parede dentinária, após a instrumentação e uso do EDTAC, apresentava uma textura lisa e os túbulos dentinários expostos, com aspecto regular, circular e aumentados de tamanho, condição esta que não era observada quando não se usava o EDTAC. Os autores concluíram que o EDTAC promove a remoção da *smear layer*, trazendo benefícios à terapia endodôntica, pois auxilia na limpeza e desinfecção do canal radicular, facilita a ação de medicamentos e condiciona as paredes dentinárias a promover maior adesão do material obturador.

RAM (1977) observou que o diâmetro dos canais é o fator mais significativo na obtenção de resultados positivos na irrigação do canal radicular, concluindo que a remoção de *debris* dos canais radiculares parece estar mais em função do diâmetro do conduto do que do tipo de solução utilizada.

GOLDMAN et al. (1981) avaliaram, por meio da microscopia eletrônica de varredura, algumas substâncias propostas para a irrigação final dos canais radiculares: o hipoclorito de sódio a 5,25%, o REDTA[®] e a substância TEGO[®]. Os resultados obtidos demonstraram a presença de *smear layer* nos grupos que utilizaram o TEGO[®] ou hipoclorito de sódio como solução irrigadora, enquanto o REDTA[®] foi a única solução capaz de remover a *smear layer* dos canais radiculares. Os autores sugeriram que seja estudada uma associação de soluções com a finalidade de remover a parte orgânica de remanescentes pulpare e a parte inorgânica da *smear layer*, formada por raspas de dentina provenientes da instrumentação.

GOLDBERG; SPIELBERG (1982) estudaram, *in vitro*, por meio da microscopia eletrônica de varredura, o efeito do tempo de ação do EDTAC nas paredes dentinárias do canal radicular. Uma gota de EDTAC foi colocada sobre a dentina no conduto radicular variando o tempo de aplicação em 5, 15 e 30 minutos.

As fotomicrografias mostraram que os espécimes tratados com 5 minutos de exposição ao EDTAC mostram paredes dentinárias livres de *smear layer*, e uma descalcificação mais severa pôde ser observada na dentina exposta ao irrigante por 15 ou 30 minutos. Os autores ainda ressaltaram que a remoção da *smear layer* das paredes dentinárias do canal facilita a ação dos medicamentos e proporciona um melhor embricamento do material obturador à dentina.

GOLDMAN et al. (1982) associaram o REDTA[®] ao hipoclorito de sódio a 5,25% durante a instrumentação dos canais radiculares. Os autores observaram, através do microscópio eletrônico de varredura, que as paredes dentinárias do canal se apresentavam livres de *smear layer* e *debris* quando a instrumentação era realizada com essa associação, o que não ocorria quando as soluções eram utilizadas isoladamente, sugerindo com isso que essa associação é um fator bastante positivo para ser usada no preparo dos canais.

CAMERON (1983) avaliou o uso do ultra-som Cavitron na remoção da *smear layer* das paredes do canal radicular, ativando a solução de NaOCl a 3% por 1, 3 ou 5 minutos. O autor avaliou, através do microscópio eletrônico de varredura, a estrutura da *smear layer*, verificando que ela é composta por duas porções: uma superficial e fracamente aderida às parede do canal, e outra mais profunda, obliterando os túbulos dentinários. Os resultados mostraram que o uso do ultra-som por 1 minuto removeu somente a camada superficial da *smear layer*, porém aos 3 minutos, tanto a superficial como a maior parte da profunda foram removidas e aos 5 minutos a remoção foi completa. O autor conclui que o ultra-som é altamente eficiente para tal propósito quando utilizado por um tempo maior.

YAMADA et al. (1983) compararam, por meio do microscópio eletrônico de varredura, a eficiência de diferentes volumes de algumas soluções irrigantes, como a solução salina, NaOCl a 5,25%, EDTA a 17% e a 8,5%, o ácido cítrico a 25% ou uma combinações das soluções, durante o preparo biomecânico dos canais radiculares. Os autores observaram que o hipoclorito de sódio não era eficiente na remoção da *smear layer*, enquanto o EDTA a 17% removeu esta camada, porém restaram *debris* aderidos às paredes do canal. Concluíram que a associação de 10 ml de EDTA a 17% seguido de 10 ml de NaOCl a 5,25% para a irrigação final foi a mais efetiva na remoção da *smear layer* do canal radicular.

MADER; BAUMGARTNER; PETERS (1984), por meio do microscópio eletrônico de varredura, mensuraram a espessura da *smear layer* encontrada em canais instrumentados com limas tipo K e irrigados com hipoclorito de sódio a 5,25% bem como o smear plug nos túbulos dentinários. Os autores constataram que a *smear layer* constituía numa camada que recobria a parede do canal radicular, apresentando uma espessura de 1 a 2 μm . O smear plug era constituído de resíduos de dentina que foram compactados no interior dos túbulos dentinários durante a instrumentação, chegando até a 40 μm de profundidade.

BYSTROM; SUNDQVIST (1985) realizaram um estudo *in vivo* com o intuito de avaliar o efeito antibacteriano do hipoclorito de sódio a 0,5% e 5% quando utilizado isoladamente ou em combinação com o EDTA. Os autores concluíram que a ação antimicrobiana do hipoclorito de sódio foi aumentada após a remoção da *smear layer* das paredes dos canais radiculares pela solução de EDTA.

BAUMGARTNER; MADER (1987) avaliaram a capacidade de limpeza da solução salina, do NaOCl a 5,25 % e do EDTA a 15%. Os resultados demonstraram que a solução de EDTA foi a que mais desmineralizou a dentina nos canais instrumentados, expondo os túbulos dentinários. Porém, nos canais não instrumentados, essa solução foi ineficaz na remoção dos remanescentes pulpares. O hipoclorito de sódio se mostrou eficiente nos canais não instrumentados, removendo grande parte dos restos pulpares, entretanto, sua eficiência foi menor que a do EDTA nos canais instrumentados. O uso alternado do hipoclorito de sódio com o EDTA foi o procedimento que apresentou melhores resultados, removendo a *smear layer* dos canais instrumentados e também os restos pulpares dos canais não instrumentados.

ZUOLO et al. (1987) estudaram, por meio de um método histoquímico, a ação do EDTA e suas associações com tensoativos sobre a permeabilidade da dentina. Os autores utilizaram soluções de EDTA 15%, EDTA com Cetavlon® (EDTAC), EDTA com Tergentol (EDTA-T) e EDTA com Cloreto de Cetil Piridino (EDTACP) durante o preparo de canais radiculares. Os resultados mostraram que as regiões cervical e média da raiz apresentaram maiores índices de permeabilidade, independente da solução utilizada, enquanto o terço apical mostrou valores menores. O tensoativo catiônico Cetavlon® aumentou a efetividade do EDTA

promovendo uma maior permeabilidade, pois os resultados mostraram que houve uma maior infiltração de íons cobre nos dentes tratados com EDTAC.

GUIMARÃES et al. (1988), através do método de ascensão capilar, avaliaram a tensão superficial de algumas soluções auxiliares da instrumentação dos canais radiculares. Os autores observaram que a adição de tensoativos à solução de EDTA reduzia sensivelmente a sua tensão superficial, chegando a uma redução de até 50%. O Lauril sulfato de sódio a 0,1% apresentou a menor tensão superficial dentre as soluções utilizadas neste estudo. Os autores sugeriram a adição de tensoativos às soluções irrigadoras aquosas, para que esta atuasse com uma maior rapidez e eficiência.

CIUCCHI; KHETTABI; HOLZ (1989) compararam a efetividade de diferentes procedimentos de irrigação na remoção da *smear layer* do canal radicular. Os autores realizaram o preparo biomecânico irrigando com hipoclorito de sódio a 3% e procederam a irrigação final em três grupos diferentes: NaOCl com agitação ultra-sônica; EDTA por 3 minutos; EDTA com agitação ultra-sônica. A análise através da microscopia eletrônica de varredura mostrou a presença da *smear layer* nos canais irrigados com hipoclorito de sódio, enquanto que o EDTA produziu paredes quase que completamente livres de *smear layer*. Os autores ainda verificaram que a associação com o ultra-som não aumentou a capacidade de limpeza do EDTA, e que há uma redução da eficiência dos irrigantes na região apical do canal radicular.

ABBOTT et al. (1991) estudaram, por meio da microscopia eletrônica de varredura, diferentes protocolos de irrigação do canal radicular, ativados ou não pelo ultra-som. As seqüências de irrigação foram: solução Savlon (Cetrimide a 0,3% e Clorexidina a 0,03%); EDTAC a 15% seguido de NaOCl a 1% e EDTAC a 15%; e NaOCl a 1% seguido de EDTAC a 15% e NaOCl a 1%; todos com ou sem ativação pelo ultra-som. Os resultados indicaram que não houve diferença significativa entre os grupos que tiveram os irrigantes ativados pelo ultra-som e aqueles que não receberam ativação da solução. O melhor resultado em relação à limpeza foi observado com o uso do EDTAC seguido pelo NaOCl e EDTAC. A solução Savlon não foi efetiva na remoção da *smear layer*. Em relação à limpeza dos terços radiculares, o cervical mostrou melhores resultados, seguido pelo médio e apical. Os

autores concluíram que o uso do ultra-som não trouxe benefícios na limpeza do canal radicular, e que a limpeza da região apical constitui um dos procedimentos mais difíceis na Endodontia.

GARBEROGLIO; BECCE (1994) avaliaram, *in vitro*, por meio da microscopia eletrônica de varredura, o efeito de seis irrigantes do canal radicular sobre a *smear layer* de canais instrumentados. As soluções irrigantes estudadas foram: NaOCl a 1% e 5%, uma associação de ácido fosfórico a 24% e ácido cítrico a 10%, soluções de EDTA a 0,2%, 3% e 17%. O hipoclorito de sódio, mesmo em maiores concentrações, não foi capaz de remover a *smear layer* do canal radicular. A solução de EDTA a 0,2% não removeu completamente a *smear layer*, principalmente dos orifícios dos túbulos dentinários. As demais soluções irrigadoras foram eficazes na remoção da *smear layer*, não havendo diferença estatisticamente significativa entre si.

HAWKINSON et al. (1994) realizaram um estudo *in vitro* para avaliar a influência da *smear layer* na penetração de bactérias nos túbulos dentinários. Os dentes foram irrigados com solução salina ou REDTA®. A microscopia eletrônica de varredura confirmou a presença de *smear layer* em dentes irrigados com solução salina e sua ausência em dentes irrigados com REDTA®. A inoculação dos dentes com *Enterococcus faecalis* ou *Porphyromonas gingivalis* mostrou que a presença da *smear layer* retarda sua penetração nos túbulos dentinários, mas com o passar do tempo chegam até o limite cemento-dentina, concluindo que a *smear layer* não constitui uma barreira à infiltração bacteriana via túbulos dentinários.

BERUTTI; MARINI; ANGERETTI (1997) avaliaram a capacidade de algumas soluções irrigadoras em penetrar nos túbulos dentinários infectados com *Enterococcus faecalis*. O preparo biomecânico destes dentes foi realizado e os canais foram irrigados com NaOCl a 5,25% e EDTA a 10%, sendo que em metade dos dentes, além dos irrigantes citados, foi utilizado também um agente tensoativo (Triton X-100). Os autores concluíram que após a remoção da *smear layer* pelo EDTA, o agente tensoativo auxiliou na penetração da solução de hipoclorito de sódio em maior profundidade no interior dos túbulos dentinários para que esta atuasse diminuindo a área de infecção dentro dos túbulos.

CALERÓ et al. (1997) avaliaram a velocidade e a intensidade da reação do EDTA com os íons cálcio da dentina e seu grau de saturação em relação ao tempo de aplicação, utilizando a espectrofotometria de absorção atômica. Os autores aplicaram o EDTA em diferentes tempos de permanência da solução com as paredes do canal. Os resultados mostraram que a descalcificação da dentina está diretamente relacionada ao tempo de permanência do EDTA dentro do canal radicular, porém essa descalcificação vai diminuindo devido ao grau de saturação do EDTA, limitando a possibilidade de captação de íons cálcio. Verificou-se também que a ação do EDTA só se inicia após 1 minuto da sua aplicação. Os autores recomendaram uma irrigação final com soro fisiológico, pois a ação do EDTA pode continuar por um tempo maior.

DIEP; BRAMANTE (1997) estudaram a limpeza proporcionada pelo EDTA, quando utilizado de diferentes maneiras, avaliando a sua ação por terços e nas paredes proximal e lingual do canal radicular. A análise dos espécimes no microscópio eletrônico de varredura revelou a seguinte seqüência, do mais eficiente para o menos: EDTAC durante a instrumentação, EDTA por 1 minuto final, EDTA alternado com água destilada, EDTA alternado com hipoclorito de sódio a 1% e, por último, a água destilada. Não houve diferença estatisticamente significativa nos grupos que utilizaram o EDTA. Em relação aos terços, o apical foi o que apresentou menor limpeza, não havendo diferença significativa entre os terços cervical e médio e em relação às paredes, a proximal se mostrou mais limpa que a lingual.

ECONOMIDES et al. (1999) avaliaram *in vitro* a influência da remoção da *smear layer* sobre a infiltração apical de dentes tratados endodonticamente com diferentes cimentos. Em apenas metade dos espécimes foi realizada irrigação final com EDTA para remoção da *smear layer*, sendo esta camada de *smear* mantida na outra metade. Os dentes foram então obturados com guta-percha e cimento à base de óxido de zinco e eugenol (Roth 811®) ou cimento à base de resina (AH 26®). Para a mensuração da infiltração apical foi utilizado um método eletroquímico e os autores observaram uma redução significativa da infiltração apical quando a *smear layer* era removida e o cimento resinoso era utilizado.

JENSEN et al. (1999) compararam a eficácia da limpeza das paredes do canal com a ativação ultra-sônica passiva com a ativação sônica passiva após a

instrumentação manual dos canais radiculares. Os autores concluíram que não houve diferença significativa entre a ativação sônica e ultra-sônica e foram ambas significativamente melhor que a instrumentação manual na limpeza das paredes do canal radicular.

DI LENARDA; CADENARO; SBAIZERO (2000) estudaram a capacidade de remoção da *smear layer* das soluções hipoclorito de sódio a 5% isoladamente, ácido cítrico alternado com hipoclorito de sódio ou EDTA a 15% acrescido de Cetrimide (tensoativo catiônico) através do microscópio eletrônico de varredura. Os resultados não mostraram diferenças estatisticamente significantes quanto à capacidade de limpeza do ácido cítrico, EDTA ou hipoclorito de sódio. Entretanto, após a contagem do número de túbulos abertos por unidade de área da superfície os autores observaram que o ácido cítrico foi semelhante ao EDTA, porém estas soluções foram superiores ao hipoclorito de sódio quanto à capacidade de remoção da *smear layer* do canal radicular.

O'CONNELL et al. (2000) avaliaram, através do microscópio eletrônico de varredura, os efeitos de diferentes sais de EDTA na remoção da *smear layer* do canal radicular. Os autores utilizaram: sal dissódico de EDTA a 15% e pH 7,1 (ajustado com NaOH); sal tetrassódico de EDTA a 15% e pH 7,1 (ajustado com HCl) e sal tetrassódico de EDTA a 25% e pH 7,1 (ajustado com HCl). Os resultados mostraram que houve uma completa remoção da *smear layer* nos terços cervical e médio dos canais irrigados com EDTA e NaOCl a 5,25%. Já no terço apical, as soluções estudadas foram menos eficazes. Quando utilizadas isoladamente, nenhuma das soluções de EDTA foi efetiva na completa remoção da *smear layer*. Os resultados mostraram uma ação semelhante das soluções estudadas na remoção da *smear layer* e, baseados nisso, os autores concluíram que o uso do sal tetrassódico de EDTA é economicamente mais interessante, visto que é mais barato e igualmente eficaz ao EDTA dissódico, comumente utilizado.

SCELZA; ANTONIAZZI; SCELZA (2000) avaliaram, através da microscopia eletrônica de varredura, a eficácia de três soluções irrigantes na remoção da *smear layer* do canal radicular. Foram instrumentados trinta dentes utilizando hipoclorito de sódio a 1% e irrigação final com ácido cítrico a 10%, EDTA-T (EDTA-Tergentol) ou peróxido de hidrogênio a 3%. Os autores avaliaram

quantitativamente a remoção da *smear layer* através da contagem do número de túbulos dentinários visíveis, por três examinadores. O maior número de túbulos visíveis foi observado no terço cervical, seguido pelo médio e apical, nos três grupos experimentais. Os resultados mostraram uma ação semelhante do ácido cítrico e do EDTA-T, sendo essas duas soluções mais eficientes que o peróxido de hidrogênio na remoção da camada de *smear* das paredes dentinárias.

BUCK et al. (2001) avaliaram a ação de algumas soluções irrigadoras sobre os túbulos dentinários contaminados, e para tanto utilizaram na irrigação o NaOCl a 0,525%, EDTA a 0,2% e clorexidina a 0,12%. Com o uso de uma broca, os autores recolheram raspas de dentina contaminadas com *Enterococcus faecalis* a partir da superfície externa da raiz, em profundidades de 0,5 a 1 mm, e as incubaram em meio de cultura. Os resultados mostraram maior ação do hipoclorito de sódio, seguido pelo EDTA e clorexidina, essas últimas com resultados semelhantes. A maior parte das bactérias que permaneceram viáveis se encontravam a maiores distâncias da polpa. Os autores concluíram que, embora o hipoclorito de sódio seja capaz de eliminar bactérias dentro dos túbulos dentinários, um maior tempo de permanência da solução irrigadora dentro do canal é necessário para uma completa desinfecção do canal radicular.

DOGAN; ÇALT (2001) analisaram, *in vitro*, os efeitos dos agentes quelantes EDTA e RC-Prep (EDTA a 15%, peróxido de uréia a 10% e carbowax a 75%) e do hipoclorito de sódio sobre o conteúdo mineral da dentina radicular. Os dois primeiros grupos foram irrigados com EDTA ou RC-Prep, seguido de irrigação com NaOCl; os demais grupos foram irrigados com EDTA, RC-Prep, NaOCl e solução salina (grupo controle), respectivamente. Os espécimes foram analisados por meio da microanálise de espectrofotometria de energia dispersiva, para a mensuração dos níveis de cálcio, fósforo e magnésio. Os resultados demonstraram que o uso do EDTA seguido por irrigação final com hipoclorito de sódio, ou o uso do hipoclorito de sódio isoladamente, alteram significativamente a proporção cálcio-fósforo da dentina radicular, sem alterar, no entanto, os níveis de magnésio. Os autores concluíram que o hipoclorito de sódio tem um papel importante na diminuição do conteúdo mineral da dentina radicular, mas o mesmo não ocorre com o EDTA ou RC-Prep.

CALT; SERPER (2002) avaliaram os efeitos do tempo de aplicação do EDTA sobre a dentina radicular e sua ação na remoção da *smear layer* do canal radicular. Dentes foram clivados em duas metades e irrigados com EDTA a 17%, em uma hemi-parte por 1 minuto e na outra por 10 minutos, seguido de uma irrigação final com NaOCl a 5%. Ao microscópio eletrônico de varredura observou-se que os canais de ambos os grupos se mostraram livres de *smear layer*, entretanto com o tempo de 10 minutos houve uma excessiva erosão na dentina intertubular e peritubular, e os túbulos dentinários tiveram seus diâmetros aumentados. Os autores sugeriram que o EDTA deve ser usado por apenas 1 minuto, já que com esse tempo houve a remoção completa da *smear layer*, principalmente em dentes jovens, onde a possibilidade de descalcificação severa é maior.

GUERISOLI et al. (2002) avaliaram a capacidade de remoção da *smear layer* pelas soluções de EDTAC a 15%, NaOCl a 1% e água destilada, com agitação ultra-sônica. Os resultados mostraram que a solução de hipoclorito de sódio associada ao EDTAC e sob agitação ultra-sônica, foi eficiente na remoção da *smear layer* dos canais radiculares, enquanto que a irrigação com água destilada e NaOCl a 1%, isoladamente, não foram efetivas, deixando mais resíduos aderidos às paredes do canal radicular.

MAYER; PETERS; BARBAKOW (2002) avaliaram, *in vitro*, o efeito da irrigação com ativação ultra-sônica na remoção de *debris* e *smear layer* do canal radicular após o preparo com instrumentos rotatórios. Os canais foram irrigados com NaOCl a 5,25% e EDTA a 17%: em um grupo não houve ativação dos irrigantes e nos demais os irrigantes foram ativados com ultra-som utilizando uma lima 15 K ou um fio de níquel-titânio. Os autores verificaram que não houve redução na quantidade de *debris* e *smear layer* com a ativação ultra-sônica dos irrigantes, e esse resultado não foi influenciado pelo tipo do instrumento utilizado para a ativação ultra-sônica.

TORABINEJAD et al. (2002) apresentaram uma revisão a respeito das implicações clínicas da *smear layer* na Endodontia. Os autores relatam que a instrumentação do canal radicular produz uma camada de material orgânico e inorgânico, que pode conter bactérias e seus subprodutos. Eles afirmam que a *smear layer* é capaz de abrigar bactérias viáveis, além de protegê-las no interior dos

túbulos dentinários. Os autores ainda afirmam que esta camada cobre as paredes dentinárias instrumentadas, dificultando a penetração da medicação intracanal nos túbulos dentinários, além de afetar a íntima adaptação entre o material obturador e as paredes da dentina radicular. Nessa revisão os autores discutiram também o uso do EDTA, pois essa solução em algumas condições de uso pode causar extensa desmineralização da dentina, comprometendo a integridade estrutural do elemento dental. Algumas considerações foram feitas sobre alternativas ao uso do EDTA na remoção da *smear layer*, como o uso do ácido cítrico e da tetraciclina na irrigação do canal radicular.

