

UNIVERSIDADE FEDERAL DE PERNAMBUCO
CENTRO DE CIÊNCIAS DA SAÚDE
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM ODONTOLOGIA
MESTRADO EM ODONTOLOGIA

GRASIELE ASSIS DA COSTA LIMA

CAPACIDADE DE REMOÇÃO DO *SMEAR LAYER* DOS CANAIS RADICULARES
COM O USO DO ULTRASSOM, CANALBRUSH™ E LASER Nd: YAG ATRAVÉS
DA MICROSCOPIA ELETRÔNICA DE VARREDURA

Recife- PE

2013

Catálogo na Publicação (CIP)
Bibliotecária: Mônica Uchôa, CRB4-1010

L732c

Lima, Grasielle Assis da Costa.

Capacidade de remoção do *smear layer* dos canais com radiculares o uso do ultrassom, canalbrush™ e laser Nd: yag através da microscopia eletrônica de varredura / Grasielle Assis da Costa Lima. – Recife: O Autor, 2013.

74 f. : il.; tab.; 30 cm.

Orientador: Carlos Menezes Aguiar.

Dissertação (Mestrado) – Universidade Federal de Pernambuco, CCS. Pós-graduação em Odontologia, 2013.

Inclui bibliografia.

1. Endodontia. 2. EDTA. 3. Hipoclorito de sódio. 4. Laser. 5. Ultrassom. I. Aguiar, Carlos Menezes (Orientador). II. Título.

617.6 CDD (22.ed.)

UFPE (CCS2013-055)

UNIVERSIDADE FEDERAL DE PERNAMBUCO
CENTRO DE CIÊNCIAS DA SAÚDE
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM ODONTOLOGIA
MESTRADO EM ODONTOLOGIA

GRASIELE ASSIS DA COSTA LIMA

CAPACIDADE DE REMOÇÃO DO *SMEAR LAYER* DOS CANAIS RADICULARES
COM O USO DO ULTRASSOM, CANALBRUSH™ E LASER Nd: YAG ATRAVÉS
DA MICROSCOPIA ELETRÔNICA DE VARREDURA

Dissertação apresentada ao Colegiado do Programa de Pós-Graduação em Odontologia do Centro de Ciências da Saúde da Universidade Federal de Pernambuco, como requisito parcial para obtenção do grau de mestre em Odontologia.

Orientador: Prof. Dr. Carlos Menezes Aguiar

Co-orientadora: Profa. Dra. Andréa Cruz Câmara

Recife-PE

2013

Ata da 130ª Defesa de Dissertação do Curso de Mestrado em Odontologia com área de Concentração em Clínica Integrada do Centro de Ciências da Saúde da Universidade Federal de Pernambuco. Recife, 22 de fevereiro de 2013.

Às 14hs (quatorze horas) do dia 22 (vinte e dois) do mês de fevereiro do ano de dois mil e treze, reuniram-se no auditório da Pós-Graduação em Odontologia do Centro de Ciências da Saúde da Universidade Federal de Pernambuco, os membros da Banca Examinadora, composta pelos professores: Profa. Dra. LIRIANE BARATELLA EVENCIO, atuando como presidente, Prof. Dr. ROBERTO ALVES DOS SANTOS, atuando como primeiro examinador, Prof. Dr. ANDERSON STEVENS LEONIDAS GOMES, atuando como segundo examinador, para julgar o trabalho intitulado **“CAPACIDADE DE REMOÇÃO DO SMEAR LAYER DOS CANAIS RADICULARES COM O USO DO ULTRASSOM, CANALBRUSH™ E LASER Nd:YAG ATRAVÉS DA MICROSCOPIA ELETRÔNICA DE VARREDURA”** da CD. GRASIELE ASSIS DA COSTA LIMA, candidata ao Grau de Mestre em Odontologia, na Área de Concentração em CLÍNICA INTEGRADA, sob orientação do Prof. Dr. CARLOS MENEZES AGUIAR, Co-orientador Dra. ANDREA CRUZ CÂMARA. Dando início aos trabalhos a Profa. Dra. LIRIANE BARATELLA EVENCIO, membro permanente do Programa de Pós-Graduação em Odontologia abriu os trabalhos convidando os senhores membros para compor a Banca Examinadora, foram entregues aos presentes cópias das Normas do Curso de Mestrado em Odontologia, que trata dos critérios de avaliação para julgamento da Dissertação de Mestrado. A presidente da mesa após tomar posse conferiu os membros, seguindo convidou a candidata para expor sobre o aludido tema, tendo sido concedido trinta minutos. A candidata expôs o trabalho e em seguida colocou-se à disposição dos Examinadores para arguição. Após o término da arguição os examinadores reuniram-se em secreto para deliberações formais. Ao término da discussão, atribuíram a candidata os seguintes conceitos: Prof. Dr. ROBERTO ALVES DOS SANTOS, **(APROVADA)**, Prof. Dr. ANDERSON STEVENS LEONIDAS GOMES, **(APROVADA)**, Profa. Dra. LIRIANE BARATELLA EVENCIO, **(APROVADA)**, a candidata recebeu três conceitos **(APROVADA)** é considerada **(APROVADA)**, devendo acatar as sugestões da Banca Examinadora, face a aprovação, fica a candidata, apta a receber o Grau de Mestre em Odontologia desde que tenha cumprido as exigências estabelecidas de acordo com o Regimento Interno do Curso, cabendo a Universidade Federal de Pernambuco através de sua Pró-Reitoria para Assuntos de Pesquisa e Pós Graduação, tomar as providências cabíveis. Nada mais havendo a tratar, o Presidente da Banca Examinadora encerrou a sessão e para constar foi lavrada a presente ata que vai por mim assinada, Oziclere Sena de Araújo e pelos demais componentes da Banca Examinadora e pela recém formada mestre pela UFPE, GRASIELE ASSIS DA COSTA LIMA.

Recife, 22 de fevereiro de 2013.

Profa. Dra. LIRIANE BARATELLA EVENCIO

Presidente

Prof. Dr. ROBERTO ALVES DOS SANTOS

1º Examinador

Orientador:

Prof. Dr. ANDERSON STEVENS LEONIDAS GOMES

2º Examinador

Mestrando:

UNIVERSIDADE FEDERAL DE PERNAMBUCO

REITOR

Prof. Dr. Anísio Brasileiro de Freitas Dourado

VICE-REITOR

Prof. Dr. Silvio Romero de Barros Marques

PRÓ-REITOR DA PÓS-GRADUAÇÃO

Prof. Dr. Francisco de Souza Ramos

CENTRO DE CIÊNCIAS DA SAÚDE

DIRETOR

Prof. Dr. Nicodemos Teles de Pontes Filho

COORDENADOR DA PÓS-GRADUAÇÃO EM ODONTOLOGIA

Profa.Dra. Jurema Freire Lisboa de Castro

PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM ODONTOLOGIA

MESTRADO EM CLÍNICA INTEGRADA

COLEGIADO

MEMBROS PERMANENTES

Profa. Dra. Alessandra Albuquerque T. Carvalho

Prof. Dr. Anderson Stevens Leônidas Gomes

Prof.Dr. Arnaldo de França Caldas Junior

Prof. Dr. Carlos Menezes Aguiar

Prof.Dr. Danyel Elias da Cruz Perez

Prof. Dr. Edvaldo Rodrigues de Almeida

Profa.Dra. Flavia Maria de Moraes Ramos Perez

Prof. Dr. Jair Carneiro Leão

Profa. Dra. Jurema Freire Lisboa de Castro

Profa. Dra. Liriane Baratella Evêncio

Prof.Dr. Luiz Alcino Monteiro Gueiros

Prof.Dra. Maria luiza dos Anjos Pontual

Prof.Dr. Paulo Sávio Angeiras Goes

Profa. Dra. Renata Cimões Jovino Silveira

Prof.Dra. Simone Guimaraes Farias Gomes

Prof.Dr. Tibério César Uchoa Matheus

MEMBRO COLABORADOR

Prof. Dr. Cláudio Heliomar Vicente da Silva

Profa. Dra. Lúcia Carneiro de Souza Beatrice

SECRETARIA

Oziclere Sena de Araújo

TÍTULO DO TRABALHO: CAPACIDADE DE REMOÇÃO DO *SMEAR LAYER* DOS CANAIS RADICULARES COM O USO DO ULTRASSOM, CANALBRUSH™ E LASER Nd: YAG ATRAVÉS DA MICROSCOPIA ELETRÔNICA DE VARREDURA

NOME DO ALUNO: Grasielle Assis da Costa Lima

DISSERTAÇÃO APROVADA EM: 22/02/2013

MEMBROS DA BANCA EXAMINADORA:

Prof. Dr. Anderson Stevens Leônidas Gomes

Prof^a. Dr^a. Liriane Baratella Evêncio

Prof. Dr. Roberto Alves dos Santos

Recife –PE

2013

DEDICATÓRIA

Dedico este trabalho a Deus, que é inteligência suprema, causa primária de todas as coisas.

AGRADECIMENTOS

Agradeço ao meu professor orientador, Prof. Dr. Carlos Menezes Aguiar, e a Profa. Dra. Andréa Cruz Câmara, minha co-orientadora, que sempre estiveram presente em todos os momentos do desenvolvimento deste trabalho. Agradeço pela confiança depositada em mim, e pelo carinho que sempre recebi.

Agradeço à professora Georgina Agnelo, que participou como avaliadora das imagens, sendo essencial a sua participação.

Agradeço aos professores Luiz Carlos Alves e Fábio Brayner, do laboratório de Microscopia do LIKA.

Agradeço à professora Aline Elesbão, da Universidade Católica de Pernambuco, que esteve comigo durante toda a análise microscópica, e que proporcionou uma excelente qualidade ao trabalho.

Agradeço ao CEPLO (Centro de Ensino e Pesquisa de LASER em Odontologia) pela disponibilidade de uso do aparelho de LASER e pelo apoio dos professores responsáveis.

Agradeço à coordenação do Programa de Pós-graduação pelo empenho em manter um bom nível de aprendizado no curso.

Agradeço aos professores que compõem o quadro do Programa de Pós-graduação, pelas boas aulas ministradas.

Agradeço ao CNPq (Conselho Nacional de Pesquisa e Desenvolvimento Científico e Tecnológico) pelo auxílio financeiro, com a concessão de Bolsas para os Mestrandos.

Agradeço à minha família, especialmente à minha mãe, que esteve sempre na torcida e me ajudou em tudo que precisei, e ao meu esposo, que me deu o suporte necessário para que eu realizasse mais este sonho.