HÜLSMANN; HECKENDORFF; LENNON (2003), em uma revisão de literatura sobre o modo de ação e indicação dos agentes quelantes, recomendaram seu uso como irrigante final para a remoção da *smear layer* do canal radicular. Os autores afirmam que após a remoção da *smear layer* por agentes quelantes, a permeabilidade dentinária aumenta e há uma melhor ação da medicação intracanal e redução na microinfiltração, além de melhor a adaptação entre o material obturador às paredes do canal radicular. Em relação ao seu modo de ação, os autores relataram que quelantes como o EDTA formam ligações estáveis com íons cálcio, e que após os íons disponíveis serem extraídos da dentina, não há mais desmineralização, sendo as propriedades do EDTA, portanto, limitadas. Concluíram também que a eficiência dos agentes quelantes depende principalmente do tempo de aplicação e da sua concentração, porém um prolongado tempo de ação do quelante pode provocar erosão na dentina peritubular e intratubular. Eles relataram que EDTA tem sua ação diminuída no terço apical do canal radicular, ocorrendo nessa área um menor grau de descalcificação devido à diferença estrutural entre essa região e os terços médio e cervical e ao menor volume de irrigante que alcança a região apical. Dizem ainda que o potencial agressivo dessas soluções ao periodonto é baixo, assim como suas propriedades antimicrobianas, não sendo recomendado seu uso em substituição ao hipoclorito de sódio, mas sim de maneira alternada, pois o uso de agentes quelantes facilita a penetração da solução de hipoclorito de sódio nos túbulos dentinários.

JEON et al. (2003) avaliaram a qualidade e a quantidade de *smear layer* produzida no terço apical de canais retos por três instrumentos rotatórios com diferentes desenhos de lâminas cortantes, sendo dois de níquel titânio (ProFile® e

Hero 642[®]) e um de aço inoxidável (Mani[®]). Os resultados mostraram que todos os instrumentos estudados produziram *smear layer* como resultado da instrumentação, sendo que nos canais instrumentados com o sistema Hero 642[®], foi observada uma menor quantidade de *smear layer* remanescente. Diante disso, os autores concluíram que o desenho da lâmina cortante dos instrumentos rotatórios pode influenciar na limpeza das paredes do terço apical dos canais radiculares.

SABINS; JOHNSON; HELLSTEIN (2003) compararam a capacidade de limpeza da irrigação sônica e ultra-sônica passiva, de curta duração, após a instrumentação de canais radiculares, utilizando os seguintes protocolos de irrigação final: grupo 1, irrigação com NaOCl a 5,25% (controle); grupos 2 e 3 receberam irrigação sônica passiva por 30 e 60 segundos, respectivamente; grupos 4 e 5 receberam irrigação ultra-sônica passiva por 30 e 60 segundos, respectivamente. Os dentes foram fraturados longitudinalmente, fotografados com uma câmera digital e analisados no programa Adobe Photoshop 5.0, com aumento de 100X, para calcular a área total do canal que continha *debris*. Os resultados mostraram que a irrigação sônica e ultra-sônica, somente com 30 segundos, resultaram em uma limpeza significativamente maior das paredes do canal radicular quando comparadas à irrigação convencional. Quando comparadas entre si, a irrigação ultra-sônica apresentou resultados significativamente melhores que a irrigação sônica.

TORABINEJAD et al. (2003) apresentaram uma nova solução irrigadora para a remoção da *smear layer* do canal radicular chamada de MTAD[®], que constitui uma mistura de um antibiótico isômero da tetraciclina (doxiciclina), ácido cítrico a 10% e um tensoativo (Tween 80). Os autores compararam essa nova solução à água destilada, ao NaOCl a 5,25% e ao EDTA a 17%. A remoção da *smear layer* e a erosão da superfície dentinária dos terços cervical, médio e apical foram observadas por meio da microscopia eletrônica de varredura. Os resultados mostraram que os terços apicais de canais irrigados com MTAD[®] apresentaram-se mais limpos que os irrigados com hipoclorito de sódio e EDTA. Os autores concluíram que a solução MTAD[®] foi efetiva na remoção da *smear layer*, sendo menos agressivo à dentina que o EDTA, pois não alterou significativamente a estrutura dos túbulos dentinários. Além disso, a doxiciclina pode ser benéfica à terapêutica endodôntica, desinfetando o sistema de canais radiculares.

ESTRELA et al. (2004) estudaram o potencial antimicrobiano do vinagre de maçã em dentes de cães com periodontite apical, comprovando a eficácia dessa solução usada tanto como irrigante quanto como medicação intracanal. O autor ressaltou que o vinagre de maçã é composto principalmente por ácido málico, que confere propriedades terapêuticas à essa solução.

KOKKAS et al. (2004) avaliaram, *in vitro*, a influência da camada de *smear layer* na penetração de diferentes cimentos endodônticos no interior de túbulos dentinários de canais obturados com os cimentos AH Plus[®], Apexit[®] e Roth 811[®]. Metade das amostras permaneceu com a *smear layer* intacta e a outra metade recebeu irrigação final com EDTA a 17% antes da obturação do canal. Através do microscópio eletrônico de varredura observou-se que nos canais em que a *smear layer* não foi removida não houve penetração do cimento obturador nos túbulos dentinários. Já nos canais em que foi aplicado o EDTA, houve penetração de material obturador em diferentes profundidades a depender do cimento endodôntico utilizado. Os autores concluíram que a *smear layer* desempenha um importante papel na penetração do cimento endodôntico nos túbulos dentinários e que este achado pode ter alguma importância clínica no sucesso do tratamento endodôntico.

SCELZA et al. (2004) avaliaram o efeito do EDTA-T (EDTA com 1,25% de lauril éter sulfato de sódio), do EDTA a 17% e do ácido cítrico a 10% na remoção da *smear layer* das paredes do canal radicular, com os tempos de aplicação de 3, 10 ou 15 minutos. Os resultados mostraram que as soluções testadas tiveram ação semelhante e foram efetivas, mesmo com apenas três minutos de aplicação, e não mostraram melhora no efeito com o aumento do tempo de aplicação. Os autores concluíram que o ácido cítrico pode ser uma boa escolha para o uso clínico na endodontia por ser biocompatível.

CRUMPTON; GOODELL; MCCLANAHAN (2005) quantificaram o volume necessário de EDTA a 17% para remover eficientemente a *smear layer* de canais após o preparo biomecânico com instrumentos rotatórios, utilizando 1, 3 ou 10 ml por 1 minuto, seguidos de 3 ml de NaOCl a 5,25%. Os resultados mostraram que a irrigação dos canais com 1 ml de EDTA com o tempo de aplicação de 1 minuto foi tão efetivo quanto a irrigação com 10 ml de EDTA nesse mesmo período. Os autores concluíram que a irrigação dos canais com volumes superiores a 1 ml de EDTA não

resultou em melhora na remoção de *debris*, e o uso desse volume da solução tornaria o tratamento mais rápido, com menor fadiga e menor custo para o profissional.

PEREZ; ROUQUEYROL-POURCEL (2005) estudaram, *in vitro*, a eficácia do EDTA a 8% (Salvazol) na remoção da *smear layer* e *debris* do canal radicular, comparado com a irrigação com EDTA a 15% por 1 ou 3 minutos. Os resultados mostraram que o EDTA a 8% utilizado por 1 minuto foi capaz de remover a camada de *smear layer*, sendo que a irrigação final com EDTA a 8% por 3 minutos é tão eficiente quanto a irrigação com EDTA a 15% por 1 minuto, mostrando uma ação semelhante. Os autores concluíram que a utilização do Salvazol por 1 minuto é capaz de limpar as paredes do canal radicular com menor erosão dentinária.

TEIXEIRA; FELIPPE; FELIPPE (2005) avaliaram, por meio da microscopia eletrônica de varredura, a influência do tempo de aplicação do EDTA a 15% e do NaOCl a 1% na remoção da *smear layer*. Foram instrumentados 21 caninos utilizando o NaOCl a 1% e a irrigação final foi feita com 3 ml de EDTA a 15% e 3 ml de NaOCl a 1%. Os tempos de aplicação do EDTA variaram de 1, 3 e 5 minutos. Os resultados demonstraram que a associação do EDTA com o hipoclorito de sódio foi capaz de remover a *smear layer* dos terços cervical e médio dos canais radiculares em todos os tempos de aplicação testados. No terço apical, houve uma menor eficiência das soluções irrigadoras, e o tempo de 1 minuto foi incapaz de limpar completamente as paredes dentinárias.

ZEHNDER et al. (2005) estudaram a influência da adição de tensoativos à algumas soluções quelantes na capacidade de seqüestrar cálcio da dentina radicular. Soluções aquosas contendo EDTA a 15,5%, ácido cítrico a 10% e o hidroxietilideno-difosfonato (HEBP) a 18% foram preparadas com e sem a adição de 1% de polisorbato (Tween 80) associado a 9% de propilenoglicol. Os resultados mostraram que adição do tensoativo às soluções reduziu em cerca de 50% as suas tensões superficiais. Entretanto, as leituras efetuadas para os níveis de cálcio seqüestrado não indicaram diferenças estatisticamente significantes entre as soluções puras ou associadas aos agentes tensoativos. Os autores concluíram que a adição de tensoativos aos irrigantes não provoca aumento da capacidade quelante das soluções testadas.

DE-DEUS; PACIORNIK; MAURICIO (2006) estudaram o efeito do EDTA, EDTAC e do ácido cítrico na microdureza da dentina radicular. Os resultados mostraram uma maior ação do EDTA nos primeiros 3 minutos, e após esse período observou-se um equilíbrio da reação, sem alterações significativas nos valores de microdureza. Entretanto, não houve diferença significativa entre o EDTA e o EDTAC após 5 minutos de aplicação. O ácido cítrico mostrou uma menor efetividade na redução da microdureza dentinária. Os autores concluíram que, dentre as soluções testadas, o EDTA é o agente desmineralizante mais eficiente na redução da microdureza dentinária.

DUNAVANT et al. (2006) compararam a capacidade bactericida de algumas soluções irrigantes de uso endodôntico sobre o biofilme bacteriano. Amostras de biofilme bacteriano foram criadas artificialmente através da cultura de *Enterococcus faecalis* e em seguida foram imersas por 1 ou 5 minutos em soluções de NaOCl a 6%, NaOCl a 1%, REDTA[®], clorexidina a 2%, SmearClear[®] (EDTA a 17% com a adição de 2 tensoativos) e BioPure MTAD[®]. Os resultados demonstram uma maior atividade bactericida das soluções de NaOCl a 6% e 1% (99,99% e 99,78% respectivamente). O SmearClear[®] obteve uma efetividade de 78,06%, enquanto a clorexidina e o REDTA[®] foram capazes de eliminar apenas 60,49% e 26,99% das bactérias, respectivamente. O BioPure MTAD[®] apresentou os piores resultados, com apenas 16,08% de efeito antibacteriano. Não foi encontrada nenhuma relação entre a efetividade e o tempo de aplicação das soluções. Os autores comprovaram que o SmearClear[®] possui uma atividade bactericida bastante satisfatória, e atribuíram este fato à presença do agente tensoativo Cetrimide[®] em sua composição, que possui comprovada eficácia antibacteriana.

GIARDINO et al. (2006) compararam a tensão superficial de quatro agentes irrigantes do canal radicular, sendo eles o EDTA a 17%, Cetrexidin[®] (cetrimide 0,2% e clorexidina em base aquosa), o SmearClear[®] e o NaOCl a 5,25% com a tensão superficial do MTAD[®] e do Tetraclean[®]. Estes dois últimos irrigantes são produtos comerciais compostos por um antibiótico, ácido cítrico e um tensoativo. O NaOCl a 5,25% e o EDTA a 17% apresentaram os maiores valores de tensão superficial, sendo estatisticamente semelhantes entre si, enquanto o MTAD[®] e o SmearClear[®] apresentaram valores significativamente mais baixos. Os menores valores de tensão superficial foram dos irrigantes Cetrexidin[®] e Tetraclean[®]. Os

autores concluíram que a baixa tensão superficial destas soluções é benéfica no decorrer do tratamento endodôntico, sendo capazes de remover a *smear layer*, entrando em íntimo contato com as paredes do canal radicular, aumentando a chance de haver penetração destes agentes quimioterápicos nas irregularidades do sistema de canais radiculares e nos túbulos dentinários.

KHADEMI; YAZDIZADEH; FEIZIANFARD (2006) determinaram o diâmetro mínimo do preparo apical necessário para a penetração das soluções irrigantes, de modo que fosse possível a remoção de *debris* e da *smear layer* do terço apical de canais radiculares após a instrumentação. Os autores utilizaram raízes de molares inferiores e as instrumentaram pela técnica crow-down, até a lima memória de número 20, 25, 30 ou 35, irrigando com 2 ml de NaOCl a 5,25% a cada troca de instrumento. A irrigação final foi feita com 5 ml de EDTA a 17% por 5 minutos, seguido de 5 ml de NaOCl a 5,25% por 5 minutos. Em seguida, a remoção de *smear layer* e *debris* do terço apical dos canais radiculares foi analisada por meio de microscopia eletrônica de varredura. Baseados nos resultados, os autores concluíram que o diâmetro mínimo do preparo apical necessário para a penetração dos irrigantes no terço apical dos canais radiculares foi equivalente ao de uma lima número 30.

NANDINI; VELMURUGAN; KANDASWAMY (2006) avaliaram a eficácia de dois agentes quelantes na remoção de medicamentos à base de hidróxido de cálcio dos canais radiculares. Os autores realizaram o preparo biomecânico de dentes unirradiculados e preencheram os canais com Metapex® (pasta de hidróxido de cálcio com iodofórmio em veículo oleoso) ou hidróxido de cálcio PA misturado com água destilada. Após 7 dias, os canais contendo as medicações foram irrigados com ácido cítrico a 10% ou EDTA a 17%, ambos sob agitação ultra-sônica. Os autores verificaram, por meio de tomografias computadorizadas, que o ácido cítrico foi mais eficiente que o EDTA na remoção do Metapex® dos canais radiculares, enquanto o EDTA foi excelente na remoção do hidróxido de cálcio PA em água destilada.

PEREZ-HEREDIA; FERRER-LUQUE; GONZALEZ-RODRIGUEZ (2006) estudaram, por meio da microscopia eletrônica de varredura, a eficácia de três soluções irrigantes na limpeza do canal radicular após a instrumentação manual ou

rotatória. Foram utilizados oitenta dentes humanos divididos em oito grupos, quatro foram preparados com instrumentação manual e quatro com o sistema rotatório ProTaper®. As soluções irrigadoras utilizadas foram: NaOCl a 2,5% (controle), ácido cítrico a 15%, EDTA a 15% e ácido ortofosfórico a 5%, todas associadas ao NaOCl a 2,5%. Os resultados demonstraram que o ácido cítrico, o EDTA e o ácido ortofosfórico, associados ao hipoclorito de sódio, foram eficientes na remoção da camada de *smear layer* e *debris*. A solução de hipoclorito de sódio isoladamente não foi capaz de eliminar a *smear layer* ou *debris*. Em relação à técnica de instrumentação empregada, não foram observadas diferenças estatisticamente significantes entre as técnicas manual e rotatória.

TAY et al. (2006) analisaram, por meio de microscopia eletrônica de transmissão, a estrutura da dentina instrumentada, tendo como agente irrigante o hipoclorito de sódio, e a irrigação final com: água destilada, EDTA a 17% e o Biopure MTAD®. A observação da estrutura dentinária revelou que, enquanto a água destilada não era capaz de remover a *smear layer*, o EDTA e o MTAD® não só a removiam completamente como também causavam uma zona de desmineralização. A ação desses dois agentes quelantes resultou na exposição de áreas de matriz colágena desmineralizada ao redor dos túbulos dentinários e da dentina erodida, sendo que a ação da solução de MTAD® foi mais agressiva que a do EDTA.

YANG et al. (2006) estudaram a influência da camada de *smear layer* na adesão bacteriana à dentina de dentes bovinos. Os autores dividiram blocos de dentina em quatro grupos e submeteram a diferentes tratamentos: soro fisiológico por 5 minutos, EDTA a 17% por 5 minutos, clorexidina a 2% por 7 dias ou EDTA a 17% por 5 minutos seguido de clorexidina a 2% por 7 dias. Em seguida, imergiram os espécimes em meios de cultura contendo *Enterococcus faecalis* por 3 horas e analisaram por meio da microscopia eletrônica de varredura. Os resultados demonstraram que houve uma maior adesão dos *Enterococcus faecalis* nas amostras onde foi preservada a camada de *smear layer*. Os autores concluíram que a manutenção da camada de *smear layer* aumenta a capacidade de adesão bacteriana à dentina radicular.

BURLESON et al. (2007) avaliaram a limpeza de canais radiculares quando instrumentados com as técnicas manual e rotatória e irrigação final com

NaOCl a 6% com agitação ultra-sônica por 1 minuto. Para isso, os autores selecionaram em pacientes molares inferiores com necrose pulpar. A remoção de *debris* e biofilme foi avaliada histologicamente com cortes de 1 a 3 mm do ápice radicular. Os autores observaram que os dentes que receberam ativação com o ultra-som apresentaram um melhor resultado na remoção de *debris* e biofilme do canal radicular e istmos, concluindo que uma renovação constante da solução irrigadora e o uso do ultra-som contribuem significativamente para uma maior limpeza da região apical do canal radicular.

CALIGIANI et al. (2007) estudaram a composição de alguns tipos de vinagres por meio da espectroscopia de ressonância magnética nuclear. As soluções utilizadas neste estudo foram os vinagres de maçã, de arroz, balsâmico tradicional, balsâmico, de vinho, de malte e de tomate. Os autores relatam que os vinagres podem ser obtidos através da fermentação de vinhos ou de outras soluções alcoólicas, como a fermentação do suco de maçã, no caso do vinagre de maçã. O vinagre de maçã apresentava na sua composição o 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), acetoína (0,21 g/l), acetato etílico (0,14 g/l) e ácido cítrico (0,02 g/l). Os autores demonstraram que todos os vinagres estudados apresentaram uma mistura de vários ácidos em sua composição, sendo o acético o ácido de maior concentração.

ESTRELA et al. (2007) estudaram a limpeza da superfície do canal radicular pelo vinagre de maçã, hipoclorito de sódio e clorexidina, associados ou não ao EDTA. Durante o preparo biomecânico de dentes unirradiculados, 3 ml de cada solução irrigante foi utilizado após cada troca de instrumento. Em seguida, metade das amostras de cada grupo recebeu uma irrigação final com EDTA a 17% por 3 minutos. Os espécimes foram avaliados por meio da microscopia eletrônica de varredura e os resultados mostraram que a combinação do EDTA às soluções irrigadoras aumentou significativamente a capacidade de limpeza em todos os casos e que o melhor resultado foi obtido com o vinagre de maçã associado ao EDTA.

GUERISOLI (2007) estudou os efeitos de algumas soluções irrigadoras do canal radicular sobre a microdureza dentinária e a capacidade de remoção da *smear layer* de dentes bovinos. As soluções testadas foram: soro fisiológico, NaOCl

a 2,5%, o EDTA a 15% em pH 7,3, o EDTA a 15% em pH 9, o SmearClear[®], o BioPure MTAD[®] e o EDDS (ácido etileno diamino di-succínico) a 30%. O autor concluiu que não há diferença estatisticamente significativa entre o EDTA com pH 7,3 e 9 tanto na remoção da *smear layer* quanto na redução da microdureza dentinária. O BioPure MTAD[®] se mostrou semelhante ao EDTA tanto na remoção da camada de *smear layer* quanto na redução da microdureza dentinária. O SmearClear[®] remove a camada de *smear layer* sem reduzir a microdureza dentinária. O EDDS reduz moderadamente a microdureza dentinária, porém é deficiente na remoção da camada de *smear layer* das paredes do canal radicular.

LUI; KUAH; CHEN (2007) estudaram, *in vitro*, a eficácia do EDTA e do SmearClear[®], com e sem agitação ultra-sônica, na remoção da *smear layer* e *debris*, por meio da microscopia eletrônica de varredura. Os dentes receberam diferentes tratamentos de irrigação final: EDTA a 17%; EDTA a 17% com agitação ultra-sônica; SmearClear[®]; e SmearClear[®] com agitação ultra-sônica. A ativação ultra-sônica foi realizada utilizando uma lima tipo K de número 15 com o tempo de 1 minuto. Os resultados demonstraram que os canais irrigados com o SmearClear[®] apresentaram resultados semelhantes aos canais irrigados com o EDTA isoladamente. O uso do ultra-som com o EDTA a 17% melhorou significativamente a capacidade de limpeza da solução na remoção da *smear layer* do canal radicular. Os autores concluíram que a adição de tensoativos ao EDTA não melhora a capacidade de limpeza dessa solução, e que a aplicação do ultra-som na irrigação final proporciona paredes dentinárias livres de *smear layer*.

PLOTINO et al. (2007) realizaram uma revisão de literatura sobre o uso do ultra-som na Endodontia. Esse dispositivo tem sido útil na endodontia em várias fases, como no acesso coronário, na limpeza e modelagem do canal radicular, na obturação, remoção de material intracanal e na cirurgia parendodôntica. O ultra-som ainda tem a capacidade de aumentar a ação de soluções irrigadoras do canal, principalmente em regiões de dificuldade anatômica, como o terço apical. A ativação ultra-sônica dos irrigantes permite um constante movimento da solução, maior velocidade e volume de fluxo do irrigante, e apenas 30 segundos a 1 minuto de ativação já são suficientes para promover um aumento da remoção de *debris* das paredes do canal radicular. Além de ser útil na limpeza, o ultra-som promove

também uma maior desinfecção do canal radicular, diminuindo o número de colônias bacterianas viáveis.

SHAHRAVAN et al. (2007) realizaram uma revisão de literatura sobre a influência da camada de *smear layer* na microinfiltração de canais radiculares obturados, demonstrando que a remoção da *smear layer* é importante no selamento impermeável do sistema de canais radiculares, sendo que a técnica de obturação e o cimento endodôntico utilizados têm pouca relevância no resultado final.

VAN DER SLUIS et al. (2007) apresentaram uma revisão de literatura sobre irrigação ultra-sônica passiva do canal radicular, termo utilizado quando a instrumentação simultânea das paredes do canal não é realizada durante a ativação ultra-sônica. Nesse tipo de irrigação, uma lima endodôntica fina ou um fio de metal liso oscilam livremente no interior do canal radicular, com o mínimo ou nenhum contato com as paredes do canal, para que assim não haja a redução dos fenômenos de corrente acústica e cavitação. Deste modo, o irrigante pode penetrar mais facilmente na região apical do canal radicular. A irrigação ultra-sônica passiva é um importante complemento na limpeza do sistema de canais radiculares e, comparado com a irrigação tradicional com uma seringa, é capaz de remover mais tecido orgânico, bactérias e *debris* do canal radicular e também de istmos. Os autores ainda relatam que a irrigação ultra-sônica é mais efetiva que a irrigação sônica na remoção de *debris*, pois opera em uma maior frequência e velocidade acústica.

WACHLAROWICZ et al. (2007) analisaram o efeito de diferentes soluções irrigadoras do canal radicular na adesividade do cimento Epiphany[®] à dentina. Os irrigantes utilizados foram: água destilada; clorexidina a 2%; NaOCl a 6%; NaOCl a 6% seguido por EDTA e água; ou NaOCl a 1,3% seguido por MTAD[®]. Os resultados indicaram que amostras submetidas somente à água destilada ou clorexidina mostraram baixos valores de adesividade ao cimento endodôntico. O EDTA e o MTAD[®], mesmo exibindo forças de adesão estatisticamente superiores à água destilada e à clorexidina, não promoveram um aumento da adesividade do cimento quando comparados à irrigação somente com o hipoclorito de sódio. Os autores justificam tal fato pela possível desmineralização promovida pelo EDTA e o MTAD[®],

que provoca colapamento da matriz dentinária, obliterando a luz dos túbulos dentinários impedindo a penetração do cimento obturador.

CHOPRA; MURRAY; NAMEROW (2008) compararam, por meio da microscopia eletrônica de varredura, a efetividade da F-File® e do ultra-som na remoção da *smear layer* de canais radiculares. A irrigação final de canais radiculares foi realizada com os seguintes tratamentos: EDTA a 17% ativado pela F-file® por 30 segundos; EDTA a 17% com ativação ultra-sônica utilizando uma lima 20K por 1 minuto; solução salina (controle); NaOCl a 6% ativado pela F-file® por 30 segundos; e NaOCl a 6% com ativação ultra-sônica utilizando uma lima 20K por 1 minuto. As fotomicrografias revelaram que os grupos em que foi utilizado o EDTA apresentaram uma maior limpeza. Houve pequena diferença entre os resultados da F-file® e do ultra-som, sendo que a F-file® não trouxe maiores benefícios na remoção da *smear layer*. Os autores concluíram que a remoção da *smear layer* do canal radicular foi mais influenciada pelo uso da solução quelante EDTA do que pelo uso do ultra-som, pois o efeito deste foi auto-limitante.

DA SILVA et al. (2008) avaliaram a eficácia do SmearClear® e do EDTA a 14,3% na remoção da *smear layer* de dentes permanentes após a instrumentação do canal radicular. Os dentes foram analisados através do microscópio eletrônico de varredura e fotomicrografias foram realizadas dos terços cervical, médio e apical. Os resultados demonstraram que tanto o SmearClear® quanto o EDTA foram capazes de remover eficientemente a *smear layer* do canal radicular, sem diferença significativa entre essas duas soluções. Não houve diferença significativa na limpeza do canal radicular nos três terços analisados. Os autores concluíram que as duas soluções testadas podem ser indicadas na limpeza do canal radicular e que a adição de tensoativos ao SmearClear® não promoveu uma maior remoção da *smear layer* do que o EDTA utilizado isoladamente.

DE-DEUS et al. (2008) avaliaram, por meio da microscopia ótica digital, a desmineralização da dentina radicular quando tratada com EDTA associado ou não a agentes tensoativos. A superfície dentinária coberta por *smear layer* foi submetida a tratamentos com EDTA a 17% isoladamente, EDTA a 17% associado a 0,1% de Cetavlon®, EDTA a 17% associado a 1,25% de lauril éter sulfato de sódio, ou SmearClear®. Os resultados demonstraram que a solução de EDTA utilizada

isoladamente apresentou o maior efeito quelante, enquanto as associações do EDTA com tensoativos mostraram um efeito quelante mais reduzido. Os autores concluíram que a adição de agentes tensoativos ao EDTA não aumentou sua ação quelante, pelo contrário, mostrou ter uma influência negativa na capacidade quelante dessa solução.

KHEDMAT; SHOKOUHINEJAD (2008) compararam a eficácia do SmearClear[®], do EDTA a 17% e do ácido cítrico a 10% aplicados por 1 minuto, na remoção da *smear layer* do canal radicular, sendo avaliados os terços cervical, médio e apical em microscópio eletrônico de varredura. Os resultados mostraram não haver diferença significativa entre o SmearClear[®] e o EDTA em todos os três terços do canal radicular. Em relação ao ácido cítrico, essa solução mostrou uma menor eficiência no terço apical, quando comparada aos terços cervical e médio. Os autores concluíram que nenhum dos agentes quelantes usados neste estudo foi capaz de remover completamente a *smear layer* do canal radicular, principalmente na região apical. Concluíram também que a adição de tensoativos no SmearClear[®] não promoveu uma maior remoção da *smear layer* do canal radicular quando comparado ao EDTA isoladamente.

MARQUES et al. (2008) avaliaram, por meio da microscopia eletrônica de varredura, a remoção da *smear layer* no terço apical de dentes irrigados com EDTA a 17% com ou sem agitação da solução. Após a instrumentação, foi realizada irrigação final dos canais com EDTA a 17% por 5 minutos e os dentes foram divididos em dois grupos, um sem agitação da solução e o outro sob agitação com brocas Lentulo. Os resultados demonstraram que não houve diferença estatisticamente significativa entre as técnicas de aplicação do EDTA, com ou sem agitação da solução, sendo ambas as técnicas eficazes na remoção da *smear layer* das paredes dentinárias do terço apical do canal radicular.

MELLO et al. (2008) estudaram a influência de diferentes volumes da solução de EDTA a 17% como irrigante final, na remoção da *smear layer* dos diferentes terços do canal radicular. Os dentes foram irrigados com EDTA a 17% com 5 ml, 10 ml ou 15 ml. Após análise no microscópio eletrônico de varredura, os resultados mostraram não haver diferença estatisticamente significativa entre os três volumes do EDTA testados, como também entre os terços cervical, médio e apical

do canal radicular. Baseados nos resultados, os autores concluíram que uma irrigação final com apenas 5 ml de EDTA já é suficiente para promover uma remoção de *smear layer* satisfatória, com paredes dentinárias livres de *debris* e com a maioria dos túbulos dentinários abertos em todas as áreas.

SAITO et al. (2008) estudaram, por meio da microscopia eletrônica de varredura, o efeito do tempo de aplicação do EDTA a 17% na remoção da *smear layer* após a instrumentação rotatória do canal radicular. A irrigação final de canais radiculares foi realizada utilizando o EDTA a 17% com os tempos de aplicação de 1 minuto, 30 segundos ou 15 segundos. As fotomicrografias revelaram uma remoção significativamente maior de *smear layer* com o tempo de aplicação de 1 minuto do EDTA comparado aos grupos de 30 e 15 segundos. Nenhum tempo de utilização da solução foi capaz de remover eficientemente a camada de *smear layer* da região apical do canal. Os autores concluíram que tempos de aplicação do EDTA inferiores a 1 minuto não são suficientes para uma limpeza satisfatória do canal radicular.

YANG et al. (2008) avaliaram a quantidade de *smear layer* e *debris* que permaneceram nas paredes do canal radicular após o preparo biomecânico com os instrumentos ProTaper® ou Hero Shaper® irrigados com NaOCl a 5% alternado com EDTA a 17% em canais radiculares curvos. Os resultados indicaram que nenhum canal radicular se mostrou completamente limpo, não havendo diferença significativa entre os grupos dos dois instrumentos testados. Nos terços cervical e médio, as paredes dentinárias de ambos os grupos de instrumentação estavam limpas, com pouca ou nenhuma área contendo *smear layer* e *debris*. Na região apical, houve uma maior quantidade de *smear layer* e *debris* em ambos os grupos de instrumentação do que nos outros terços, entretanto, os canais radiculares preparados com o ProTaper® se apresentaram mais limpos comparados ao grupo do Hero Shaper® nessa área.

YILDIRIM; ORUCOGLU; COBANKARA (2008) investigaram a influência da *smear layer* na microinfiltração apical de dentes obturados com agregado de trióxido mineral (MTA). Os autores dividiram os dentes em dois grupos: um com a presença da *smear layer*, e outro onde essa camada foi removida pela irrigação com EDTA a 17%. Os dentes foram preenchidos com MTA e avaliados por 2, 30 e 180 dias pelo método de filtração de fluidos computadorizada. Os resultados mostraram

que não houve diferença entre os grupos no período de 2 dias, mas nos períodos de 30 e 180 dias a remoção da *smear layer* causou maior microinfiltração apical do quando a *smear layer* foi deixada intacta no canal radicular. Os autores justificam esse fato pela afinidade do MTA com a água presente na *smear layer*, provocando uma maior força de adesão e melhor adaptação entre as paredes do canal radicular e o material obturador.

BALLAL et al. (2009) compararam, por meio da microscopia eletrônica de varredura, a eficácia do ácido málico a 7% e do EDTA a 17% na remoção da *smear layer* do canal radicular. Os resultados demonstraram que tanto o ácido málico quanto o EDTA foram eficientes na remoção da *smear layer* dos terços cervical e médio do canal, sem diferença estatisticamente significativa entre si. No terço apical, o ácido málico promoveu uma limpeza significativamente maior do que o EDTA. Os autores concluíram que o ácido málico mostrou ser mais capaz que o EDTA em remover a *smear layer* em uma área crucial do canal radicular, que é o terço apical.

DE GREGORIO et al. (2009) avaliaram a capacidade do hipoclorito de sódio, associado ou não ao EDTA, em penetrar em canais laterais simulados utilizando ativação sônica e ultra-sônica. Os dentes foram divididos em grupos de acordo com a irrigação final: NaOCl a 5,25% com ativação sônica; NaOCl a 5,25% com ativação ultra-sônica; NaOCl a 5,25% associado ao EDTA a 17% com ativação sônica; ou NaOCl a 5,25% associado ao EDTA a 17% com ativação ultra-sônica. A ativação sônica foi realizada com o sistema Endoactivator® e a ativação ultra-sônica foi feita de maneira passiva utilizando uma lima endodôntica de número 10 pelo tempo de 1 minuto, sendo realizados 3 ciclos de 20 segundos. Os resultados indicaram que a ativação sônica e ultra-sônica resultaram em uma melhor irrigação de canais laterais a 4,5 e 2 mm do comprimento de trabalho. A irrigação feita somente com a cânula tradicional resultou em uma penetração significativamente menor de irrigante no interior dos canais laterais, ficando limitada ao nível de penetração da cânula. Baseados nos resultados, os autores ainda observaram que a adição do EDTA não promoveu uma maior penetração de irrigantes no interior dos canais laterais simulados.

GOEL; TEWARI (2009) compararam a eficácia de algumas técnicas de irrigação em remover a *smear layer* do canal radicular. Após a instrumentação, os

dentes foram divididos em 5 grupos e submetidos à irrigação final com EDTA a 17% seguido de NaOCl a 2,5% por 1 minuto, utilizando diferentes métodos de agitação da solução irrigadora: sem agitação (controle); fricção com NaviTip FX[®]; irrigação ultra-sônica passiva contínua com os irrigantes dispensados na câmara pulpar; irrigação ultra-sônica passiva contínua com os irrigantes dispensados ao longo da unidade do ultra-som; e irrigação ultra-sônica passiva intermitente. Após análise no microscópio eletrônico de varredura, os resultados demonstraram que a fricção da cânula NaviTip FX[®] e irrigação ultra-sônica passiva intermitente foram efetivas na remoção da *smear layer* do terço apical do canal radicular.

GU et al. (2009) apresentaram uma revisão de literatura atualizada sobre diferentes técnicas e sistemas utilizados para a agitação de irrigantes do canal radicular. Os autores classificaram os métodos de agitação dos irrigantes em técnicas de agitação manual (como o uso de seringas com cânulas; o uso de “brushes”, como o EndoBrush[®] e a NaviTip[®]; ou mecanicamente com o auxílio de um cone de guta-percha, por exemplo) e dispositivos de agitação acionados por aparelhos, como agitação sônica e o ultra-som. Os autores citam como uma desvantagem da irrigação com seringas e cânulas a dificuldade do irrigante de difundir para as irregularidades do canal, deixando depósitos de *debris* e bactérias. A diferença entre agitação sônica e ultra-sônica é a frequência de operação desses aparelhos: enquanto a irrigação sônica utiliza uma baixa frequência – de 1 a 6 kHz, o ultra-som opera com uma frequência de 25 a 30 kHz. Os sistemas ultra-sônicos apresentam uma maior eficiência que os sônicos provavelmente por apresentarem maior velocidade de fluxo do irrigante e frequência. Foram descritos dois tipos de irrigação ultra-sônica: uma combinação de instrumentação e irrigação simultânea; e a irrigação ultra-sônica passiva, onde não há instrumentação ou contato do instrumento endodôntico com as paredes do canal radicular durante a ativação, sendo este último método mais eficaz no que diz respeito à limpeza do canal radicular.

GU; MAO; KERN (2009) avaliaram, através do microscópio eletrônico de varredura, a eficácia de diferentes protocolos de irrigação na remoção de *smear layer* após o preparo do canal para receber um pino intrarradicular. A irrigação final dos condutos preparados foi realizada com: EDTA a 14%; EDTA a 14% com ativação ultra-sônica; NaOCl a 5,25%; NaOCl a 5,25% com ativação ultra-sônica;

soro fisiológico; e soro fisiológico com ativação ultra-sônica. Os resultados indicaram que a solução de EDTA removeu a *smear layer* e promoveu a abertura dos túbulos dentinários significativamente melhor que as soluções de hipoclorito de sódio e soro fisiológico. A ativação ultra-sônica dos irrigantes não teve efeito significativo na remoção da *smear layer* e abertura dos túbulos dentinários. Os autores concluíram que a irrigação com EDTA, com ou sem ativação ultra-sônica, foi efetiva na remoção da *smear layer* após o preparo para pino intrarradicular.

KUAH et al. (2009) analisaram, *in vitro*, o efeito do EDTA com e sem o uso do ultra-som na remoção da *smear layer* do canal radicular, por meio da microscopia eletrônica de varredura. Canais radiculares instrumentados receberam diferentes tratamentos de irrigação final: soro fisiológico com agitação ultra-sônica por 3 minutos; NaOCl a 1% por 1 e 3 minutos com e sem agitação ultra-sônica; EDTA a 17% por 1 e 3 minutos com e sem agitação ultra-sônica. Os resultados indicaram que os grupos que utilizaram o EDTA com agitação ultra-sônica apresentaram uma quantidade significativamente maior de espécimes com completa remoção de *smear layer* e *debris*. Não houve diferença entre o uso do EDTA com ultra-som nos períodos de 1 e 3 minutos. Os autores concluíram que o uso do EDTA associado ao ultra-som ativado por 1 minuto é eficiente na remoção da *smear layer* e *debris* da região apical do canal radicular.

MANCINI et al. (2009) avaliaram, por meio da microscopia eletrônica de varredura, a remoção da *smear layer* e a erosão na dentina do terço apical após o uso do BioPure MTAD®, EDTA a 17%, ácido cítrico a 42% na irrigação final de canais radiculares. Os resultados mostraram que não houve diferença significativa entre os irrigantes testados, sendo que a eficácia do BioPure MTAD® e do EDTA em remover a *smear layer* do canal radicular foi significativamente maior que o NaOCl (controle). O grau de erosão da dentina não pôde ser avaliado porque somente pequenas áreas se mostraram livres de *smear layer* entre os espécimes. Os autores concluíram que nenhum dos métodos de irrigação utilizados neste estudo foi totalmente eficaz na remoção da *smear layer* do terço apical do canal.

NELSON-FILHO et al. (2009) compararam, por meio da microscopia eletrônica de varredura, a capacidade do EDTA e do SmearClear® em remover a *smear layer* do canal radicular de dentes decíduos. A irrigação final foi realizada com

EDTA a 14,3% em pH 7,4 por 3 minutos ou SmearClear® por 1 minuto. Os resultados demonstraram não haver diferença estatisticamente significativa entre as duas soluções testadas nem entre os três terços do canal radicular observados nos dois grupos. Os autores concluíram não haver vantagens no uso do SmearClear®, já que o custo dessa solução é mais alto que do EDTA, sendo que ambas se mostraram igualmente efetivas na remoção da *smear layer* do canal radicular.

SEN; ERTURK; PISKIN (2009) avaliaram, *in vitro*, o efeito do EDTA nas concentrações de 15%, 10%, 5% ou 1% na remoção da *smear layer* e erosão das paredes dentinárias do canal radicular. Os resultados mostraram não haver diferença significativa entre as concentrações da solução de EDTA utilizadas. Em relação aos três terços analisados, o cervical se mostrou com menor quantidade de *smear layer* e com maior número de túbulos dentinários abertos. As soluções de EDTA com concentrações de 15%, 10% e 5% promoveram erosão de maneira similar nas paredes do canal radicular, enquanto a solução a 1% causou uma erosão mais restrita. Baseados nos resultados, os autores sugerem para o uso clínico a aplicação de soluções de EDTA em menores concentrações, pois se mostraram efetivas na remoção da *smear layer* sem provocar uma excessiva erosão nas paredes da dentina radicular.

SPANÓ et al. (2009) avaliaram, através da espectrometria de absorção atômica e da microscopia eletrônica de varredura, a concentração de íons cálcio e remoção da *smear layer* por diferentes agentes quelantes do canal radicular. As soluções utilizadas foram: EDTA a 15%, ácido cítrico a 10%, citrato de sódio a 10%, vinagre de maçã, ácido acético a 5% e ácido málico a 5%. A espectrometria de absorção atômica indicou que o EDTA a 15% produziu a maior concentração de íons cálcio em solução, seguido pelo ácido cítrico a 10%. A microscopia eletrônica de varredura mostrou que o EDTA a 15% e o ácido cítrico a 10% foram as soluções mais eficientes na remoção da *smear layer*. O vinagre de maçã foi menos eficaz que essas soluções na remoção da camada de *smear layer* do canal radicular. Entretanto, os autores sugerem que soluções terapêuticas devem ser continuamente avaliadas e estudadas para que possam ser utilizadas no tratamento endodôntico.

CARON et al. (2010) avaliaram, *in vitro*, a eficácia de diferentes métodos de ativação de irrigantes do canal radicular em remover a *smear layer* de canais

curvos, concluindo que a ativação de soluções irrigantes promove grande benefício na limpeza do canal radicular, produzindo canais mais limpos comparados àqueles que não receberam ativação.

DE GREGORIO et al. (2010) avaliaram a eficácia de diferentes métodos de irrigação e de ativação dos irrigantes na penetração de hipoclorito de sódio em canais laterais simulados e até o comprimento de trabalho. Os dentes foram divididos em 4 grupos experimentais para a irrigação final: ativação sônica (Endoactivator[®]), ativação ultra-sônica passiva, F-file[®] e pressão negativa apical. Os resultados demonstraram que o método da pressão negativa apical foi o que melhor atingiu o comprimento de trabalho, embora tenha obtido uma limitada penetração do irrigante nos canais laterais. A ativação ultra-sônica passiva mostrou ser o método mais efetivo na penetração do NaOCl nos canais laterais artificiais, mas não em atingir o comprimento de trabalho. Os autores atribuíram um bom desempenho da pressão negativa apical em atingir o comprimento de trabalho provavelmente ao desenho da micro-cânula utilizada, permitindo a troca de fluidos nessa região.

JIANG et al. (2010) avaliaram, *in vitro*, a influência da direção de oscilação de uma lima acionada por ultra-som na capacidade de limpeza da irrigação ultra-sônica passiva. Os canais radiculares receberam ativação ultra-sônica passiva de duas maneiras diferentes: com a oscilação da lima em direção a um sulco realizado na região apical e preenchido por *debris*; ou com a oscilação perpendicular a este sulco. Os resultados revelaram que a oscilação da lima ativada por ultra-som em direção ao sulco da parede dentinária é mais eficiente do que perpendicular a ele, pois houve uma redução significativa na quantidade de *debris* com essa direção. Os autores explicam esse fato como sendo resultado da formação de um jato de irrigante em alta velocidade proveniente da ponta da lima em direção única seguindo a oscilação da lima em direção ao sulco, enquanto que quando a oscilação é perpendicular ao sulco, esse fluxo é diminuído.