Agradeço aos amigos e professores Ana Cláudia da Silva Araújo, Alfredo de Aquino Gaspar Júnior e Eduardo Borges da Costa Leite, que sempre me deram força para continuar.

Agradeço aos meus colegas de turma, que fizeram meus dias mais felizes e divertidos, compartilhando esse momento tão importante.

Agradeço à minha turma da graduação, da qual sinto saudades, e que, diante de pessoas tão competentes, sempre me impulsionou a crescer.

Agradeço aos funcionários que atuam para manter a organização estrutural do curso: Dona Tânia, que extrapola suas atribuições, e Oziclere, que está sempre disponível para nos auxiliar.

RESUMO

Objetivo: comparar a eficiência do Ultrassom, CanalBrush™ e LASER, associado ao EDTA 17%, na remoção de *smear layer* no terço apical dos canais radiculares.

Metodologia: 50 raízes distais de primeiros molares inferiores humanos com processo de rizogênese concluído foram submetidas ao preparo biomecânico utilizando o Sistema ProTaper Universal™ até a lima F5. Os espécimes foram divididos em 5 grupos (n= 10) e submetidos a uma irrigação final com EDTA e diferentes técnicas de agitação: controle negativo, limas ProTaper Universal™, Ultrassom, CanalBrush™ e LASER. Após esse procedimento, os espécimes foram clivados e foram obtidas imagens a partir do microscópio eletrônico de varredura. As imagens foram analisadas e foi atribuído um escore a cada espécime. Os dados foram tabulados e submetidos à análise estatística através dos testes de Kruskal Wallis e de Mann-Whitney com nível de significância de 5%.

Resultados: o ultrassom apresentou remoção completa de *smear layer* em 56,6% dos espécimes e obteve diferença estatisticamente significativa em relação aos demais grupos ($p < 0,005$). O LASER obteve remoção completa de *smear layer* em 30% dos espécimes com resultado inferior ao do ultrassom. O Canalbrush™ e a lima ProTaper Universal™ não mostraram diferença estatisticamente significante entre si ($p = 0,321$); ambos os grupos não obtiveram nenhum espécime com remoção completa de *smear layer*. **Conclusões:** o uso do EDTA contribuiu para a remoção da *smear layer*. O ultrassom apresentou melhor desempenho, seguido do LASER. Porém, nenhuma técnica foi capaz de remover a *smear layer* totalmente.

Palavras-chave: endodontia, EDTA, hipoclorito de sódio, LASER, *smear layer*, Ultrassom.

LISTA DE TABELAS

Tabela1- Percentual de escores de cada grupo.....	48
Tabela 2- Teste de Kruskal Wallis.....	49
Tabela 3- Média dos escores por grupo. Comparação entre grupos.....	49

LISTA DE FIGURAS

Figura 1: CanalBrush™	27
Figura 2: Confeção dos sulcos longitudinais para posterior clivagem do espécime.....	43
Figura 3: Espécime após o preparo para a microscopia eletrônica de varredura	44
Figura 4: Demonstração da presença de <i>smear layer</i> . A: escore 1, B: escore 2, C: escore 3.....	46
Figura 5: Resultados obtidos após análise microscópica de cada grupo	50

LISTA DE SIGLAS E ABREVIATURAS

Å: angström

Ar: Argônio

CAPES: Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior

CEPLO: Centro de Ensino e Pesquisa de LASER em Odontologia

CHX: Clorexidina

CNPq: Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico

CRT: comprimento real de trabalho

EDTA: ácido etilenodiaminotetracético

Er,Cr:YSGG: *erbium, chromiumdopedyttriumscandiumgalliumgarnet* - Granada de Ítrio, Escândio e Gálio dopada com Érbio e Cromo

Er:YAG: *erbium-dopedyttriumaluminiumgarnet* – Granada de Ítrio, Alumínio dopada com Érbio

EUA: Estados Unidos da América

F1: *Finishing file 1* – lima de acabamento 1

F2: *Finishing file 2* – lima de acabamento 2

F3: *Finishing file 3* – lima de acabamento 3

F4: *Finishing file 4* – lima de acabamento 4

F5: *Finishing file 5* – lima de acabamento 5

g: grama

h: hora

H⁺: Hidrogênio

Hz: hertz

H₂O₂: Peróxido de Hidrogênio

kHz: quilo-hertz

LIKA: Laboratório de Imunopatologia Keizo Asami

LASER: *Light Amplification by Stimulated Emission of Radiation*- amplificação da luz por emissão estimulada de radiação

min: minuto

mL: mililitro

μL: microlitro

mm: milímetro

μm: micrômetro

NaCl: cloreto de sódio

NaOCl: hipoclorito de sódio

Nd:YAG: *neodymium-dopedyttriumaluminiumgarnet* – Granada deítrio, Alumíniodopada com Neodímio

NiTi: níquel-titânio

OH⁻: hidroxila

rpm: rotações por minuto

s: segundos

SPSS: *Statistical Package for the Social Sciences*- pacote estatístico para as ciências sociais