KLYN; KIRKPATRICK; RUTLEDGE (2010) compararam a remoção de *debris* do canal radicular pelo sistema EndoActivator[®], pela F File[®], pela irrigação com ativação ultra-sônica e pela irrigação com hipoclorito de sódio isoladamente, após a instrumentação manual e rotatória de molares inferiores humanos. Os espécimes foram avaliados a 1, 3 e 5 mm do comprimento de trabalho através da

captura de imagens digitais utilizando um esteromicroscópio. Os resultados demonstraram não haver diferença significativa na limpeza do canal e de istmos entre os quatro grupos testados. Em todos os grupos houve diferença na limpeza do canal a 3 e 5 mm do comprimento de trabalho comparado com 1 mm. Os autores concluíram que a irrigação com NaOCl realizada com uma cânula colocada em profundidade no canal é tão efetiva quanto a irrigação ativada pelos sistemas EndoActivator®, F File® e ultra-som na limpeza de istmos e das paredes do canal radicular.

MELLO et al. (2010) analisaram a influência de alguns aspectos da irrigação final, como a seqüência ideal, o volume dos irrigantes, o tempo de irrigação e a técnica utilizada na capacidade do EDTA a 17% em remover a *smear layer* do canal radicular. Após a instrumentação dos dentes, se constituiu aleatoriamente dois grupos para a irrigação final: o primeiro com irrigação contínua de 5 ml de EDTA a 17% durante 3 minutos; e o segundo com irrigação com 1 ml de EDTA a 17%, deixando a solução no canal por 2 minutos e 30 segundos, seguido de irrigação dos restantes 4 ml por 30 segundos. Os resultados demonstraram que o grupo em que o EDTA foi irrigado de maneira contínua por 3 minutos apresentou mais superfícies livres de *debris* quando comparado ao grupo em que a solução permaneceu no interior do canal. Não houve diferença significativa na limpeza dos terços cervical, médio e apical. Os autores justificam o melhor desempenho de uma irrigação contínua pelo fato do fluxo contínuo do irrigante possivelmente ter contribuído para o deslocamento da *smear layer* das paredes do canal radicular, movendo os *debris* em sentido coronário, onde eles podem ser facilmente removidos pela sucção.

MOON et al. (2010) avaliaram o efeito da irrigação final realizada com NaOCl a 3,5%, EDTA a 17% por 1 minuto ou EDTA a 17% por 1 minuto seguido por NaOCl a 3,5% na penetração de cimento obturador nos túbulos dentinários de canais radiculares curvos. Os resultados indicaram que o embricamento do cimento à dentina foi significativamente menor a 2 mm do ápice radicular que a 5 mm. Na região apical, os grupos que utilizaram o EDTA na irrigação final mostraram uma porcentagem maior de penetração do cimento em dentina que os irrigados com NaOCl. Os autores concluíram que em canais curvos, uma irrigação final de NaOCl após a irrigação com EDTA não traz benefícios em relação ao cimento na obturação

do canal radicular. Eles ainda ressaltam que uma limpeza completa com EDTA por 1 minuto ainda permanece um desafio na região apical de canais curvos.

PARAGLIOLA et al. (2010) estudaram, *in vitro*, o efeito de diferentes métodos de agitação de irrigantes do canal radicular na penetração dessas soluções nos túbulos dentinários. Os dentes foram submetidos a diferentes protocolos de agitação das soluções: agitação com lima tipo K ou cone de guta-percha; ou agitação sônica (sistema EndoActivator® ou sistema Plastic Endo®) e ultra-sônica (sistema Satelec® ou sistema EMS®). Baseados nos resultados, os autores concluíram que a aplicação da agitação ultra-sônica aumenta a efetividade da irrigação final no terço apical dos canais radiculares.

RODIG et al. (2010) compararam, por meio da microscopia eletrônica de varredura, a eficácia de diferentes técnicas de agitação de irrigantes na remoção da *smear layer* e *debris* de canais radiculares curvos. Os canais foram irrigados com NaOCl a 3% e EDTA a 20% e diferentes técnicas de agitação dessas soluções foram utilizadas: sem agitação (grupo controle); agitação ultra-sônica com uma lima K de número 15; sistema EndoActivator®; e CanalBrush®. Os resultados mostraram que a agitação dos irrigantes promoveu uma remoção de *debris* e *smear layer* significativamente maior que no grupo controle. Essa limpeza foi significativamente maior no terço cervical do canal do que no terço apical. O sistema EndoActivator® se mostrou significativamente mais efetivo que a agitação ultra-sônica e o CanalBrush®. Os autores concluíram que em canais curvos, a agitação das soluções de NaOCl e EDTA não resultou em uma maior remoção de *debris* do canal, mas promoveu uma remoção de *smear layer* significativamente maior na região cervical do canal radicular.

CRUZ-FILHO et al. (2011) estudaram o efeito de algumas soluções quelantes na microdureza da dentina do lúmen do canal radicular, concluindo que o vinagre de maçã é capaz de reduzir a microdureza da dentina radicular da mesma maneira que o ácido acético e ácido málico, mas em menor grau comparado ao EDTA e ácido cítrico.

DAI et al. (2011) estudaram, *in vitro*, a eficácia de um irrigante experimental antibacteriano na remoção de *debris* e *smear layer* das paredes do canal radicular. O irrigante experimental chamado de QMix possui um agente antimicrobiano, um agente quelante e tensoativos. Os resultados demonstraram que não houve diferença entre os grupos que utilizaram o QMix e o EDTA na remoção da *smear layer* e *debris*. Quando analisados por terços, houve diferença entre os níveis. Os autores concluíram que a solução experimental QMix foi tão eficaz quanto o EDTA a 17% na remoção da *smear layer* do canal radicular.

PRADO et al. (2011) avaliaram, por meio da microscopia eletrônica de varredura, a eficácia do ácido fosfórico a 37% na remoção da *smear layer* do canal radicular, comparado ao EDTA a 17% e o ácido cítrico a 10%. Os tempos de aplicação experimentais foram de 30 segundos, 1 minuto ou 3 minutos. Os resultados demonstraram que nenhuma das substâncias testadas foi eficaz na remoção da *smear layer* no tempo de 30 segundos; a 1 minuto, a solução de ácido fosfórico apresentou o melhor resultado entre todas as substâncias avaliadas. Já no tempo de 3 minutos, todas as substâncias estudadas apresentaram um bom desempenho nos terços cervical e médio do canal, enquanto que a solução de ácido fosfórico mostrou bons resultados até mesmo no terço apical. Conclui-se desses dados que o ácido fosfórico pode ser um agente promissor na remoção da *smear layer* do canal radicular, havendo, no entanto, a necessidade de se estudar a profundidade da desmineralização da dentina, a citotoxicidade e a influência na adesão causada por essa substância, para que possa ser utilizada na terapia endodôntica.

WISEMAN et al. (2011) compararam, por meio da microtomografia computadorizada, a eficácia da ativação sônica e ultra-sônica do EDTA e NaOCl na remoção de hidróxido de cálcio de canais mesiais de molares inferiores, concluindo que a ativação ultra-sônica passiva dos irrigantes resultou em quantidades significativamente menores de hidróxido de cálcio remanescentes no canal radicular.

YILMAZ et al. (2011) avaliaram o efeito da redução da tensão superficial da solução de EDTA na permeabilidade da dentina do canal radicular. As soluções testadas foram o EDTA a 17%, o EDTA-T e o REDTA[®], usadas isoladamente ou seguidas por irrigação com NaOCl a 2,5%. Os resultados indicaram que a adição de tensoativos à solução de EDTA diminuiu significativamente a tensão superficial das soluções. Os autores concluíram que o uso de soluções de EDTA com esses agentes usadas isoladamente ou em combinação com o NaOCl aumentou a permeabilidade da dentina do canal radicular.

3 *Proposição*

3 PROPOSIÇÃO

A análise da literatura referente à importância da irrigação no tratamento endodôntico nos permite investigar “in vitro”, através da microscopia eletrônica de varredura, as seguintes condições:

1. O efeito de 3 soluções quelantes na remoção da *smear layer* nas paredes do canal radicular.
2. O uso do ultra-som associado às soluções quelantes na eliminação desses resíduos.
3. A associação do ultra-som e soluções quelantes em relação à limpeza dos terços cervical, médio e apical do conduto radicular.

4 Material e Métodos

4 MATERIAL E MÉTODOS

Para este estudo foram utilizados 70 dentes caninos superiores e inferiores humanos extraídos com raízes completamente formadas, unirradiculados, com canal único e ausência de curvaturas acentuadas, calcificações ou fraturas. Os dentes foram selecionados baseados aproximadamente na uniformidade da largura do canal, determinada por radiografias periapicais nos sentidos vestibulo-lingual e méso-distal.

O projeto de pesquisa foi entregue para o Comitê de Ética em Pesquisa em Seres Humanos da Faculdade de Odontologia de Bauru com o número de processo 180/2009, tendo sido aprovado no dia 25 de novembro de 2009.

Os dentes foram estocados em solução de formol a 10% após sua coleta para mantê-los hidratados e evitar proliferação bacteriana. Antes de serem utilizados, os dentes foram lavados em água corrente por 24 horas com a finalidade de eliminar qualquer resíduo da solução de formol que pudesse estar presente em sua estrutura, sendo em seguida secos com gaze.

Os dentes tiveram suas coroas removidas por meio de um disco de carborundum acoplado a uma peça de micro-motor odontológico, sendo seccionadas no limite da junção amelo-cementária, ficando desse modo visíveis as embocaduras dos canais radiculares.

O canal radicular foi explorado em toda a sua extensão com uma lima manual tipo K de número 10 ou 15 (Dentsply, Maillefer, Ballaigues, Suíça) a depender do diâmetro anatômico do canal, para a remoção de possíveis restos pulpare e simultaneamente obtenção do comprimento real do dente.

Essa medida foi determinada quando a ponta da lima estivesse exatamente visível no forame apical. Nesse momento, o cursor de borracha da lima foi estabilizado na superfície mais cervical do dente e o instrumento removido do canal para a mensuração da ponta do instrumento até o cursor de borracha. O comprimento de trabalho foi obtido então subtraindo-se 1 mm do comprimento real obtido do dente.

O ápice do dente foi coberto com uma bolinha de cera utilidade (Herpo Produtos Dentários Ltda. Rio de Janeiro) para impedir a extrusão da solução irrigadora pelo forame apical.

As raízes, apreendidas manualmente pelo operador, foram preparadas com instrumentos rotatórios de níquel titânio ProTaper® (Dentsply, Maillefer, Ballaigues, Suíça), na seqüência recomendada pelo fabricante: inicialmente foram utilizados os instrumentos S1 e SX nos terços cervical e médio, introduzidos até 4 mm aquém do comprimento de trabalho, e em seguida os instrumentos S1, S2, F1, F2, F3, F4 e F5 foram utilizados em todo o comprimento de trabalho, realizando o preparo apical. Os instrumentos foram acoplados em um contra-ângulo acionado por um motor elétrico (X-Smart, Dentsply, Maillefer, Ballaigues, Suíça) (Figura 1-A), sendo os dentes preparados pela técnica coroa-ápice com velocidade constante de 300 rpm, com movimentos suaves de vai e vem. A cada troca de instrumento foi realizada irrigação com 1 ml de NaOCl a 2,5% (Rioquímica – São José do Rio Preto, SP, Brasil), usando uma seringa 5 cc com uma cânula 27-Gauge, de calibre 25X4 (Figura 1-B).

Figura 1 - Preparo biomecânico dos dentes. **A:** Instrumentação rotatória com o sistema de níquel titânio ProTaper®. **B:** Irrigação com NaOCl a 2,5%.

Ao final da instrumentação, as amostras radiculares foram divididas aleatoriamente em 6 grupos de 10 dentes e 2 grupos controle de 5 raízes, que foram previamente identificadas de acordo com as soluções irrigadoras (Figura 2) em teste, que foram:

- Grupo 1: (controle) 3 ml de soro fisiológico por 3 minutos sem ultra-som
- Grupo 2: (controle) 3 ml de soro fisiológico por 3 minutos, sendo o 1º minuto ativado pelo ultra-som
- Grupo 3: 3 ml de EDTA a 17% (Biodinâmica – Ibiporã, Paraná) por 3 minutos sem ultra-som, seguido de 5 ml de NaOCl a 2,5%.
- Grupo 4: 3 ml de EDTA a 17% (Biodinâmica – Ibiporã, Paraná) por 3 minutos, sendo o 1º minuto ativado pelo ultra-som, seguido de 5 ml de NaOCl a 2,5%.
- Grupo 5: 3 ml de Vinagre de maçã (Castelo, Jundiaí, SP, Brasil) por 3 minutos sem ultra-som, seguido de 5 ml de NaOCl a 2,5%.
- Grupo 6: 3 ml de Vinagre de maçã (Castelo, Jundiaí, SP, Brasil) por 3 minutos, sendo o 1º minuto ativado pelo ultra-som, seguido de 5 ml de NaOCl a 2,5%.
- Grupo 7: 3 ml de SmearClear® (SybronEndo, Orange, CA) por 1 minuto sem ultra-som, seguido de 5 ml de NaOCl a 2,5%.
- Grupo 8: 3 ml de SmearClear® (SybronEndo, Orange, CA) por 1 minuto ativado pelo ultra-som, seguido de 5 ml de NaOCl a 2,5%.

Figura 2 – Soluções utilizadas para a irrigação final. **A:** Soro fisiológico. **B:** EDTA a 17%. **C:** Vinagre de maçã. **D:** SmearClear®.

A tabela 1 apresenta a composição das soluções irrigadoras utilizadas para a irrigação final das amostras:

Tabela 1 – Composição das soluções utilizadas para a irrigação final.

Solução irrigadora	Composição
Soro fisiológico	Cloreto de sódio a 0,9%
EDTA a 17%	Ácido etileno diamino tetracético dissódico, hidróxido de sódio e água deionizada
Vinagre de maçã	Fermentado acético de maçã e água
SmearClear®	EDTA a 17%, cetrimide, éter de polioxietileno iso-octilciclohexil, água

Todos os canais receberam uma irrigação final com 5 ml de soro fisiológico para remover as soluções utilizadas previamente e evitar a possível formação de cristais provenientes dessas soluções. Em seguida, foram secos por aspiração e cones de papel compatíveis com os diâmetros apicais obtidos após a instrumentação (Dentsply, Petrópolis, RJ).

Nos grupos controle foi utilizada a solução fisiológica com e sem ultra-som para evidenciar a sua possível ineficiência na remoção da *smear layer* e observar o uso do ultra-som sem a interferência da ação química das substâncias irrigadoras.

O ultra-som (Jet Sonic, Gnatus, Ribeirão Preto, São Paulo, Brasil), quando usado, com o ajuste de potência em 2, foi acionado com um espaçador digital liso B (com calibre e conicidade correspondentes a de uma lima tipo K de número 25) (Dentsply, Maillefer, Ballaigues, Suíça) adaptado à ponta do aparelho, em toda a extensão do comprimento de trabalho (Figura 3).

Figura 3 – A: Espaçador digital adaptado ao ultra-som. B: Ativação ultra-sônica da solução irrigadora no interior do canal radicular.

Ao término das irrigações, de acordo com as soluções irrigadoras em teste, os dentes foram seccionados; dois sulcos foram feitos nas faces mesial e distal em toda extensão da superfície radicular, no sentido cérvico-apical, sem atingir o espaço do canal radicular, utilizando um disco de carborundum em baixa rotação e acionados por motor pneumático (Figura 4). Em seguida, um canivete para gesso biselado foi posicionado neste sulco e com o auxílio de um martelo, as raízes foram divididas em duas hemi-partes, expondo a luz do canal radicular, sendo selecionada apenas uma das metades que apresentasse melhores condições para ser avaliada posteriormente.

Figura 4 – A: Disco de carborundum confeccionando um sulco na superfície radicular. **B:** Sulco ao longo da superfície radicular do dente.

As hemi-partes a serem utilizadas foram armazenadas em frascos previamente identificados e levadas a uma estufa em temperatura de 45°C por um período de 12 horas para sofrerem a desidratação necessária ao processo de metalização.

As amostras foram fixadas com esmalte incolor em bases metálicas circulares (Stubs) (Figuras 5A, 5B e 5C) para serem levadas ao metalizador Desk IV Denton Vacuum (Moorestown, New Jersey, USA). Cumprida esta etapa, as amostras metalizadas (Figura 5D) foram avaliadas por meio do microscópio eletrônico de varredura (MEV), utilizando o JEOL - JSM T 220 A (Jeol Scanning Microscope, Jeon, Japan).

Figura 5 – **A:** Hemi-parte obtida após a clivagem dos dentes. **B:** Base metálica circular (Stub). **C:** Amostra fixada na base metálica para ser submetida à metalização. **D:** Amostra metalizada para ser observada no MEV.

Os corpos de prova foram analisados individualmente projetando-se a princípio uma imagem com aumento de 500X para avaliar as condições de limpeza das paredes do canal radicular nos terços cervical, médio e apical. Na sequência, selecionamos uma área de cada um dos níveis que seria ampliada para 750X, fotografadas, digitalizadas e anexadas em CD-ROM, no formato TIFF, totalizando ao final do experimento 210 exposições.

As fotomicrografias foram analisadas por três examinadores previamente calibrados, sem que identificassem a qual grupo pertencia a imagem (cego). Para o controle dos escores em relação aos níveis de limpeza, foram entregues aos examinadores 4 fotomicrografias das paredes do canal radicular, distribuídas na ordem da superfície mais limpa para a menos limpa, sendo atribuídos escores de 1 a 4 (Figura 6), que foram quantificadas de acordo com a presença ou ausência da *smear layer* em:

- 1= sem *smear layer*, com todos os túbulos dentinários abertos visíveis
- 2= poucas áreas cobertas por *smear layer*, com muitos túbulos dentinários abertos visíveis
- 3= maior parte da área coberta por *smear layer*, com poucos túbulos dentinários abertos visíveis
- 4= todas as áreas cobertas por *smear layer*, sem túbulos dentinários abertos visíveis

Figura 6 – Fotomicrografias representando os escores de 1 a 4 entregues aos examinadores (aumento de 750X).

Cada examinador avaliou as fotomicrografias duas vezes, com um intervalo de uma semana entre cada observação, para que fosse realizado o teste estatístico Kappa com a finalidade de observar a calibração intra-examinador e a concordância inter-examinadores. Um dos três examinadores foi selecionado, sendo escolhido o examinador que apresentou maior calibração, ou seja, o que apresentasse menor discrepância entre a primeira e a segunda avaliação e que também fosse concordante com os outros examinadores. Para a realização do teste estatístico, foi selecionado deste examinador a avaliação que apresentasse os menores valores de escores. Para a comparação entre os grupos foi empregado o teste de Kruskal-Wallis por se tratar de valores não-paramétricos. Para a comparação individual entre os grupos foi realizado o teste de Dunn. Na comparação dos grupos que utilizaram ou não o ultra-som foi utilizado o teste não paramétrico de Mann-Whitney por se tratarem de duas amostras independentes. Para a comparação da limpeza por terços das paredes do canal foi utilizado o teste

não-paramétrico de amostra dependente de Friedman. O nível de significância adotado foi de 5%, sendo que $p < 0,05$ indica valor significativo, e $p > 0,05$ indica valor não significativo. Os valores de escores obtidos pela análise das fotomicrografias foram submetidos à análise estatística utilizando o programa Pacotico, desenvolvido pela Faculdade de Odontologia de Bauru – USP.

5 *Resultados*

5 RESULTADOS

O modelo matemático deste estudo é composto por três fatores de variação. O primeiro fator é denominado soluções irrigadoras, composto por quatro elementos independentes: soro fisiológico, EDTA, vinagre de maçã e SmearClear®. O segundo fator de variação, chamado de uso do ultra-som, é constituído por dois elementos: com ativação ultra-sônica e sem ativação ultra-sônica dos irrigantes. O terceiro fator é denominado terços radiculares é formado por três componentes, sendo eles o cervical, médio e apical.

Foram obtidas 210 fotomicrografias, sendo 3 para cada amostra, referentes a cada terço radicular (cervical, médio e apical). Para a análise das imagens, três examinadores, com o requisito de serem no mínimo especialistas em Endodontia, atribuíram escores de 1 a 4 para quantificar a remoção da *smear layer*. Os dados de escores foram submetidos ao teste Kappa que teve como finalidade descrever a concordância entre os examinadores e a calibração entre as duas avaliações de cada examinador. As medidas de concordância do teste Kappa podem apresentar valores de 0 (ausência de concordância) até 1 (concordância quase perfeita). O valor do Kappa para este estudo foi de 0,78 e 0,74 (concordância substancial) entre os examinadores, para a primeira análise das fotomicrografias e para a segunda análise, respectivamente. O examinador que apresentou os escores menos discrepantes, ou seja, maior calibração foi selecionado e sua avaliação que apresentasse o escore de menor valor foi escolhida para a realização do teste estatístico. O valor do Kappa entre a primeira e a segunda avaliação deste mesmo examinador foi de 0,74 (concordância substancial) (LANDIS; KOCH, 1977).

Os dados dos escores obtidos representam valores independentes entre si, e por essa razão optou-se utilizar o teste não-paramétrico para amostras independentes de Kruskal-Wallis, para determinar diferenças significantes entre os grupos nos diferentes terços radiculares.

78 Resultados

A tabela 2 apresenta os dados referentes a cada procedimento de irrigação utilizado, considerando apenas o terço cervical de cada grupo experimental, analisado separadamente.

Tabela 2 – Mediana e posto médio, em função dos escores atribuídos à limpeza, apenas no terço cervical.

Grupo	Mediana	Posto Médio	Número de espécimes
Soro fisiológico	4,0	68,00 ^{a b c d}	5
Soro + ultra-som	3,0	46,40	5
EDTA	1,5	22,90 ^a	10
EDTA + ultra-som	1,5	22,90 ^b	10
Vinagre de maçã	2,0	41,60	10
Vinagre + ultra-som	2,5	39,40	10
SmearClear [®]	2,0	32,30 ^c	10
SmearClear [®] + ultra-som	2,0	32,20 ^d	10

A análise da tabela 2 permitiu a ordenação dos grupos seguindo uma ordem decrescente da capacidade de limpeza das soluções, do método mais efetivo para o menos efetivo, no terço cervical: EDTA e EDTA+ultra-som; SmearClear[®]+ultra-som; SmearClear[®]; Vinagre+ultra-som; Vinagre de maçã; Soro+ultra-som; Soro fisiológico.

Para que fossem comparados os oito grupos experimentais entre si e esclarecer quais procedimentos de irrigação apresentariam diferenças significantes, foi realizado o teste para comparações individuais de Dunn, com nível de significância de 0,05. Os resultados indicam que houve diferença significativa entre os grupos, para o terço cervical entre: EDTA e Soro fisiológico; EDTA + ultra-som e Soro fisiológico; SmearClear[®] e Soro fisiológico; SmearClear[®] + ultra-som e Soro fisiológico. Diferentes letras no posto médio significam diferença estatisticamente significativa.

A tabela 3 apresenta os dados referentes a cada procedimento de irrigação utilizado, considerando apenas o terço médio de cada grupo experimental, analisado separadamente.

Tabela 3 – Mediana e posto médio, em função dos escores atribuídos à limpeza, apenas no terço médio.

Grupo	Mediana	Posto Médio	Número de espécimes
Soro fisiológico	4,0	61,70 ^a	5
Soro + ultra-som	3,0	58,80 ^b	5
EDTA	2,0	28,50	10
EDTA + ultra-som	1,0	15,20 ^{a b}	10
Vinagre de maçã	2,5	38,20	10
Vinagre + ultra-som	2,0	37,70	10
SmearClear [®]	2,0	33,60	10
SmearClear [®] + ultra-som	2,0	35,05	10

A análise da tabela 3 permitiu a ordenação dos grupos seguindo uma ordem decrescente da capacidade de limpeza das soluções, do método mais efetivo para o menos efetivo, no terço médio: EDTA+ultra-som; EDTA; SmearClear[®]; SmearClear[®]+ultra-som; Vinagre+ultra-som; Vinagre de maçã; Soro+ultra-som; Soro fisiológico.

O teste para comparações individuais de Dunn, com nível de significância de 0,05 indicou que houve diferença significativa entre os grupos, para o terço médio entre: EDTA + ultra-som e Soro fisiológico; EDTA + ultra-som e Soro + ultra-som. Diferentes letras no posto médio significam diferença estatisticamente significativa.

80 Resultados

A tabela 4 apresenta os dados referentes a cada procedimento de irrigação utilizado, considerando apenas o terço apical de cada grupo experimental, analisado separadamente.

Tabela 4 – Mediana e posto médio, em função dos escores atribuídos à limpeza, apenas no terço apical.

Grupo	Mediana	Posto Médio	Número de espécimes
Soro fisiológico	4,0	65,50 ^{a c d}	5
Soro + ultra-som	4,0	58,50 ^b	5
EDTA	2,0	32,95	10
EDTA + ultra-som	2,0	22,80 ^{a b}	10
Vinagre de maçã	3,0	35,05	10
Vinagre + ultra-som	3,0	41,35	10
SmearClear [®]	2,0	26,65 ^c	10
SmearClear [®] + ultra-som	2,0	27,70 ^d	10

A análise da tabela 4 permitiu a ordenação dos grupos seguindo uma ordem decrescente da capacidade de limpeza das soluções, do método mais efetivo para o menos efetivo, no terço apical: EDTA+ultra-som; SmearClear[®]; SmearClear[®]+ultra-som; EDTA; Vinagre de maçã; Vinagre+ultra-som; Soro+ultra-som; Soro fisiológico.

O teste para comparações individuais de Dunn, com nível de significância de 0,05 indicou que houve diferença significativa entre os grupos, para o terço apical entre: EDTA + ultra-som e Soro; EDTA + ultra-som e Soro + ultra-som; SmearClear[®] e Soro fisiológico; SmearClear[®] + ultra-som e Soro fisiológico. Diferentes letras no posto médio significam diferença estatisticamente significativa.

A tabela 5 apresenta os dados referentes às soluções irrigadoras testadas, independente o uso do ultra-som, considerando apenas o terço cervical de cada grupo experimental, analisado separadamente.

Tabela 5 – Mediana e posto médio, em função dos escores de cada solução irrigadora utilizada, apenas no terço cervical.

Grupo	Mediana	Posto Médio	Número de espécimes
Soro fisiológico	3,5	57,20 ^{a c}	10
EDTA	1,5	22,90 ^{a b}	20
Vinagre de maçã	2,0	40,50 ^b	20
SmearClear [®]	2,0	32,25 ^c	20

A análise da tabela 5 permitiu a ordenação dos grupos seguindo uma ordem decrescente da capacidade de limpeza das soluções, da mais efetiva para a menos efetiva, no terço cervical: EDTA, SmearClear[®], Vinagre de maçã e Soro fisiológico.

O teste para comparações individuais de Dunn, com nível de significância de 0,05 indicou que houve diferença significativa entre os grupos, para o terço cervical entre: EDTA e Soro fisiológico; EDTA e Vinagre de maçã; SmearClear[®] e Soro fisiológico. Diferentes letras no posto médio significam diferença estatisticamente significativa.

A tabela 6 apresenta os dados referentes às soluções irrigadoras testadas, independente o uso do ultra-som, considerando apenas o terço médio de cada grupo experimental, analisado separadamente.

Tabela 6 – Mediana e posto médio, em função dos escores de cada solução irrigadora utilizada, apenas no terço médio.

Grupo	Mediana	Posto Médio	Número de espécimes
Soro fisiológico	3,5	60,75 ^{a b c}	10
EDTA	2,0	21,90 ^a	20
Vinagre de maçã	2,0	38,18 ^c	20
SmearClear [®]	2,0	33,80 ^b	20

82 Resultados

A análise da tabela 6 permitiu a ordenação dos grupos seguindo uma ordem decrescente da capacidade de limpeza das soluções, da mais efetiva para a menos efetiva, no terço médio: EDTA, SmearClear[®], Vinagre de maçã e Soro fisiológico.

O teste para comparações individuais de Dunn, com nível de significância de 0,05 indicou que houve diferença significativa entre os grupos, para o terço médio entre: EDTA e Soro fisiológico; SmearClear[®] e Soro fisiológico; Soro fisiológico e Vinagre de maçã. Diferentes letras no posto médio significam diferença estatisticamente significativa.

A tabela 7 apresenta os dados referentes às soluções irrigadoras testadas, independente o uso do ultra-som, considerando apenas o terço apical de cada grupo experimental, analisado separadamente.

Tabela 7 – Mediana e posto médio, em função dos escores de cada solução irrigadora utilizada, apenas no terço apical.

Grupo	Mediana	Posto Médio	Número de espécimes
Soro fisiológico	4,0	62,00 ^{a b c}	10
EDTA	2,0	27,88 ^a	20
Vinagre de maçã	3,0	38,20 ^c	20
SmearClear [®]	2,0	27,18 ^b	20

A análise da tabela 7 permitiu a ordenação dos grupos seguindo uma ordem decrescente da capacidade de limpeza das soluções, da mais efetiva para a menos efetiva, no terço apical: SmearClear[®], EDTA, Vinagre de maçã e Soro fisiológico.

O teste para comparações individuais de Dunn, com nível de significância de 0,05 indicou que houve diferença significativa entre os grupos, para o terço apical entre: EDTA e Soro fisiológico; SmearClear[®] e Soro fisiológico; Soro fisiológico e Vinagre de maçã. Diferentes letras no posto médio significam diferença estatisticamente significativa.

Para avaliar o resultado obtido com a ativação ultra-sônica das soluções irrigadoras optou-se utilizar o teste não-paramétrico de Mann-Whitney, por se tratarem de duas amostras independentes entre si.

A tabela 8 mostra os dados referentes ao uso do ultra-som para a ativação dos irrigantes, independente da solução irrigadora utilizada, nos terços cervical, médio e apical.

Tabela 8 – Mediana e posto médio, em função dos escores da ativação ultra-sônica das soluções irrigadoras, nos terços cervical, médio e apical.

Terço	Uso do ultra-som	Mediana	Posto Médio	Número de espécimes
Cervical	Com	2	33,6	35
	Sem	2	37,4	35
Médio	Com	2	33,3	35
	Sem	2	37,7	35
Apical	Com	2	34,6	35
	Sem	3	36,4	35

O teste não paramétrico de Mann-Whitney demonstrou não haver diferença significativa entre os grupos que receberam a ativação ultra-sônica e os grupos que não tiveram os irrigantes ativados pelo ultra-som em todos os três terços radiculares (cervical, médio e apical).

O teste estatístico selecionado para avaliar os resultados da limpeza referentes aos diferentes terços radiculares (cervical, médio e apical) foi o teste não-paramétrico de Friedman, para comparar a média de mais de dois grupos dependentes.

A tabela 9 mostra os dados referentes à limpeza em relação aos três terços do canal radicular (cervical, médio e apical) independente da solução irrigadora utilizada ou do uso do ultra-som.

Tabela 9 – Mediana e posto médio, em função da limpeza nos diferentes terços radiculares.

Grupo	Mediana	Posto Médio	Número de espécimes
Terço cervical	2,0	1,79 ^a	70
Terço médio	2,0	1,92	70
Terço apical	2,5	2,29 ^a	70

O teste de Friedman para comparações individuais entre os grupos com nível de significância de 0,05 mostrou que houve diferença significativa na limpeza entre os terços cervical e apical independente do tratamento de irrigação realizado. Diferentes letras no posto médio significam diferença estatisticamente significativa.

As figuras 7 a 14 ilustram os resultados encontrados neste estudo, mostrando fotomicrografias com aumento de 750X das paredes do canal radicular representativas ao terço cervical, médio e apical dos oito grupos experimentais.

Figura 7 – Grupo 1: Soro fisiológico (750X). Terço cervical (A), médio (B) e apical (C).

Figura 8 – Grupo 2: Soro fisiológico + ultra-som (750X). Terço cervical (A), médio (B) e apical (C).

Figura 9 – Grupo 3: EDTA (750X). Terço cervical (A), médio (B) e apical (C).

Figura 10 – Grupo 4: EDTA + ultra-som (750X). Terço cervical (A), médio (B) e apical (C).

Figura 11 – Grupo 5: Vinagre de maçã (750X). Terço cervical (A), médio (B) e apical (C).

Figura 12 – Grupo 6: Vinagre de maçã + ultra-som (750X). Terço cervical (A), médio (B) e apical (C).

Figura 13 – Grupo 7: SmearClear® (750X). Terço cervical (A), médio (B) e apical (C).

Figura 14 – Grupo 8: SmearClear® + ultra-som (750X). Terço cervical (A), médio (B) e apical (C).

6 *Discussão*

6 DISCUSSÃO

O processo biomecânico do preparo de um conduto radicular, quando corretamente executado, representa um ponto altamente positivo no sucesso de um tratamento endodôntico.

Os produtos de um conduto radicular com vitalidade ou não devem ser eliminados pela ação dos instrumentos concomitantemente com a ação das substâncias químicas auxiliares de irrigação.

A instrumentação por si só, com ou sem irrigação, quebra a matriz mineralizada das paredes do conduto radicular, criando a partir dessa manobra detritos contaminados ou não, que se deslocam das paredes do canal.

Essa camada que se forma ao longo do canal radicular é conhecida por *smear layer*, que em parte se encontra suspensa na luz do canal e em parte aderida às paredes dentinárias. Segundo TORABINEJAD et al. (2002), esse material é capaz de abrigar bactérias ou mesmo protegê-las no interior dos túbulos dentinários; interfere na ação dos medicamentos e pode afetar a íntima adaptação entre o material obturador e as paredes do conduto radicular.

Em função disso, salienta-se a importância da irrigação, pois na ausência da mesma esse conjunto tende a se deslocar a nível apical, com conseqüências bastante desagradáveis à seqüência do tratamento.

Em qualquer momento do processo de irrigação, a aspiração também desempenha um papel importante, pois à medida que a dentina é excisada, a irrigação associada à aspiração acaba contribuindo para a remoção desses resíduos, tornando a limpeza do canal mais efetiva.

6.1 Da metodologia

Neste estudo *in vitro* foram utilizados caninos superiores e inferiores humanos completamente desenvolvidos por se tratarem de dentes que apresentam algumas características positivas para a realização deste experimento: possuem canal único em praticamente todos os casos, grande volume de coroa e raiz e canal radicular geralmente calibroso e reto, ou seja, com poucas interferências anatômicas que poderiam influenciar no processo de irrigação do canal radicular. Algumas características como dilacerações acentuadas, raízes muito achatadas, canais atrésicos ou presença de calcificações poderiam funcionar como variáveis adicionais, prejudicando o fluxo e consequentemente a ação das soluções irrigadoras, assim como a ação do ultra-som. As características dos caninos ainda favorecem a clivagem das amostras para a confecção dos corpos de prova a serem analisadas no microscópio eletrônico de varredura.

Antes da realização do preparo biomecânico dos canais, foram removidas as coroas dos dentes no limite da junção amelo-cementária com a finalidade de facilitar o acesso e a instrumentação dos canais, assim como o processo de irrigação e aspiração e o uso do ultra-som.

A odontometria foi feita visualmente, sendo que o comprimento de trabalho foi determinado a 1 mm do forame apical para que assim fosse possível atuar próximo ao limite CDC, que é o ideal, e confeccionar um batente apical adequado e em dentina. Tal conduta é adotada em quase todas as pesquisas onde é necessário definir o comprimento de trabalho, e foi assim realizada nos trabalhos de CIUCCHI; KHETTABI; HOLZ (1989); ABBOTT et al. (1991); GARBEROGLIO; BECCE (1994); JENSEN et al. (1999); O'CONNELL et al. (2000); MAYER; PETERS; BARBAKOW (2002); JEON et al. (2003); SABINS; JOHNSON; HELLSTEIN (2003); CRUMPTON; GOODELL; MCCLANAHAN (2005); TEIXEIRA; FELIPPE; FELIPPE (2005); ZEHNDER et al. (2005); PEREZ-HEREDIA; FERRER-LUQUE; GONZALEZ-RODRIGUEZ (2006); TAY et al. (2006); LUI; KUAH; CHEN (2007); CHOPRA; MURRAY; NAMEROW (2008); KHEDMAT; SHOKOUHINEJAD (2008); MARQUES et al. (2008); SAITO et al. (2008); YILDIRIM; ORUCOGLU; COBANKARA (2008); BALLAL et al. (2009); GOEL; TEWARI (2009); KUAH et al. (2009); MANCINI et al. (2009); SEN; ERTURK; PISKIN (2009); SPANÓ et al. (2009); CARON et al. (2010);

KLYN; KIRKPATRICK; RUTLEDGE (2010); MOON et al. (2010); CRUZ-FILHO et al. (2011); WISEMAN et al. (2011).

A instrumentação do canal radicular, além de remover tecido pulpar e restos necróticos, desgasta as paredes dentinárias, conferindo um formato cônico ao canal e como consequência produz a camada de *smear layer*, que pode obliterar os túbulos dentinários. Tanto técnicas de instrumentação manual como rotatórias acionadas a motor produzem *smear layer*, pois todos esses instrumentos são capazes de cortar as paredes dentinárias (SOUZA, 2005). A instrumentação realizada com sistemas rotatórios de níquel titânio apresenta vantagens, como permitir um preparo eficiente, rápido e com conformação cônica, o que facilita a irrigação dos canais radiculares (CAPELLI; GUERISOLI; PÉCORA, 2003), e por essa razão optamos neste estudo pela instrumentação com o sistema rotatório ProTaper®, assim como PEREZ-HEREDIA; FERRER-LUQUE; GONZALEZ-RODRIGUEZ (2006); YANG et al. (2008); CHOPRA; MURRAY; NAMEROW (2008); SAITO et al. (2008); DE GREGORIO et al. (2009); MELLO et al. (2010); CARON et al. (2010); DAI et al. (2011).

A técnica de instrumentação utilizada foi a coroa-ápice, sendo realizado um preparo prévio do terço cervical, com alargamento progressivo em sentido apical. Essa manobra traz algumas vantagens, como redução na formação de degraus e desvios ou fraturas de instrumentos, além de favorecer o preparo e a limpeza dos terços médio e apical, devido a uma maior facilidade de penetração da cânula de irrigação, auxiliando no fluxo dos irrigantes e atuação da substância química nessas regiões do canal radicular (BOLANOS; JENSEN, 1980; ESTRELA, 2004).

O preparo apical dos canais foi confeccionado com o sistema ProTaper® até o uso do instrumento F5, que apresenta em sua ponta o diâmetro correspondente à de uma lima tipo K de número 50, para proporcionar um alargamento satisfatório que permitisse um adequado fluxo de irrigantes na região apical.

KHADEMI; YAZDIZADEH; FEIZIANFARD (2006) demonstraram que o diâmetro mínimo do preparo apical necessário para uma adequada penetração de

irrigantes e atuação da substância química nas paredes do canal na região apical é obtido com uma lima K de número 30.

Para a irrigação dos canais radiculares, foram empregadas cânulas 27-Gauge com ponta romba, sem bisel, assim como nos trabalhos de BAUMGARTNER; MADER (1987); MAYER; BARBAKOW (2002); SABINS; JOHNSON; HELLSTEIN (2003); KHADEMI et al. (2006); LUI; KUAH; CHEN (2007); DE GREGORIO et al. (2009); KUAH et al. (2009); SEN; ERTURK; PISKIN (2009); CARON et al. (2010).

KAHN; ROSENBERG; GLIKSBERG (1995) avaliaram a eficácia de alguns tipos de cânulas de irrigação do canal radicular, concluindo que a cânula 27-Gauge foi altamente efetiva em canais instrumentados com limas tipo K de número 30 ou 35.

A solução de hipoclorito de sódio a 2,5% foi escolhida para ser utilizada durante a instrumentação dos canais radiculares devido às suas propriedades, como lubrificação do canal, facilitando a ação dos instrumentos; capacidade de dissolução de matéria orgânica; efeito bactericida; além de promover uma ação mecânica pelo movimento do líquido no interior do canal. O hipoclorito de sódio ainda apresenta baixa tensão superficial, sendo capaz de penetrar nas reentrâncias e em regiões de anatomia complexa do canal, onde os instrumentos endodônticos não conseguem atuar (BAUMGARTNER; MADER, 1987; LEONARDO, 2005). Desta forma, a ação solvente do hipoclorito de sódio associada ao movimento hidráulico do líquido no interior do canal radicular remove satisfatoriamente os restos pulpares que poderiam servir como um meio propício para o crescimento bacteriano. Neste estudo, a manutenção de remanescentes de tecido pulpar poderia dificultar ou até mesmo impedir a correta avaliação das paredes dentinárias no microscópio eletrônico de varredura e, conseqüentemente, a análise da limpeza do canal radicular, condições estas que justificariam plenamente o uso do hipoclorito de sódio.

Entretanto, o hipoclorito de sódio não é capaz de agir sobre a matriz inorgânica da dentina, nem sobre a *smear layer* formada durante o preparo biomecânico do canal radicular (MCCOMB; SMITH, 1975). Diante disso, há a necessidade do uso de outra solução isoladamente ou associada ao hipoclorito de sódio ou outra solução para melhorar a limpeza dos canais radiculares. A substância

mais utilizada com a finalidade de realizar a limpeza final do sistema de canais radiculares é o EDTA, que possui ação quelante inespecífica aos íons metálicos, seqüestrando o cálcio presente na hidroxiapatita da dentina radicular, causando sua desmineralização. O EDTA foi escolhido como uma das soluções irrigadoras utilizadas neste estudo por ser um agente quelante comprovadamente eficaz na remoção da *smear layer* das paredes do canal radicular instrumentado, constituindo uma substância já consagrada na endodontia por vários autores (MCCOMB; SMITH, 1975; GOLDBERG; ABRAMOVICH, 1977; GOLDMAN et al., 1981; GOLDBERG; SPIELBERG, 1982; YAMADA et al., 1983; CIUCCHI; KHETTABI; HOLZ, 1989; DI LENARDA; CADENARO; SBAIZERO, 2000; SCENZA et al., 2004; PEREZ; ROUQUEYROL-POURCEL, 2005; DA SILVA et al., 2008; MARQUES et al., 2008; MELLO et al., 2008; GU; MAO; KERN, 2009).