SX: *Shaping file X* – lima de modelagem X

S1: *Shaping file 1* – lima de modelagem 1

S2: *Shaping file 2* – lima de modelagem 2

TM: *trade mark*– marca comercial

W: Watts

%: porcentagem

°C: graus Celsius

SUMÁRIO

APRESENTAÇÃO	16
1. REVISÃO DA LITERATURA	18
1.1 Preparo Biomecânico do Sistema de Canais Radiculares	19
<i>1.1.1 Instrumentação Rotatória</i>	20
1.2 SmearLayer	21
1.3 Soluções Irrigadoras utilizadas durante o preparo biomecânico	23
<i>1.3.1 Hipoclorito de Sódio (NaOCl)</i>	23
<i>1.3.2 Quelantes</i>	24
1.4 Ultrassom na Endodontia	25
1.5 Canalbrush™	27
1.6 LASER na Endodontia	28
2. OBJETIVOS	31
2.1 Objetivo Geral	32
2.2 Objetivos Específicos	32
3. ARTIGO	33
Resumo	35
Abstract	36
Introdução	37
Metodologia	39
<i>Seleção da Amostra</i>	39
<i>Preparo dos Espécimes</i>	39
<i>Preparo Biomecânico dos Canais Radiculares</i>	40
<i>Irrigação Final</i>	41
<i>Preparação para Microscopia Eletrônica de Varredura</i>	43
<i>Análise Microscópica</i>	44
<i>Destino dos Elementos Dentários</i>	45

	15
<i>Análise Estatística</i>	47
Resultados	48
Discussão	51
Conclusões	58
Referências Bibliográficas	59
CONCLUSÕES	63
REFERÊNCIAS	65

APRESENTAÇÃO

O tratamento endodôntico, para ser bem sucedido, requer uma análise criteriosa que vai desde um correto diagnóstico até a preservação. Apesar dos avanços tecnológicos e científicos, na Endodontia existem muitos casos que resultam em fracasso, relacionados a fatores microbianos, morfológicos ou técnicos.

Dentre os fatores relacionados ao fracasso da terapêutica endodôntica, destaca-se o microbiano, visto que, uma excelente modelagem e um bom vedamento não garantem sucesso se os agentes biológicos responsáveis pela infecção não forem eliminados. Para equacionar esses fatores, o Endodontista lança mão de substâncias com poder bactericida, como as soluções irrigadoras e as medicações intracanaís. Porém, após a instrumentação dos canais radiculares, restos de tecido pulpar, raspas de dentina, restos de micro-organismos, dentre outras substâncias, formam o que chamamos de *smear layer*. Essa lama dentinária, como também é conhecida, oblitera a entrada dos túbulos dentinários, impedindo a passagem, e, conseqüentemente, a ação da solução irrigadora, bem como a penetração da medicação intracanal. Isso faz com que essas substâncias não exerçam suas funções dentro dos túbulos dentinários. Sendo assim, micro-organismos que estiverem presentes no interior desses túbulos poderão sobreviver à intervenção endodôntica e reinfectar o sistema de canais radiculares.

Portanto, a remoção de *smear layer* é de fundamental importância para o sucesso da terapia endodôntica e diversas técnicas têm sido descritas com o objetivo de aprimorar essa remoção.

Diante do exposto, a presente pesquisa versará sobre a eficiência do Canalbrush™, ultrassom e LASER Nd:YAG em alcançar esse objetivo. Responderá à dúvida de qual desses métodos apresenta o melhor resultado, contribuindo para a definição de um protocolo de utilização.

1. REVISÃO DA LITERATURA

1.1 PREPARO BIOMECÂNICO DO SISTEMA DE CANAIS RADICULARES

Um dos grandes objetivos do tratamento endodôntico é a limpeza, a modelagem e a desinfecção do sistema de canais radiculares. Tendo como preceito básico, um preparo cônico-afunilado no sentido cérvico- apical, preservando a anatomia original do canal radicular (SCHILDER, 1974).

O processo de sanificação do canal radicular não envolve apenas o canal principal. Na realidade, é imprescindível que este englobe os canais laterais, secundários, intercondutos, deltas apicais e toda a gama de ramificações. Estes locais são inacessíveis a ação mecânica dos instrumentos, por mais flexíveis que estes sejam (AGUIAR; CÂMARA, 2005; AGUIAR; CÂMARA; MORAES, 2006; CÂMARA; AGUIAR; FIGUEIREDO, 2007).

O preparo biomecânico é a parte crítica da terapia endodôntica, pois influencia no sucesso do tratamento propriamente dito (JAVAHERI; JAVAHERI, 2007), objetivando a remoção de dentina contaminada e restos teciduais, assim como a modelagem dos canais radiculares de forma que se permita sua posterior obturação (CÂMARA, AGUIAR, FIGUEIREDO, 2008).

A eliminação desses remanescentes pulparem vitais ou necrosados, micro-organismos e produtos bacterianos do interior do sistema de canais radiculares é essencial para o sucesso do tratamento endodôntico, pois como o canal radicular é um sistema irregular e complexo, com numerosos túbulos dentinários se abrindo na superfície do canal radicular, as bactérias remanescentes podem invadir os túbulos dentinários, neles se alojar e reinfestar o sistema de canais radiculares

(DE MOOR *et al.*, 2010). Essa remoção ocorre através da combinação entre a ação mecânica dos instrumentos endodônticos, ação química das soluções irrigadoras e o processo físico de irrigação-aspiração que, através da energia cinética do jato, da turbulência criada e do refluxo da solução irrigadora, arrasta para fora do sistema de canais radiculares os resíduos oriundos do preparo biomecânico (BARATTO-FILHO *et al.*, 2004).