A solução de EDTA permaneceu no interior do canal radicular pelo tempo de 3 minutos, para que assim pudesse atuar de forma efetiva sem, contudo, causar grande erosão nas paredes dentinárias do canal. SAITO et al (2008) demonstraram que a aplicação do EDTA por menos de 1 minuto não é suficiente para produzir uma limpeza satisfatória do canal radicular. CALERÓ et al. (1997) mostraram que o efeito do EDTA sobre as paredes do canal já se inicia a partir de 1 minuto após sua aplicação e ÇALT; SERPER (2002) concluíram que 1 minuto de irrigação com EDTA é efetivo na remoção da *smear layer* e o tempo de aplicação de 10 minutos causa erosão excessiva da dentina. HÜLSMANN; HECKENDORFF; LENNON (2003) recomendaram que soluções contendo EDTA deveriam ser utilizadas pelo tempo de 1 a 5 minutos e SCENZA et al. (2004) utilizaram o EDTA com diferentes tempos de aplicação, concluindo que essa solução foi efetiva na remoção da *smear layer* com apenas 3 minutos de aplicação, não havendo melhora no seu efeito quando utilizada por tempos maiores. Segundo CALERÓ et al. (1997), a capacidade quelante do EDTA vai diminuindo com o tempo devido à saturação dessa substância, não justificando portanto a sua permanência por um tempo mais prolongado no interior do canal radicular.

Apesar de ser largamente utilizada, a solução de EDTA possui algumas desvantagens. TORABINEJAD et al. (2003) relatam que essa substância causa efeitos destrutivos nos terços cervical e médio do canal e tem ação antibacteriana limitada. GARBEROGLIO; BECCE (1994) afirmaram que, devido ao seu intenso

efeito desmineralizador, o EDTA causa alargamento dos túbulos dentinários, amolecimento da dentina e desnaturação de fibras colágenas da dentina radicular.

Atualmente, novas opções de irrigantes endodônticos vêm sendo investigadas. O SmearClear[®] é um produto comercial utilizado como irrigante final para a limpeza de canais radiculares. Ele é composto por EDTA a 17% com adição de dois agentes tensoativos: um catiônico, brometo de cetil trimetil amônio (Cetrimide[®]) e outro aniônico, éter p-t-octilfenil polioxietileno (Triton X-100). Alguns autores observaram que a adição de tensoativos à solução de EDTA reduzia sensivelmente a sua tensão superficial (ZUOLO et al., 1987; ZEHNDER et al., 2005; GIARDINO et al., 2006; YILMAZ et al., 2011) e GUIMARÃES et al. (1988) sugeriram a adição de tensoativos às soluções irrigantes aquosas para conferir uma maior eficiência e uma rápida atuação. Neste estudo, o SmearClear[®] foi aplicado no canal radicular com o tempo de permanência de 1 minuto, seguindo as recomendações do fabricante, assim como nos trabalhos de LUI; KUAH; CHEN (2007); DA SILVA et al. (2008); KHEDMAT; SHOKOUHINEJAD (2008); NELSON-FILHO et al. (2009).

Na tentativa de encontrar um produto que não apresentasse os inconvenientes do EDTA e que tivesse baixo custo, fosse biodegradável e facilmente encontrado, utilizamos o vinagre de maçã neste experimento. O vinagre de maçã é obtido da fermentação de sucos de maçã e possui como principais componentes o ácido acético e o ácido málico (CALIGIANI et al., 2007). As propriedades antimicrobianas dessa solução já foram testadas e comprovadas (ESTRELA et al., 2004), entretanto, poucos estudos foram realizados com esse produto para avaliar sua eficácia na remoção da *smear layer* do canal radicular.

O soro fisiológico é também utilizado como irrigante do canal radicular devido à sua ótima biocompatibilidade, exercendo apenas um efeito mecânico na limpeza do canal, assim como na irrigação final para a remoção de outras soluções irrigadoras utilizadas previamente no canal (CALERÓ et al., 1997). Além disso, não possui outras vantagens, pois não tem ação contra bactérias nem capacidade de dissolução tecidual. (YAMADA et al., 1983; BAUMGARTNER; MADER, 1987; GUERISOLI, 2007; GU; MAO; KERN, 2009). Por não ter grande influência sobre o conteúdo do canal radicular, essa solução foi utilizada neste estudo como controle,

para que não atuasse na *smear layer* do canal radicular e esta pudesse ser observada para comparação com a ação de outras soluções irrigadoras.

Neste estudo, o vinagre de maçã e o soro fisiológico foram utilizados com o tempo de aplicação de 3 minutos no interior do canal radicular. SPANÓ (2008) utilizou o vinagre de maçã por 5 e 10 minutos. Na literatura não foram encontrados relatos do uso do vinagre de maçã por 3 minutos, e por esta razão decidimos utilizar essa substância por este tempo. O soro fisiológico não exerce uma ação química nas paredes do canal, somente uma ação física, portanto a variável tempo de aplicação não teria grande influência nos resultados com esta substância.

Para a irrigação final do canal radicular com as soluções testadas neste experimento (Soro fisiológico, EDTA, Vinagre de maçã e SmearClear®) foi utilizado um volume de 3 ml do irrigante para cada canal. CRUMPTON; GOODELL; MCCLANAHAN (2005) estudaram o volume necessário da solução de EDTA para remover eficientemente a *smear layer* e concluíram que a aplicação de somente 1 ml de EDTA já foi suficiente para promover a limpeza do canal radicular. BAUMGARTNER; MADER (1987) realizaram irrigação com 3 ml das soluções, considerando este volume relativamente grande, concluindo que as soluções irrigadoras testadas mostraram um ótimo desempenho na remoção mecânica de *debris* soltos no canal, devido à irrigação abundante.

Um recurso que está sendo muito discutido nos dias de hoje é o ultra-som, que pode ser usado isoladamente ou associado às soluções irrigadoras para aumentar o seu efeito (PLOTINO et al, 2007). Comparado com a irrigação convencional com seringa, a ativação ultra-sônica dos irrigantes remove mais tecido orgânico, bactérias e *debris* do canal radicular (VAN DER SLUIS et al, 2007). O uso do ultra-som na ativação do irrigante final tem sido sugerido por vários autores com o intuito de melhorar a limpeza do canal radicular (CAMERON, 1983; BURLESON et al., 2007; LUI; KUAH; CHEN, 2007; PLOTINO et al., 2007; VAN DER SLUIS et al., 2007; GOEL; TEWARI, 2009; KUAH et al., 2009). Essa alta eficiência do ultra-som no processo de remoção da *smear layer* e resíduos do canal nos levou a utilizá-lo na pesquisa, procurando associá-lo a outras substâncias irrigadoras que até então não tinham sido testadas.

Neste experimento, o tempo de ativação das soluções irrigadoras com o ultra-som foi de 1 minuto. SABINS; JOHNSON; HELLSTEIN (2003) realizaram a ativação de irrigantes com o ultra-som por curtos períodos, com 30 segundos ou 1 minuto, e demonstraram que esses curtos períodos de ativação já foram eficientes em promover uma limpeza significativamente maior do que a irrigação convencional.

Na ponta do aparelho de ultra-som adaptamos um espaçador digital liso em substituição à lima endodôntica, pois esta possui uma superfície cortante e, caso entrasse em contato com as paredes do canal no momento da ativação, poderia causar uma instrumentação indesejável com consequente formação de *smear layer*. MAYER; PETERS; BARBAKOW (2002) compararam a ação da lima tipo K de aço inoxidável ou do fio de níquel titânio sem poder de corte utilizados para a ativação ultra-sônica e observaram que a lima tipo K produziu mais superfícies dentinárias com ranhuras que o fio de níquel titânio. VAN DER SLUIS; WU; WESSELINK (2005) utilizaram um fio de metal liso e uma lima tipo K para ativação ultra-sônica de irrigantes, concluindo que ambas foram efetivas na remoção de *debris* de canais em blocos de resina.

A potência utilizada para a ativação ultra-sônica dos irrigantes foi ajustada em 2, como nos trabalhos de LUI; KUAH; CHEN (2007) e KUAH et al. (2009). Segundo KUAH et al. (2009), essa baixa potência foi selecionada para evitar o contato do instrumento com as paredes do canal radicular.

Para a análise da limpeza das paredes do canal radicular, o método selecionado foi a microscopia eletrônica de varredura. A visualização das paredes do canal radicular através do uso do microscópio eletrônico de varredura foi introduzida por MCCOMB; SMITH em 1975 e é considerado um método apropriado para se verificar a possível remoção da *smear layer* das paredes do canal radicular, sendo até hoje amplamente utilizado. Com esta metodologia foi possível observar claramente neste estudo a superfície da parede do canal radicular para tentar avaliar e quantificar a remoção da *smear layer* pelas soluções irrigadoras.

Muito embora alguns pesquisadores salientem que a limpeza do canal deveria ser melhor em determinados níveis, optamos pela avaliação da limpeza do conduto nos terços cervical, médio e apical, como nos trabalhos de ABBOTT et al.

(1991); DIEP; BRAMANTE (1997); TURKUN; CENGIZ (1997); DI LENARDA; CADENARO; SBAIZERO (2000); O'CONNELL et al. (2000); SCELZA; ANTONIAZZI; SCELZA (2000); GUERISOLI et al. (2002); TORABINEJAD et al. (2003); TEIXEIRA; FELIPPE; FELIPPE (2005); PEREZ-HEREDIA; FERRER-LUQUE; GONZALEZ-RODRIGUEZ (2006); ESTRELA et al. (2007); DA SILVA et al. (2008); KHEDMAT; SHOKOUHINEJAD (2008); MELLO et al. (2008); SAITO et al. (2008); YANG et al. (2008); BALLAL et al. (2009); GU; MAO; KERN (2009); NELSON-FILHO et al. (2009); SEN; ERTURK; PISKIN (2009); MELLO et al (2010); DAI et al. (2011); PRADO et al. (2011). Alguns autores, como KHADEMI; YAZDIZADEH; FEIZIANFARD (2006); MARQUES et al. (2008) e MANCINI et al. (2009) preferiram avaliar a limpeza somente no terço apical.

A análise geralmente é feita nos três terços do canal porque a dentina radicular apresenta características morfológicas distintas nos diversos níveis: no terço apical a dentina é parcialmente atubular e esclerótica, com túbulos dentinários com menor diâmetro e em menor número. Já nos terços cervical e médio, os túbulos se encontram em maior número e apresentam maior diâmetro.

A eficiente visualização das paredes do conduto radicular pelo microscópio foi complementada com as fotomicrografias obtidas no próprio equipamento com aumento de 750X, como nos trabalhos de TURKUN; CENGIZ (1997); CRUMPTON; GOODELL; MCCLANAHAN (2005); MARQUES et al. (2008); DA SILVA et al. (2008); NELSON-FILHO et al. (2009), pois dessa maneira seria possível uma visualização detalhada das aberturas dos túbulos dentinários e observação da limpeza das paredes dentinárias. Entretanto, a área a ser fotografada era escolhida inicialmente com um aumento de 500X, pois dessa maneira poderíamos ter uma visão mais ampla e selecionar a área mais representativa da limpeza de cada terço radicular. Após a escolha da área, o microscópio era ajustado para o aumento de 750X, havendo uma redução da área, mas uma melhor visualização dos túbulos dentinários. Fotomicrografias com aumentos maiores poderiam fornecer informações limitadas de apenas pequenas áreas, podendo levar a uma interpretação errônea.

A melhor forma de quantificar o grau de limpeza de um conduto é através do estabelecimento de escores. Neste estudo, optamos pela atribuição de 4 valores,

segundo a presença ou não da camada de *smear layer*, de acordo com GUERISOLI et al. (2002). Segundo SABINS; JOHNSON; HELLSTEIN (2003), o método de avaliação por escores é subjetivo, e para tentar minimizar esse problema neste estudo a avaliação das imagens foi feita por três examinadores previamente calibrados, e não somente um. O teste estatístico Kappa foi realizado com a finalidade de se verificar a calibração de cada examinador e a concordância entre os três examinadores em relação à atribuição dos escores.

6.2 Dos resultados

Durante o preparo biomecânico, os instrumentos endodônticos se mostram incapazes de atingir todas as irregularidades das paredes do canal radicular, restando sempre áreas com restos de material orgânico, associados ou não a microrganismos. Além disso, a instrumentação produz uma quantidade variável de raspas de dentina que se espalham pela superfície dentinária, formando um magma em grande parte aderido à parede do canal que acarreta na obstrução dos túbulos dentinários. Por essa razão, a substância química, além dos instrumentos, precisa agir como desincrustadora da sujidade aderida ou não à parede (PAIVA; ANTONIAZZI, 1988) e muitos desses irrigantes exercem em parte esse efeito. A *smear layer*, como é conhecido esse magma presente no canal radicular, é constituída de duas partes: uma superficial, que se desloca, e uma profunda, que obstrui a luz dos túbulos e, eventualmente, para ser removida, necessita do auxílio de substâncias adicionais (CAMERON, 1983). O uso de quelantes é recomendado para a remoção da *smear layer* presente no canal radicular (LOPES; SIQUEIRA JR, 2004). Quelantes, como o EDTA, criam um complexo de cálcio estável com a *smear layer* prevenindo um acúmulo de sujeira que poderia bloquear a região apical, auxiliando assim no acesso das soluções por meio da remoção dessa camada (COHEN; HARGREAVES, 2007).

A importância da remoção da *smear layer* já foi demonstrada por alguns autores, que relataram diversos benefícios após a remoção dessa camada, como uma melhor ação da medicação intracanal e melhor adaptação do material obturador, criando um selamento mais impermeável, com maior penetração do cimento endodôntico nos túbulos dentinários, reduzindo, conseqüentemente a

microinfiltração apical em dentes obturados (GOLDBERG; ABRAMOVICH, 1977; GOLDBERG; SPIELBERG, 1982; ECONOMIDES et al., 1999; HÜLSMANN; HECKENDORFF; LENNON, 2003; KOKKAS et al., 2004; SHAHRAVAN et al., 2007).

O uso do EDTA neste experimento mostrou ser capaz de remover a *smear layer*, concordando com os resultados de MCCOMB; SMITH (1975); GOLDMAN et al. (1981); GARBEROGLIO; BECCE (1994); SCENZA et al. (2004); PEREZ; ROUQUEYROL-POURCEL (2005); TAY et al. (2006); DA SILVA et al. (2008); MARQUES et al. (2008); MELLO et al. (2008); GU; MAO; KERN (2009); SEN; ERTURK; PISKIN (2009), sendo estatisticamente significativa em relação ao soro fisiológico e ao vinagre de maçã, principalmente no terço cervical. Durante a instrumentação e após o uso do EDTA foi realizada irrigação com a solução de hipoclorito de sódio. Associação entre o EDTA e o hipoclorito de sódio se mostrou um processo de irrigação eficiente na limpeza do canal, pois essas soluções são complementares, atuando sobre a parte inorgânica e orgânica da *smear layer*, respectivamente, e essa combinação já teve sua eficácia comprovada por vários trabalhos (GOLDMAN et al., 1982; YAMADA et al., 1983; BAUMGARTNER; MADER, 1987; ABBOTT et al., 1991; O'CONNELL et al., 2000; TEIXEIRA; FELIPPE; FELIPPE, 2005; PEREZ-HEREDIA; FERRER-LUQUE; GONZALEZ-RODRIGUEZ, 2006). Possivelmente o uso do hipoclorito de sódio ao final da irrigação com EDTA, tenha colaborado para a obtenção dos bons resultados obtidos com o quelante.

A ação do EDTA é tempo dependente, ou seja, a sua capacidade quelante varia com diferentes tempos de aplicação. MCCOMB; SMITH (1975) relataram a maior eficiência desse agente quelante quando utilizado por 24 horas no interior do canal radicular, promovendo uma superfície livre de debis e *smear layer*. Porém, GOLDBERG; SPIELBERG (1982) observaram uma descalcificação severa quando essa substância foi utilizada por mais de 15 minutos e CALT; SERPER (2002) verificaram uma excessiva erosão na dentina intertubular e peritubular com o tempo de aplicação de 10 minutos do EDTA. Neste estudo, o EDTA foi utilizado por 3 minutos para que pudesse atuar eficientemente sobre a *smear layer*, sem, contudo, causar grande desmineralização nas paredes dentinárias do canal.

Os resultados mostraram um índice de limpeza variando no escore de 1 a 2, considerado bastante satisfatório, e numericamente melhor que o SmearClear® e

estatisticamente melhor que o soro fisiológico e em relação ao vinagre de maçã apenas no terço cervical. Nossos dados concordam com os dados de SCELZA et al. (2004) e NELSON-FILHO et al. (2009) que mostraram que o uso do EDTA pelo tempo de apenas 3 minutos foi efetivo na remoção da *smear layer*, sendo que os primeiros autores verificaram que não houve melhora no efeito dessa substância com o aumento do tempo de aplicação; e com os dados de MELLO et al. (2010), que utilizando esse mesmo tempo de aplicação, concluiu que o EDTA não causou alterações indesejáveis na estrutura da dentina radicular.

Os resultados obtidos em nossa pesquisa em relação ao tempo de aplicação do EDTA discordam de outras pesquisas que acreditavam que 3 minutos não seriam suficientes para a limpeza do canal radicular. SPANÓ (2008) admitiu que para remover toda a sujidade do canal seriam necessários 5 minutos. MARQUES et al. (2008) afirmaram que o tempo de 5 minutos de aplicação do EDTA foi eficiente em remover a *smear layer* do canal. Já alguns autores acham que menos que 3 minutos são suficientes para a limpeza do canal e remoção da camada de *smear layer*. CALT; SERPER (2002) admitiam que apenas 1 minuto de aplicação do EDTA seria ideal para a limpeza do conduto. Entretanto, TEIXEIRA; FELIPPE; FELIPPE (2005); SAITO et al. (2008) e MANCINI et al. (2009) relataram que com este tempo de uso, o EDTA foi incapaz de remover completamente a *smear layer* de todas as regiões do canal radicular.

Duas propriedades importantes que as soluções irrigadoras devem possuir para atuarem com maior eficiência são o pequeno coeficiente de viscosidade e a baixa tensão superficial, pois permitem que elas entrem em contato íntimo com as paredes do canal, favorecendo o aumento do alcance do jato, a formação da turbulência e o refluxo do líquido em direção coronária e, conseqüentemente, melhores resultados na limpeza do canal radicular. A baixa tensão superficial é considerada um dos fatores mais importantes na determinação desse maior contato com as paredes do canal e da capacidade da solução em penetrar nas irregularidades da parede do canal e túbulos dentinários (GUIMARÃES et al., 1988; LOPES; SIQUEIRA JR, 2004; GIARDINO et al., 2006).

ZEHNDER et al. (2005) e GUIMARÃES et al. (1988) relataram que os tensoativos, que atuam sobre o coeficiente de viscosidade e tensão superficial, se

adicionados às soluções quelantes, como o EDTA, reduzem em cerca de 50% as suas tensões superficiais, melhorando sua capacidade de umectação.

O SmearClear[®] é uma solução irrigadora composta por EDTA com adição de dois tensoativos, um catiônico e um aniônico. Além de possuir uma menor tensão superficial, essa solução apresenta outras propriedades em relação ao EDTA, como a capacidade bactericida sobre o biofilme bacteriano (DUNAVANT et al., 2006) e capacidade de remover a *smear layer* sem reduzir a microdureza dentinária (GUERISOLI, 2007). Em relação à capacidade de remoção da *smear layer* do canal radicular, os resultados deste estudo revelaram que o SmearClear[®] foi discretamente inferior, porém também efetivo, como a solução de EDTA. Esses dados nos mostram que a adição do tensoativo ao SmearClear[®] não melhorou a capacidade de limpeza dessa solução, não trazendo maiores benefícios na remoção da *smear layer* do canal radicular, concordando com os achados de LUI; KUAH; CHEN (2007); DA SILVA et al. (2008); DE-DEUS et al. (2008); KHEDMAT; SHOKOUHINEJAD (2008); NELSON-FILHO et al. (2009). Tanto é verdade que ZEHNDER et al. (2005) e DE-DEUS et al. (2008), afirmaram que a adição de tensoativos a agentes quelantes não provoca aumento da capacidade de sequestrar o cálcio da dentina radicular.

Os resultados obtidos com o SmearClear[®] foram significativamente melhores que os obtidos com a solução fisiológica; em relação ao vinagre de maçã não houve diferença estatística, muito embora o SmearClear[®] tenha se comportado numericamente melhor. Não se encontrou na literatura algum trabalho que testasse comparativamente estas duas substâncias. ESTRELA et al. (2007) associando o vinagre de maçã ao EDTA, encontrou nessa combinação os melhores resultados em relação à associação do EDTA com o hipoclorito de sódio e EDTA com clorexidina.

NELSON-FILHO et al. (2009) indicaram não haver vantagens no uso do SmearClear[®] na limpeza dos canais, quando uma solução mais simples e com menor custo, ou seja, o EDTA, pode remover a *smear layer* de maneira igualmente eficiente, muito embora no terço apical deste estudo, o SmearClear[®] tenha se comportado discretamente melhor que o EDTA sem o uso do ultra-som, provavelmente em função da presença do tensoativo.

Neste estudo, o SmearClear[®] foi utilizado na irrigação pelo tempo de 1 minuto, conforme as instruções do fabricante, e de modo geral, os resultados obtidos nos pareceram bastante satisfatórios. Não foram encontrados na literatura trabalhos que, quando comparado às outras soluções, testassem outros tempos de aplicação dessa solução, havendo a necessidade de mais estudos que comparassem diversos tempos de uso dessa substância, como o tempo de 3 minutos, por exemplo, no intuito de verificar se um maior tempo de aplicação desse irrigante poderia trazer maiores benefícios em relação à limpeza do canal, sem, contudo, causar danos à estrutura dentinária.