1.1.1 Instrumentação Rotatória

Desde a padronização dos instrumentos endodônticos em 1962, sugerida por Ingle e Levine (1958), foram descritas novas técnicas e criados novos instrumentos de aço inoxidável. Posteriormente, surgiram os instrumentos fabricados em ligas de níquel-titânio (NiTi), que podem ser tanto utilizados nas técnicas manuais como acoplados a motores elétricos ou pneumáticos (AGUIAR; CÂMARA, 2005).

Os instrumentos rotatórios de NiTi são confeccionados em diversas conicidades que variam de 2% a 19%, partindo-se da ponta em direção ao cabo. Permitem uma conformação cônico-afunilada do canal radicular com grande rapidez e eficiência, minimizando o risco de acidentes, como formação de degraus, perfurações e desvios (AGUIAR; CÂMARA; MORAES, 2006).

O sistema rotatório ProTaper Universal™ é uma versão aprimorada do sistema rotatório ProTaper™. É constituído pelos instrumentos modeladores, de acabamento e de retratamento. Os primeiros são representados pelos instrumentos SX (*Shaping file X*), com diâmetro na extremidade de 0,19 mm e tem por objetivo o preparo da entrada do canal radicular; S1 (*Shaping file 1*) é um instrumento com diâmetro de ponta de 0,17 mm e é responsável pelo preparo dos

terços médio e apical do canal radicular; S2 (*Shaping file 2*) tem o diâmetro de 0,20mm e é destinado ao preparo do terço apical do canal radicular. Por sua vez, os instrumentos destinados ao refinamento do preparo (*Finishing files* F1, F2, F3, F4 e F5) são instrumentos que apresentam diâmetro de 0,20; 0,25; 0,30; 0,40 e 0,50 mm, respectivamente (CÂMARA *et al.*, 2009).

Sasaki *et al.* (2006) avaliaram a presença de debris remanescentes no terço apical de canais radiculares de dentes vitais e não vitais após preparo biomecânico com Sistema ProTaper Universal™, e concluíram que o estágio clínico do elemento dentário não interferiu na quantidade de debris remanescentes.

Souza, Bernardineli e Bramante (2006) compararam a eficácia da instrumentação rotatória (Race™, K3Endo™ e ProTaper™) quanto à presença de *smear layer* e concluíram que não houve diferença estatisticamente significativa entre eles no terço apical dos canais radiculares. Willianson *et al.* (2209) confirmaram que o Sistema ProTaper Universal™ é capaz de eliminar as sujidades presentes no canal radicular.

1.2 SMEAR LAYER

A *smear layer* foi primeiramente descrita por McComb e Smith (1975), sendo um resultado intrínseco na instrumentação dos canais radiculares. Também denominado de magma dentinário, lama endodôntica, barro dentinário e camada residual, é um filme superficial de detritos retidos sobre a dentina ou outras superfícies depois da instrumentação dos canais radiculares, consistindo em partículas de dentina, remanescentes de tecidos pulpar vital ou necrosado,

componentes bacterianos e resíduos de soluções usadas na irrigação (HÜLSMANN; HECKENDORFF; LENNON, 2003).

A técnica mais eficaz para remoção da *smear layer* antes da obturação do canal radicular não foi descrita na literatura até o presente momento. No entanto, a remoção de remanescentes pulpare vitais ou necrosados, micro-organismos e produtos bacterianos do interior do sistema de canais radiculares é essencial para o sucesso do tratamento endodôntico, pois as bactérias remanescentes podem invadir os túbulos dentinários e reinfetar o sistema de canais radiculares (DE MOOR *et al.*, 2010). A *smear layer* também interfere na penetração da solução irrigadora, da medicação intracanal e dos cimentos obturadores endodônticos (SALMAN *et al.*, 2010). Desta maneira, a permanência deste magma dentinário poderia aprisionar restos bacterianos e celulares que serviriam de meio de cultura a uma recontaminação. Além disso, sabe-se hoje que a *smear layer* absorve exsudatos e líquidos da região periapical para o interior do canal radicular (SOUZA; MACHADO; MASSARO, 2007).

Da mesma maneira, ao se conseguir uma superfície dentinária bastante limpa, conseguir-se-á uma boa adaptação do cimento obturador, objetivando o vedamento hermético dos condutos, tão importante para o sucesso da terapia endodôntica. Os dados apresentados indicam que a *smear layer* deve ser removida, pois a sua remoção proporciona uma maior desinfecção e uma melhor adaptação dos materiais obturadores às paredes dos canais radiculares. Os métodos atuais de remoção da *smear layer* incluem a utilização de soluções químicas, Ultrassom, CanalBrush[™] e LASER (VIOLICH; CHANDLER, 2010; MOOM *et al.*, 2012; CURTIS; SEDGLEY, 2012).

1.3 SOLUÇÕES IRRIGADORAS UTILIZADAS DURANTE O PREPARO BIOMECÂNICO

1.3.1 Hipoclorito de Sódio (NaOCl)

Os hipocloritos são conhecidos como compostos halogenados e a sua utilização foi iniciada no final do século XVIII, em 1792, quando foi produzido pela primeira vez por Percy, em Javel, cidade próxima à Paris e recebeu o nome de *Eau de Javel* ou água de Javel (ZEHNDER, 2006). Seu uso na Endodontia foi proposto por Walker em 1936 e sua utilização para o preparo biomecânico dos canais radiculares tornou-se difundida graças a Grossman em 1943.

A dissolução do tecido pulpar pelo NaOCl é fundamental, pois o campo operatório na Endodontia é composto por um sistema de canais radiculares onde boa parte desse sistema é inacessível aos instrumentos endodônticos. A dissolução do tecido acaba por ajudar na limpeza endodôntica pela transformação de substâncias insolúveis (tecido pulpar e restos necróticos) em substâncias solúveis como os sabões, cloraminas e sais de aminoácidos passíveis de serem aspirados (CÂMARA; ALBUQUERQUE; AGUIAR, 2010). Além de dissolver os tecidos orgânicos, o NaOCl também provoca erosão irreversível na superfície da dentina, e esses restos dentinários irão contribuir para a formação da *smear layer* (ZHANG *et al.*, 2010)

De todas as substâncias utilizadas para a irrigação do sistema de canais radiculares disponíveis, o NaOCl é a solução mais efetiva e a mais utilizada mundialmente, devido às suas propriedades, como a potente ação antimicrobiana, capacidade em dissolver material orgânico, ser lubrificante, apresentar baixa tensão superficial, baixo custo, bom tempo de meia vida e, em baixas

concentrações, não apresenta efeitos citotóxicos para os tecidos perirradiculares. Por tudo isso continua sendo a solução irrigadora de eleição em endodontia (ZEHNDER, 2006; CÂMARA; ALBUQUERQUE; AGUIAR, 2010).

O hipoclorito de sódio, independente da técnica de instrumentação utilizada, é capaz de eliminar os micro-organismos presentes nos túbulos dentinários (BERBER *et al.*, 2006). Porém, de acordo com Dotto *et al.* (2007), o hipoclorito quando associado a outras substâncias, como o EDTA, apresenta uma maior capacidade de limpeza dos canais radiculares, removendo maior quantidade de debris do que quando utilizado como única solução irrigadora.

1.3.2 Quelantes

Os quelantes são substâncias que fixam os íons metálicos dos complexos moleculares. Embora o NaOCl seja a solução irrigadora que mais se aproxima do ideal, não consegue dissolver partículas inorgânicas de dentina e prevenir a formação da *smear layer* durante a instrumentação dos canais radiculares (HÜLSMANN; HECKENDORFF; LENNON, 2003).

Nygaard- Ostby (1957) propôs o uso de um sal derivado de um ácido fraco e orgânico, etilenodiaminotetracético sal dissódico (EDTA), pois, pela sua ação quelante, permite formular uma solução auxiliar para a instrumentação dos canais radiculares atresiadados. Essa solução a 17% e 24% é biologicamente compatível aos tecidos da polpa e do periápice. O EDTA é comercializado nas formas líquida, gel e creme, podendo variar em suas concentrações (GAVINI; AMARAL; LEMOS, 2007).

Carvalho *et al.* (2008) demonstraram que o uso do EDTA associado a uma solução à base de NaOCl promove uma limpeza eficiente, expondo ainda mais os

túbulos dentinários, o que favorece a ação antimicrobiana das soluções irrigadoras e da medicação intracanal.

Dotto *et al.* (2007) compararam a eficácia do EDTA gel a 24% e do EDTA solução a 17% em remover a *smear layer*. Trinta caninos foram divididos em 3 grupos com 10 espécimes cada: grupo 1: os canais radiculares foram irrigados apenas com NaOCl a 1%; grupo 2: NaOCl a 1% + EDTA solução a 17% e grupo 3: NaOCl a 1 % + EDTA gel 24%. A presença da *smear layer* foi avaliada após o preparo biomecânico através da microscopia eletrônica de varredura. O NaOCl a 1% não foi capaz de remover a *smear layer*. O NaOCl a 1% + EDTA solução a 17% e NaOCl a 1 % + EDTA gel 24% foram mais efetivos na remoção e não houve diferença estatisticamente significativa entre eles.

1.4 ULTRASSOM NA ENDODONTIA

O emprego do ultrassom na Endodontia foi iniciado na década de 50 do século passado (MARTIN *et al.*, 1980; CUNNINGHAM; MARTIN, 1982; CUNNINGHAM; MARTIN; FORREST, 1982), onde era utilizado o *Cavitron*, aparelho originalmente projetado e desenvolvido para a realização de profilaxia periodontal. Este aparelho foi introduzido no mercado em 1957, pela Dentsply, nos Estados Unidos, e não fornecia irrigação contínua, ela era fornecida manualmente, não satisfazendo as necessidades de limpeza do canal radicular.

Desse modo, o uso do ultrassom em Endodontia passou a ser apenas um acessório, usado com muita restrição. Martin (1976) marca uma nova etapa no tratamento endodôntico com o ultrassom, realizando pesquisas sobre o assunto. Estes autores utilizavam esse aparelho com o auxílio de uma ponta de titânio de

cerca de 3 mm de diâmetro, onde esta funcionava como o irradiador ultrassônico. O aparelho funcionava de forma a transformar a energia elétrica em energia acústica no final da ponta vibratória.

A agitação ultrassônica (ondas que ultrapassam 20.000 Hz) de agentes químicos no interior do canal radicular aumenta a capacidade de limpeza da superfície radicular. Isto é explicado porque o líquido exposto à intensa vibração libera grande quantidade de pequenas bolhas que se movimentam no meio e geram um campo acústico. Pelo fenômeno de cavitação transiente, no qual pequenas bolhas são formadas e rapidamente rompidas pela vibração, ocorre a liberação de radicais livres de H^+ (Hidrogênio) e OH^- (Hidroxila), os quais provocam alterações estruturais das células microbianas e aumento da penetração dos irrigantes na dentina radicular (GAVINI; AMARAL; LEMOS, 2007).