Após a análise das imagens obtidas pelo microscópio eletrônico de varredura com as amostras irrigadas com o vinagre de maçã ficou evidenciado em nossa pesquisa que esta solução não foi capaz de remover completamente a *smear layer* do canal, permanecendo parte dessa camada obliterando alguns túbulos dentinários, corroborando com os achados de SPANÓ (2008), que concluiu em seu trabalho que o vinagre de maçã aplicado por 5 minutos não foi eficaz em remover a camada de *smear layer*. Já ESTRELA et al. (2007) estudaram a capacidade de limpeza da superfície do canal pelo vinagre de maçã usado isoladamente ou associado ao EDTA, concluindo que quando o vinagre de maçã está associado ao EDTA, sua capacidade de limpeza aumenta.

Além disso, neste estudo, foi possível observar em MEV que essa substância química atacou a dentina radicular, promovendo uma desmineralização excessiva ao redor dos túbulos dentinários nos três terços do canal radicular. Isso ocorreu provavelmente devido ao pH ácido dessa solução (2,96), enquanto que o pH do EDTA encontrado foi de 7,5 e do SmearClear[®] de 7,87, o que poderia justificar a não observação desse ataque tão marcante à dentina radicular por estas duas substâncias. SPANÓ et al. (2009) observaram que o vinagre de maçã foi capaz de remover íons cálcio da dentina radicular. CRUZ-FILHO et al. (2011) aplicaram o vinagre de maçã por 5 minutos no lúmen do canal radicular, observando que essa solução tem a capacidade de reduzir a microdureza dentinária.

Pela inexistência de referências quanto ao tempo de aplicação do vinagre, optamos por 3 minutos. Possivelmente, tempos maiores possam trazer melhores resultados, porém poderiam promover danos à estrutura dentária. Novas pesquisas

talvez possam esclarecer melhor essa hipótese. SPANÓ (2008) testou o vinagre de maçã na remoção da *smear layer* por 5 e 10 minutos, concluindo que só houve uma remoção satisfatória da *smear layer* com o tempo de 10 minutos.

Das soluções irrigadoras testadas neste experimento, a que obteve o pior desempenho foi o soro fisiológico, com um escore de modo geral bastante próximo de 4, não apresentando capacidade de limpeza dos canais radiculares, estando de acordo com os trabalhos de YAMADA et al. (1983); BAUMGARTNER; MADER (1987); GUERISOLI (2007); CHOPRA; MURRAY; NAMEROW (2008); GU; MAO; KERN (2009). Neste trabalho, nos grupos irrigados com essa solução, foi observada, em todos os níveis do canal, a presença de uma camada espessa de *smear layer* cobrindo a superfície radicular, obstruindo completamente a maior parte dos túbulos dentinários. Apenas no grupo em que essa solução foi ativada pelo ultra-som, pôde ser observada em nossa pesquisa, a remoção de uma pequena parte dessa camada e a abertura de poucos túbulos dentinários, principalmente no terço cervical do canal. Esse fato demonstra o efeito mecânico do ultra-som na remoção da *smear layer*, e não efeito químico da solução, se mostrando esta inócua.

O soro fisiológico foi utilizado pelo tempo de 3 minutos no canal radicular, igualmente ao EDTA e vinagre de maçã, mas como essa solução não exerce nenhuma ação química sobre as paredes do canal radicular, essa variável não influenciou nos resultados deste estudo. Outros trabalhos mostraram que, mesmo variando o tempo de aplicação, o efeito na remoção da *smear layer* é praticamente nulo (BAUMGARTNER; MADER, 1987; GUERISOLI, 2007; GU; MAO; KERN, 2009)

É interessante lembrar que, além da remoção da *smear layer* das paredes do canal radicular, alguma dentina residual se encontra suspensa na luz do canal, e que aquelas soluções que removem ou não a *smear layer* tem também um efeito mecânico na eliminação dos *debris* residuais. Provavelmente, o volume possa exercer algum efeito nos resíduos suspensos no canal e com certeza outras pesquisas poderiam avaliar melhor tal proposta.

Durante a irrigação dos canais radiculares, podem ser utilizados diferentes métodos de agitação das soluções, objetivando uma melhora na limpeza do canal radicular, principalmente em regiões de anatomia complexa. CARON et al.

(2010) recomendaram a ativação das soluções irrigantes, afirmando que esse procedimento promove grande benefício na limpeza do canal, produzindo superfícies mais limpas, até mesmo em canais curvos. Na literatura, há muitos relatos de que a irrigação ativada pelo ultra-som é mais efetiva na limpeza do canal radicular comparada com a irrigação convencional com a seringa (CAMERON, 1983; JENSEN et al., 1999; SABINS; JOHNSON; HELLSTEIN, 2003; PASSARINHO-NETO et al., 2006; LUI; KUAH; CHEN, 2007; GOEL; TEWARI, 2009; PARAGLIOLA et al., 2010; RODIG et al., 2010). Entretanto, MARQUES et al. (2008) não encontraram diferença em relação à limpeza dos canais utilizando ou não técnicas de agitação da solução irrigadora.

Neste estudo, optamos pelo uso do ultra-som para a agitação das soluções irrigadoras. Pudemos observar pelos resultados de todos os grupos que o ultra-som proporcionou, em pequena escala, resultados mais eficientes, porém sem significância estatística, concordando com os achados de alguns autores que também não observaram essa diferença (CIUCCHI; KHETTABI; HOLZ, 1989; ABBOTT et al., 1991; MAYER; PETERS; BARBAKOW, 2002; GU; MAO; KERN, 2009).

Neste experimento o ultra-som foi utilizado pelo tempo de 1 minuto, assim como nos trabalhos de LUI; KUAH; CHEN (2007); GOEL; TEWARI (2009); KUAH et al. (2009). Ao contrário desses autores, que obtiveram uma limpeza satisfatória ativando os irrigantes por 1 minuto com o ultra-som, neste experimento esse tempo pelo menos não se mostrou suficiente para permitir uma completa remoção da *smear layer* do canal radicular. Concordando com nossas observações, CAMERON (1983) sugeriu o uso do ultra-som na ativação dos irrigantes por um período de no mínimo 3 minutos, pois com o tempo de ativação de 1 minuto ele verificou apenas uma remoção superficial da *smear layer* e os túbulos dentinários permaneceram obstruídos. Outros autores também conseguiram uma maior remoção da *smear layer* utilizando o tempo de ativação com ultra-som por 3 minutos (ALACAM, 1987; TURKUN; CENGIZ, 1997; JENSEN et al., 1999; VAN DER SLUIS et al., 2006). Possivelmente, se assim o fizéssemos, obteríamos melhores resultados. PASSARINHO-NETO et al. (2006) realizaram uma ativação ultra-sônica de NaOCl com o tempo de 5 minutos, verificando que houve a remoção de mais *debris* do canal radicular do que com o tempo de 1 minuto utilizando irrigação contínua da

solução. Assim, o curto tempo de ativação ultra-sônica das soluções pode ter sido um fator que influenciou negativamente nos resultados dos grupos que utilizaram o ultra-som.

Outro fator que poderia em parte ter prejudicado o desempenho do ultra-som é o calibre do espaçador digital liso utilizado neste estudo, que equivale ao calibre de uma lima tipo K de número 25. JENSEN et al. (1999) utilizaram uma lima tipo K de número 15 para a ativação ultra-sônica de irrigantes e recomendaram o uso de um instrumento de pequeno calibre com ajuste de potência alto, pois assim o instrumento poderia oscilar livremente no interior do canal, evitando o contato com as paredes do canal radicular, obtendo com isso melhores resultados. VAN DER SLUIS; WU; WESSELINK (2005) relatam não ter encontrado diferenças entre um fio de metal liso e uma lima tipo K na ativação ultra-sônica dos irrigantes. Segundo VAN DER SLUIS et al. (2007), a variação na eficiência da irrigação ultra-sônica passiva nos diferentes trabalhos na literatura poderia ser explicada pela dificuldade de posicionar o instrumento a ser ativado no centro do canal, e assim ele acabaria entrando em contato com as paredes do canal, diminuindo a sua eficiência pela redução dos fenômenos de corrente acústica e cavitação.

Neste estudo, a análise da limpeza da superfície dentinária nos diferentes níveis do canal radicular indicou os piores resultados no terço apical, independente da solução irrigadora utilizada ou da ativação ultra-sônica dos irrigantes. Esses dados estão de acordo com trabalhos de outros autores, que observaram uma menor capacidade de remoção da *smear layer* pelas soluções irrigadoras na região apical do canal radicular, comparado aos terços cervical e médio (MCCOMB; SMITH, 1975; YAMADA et al., 1983; CIUCCHI; KHETTABI; HOLZ, 1989; ABBOTT et al., 1991; DIEP; BRAMANTE, 1997; O'CONNELL et al., 2000; KHEDMAT; SHOKOUHINEJAD, 2008; BALLAL et al., 2009; GU; MAO; KERN, 2009; MANCINI et al., 2009; RODIG et al., 2010; DAI et al., 2011).

CIUCCHI; KHETTABI; HOLZ (1989) atribuíram o declínio da limpeza na região apical às suas dimensões limitadas, possíveis curvaturas, e muitas vezes dificuldade de levar a cânula à região apical, que poderiam dificultar a penetração dos irrigantes. Desse modo, o volume da solução que entra em contato com as paredes do canal na região apical é diminuído, interferindo na ação da substância

química, dificultando também o efeito mecânico de fluxo e refluxo. LOPES; SIQUEIRA JR (2004) relataram que durante o processo de irrigação e aspiração, a chegada das soluções irrigadoras pode ser dificultada na região apical devido a uma maior incidência de curvaturas e ramificações, interferindo negativamente na limpeza do canal. Estes autores sugerem um preparo no sentido coroa-ápice e o uso de cânulas de irrigação de pequeno calibre, para que permitir uma maior penetração da cânula em direção apical e melhor refluxo da solução irrigadora, favorecendo a limpeza da região apical do canal. Baseado nisso, neste trabalho, foi realizado o preparo coroa-ápice e utilizamos em todos os casos cânulas de 27-Gauge, que apresentam pequeno calibre, para que alcançássemos a maior profundidade possível para tentar obter uma maior remoção de *smear layer* em todas as regiões do canal. Acreditamos com isso ter conseguido bons resultados quanto ao efeito mecânico das soluções e, em função disso, uma melhor ação química da solução irrigadora. KLYN; KIRKPATRICK; RUTLEDGE (2010) afirmaram que quando a cânula de irrigação é posicionada em profundidade no canal radicular, a irrigação se torna tão efetiva em proporcionar limpeza do canal quanto com a ativação dos irrigantes pelo ultra-som. É importante também realizar um preparo apical suficientemente largo para permitir o fluxo da solução irrigadora em toda a extensão do canal radicular. RAM (1977) afirmou que o diâmetro dos canais constitui o fator mais significativo para a obtenção de bons resultados na limpeza do canal radicular. Com base nisso, foi realizado um preparo apical até o instrumento mais calibroso do sistema ProTaper®, que é o instrumento F5, correspondente a um instrumento de nº 50 em sua extremidade, favorecendo assim o processo de irrigação-aspiração e consequentemente a limpeza do canal radicular.

Ao contrário dos nossos achados, alguns autores não encontraram diferenças significantes entre a limpeza dos terços cervical, médio e apical na limpeza do canal radicular (GUERISOLI et al., 2002; DA SILVA et al., 2008; NELSON-FILHO et al., 2009; MELLO et al., 2010).

Observamos em nosso trabalho que o terço radicular que apresentou melhor limpeza e maior remoção de *smear layer*, independente do protocolo de irrigação empregado, foi o terço cervical, que se comportou significativamente melhor que o apical, revelando através das imagens das fotomicrografias um maior número de túbulos dentinários abertos visíveis, sendo que esse número reduz à medida que

se segue em direção apical. TORABINEJAD et al. (2003); GU; MAO; KERN (2009); SEN; ERTURK; PISKIN (2009) também observaram, após a remoção da *smear layer*, uma maior quantidade de túbulos dentinários abertos no terço cervical do canal, que se apresentavam em maior largura, enquanto que no terço apical esses túbulos se apresentavam menores e em menor quantidade.

Um fator importante que deve ser ressaltado é a estrutura da dentina radicular no terço apical. MJOR et al. (2001) explicam que no terço apical do canal há menor número de túbulos dentinários, sendo que na maior parte da região apical os túbulos estão arranjados de maneira irregular: algumas áreas estão com muitos túbulos enquanto outras se encontram livres de túbulos dentinários. Esse fato, combinado com a maior presença de *smear layer* encontrada no terço apical, justifica, em alguns casos, o pequeno número de túbulos dentinários abertos observados nas fotomicrografias dessa região. Possivelmente essa característica irregular da dentina poderia exercer também algum efeito na limpeza do canal radicular? É uma pergunta difícil que talvez justifique uma nova pesquisa para checar esse efeito.

Diante dos resultados deste estudo, foi possível observar que a ação das substâncias químicas nas paredes do canal radicular foi mais expressiva na remoção da *smear layer* comparada à ação do ultra-som, pois as soluções de EDTA e SmearClear[®] proporcionaram uma limpeza satisfatória do canal, sendo que o ultra-som promoveu apenas uma pequena melhora na remoção da *smear layer*, não sendo significativa. Esses dados confirmam os achados de CHOPRA; MURRAY; NAMEROW (2008), que afirmaram em seu trabalho que o efeito do ultra-som na ativação dos irrigantes foi auto-limitante, concluindo que a remoção da *smear layer* foi mais influenciada pelo uso da solução quelante de EDTA.

As pesquisas continuam e não de continuar exatamente porque não se conseguiu até hoje um produto com 100% de eficiência para aquilo que foi proposto.

Testamos alguns materiais para um determinado objetivo, que outros já o fizeram em condições especiais, em metodologias diferentes, mas todos com um propósito comum, ou seja, preencher algumas lacunas deixadas por alguns produtos

ou mesmo avaliar novos materiais que surgem no mercado e que são indicados para determinadas funções.

O que nos levou a testar o vinagre de maçã no conduto radicular foi a facilidade de aquisição e sugestão por parte de alguns pesquisadores. O SmearClear[®], até certo ponto um novo produto, também nos parecia uma boa opção para remoção de resíduos no canal radicular; e finalmente o EDTA, que apesar de pequenos inconvenientes, é um material de uso já consagrado, alcançando os melhores resultados, o que nos leva realmente a optar pela sua preferência em vez de outras substâncias, algumas delas de aquisição mais difícil e custo elevado. O soro fisiológico, que já conhecíamos seu efeito limitado, atuou praticamente como controle em relação aos outros materiais que testamos.

Conseguimos alguns resultados até certo ponto satisfatórios dentro do proposto e, independente disto, novas pesquisas são e serão necessárias sempre, buscando satisfazer as exigências físicas, químicas e principalmente biológicas, visando sempre o sucesso do tratamento.

7 Conclusões

7 CONCLUSÕES

Com base na metodologia empregada e resultados obtidos, foi possível concluir, em relação à remoção da *smear layer* das paredes do canal radicular que:

1. O EDTA e o SmearClear[®], independente do uso do ultra-som ou dos níveis radiculares, foram efetivos, com pequena vantagem numérica do EDTA sem, no entanto, diferença estatística entre eles. A solução fisiológica, de um modo geral, foi significativamente ineficiente em relação às demais soluções. O vinagre de maçã se mostrou discretamente inferior ao SmearClear[®] e ao EDTA, com significância estatística favorável ao EDTA apenas no terço cervical.
 2. O uso do ultra-som promoveu uma pequena melhora na capacidade das soluções irrigadoras em remover a *smear layer*, mas não estatisticamente significante, indicando que o efeito da solução irrigadora foi mais eficiente que o uso do ultra-som na limpeza dos canais radiculares.
 3. De modo geral, os piores resultados foram obtidos no terço apical do canal radicular, com diferença estatisticamente significante em relação ao terço cervical.
-

Referências

REFERÊNCIAS

Ahmad M, Pitt Ford TR, Crum LA. Ultrasonic debridement of root canals: acoustic streaming and its possible role. J Endod. 1987;13:490-499.

Abbott PV, Heijkoop PS, Cardaci SC, Hume WR, Heithersay GS. An SEM study of the effects of different irrigation sequences and ultrasonics. Int Endod J. 1991;24(6):308-16.

Alacam T. Scanning electron microscope study comparing the efficacy of endodontic irrigating systems. Int Endod J. 1987;20(6):287-94.

Baker NA, Eleazer PD, Averbach RE, Seltzer S. Scanning electron microscopic study of the efficacy of various irrigating solutions. J Endod. 1975;1(4):127-35.

Ballal NV, Kandian S, Mala K, Bhat KS, Acharya S. Comparison of the efficacy of maleic acid and ethylenediaminetetraacetic acid in *smear layer* removal from instrumented human root canal: a scanning electron microscopic study. J Endod. 2009;35(11):1573-6.

Barret MT. The Dakin-Carrel antiseptic solution. Dental Cosmos. 1917;59(4):446-8.

Baumgartner JC, Mader CL. A scanning electron microscopic evaluation of four root canal irrigation regimens. J Endod. 1987;13(4):147-57.

Berutti E, Marini R, Angeretti A. Penetration ability of different irrigants into dentinal tubules. J Endod. 1997;23(12):725-7.

Bolanos OR, Jensen JR. Scanning electron microscope comparisons of the efficacy of various methods of root canal preparation. J Endod. 1980;6(11):815-21.

Buck RA, Eleazer PD, Staat RH, Scheetz JP. Effectiveness of three endodontic irrigants at various tubular depths in human dentin. J Endod. 2001;27(3):206-8.

Burleson A, Nusstein J, Reader A, Beck M. The in vivo evaluation of hand/rotary/ultrasound instrumentation in necrotic, human mandibular molars. J Endod. 2007;33(7):782-7.

Bystrom A, Sundqvist G. The antibacterial action of sodium hypochlorite and EDTA in 60 cases of endodontic therapy. *Int Endod J*. 1985;18(1):35-40.

Caleró FDS. Ação química do EDTA sobre a dentina do canal radicular - análise com espectrofotometria de absorção atômica. *Rev FOB*. 1997;5(3/4):65-8.

Caligiani A, Acquotti D, Palla G, Bocchi V. Identification and quantification of the main organic components of vinegars by high resolution ^1H NMR spectroscopy. *Anal Chim Acta*. 2007;585(1):110-9.

Callahan JR. Sulphuric acid for opening root canals. *Dental Cosmos*. 1894;36(12):957-9.

Calt S, Serper A. Time-dependent effects of EDTA on dentin structures. *J Endod*. 2002;28(1):17-9.

Cameron JA. The use of ultrasonics in the removal of the *smear layer*: a scanning electron microscope study. *J Endod*. 1983;9(7):289-92.

Capelli A, Guerisoli DMZ, Pécora JD. Remoção da smear layer com laser Er:YAG. *RGO*. 2003;51(3):162-6.

Caron G, Nham K, Bronnec F, Machtou P. Effectiveness of different final irrigant activation protocols on *smear layer* removal in curved canals. *J Endod*. 2010;36(8):1361-6.

Chopra S, Murray PE, Namerow KN. A scanning electron microscopic evaluation of the effectiveness of the F-file versus ultrasonic activation of a K-file to remove *smear layer*. *J Endod*. 2008;34(10):1243-5.

Ciucchi B, Khettabi M, Holz J. The effectiveness of different endodontic irrigation procedures on the removal of the *smear layer*: a scanning electron microscopic study. *Int Endod J*. 1989;22(1):21-8.

Cohen S, Hargreaves KM. *Caminhos da Polpa*. 9. ed. Rio de Janeiro: Elsevier, 2007.

Crumpton BJ, Goodell GG, McClanahan SB. Effects on *smear layer* and *debris* removal with varying volumes of 17% REDTA after rotary instrumentation. *J Endod*. 2005;31(7):536-8.

Cruz-Filho AM, Sousa-Neto MD, Savioli RN, Silva RG, Vansan LP, Pecora JD. Effect of chelating solutions on the microhardness of root canal lumen dentin. *J Endod*. 2011;37(3):358-62.

Dakin HD. On the use of certain antiseptic substances in treatment of infected wounds. *British Medical Journal*. 1915;2:318-20.

Dai L, Khechen K, Khan S, Gillen B, Loushine BA, Wimmer CE, et al. The effect of QMix, an experimental antibacterial root canal irrigant, on removal of canal wall *smear layer* and *debris*. *J Endod*. 2011;37(1):80-4.

da Silva LA, Sanguino AC, Rocha CT, Leonardo MR, Silva RA. 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*. 2008;34(12):1541-4.

De-Deus G, Paciornik S, Mauricio MH. Evaluation of the effect of EDTA, EDTAC and citric acid on the microhardness of root dentine. *Int Endod J*. 2006;39(5):401-7.

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*. 2008;41(4):279-87.

de Gregorio C, Estevez R, Cisneros R, Heilborn C, Cohenca N. Effect of EDTA, sonic, and ultrasonic activation on the penetration of sodium hypochlorite into simulated lateral canals: an in vitro study. *J Endod*. 2009;35(6):891-5.

de Gregorio C, Estevez R, Cisneros R, Paranjpe A, Cohenca N. Efficacy of different irrigation and activation systems on the penetration of sodium hypochlorite into simulated lateral canals and up to working length: an in vitro study. *J Endod*. 2010;36(7):1216-21.

Diep EK, Bramante CM. Efeito do modo de aplicação do EDTA na limpeza da parede dos canais radiculares. *Rev FOB*. 1997;5(1/2):1-7.

Di Lenarda R, Cadenaro M, Sbaizero O. Effectiveness of 1 mol L⁻¹ citric acid and 15% EDTA irrigation on *smear layer* removal. *Int Endod J*. 2000;33(1):46-52.

Dogan H, Çalt S. Effects of chelating agents and sodium hypochlorite on mineral content of root dentin. J Endod. 2001;27(9):578-80.