Embora o interesse pelo ultrassom durante o preparo biomecânico tenha declinado sensivelmente nos últimos anos, um estudo clínico recente em canais mesiais de molares inferiores revelou que uma irrigação ultrassônica pós-preparo por 1 minuto com uma agulha ultrassônica e 15mL de NaOCl a 6% reduziu o número de culturas positivas de 73% para 20% (CARVER *et al.*, 2007).

Weller *et al.* (1980) foram os pioneiros na introdução do conceito de limpeza ultrassônica passiva. Esta técnica não objetiva remover dentina ou instrumentar as paredes do canal radicular, mas sim em potencializar a ação do irrigante na limpeza do canal radicular, através da ativação da solução irrigadora com uma energia ultrassônica. A irrigação ultrassônica passiva tem demonstrado resultados promissores na remoção de debris e *smear layer* (JIANG *et al.*, 2010; PARAGLIOLA *et al.*; 2010).

Jiang et al. (2010) observaram que o uso do ultrassom proporcionou uma melhor remoção de *smear layer* das irregularidades apicais, quando comparado a irrigação convencional apenas com seringa. Além disso, Curtis e Sedgley (2012) demonstraram que o uso do ultrassom para irrigação final do canal radicular obteve uma remoção efetiva de *smear layer*, independente de esta ativação ser realizada a 1 ou a 3 mm do forâmen apical.

1.5 CANALBRUSH™

O CanalBrush™ é um instrumento flexível composto de polipropileno (Figura 1). Ele é usado durante o tratamento do canal radicular para a remoção de *smear layer*. Devido à sua flexibilidade, é usado em áreas que não são alcançadas pelos instrumentos endodônticos convencionais (WEISE, 2007). Segundo o fabricante, seu uso em associação a uma solução irrigadora (por exemplo, NaOCl, NaCl, H₂O₂, álcool, CHX) aumenta consideravelmente o efeito de limpeza dessas soluções na superfície do canal radicular (COLTÈNE WHALEDENT GROUP, 2012).

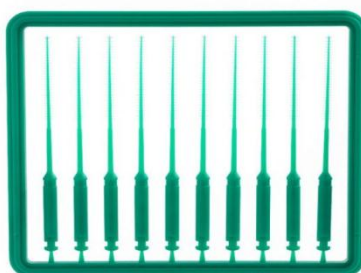


Figura 1- CanalBrush™

Salman et al. (2010), utilizando a microscopia eletrônica de varredura, também observaram que a utilização do CanalBrush™ melhorou a limpeza das

paredes dos canais radiculares, proporcionando a remoção de *smear layer*, principalmente no terço apical dos canais radiculares.

Garip *et al.* (2010) constataram que o uso do CanalBrush™ associado ao NaOCl 5,25% ou ao EDTA 15% proporciona uma melhor limpeza das paredes dos canais radiculares em comparação a irrigação manual.

Rodig *et al.* (2010) compararam a capacidade de limpeza do CanalBrush™ com outras técnicas, entre elas o ultrassom. Esses autores concluíram que esse produto foi tão eficiente quanto o ultrassom na remoção de *smear layer*.

Contudo, por ser um instrumento recentemente inserido na endodontia, poucos estudos avaliaram a sua eficiência em remover a *smear layer* até o presente momento.

1.6 LASER NA ENDODONTIA

LASER é uma abreviatura para a expressão inglesa Light Amplification by Stimulated Emission of Radiation (amplificação da luz por emissão estimulada de radiação) e seus princípios físicos foram inicialmente propostos por Einstein em 1916. A primeira aplicação do laser na odontologia clínica foi realizada em 1965, pelo médico Leon Goldman e a partir dos seus resultados, pesquisadores passaram a estudar a utilização desses aparelhos em procedimentos odontológicos (Brugnera; Pinheiro, 1998).

A atuação do LASER depende da composição de seu meio ativo, do comprimento de onda, da densidade de potência, da forma de emissão (contínua ou pulsátil), da duração do pulso, do feixe (focado ou não) e da utilização ou não de fibras de contato (PAIVA *et al.*, 2007).

Muitos tipos de LASER têm sido utilizados na Odontologia. Dentre algumas potenciais aplicações em endodontia, tem sido testado em relação à sua eficácia em eliminar micro-organismos dos canais radiculares, removendo a *smear layer* e restos teciduais na porção apical do canal radicular (VIOLICH; CHANDLER, 2010). Embora o uso do LASER em endodontia tenha se iniciado por volta de 1970 (WEICHMAN; JOHNSON; NITTA, 1972), o seu avanço aconteceu de forma lenta (DIVITO; PETERS; OLIVI, 2012). A principal queixa quanto ao seu uso era a geração de calor no interior dos canais radiculares e os possíveis danos (EBIHARA *et al.*, 2002; ISHIZAKI *et al.*, 2004). Porém, hoje, essa geração de calor não é suficiente para causar danos aos tecidos perirradiculares (DIVITO; PETERS; OLIVI, 2012).