Dunavant TR, Regan JD, Glickman GN, Solomon ES, Honeyman AL. Comparative evaluation of endodontic irrigants against *Enterococcus faecalis* biofilms. J Endod. 2006;32(6):527-31.

Economides N, Liolios E, Kolokuris I, Beltes P. Long-term evaluation of the influence of *smear layer* removal on the sealing ability of different sealers. J Endod. 1999;25(2):123-5.

Estrela C. Ciência Endodôntica. São Paulo: Artes Médicas; 2004.

Estrela C, Holland R, Bernabé PFE, Souza V, Estrela CRA. Antimicrobial potential of medicaments used in healing process in dog's teeth with apical periodontitis. Braz Dent J. 2004;15(3):181-5.

Estrela C, Lopes HP, Elias CN, Leles CR, Pécora JD. Limpeza da superfície do canal radicular pelo vinagre de maçã, hipoclorito de sódio, clorexidina e EDTA. Rev Assoc Paul Cir Dent. 2007;61(2):117-122.

Garberoglio R, Becce C. *Smear layer* removal by root canal irrigants. A comparative scanning electron microscopic study. Oral Surg Oral Med Oral Pathol. 1994;78(3):359-67.

Giardino L, Ambu E, Becce C, Rimondini L, Morra M. Surface tension comparison of four common root canal irrigants and two new irrigants containing antibiotic. J Endod. 2006;32(11):1091-3.

Goel S, Tewari S. *Smear layer* removal with passive ultrasonic irrigation and the NaviTip FX: a scanning electron microscopic study. Oral Surg Oral Med Oral Pathol Oral Radiol Endod. 2009;108(3):465-70.

Goldberg F, Abramovich A. Analysis of the effect of EDTAC on the dentinal walls of the root canal. J Endod. 1977;3(3):101-5.

Goldberg F, Spielberg C. The effect of EDTAC and the variation of its working time analyzed with scanning electron microscopy. Oral Surg Oral Med Oral Pathol. 1982;53(1):74-7.

Goldman LB, Goldman M, Kronman JH, Lin PS. The efficacy of several irrigating solutions for endodontics: a scanning electron microscopic study. *Oral Surg Oral Med Oral Pathol.* 1981;52(2):197-204.

Goldman M, Goldman LB, Cavaleri R, Bogis J, Lin PS. The efficacy of several endodontic irrigating solutions: a scanning electron microscopic study: Part 2. *J Endod.* 1982;8(11):487-92.

Grossman LI. Irrigation of root canals. *Journal of the American Dental Association.* 1943;30(13):1915-7.

Gu LS, Kim JR, Ling J, Choi KK, Pashley DH, Tay FR. Review of contemporary irrigant agitation techniques and devices. *J Endod.* 2009;35(6):791-804.

Gu XH, Mao CY, Kern M. Effect of different irrigation on *smear layer* removal after post space preparation. *J Endod.* 2009;35(4):583-6.

Guerisoli DM, Marchesan MA, Walmsley AD, Lumley PJ, Pecora JD. Evaluation of *smear layer* removal by EDTAC and sodium hypochlorite with ultrasonic agitation. *Int Endod J.* 2002;35(5):418-21.

Guerisoli DMZ. Estudo dos efeitos de alguns soluções irrigadoras sobre a microdureza dentinária e capacidade de remoção da *smear layer*. 2007. 108 f. Tese (Doutorado) - Faculdade de Odontologia de Ribeirão Preto, Universidade de São Paulo, Ribeirão Preto.

Guimarães LFL, Robazza CRC, Murgel CAF, Pécora JD, Costa WF. Tensão superficial de algumas soluções irrigantes de canais radiculares. *Rev Odontol USP.* 1988;2(1):6-9.

Hawkinson RW, Nii CT, Jacobsen EL, Murphy RA. The smear layer and bacterial penetration of radicular dentinal tubules. *J Endod.* 1994;20(4):196, Abstract n. 33.

Heling B, Shapiro S, Sciaky I. An in Vitro Comparison of the Amount of Calcium Removed by the Disodium Salt of Edta and Hydrochloric Acid during Endodontic Procedures. *Oral Surg Oral Med Oral Pathol.* 1965;19:531-3.

Hill PK. Endodontics. *Journal of Prosthetic Dentistry.* 1959;9(3):142-8.

Hülsmann M, Heckendorff M, Lennon A. Chelating agents in root canal treatment: mode of action and indications for their use. *Int Endod J*. 2003;36(12):810-30.

Jensen SA, Walker TL, Hutter JW, Nicoll BK. Comparison of the cleaning efficacy of passive sonic activation and passive ultrasonic activation after hand instrumentation in molar root canals. *J Endod*. 1999;25(11):735-8.

Jeon IS, Spangberg LS, Yoon TC, Kazemi RB, Kum KY. *Smear layer* production by 3 rotary reamers with different cutting blade designs in straight root canals: a scanning electron microscopic study. *Oral Surg Oral Med Oral Pathol Oral Radiol Endod*. 2003;96(5):601-7.

Jiang LM, Verhaagen B, Versluis M, van der Sluis LW. Influence of the oscillation direction of an ultrasonic file on the cleaning efficacy of passive ultrasonic irrigation. *J Endod*. 2010;36(8):1372-6.

Kahn FH, Rosenberg PA, Gliksberg J. An in vitro evaluation of the irrigating characteristics of ultrasonic and subsonic handpieces and irrigating needles and probes. *J Endod*. 1995;21(5):277-80.

Khademi A, Yazdizadeh M, Feizianfard M. Determination of the minimum instrumentation size for penetration of irrigants to the apical third of root canal systems. *J Endod*. 2006;32(5):417-20.

Khedmat S, Shokouhinejad N. Comparison of the efficacy of three chelating agents in *smear layer* removal. *J Endod*. 2008;34(5):599-602.

Kirk EC. Sodium peroxid (Na_2O_2). A new dental bleaching agent and antiseptic. *Dental Cosmos*, 1893;35(2):192-8.

Klyn SL, Kirkpatrick TC, Rutledge RE. In vitro comparisons of *debris* removal of the EndoActivator system, the F file, ultrasonic irrigation, and NaOCl irrigation alone after hand-rotary instrumentation in human mandibular molars. *J Endod*. 2010;36(8):1367-71.

Kokkas AB, Boutsoukis A, Vassiliadis LP, Stavrianos CK. The influence of the *smear layer* on dentinal tubule penetration depth by three different root canal sealers: an in vitro study. *J Endod*. 2004;30(2):100-2.

Kuah HG, Lui JN, Tseng PS, Chen NN. The effect of EDTA with and without ultrasonics on removal of the *smear layer*. J Endod. 2009;35(3):393-6.

Landis JR, Koch GG. The measurement of observer agreement for categorical data. Biometrics. 1977;33:159-174.

Leonardo MR. Endodontia: tratamento de canais radiculares, princípios técnicos e biológicos. São Paulo: Artes Médicas; 2005 , 1532 p.

Leonardo MR, Leonardo RT. Endodontia: conceitos biológicos e recursos tecnológicos. São Paulo: Artes Médicas; 2009, 602 p.

Loel DA. Use of acid cleanser in endodontic therapy. J Am Dent Assoc. 1975;90(1):148-51.

Lopes HP, Siqueira Junior JF. Endodontia: biologia e técnica. 2. ed. Rio de Janeiro: Medsi Editora Médica e Científica: Guanabara Koogan; 2004.

Lui JN, Kuah HG, Chen NN. Effect of EDTA with and without surfactants or ultrasonics on removal of *smear layer*. J Endod. 2007;33(4):472-5.

Mader CL, Baumgartner JC, Peters DD. Scanning electron microscopic investigation of the smeared layer on root canal walls. J Endod. 1984;10(10):477-83.

Mancini M, Armellin E, Casaglia A, Cerroni L, Cianconi L. A comparative study of *smear layer* removal and erosion in apical intraradicular dentine with three irrigating solutions: a scanning electron microscopy evaluation. J Endod. 2009;35(6):900-3.

Marques AAF, Garcia LFR, Frota MF, Simões RA, Consani S. Avaliação ultraestrutural da remoção da *smear layer* em canais radiculares utilizando EDTA com ou sem agitação. Rev Clin Pesq Odontol. 2008;4(2):71-5.

Mayer BE, Peters OA, Barbakow F. Effects of rotary instruments and ultrasonic irrigation on *debris* and *smear layer* scores: a scanning electron microscopic study. Int Endod J. 2002;35(7):582-9.

McComb D, Smith DC. A preliminary scanning electron microscopic study of root canals after endodontic procedures. J Endod. 1975;1(7):238-42.

Mello I, Kammerer BA, Yoshimoto D, Macedo MC, Antoniazzi JH. Influence of final rinse technique on ability of ethylenediaminetetraacetic acid of removing *smear layer*. J Endod. 2010;36(3):512-4.

Mello I, Robazza CR, Antoniazzi JH, Coil J. Influence of different volumes of EDTA for final rinse on *smear layer* removal. Oral Surg Oral Med Oral Pathol Oral Radiol Endod. 2008;106(5):e40-3.

Mesquita E, Kunert IR. O ultra-som na prática odontológica. Porto Alegre: Artmed. 2006.

Mjor IA, Smith MR, Ferrari M, Mannocci F. The structure of dentine in the apical region of human teeth. Int Endod J. 2001;34(5):346-53.

Moon YM, Shon WJ, Baek SH, Bae KS, Kum KY, Lee W. Effect of final irrigation regimen on sealer penetration in curved root canals. J Endod. 2010;36(4):732-6.

Nandini S, Velmurugan N, Kandaswamy D. Removal efficiency of calcium hydroxide intracanal medicament with two calcium chelators: volumetric analysis using spiral CT, an in vitro study. J Endod. 2006;32(11):1097-101.

Nelson-Filho P, Leite Gde A, Fernandes PM, da Silva RA, Rueda JC. Efficacy of SmearClear and ethylenediaminetetraacetic acid for *smear layer* removal in primary teeth. J Dent Child (Chic). 2009;76(1):74-7.

Nikiforuk G, Sreebny L. Demineralization of hard tissues by organic chelating agents at neutral pH. J Dent Res. 1953;32(6):859-67.

O'Connell MS, Morgan LA, Beeler WJ, Baumgartner JC. A comparative study of *smear layer* removal using different salts of EDTA. J Endod. 2000;26(12):739-43.

Østby NB. Chelation in root canal therapy. Odontologisk Tidskrift. 1957;65(2):3-11.

Paiva JG, Antoniazzi JH. Endodontia: bases para a prática clínica. 2. ed. São Paulo: Artes Médicas, 1988.

Paragliola R, Franco V, Fabiani C, Mazzone A, Nato F, Tay FR, et al. Final rinse optimization: influence of different agitation protocols. J Endod. 2010;36(2):282-5.

Passarinho-Neto JG, Marchesan MA, Ferreira RB, Silva RG, Silva-Sousa YT, Sousa-Neto MD. In vitro evaluation of endodontic *debris* removal as obtained by rotary instrumentation coupled with ultrasonic irrigation. Aust Endod J. 2006;32(3):123-8.

Perez-Heredia M, Ferrer-Luque CM, Gonzalez-Rodriguez MP. The effectiveness of different acid irrigating solutions in root canal cleaning after hand and rotary instrumentation. J Endod. 2006;32(10):993-7.

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. 2005;99(3):383-7.

Plotino G, Pameijer CH, Grande NM, Somma F. Ultrasonics in endodontics: a review of the literature. J Endod. 2007;33(2):81-95.

Prado M, Gusman H, Gomes BP, Simao RA. Scanning electron microscopic investigation of the effectiveness of phosphoric acid in *smear layer* removal when compared with EDTA and citric acid. J Endod. 2011;37(2):255-8.

Ram Z. Effectiveness of root canal irrigation. Oral Surg Oral Med Oral Pathol. 1977;44(2):306-12.

Richman MJ. The use of ultrasonics in root canal therapy and root resection. J Dent Med. 1957;12(1):12-8.

Rodig T, Dollmann S, Konietschke F, Drebenstedt S, HÜLSMANN M. Effectiveness of different irrigant agitation techniques on *debris* and *smear layer* removal in curved root canals: a scanning electron microscopy study. J Endod. 2010;36(12):1983-7.

Sabins RA, Johnson JD, Hellstein JW. A comparison of the cleaning efficacy of short-term sonic and ultrasonic passive irrigation after hand instrumentation in molar root canals. J Endod. 2003;29(10):674-8.

Saito K, Webb TD, Imamura GM, Goodell GG. Effect of shortened irrigation times with 17% ethylene diamine tetra-acetic acid on *smear layer* removal after rotary canal instrumentation. J Endod. 2008;34(8):1011-4.

Scelza MF, Antoniazzi JH, Scelza P. Efficacy of final irrigation--a scanning electron microscopic evaluation. J Endod. 2000;26(6):355-8.

Scelza MF, Teixeira AM, Scelza P. Decalcifying effect of EDTA-T, 10% citric acid, and 17% EDTA on root canal dentin. *Oral Surg Oral Med Oral Pathol Oral Radiol Endod.* 2003;95(2):234-6.

Scelza MF, 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.* 2004;98(4):499-503.

Schreier E. The treatment of infected root-canals with kalium and natrium. *Dental Cosmos*, 1893;35(9):863-9.

Sen BH, Erturk O, Piskin B. The effect of different concentrations of EDTA on instrumented root canal walls. *Oral Surg Oral Med Oral Pathol Oral Radiol Endod.* 2009;108(4):622-7.

Shahravan A, Haghdoust AA, Adl A, Rahimi H, Shadifar F. Effect of *smear layer* on sealing ability of canal obturation: a systematic review and meta-analysis. *J Endod.* 2007;33(2):96-105.

Souza RE. Avaliação da eficácia dos métodos de instrumentação e de substâncias químicas nas paredes de canais radiculares – Estudo em microscopia eletrônica de varredura. 2005. 109 f. Tese (Doutorado) – Faculdade de Odontologia de Bauru – Universidade de São Paulo, Bauru.

Spanó JCE. Limpeza das paredes dos canais radiculares promovida por agentes desmineralizantes e quelantes: estudo *in vitro* por microscopia eletrônica de varredura e espectrofotometria dos compostos. 2008. 110 f. Tese (Doutorado) – Faculdade de Odontologia de Ribeirão Preto – Universidade de São Paulo, Ribeirão Preto.

Spanó JC, Silva RG, Guedes DF, Sousa-Neto MD, Estrela C, Pecora JD. Atomic absorption spectrometry and scanning electron microscopy evaluation of concentration of calcium ions and *smear layer* removal with root canal chelators. *J Endod.* 2009;35(5):727-30.

Takeda FH, 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.* 1999;32(1):32-39.

Tay FR, Pashley DH, Loushine RJ, Doyle MD, Gillespie WT, Weller RN, et al. Ultrastructure of *smear layer*-covered intraradicular dentin after irrigation with BioPure MTAD. J Endod. 2006;32(3):218-21.

Teixeira CS, Felipe MC, Felipe WT. The effect of application time of EDTA and NaOCl on intracanal *smear layer* removal: an SEM analysis. Int Endod J. 2005;38(5):285-90.

Torabinejad M, Handysides R, Khademi AA, Bakland LK. Clinical implications of the *smear layer* in endodontics: a review. Oral Surg Oral Med Oral Pathol Oral Radiol Endod. 2002;94(6):658-66.

Torabinejad M, Khademi AA, Babagoli J, Cho Y, Johnson WB, Bozhilov K, et al. A new solution for the removal of the *smear layer*. J Endod. 2003;29(3):170-5.

Turkun M, Cengiz T. The effects of sodium hypochlorite and calcium hydroxide on tissue dissolution and root canal cleanliness. Int Endod J. 1997;30(5):335-42.

van der Sluis LW, Gambarini G, Wu MK, Wesselink PR. The influence of volume, type of irrigant and flushing method on removing artificially placed dentine *debris* from the apical root canal during passive ultrasonic irrigation. Int Endod J. 2006;39(6):472-6.

van der Sluis LW, Versluis M, Wu MK, Wesselink PR. Passive ultrasonic irrigation of the root canal: a review of the literature. Int Endod J. 2007;40(6):415-26.

van der Sluis LW, Wu MK, Wesselink PR. A comparison between a smooth wire and a K-file in removing artificially placed dentine *debris* from root canals in resin blocks during ultrasonic irrigation. Int Endod J. 2005;38(9):593-6.

Von der Fehr FR, Østby NB. Effect of EDTAC and sulfuric acid on root canal dentine. Oral Surgery. 1963;16(2):199-205.

Wachlarowicz AJ, Joyce AP, Roberts S, Pashley DH. Effect of endodontic irrigants on the shear bond strength of epiphany sealer to dentin. J Endod. 2007;33(2):152-5.

Walker A. A definite and dependable therapy for pulpless teeth. Journal of the American Dental Association. 1936;23(2):1418-25.

Wiseman A, Cox TC, Paranjpe A, Flake NM, Cohenca N, Johnson JD. Efficacy of sonic and ultrasonic activation for removal of calcium hydroxide from mesial canals of mandibular molars: a microtomographic study. J Endod. 2011;37(2):235-8.

Yamada RS, Armas A, Goldman M, Lin PS. A scanning electron microscopic comparison of a high volume final flush with several irrigating solutions: Part 3. J Endod. 1983;9(4):137-42.

Yang G, Wu H, Zheng Y, Zhang H, Li H, Zhou X. Scanning electron microscopic evaluation of *debris* and *smear layer* remaining following use of ProTaper and Hero Shaper instruments in combination with NaOCl and EDTA irrigation. Oral Surg Oral Med Oral Pathol Oral Radiol Endod. 2008;106(4):e63-71.

Yang SE, Cha JH, Kim ES, Kum KY, Lee CY, Jung IY. Effect of *smear layer* and chlorhexidine treatment on the adhesion of Enterococcus faecalis to bovine dentin. J Endod. 2006;32(7):663-7.

Yildirim T, Orucoglu H, Cobankara FK. Long-term evaluation of the influence of *smear layer* on the apical sealing ability of MTA. J Endod. 2008;34(12):1537-40.

Yilmaz Z, Basbag B, Buzoglu HD, Gumusderelioglu M. Effect of low-surface-tension EDTA solutions on the wettability of root canal dentin. Oral Surg Oral Med Oral Pathol Oral Radiol Endod. 2011;111(1):109-14.

Zehnder M, Schicht O, Sener B, Schmidlin P. Reducing surface tension in endodontic chelator solutions has no effect on their ability to remove calcium from instrumented root canals. J Endod. 2005;31(8):590-2.

Zuolo M, Murgel CAF, Pécora JD, Antoniazzi JH, Costa WF. Ação do EDTA e suas associações com tensoativos na permeabilidade da dentina radicular. Revista de Odontologia da Universidade de São Paulo. 1987;1(4):18-23.

Anexos

Universidade de São Paulo
Faculdade de Odontologia de Bauru

Al. Dr. Octávio Pinheiro Brisolla, 9-75 – Bauru-SP – CEP 17012-901 – C.P. 73
PABX (0XX14)3235-8000 – FAX (0XX14)3223-4679

Comitê de Ética em Pesquisa (14)3235-8356
e-mail: mferrari@fob.usp.br

Processo nº 180/2009

Bauru, 11 de dezembro de 2009.

Senhor Professor,

O projeto de pesquisa encaminhado a este Comitê de Ética em Pesquisa em Seres Humanos, denominado **"Efeito de três quelantes com e sem o uso do ultra-som na remoção da smear layer do canal radicular"**, de autoria de Clarissa Teles Rodrigues, que será desenvolvido sob sua orientação, foi enviado ao relator para avaliação.

Na reunião de 25 de novembro de 2009 o parecer do relator, **aprovando o projeto**, foi aceito pelo Comitê, considerando que não existem infrações éticas pendentes.

Informamos que qualquer alteração efetuada no trabalho de pesquisa, o pesquisador/orientador deverá comunicar ao CEP-FOB/USP, bem como ao final do trabalho enviar um Relatório para novo parecer, o qual será utilizado para publicação científica.

Atenciosamente,

Profª Drª Maria Teresa Atta

Coordenadora

Prof. Dr. Norberti Bernardineli

Docente do Departamento de Dentística, Endodontia e Materiais Dentários

Universidade de São Paulo
Faculdade de Odontologia de Bauru

Al. Dr. Octávio Pinheiro Brisolla, 9-75 – Bauru-SP – Brasil – CEP 17012-901 – C.P. 73
PABX (0XX14)3235-8000 – FAX (0XX14)3223-4679

Comitê de Ética em Pesquisa (14)3235-8356
e-mail: mferrari@fob.usp.br

Proc. CEP nº 180/2009

Bauru, 25 de abril de 2011.

Senhor Professor,

Em atenção à solicitação de Vossa Senhoria para alteração do título do projeto de pesquisa "Efeito de três quelantes com e sem o uso do ultra-som na remoção da smear layer do canal radicular", de autoria de Clarissa Teles Rodrigues, sob sua orientação, **para** "AVALIAÇÃO DAS SOLUÇÕES IRRIGADORAS NA REMOÇÃO DA "SMEAR LAYER" NOS DIVERSOS NÍVEIS DO CONDUTO RADICULAR COM E SEM O USO DO ULTRA-SOM. ESTUDO EM MICROSCOPIA ELETRÔNICA DE VARREDURA", informamos a autorização deste Colegiado, considerando não haver impedimentos éticos.

Atenciosamente,

Prof. Dr. Flávio Augusto Cardoso de Faria
Coordenador

Prof. Dr. Norberti Bernadineli

Docente do Departamento de Dentística, Endodontia e Materiais Dentários