Carvalho (2004) analisou a influência da irradiação do LASER Nd:YAG na permeabilidade apical após a utilização dos cimentos endodônticos AH Plus e Endo REZ e concluiu que a irradiação com o Nd:YAG permite a redução da permeabilidade apical, independentemente do cimento obturador, sendo significativamente menor com o uso do LASER de Nd:YAG. Ele também pode ser utilizado na redução da inflamação periapical, na secagem do canal radicular e na remoção de debris (WANG; ZHANG; YIN, 2007).

Takeda *et al.* (1998) verificaram que o uso do laser Er:YAG junto às paredes dos canais radiculares comparado a um grupo controle onde não se utilizou a irradiação apresentou-se eficaz, com as paredes dos canais irradiados sem detritos e com os túbulos dentinários totalmente desobstruídos, demonstrando, assim, que o uso desse aparelho foi eficaz na limpeza e remoção de *smear layer* em toda a extensão do canal radicular.

O LASER apresenta efeitos antimicrobianos em alta potência, o qual é dependente de cada tipo utilizado. Wang *et al.* (2007) observaram que tanto o LASER Er, Cr: YSGG quanto o Nd: YAG possuem efeito bactericida, que é mais evidente no Nd:YAG. Além disso, os tipos Er:YAG e Er, Cr: YSGG apresentam capacidade de remoção de debris semelhante à do ultrassom (DE MOOR *et al.*, 2010), e são mais eficientes em remover *smear layer* do que a irrigação tradicional com seringa (DIVITO; PETERS; OLIVI, 2012). Outro achado importante sobre o Er:YAG se refere à irregularidade da parede dentinária provocada pelo seu uso (THEODORO *et al.*, 2010).

A remoção de *smear layer* está associada ao aumento da permeabilidade dentinária, adesividade dos cimentos endodônticos, bem como limpeza e esterilização dos canais radiculares. O LASER Nd:YAG vem sendo testado e seu uso tem demonstrado uma boa capacidade de remoção de *smear layer* em dentes humanos extraídos, sendo mais eficiente do que a irrigação apenas com NaOCl (MOOGI; RAO, 2010; MOOM *et al.*, 2012), porém poucos estudos relatam seu uso para este fim.

OBJETIVOS

2. OBJETIVOS

2.1 OBJETIVO GERAL

Analisar, comparativamente, através da microscopia eletrônica de varredura, a capacidade de remoção de *smear layer* do terço apical dos canais distais de primeiros molares inferiores com a utilização do Ultrassom, CanalBrushTM e LASER Nd:YAG.

2.2 OBJETIVOS ESPECÍFICOS

2.2.1 Avaliar a remoção de *smear layer* no terço apical dos canais radiculares após o preparo biomecânico com o sistema ProTaper UniversalTM, utilizando como solução irrigadora o hipoclorito de sódio a 1% e irrigação final com EDTA líquido a 17%;

2.2.2 Analisar a remoção de *smear layer* no terço apical dos canais radiculares após o preparo biomecânico com o sistema ProTaper UniversalTM, utilizando como solução irrigadora o hipoclorito de sódio a 1% e irrigação final com EDTA líquido a 17%, seguido de agitação ultrassônica;

2.2.3 Analisar a remoção de *smear layer* no terço apical dos canais radiculares após o preparo biomecânico com o sistema ProTaper UniversalTM, utilizando como solução irrigadora o hipoclorito de sódio a 1% e irrigação final com EDTA líquido a 17%, seguido de agitação com o CanalBrushTM;

2.2.4 Avaliar a remoção de *smear layer* no terço apical dos canais radiculares após o preparo biomecânico com o sistema ProTaper UniversalTM, utilizando como solução irrigadora o hipoclorito de sódio a 1% e irrigação final com EDTA líquido a 17%, seguido de agitação como LASER Nd:YAG.

ARTIGO*

*Trabalho enviado ao periódico Dental Materials, cujas normas estão em Anexo.

Capacidade de remoção do *smear layer* dos canais radiculares com o uso do ultrassom, canalbrush™ e laser nd: yag através da microscopia eletrônica de varredura

Grasiele A. C. Lima¹, Carlos M. Aguiar², Andréa C. Câmara³, Luiz C. Alves⁴, Fábio A. B. Santos⁴

- 1- Aluna do Programa de Pós-graduação em Odontologia, nível Mestrado, da Universidade Federal de Pernambuco- Brasil.
- 2- Professor Associado do Departamento de Prótese e Cirurgia BucoFacial do Centro de Ciências da Saúde da Universidade Federal de Pernambuco- Brasil.
- 3- Professora de Endodontia da Universidade Estadual da Paraíba- Brasil.
- 4- Pesquisador do Departamento de Parasitologia do Centro de Pesquisas Aggeu Magalhães, FIOCRUZ

Capacidade de limpeza do Ultrassom, CanalBrush™ e LASER.

Rua Sebastião Alves, nº 74, apt 103, Parnamirim, Recife- PE, Brasil

Grasiele Assis da Costa Lima (gaga_lima@hotmail.com)

Telefone para contato: 55 81 32682694

RESUMO

Objetivo: comparar a eficiência do Ultrassom, CanalBrush™ e LASER, associado ao EDTA 17%, na remoção de *smear layer* no terço apical dos canais radiculares.

Metodologia: 50 raízes distais de primeiros molares inferiores humanos com processo de rizogênese concluído foram submetidas ao preparo biomecânico utilizando o Sistema ProTaper Universal™ até a lima F5. Os espécimes foram divididos em 5 grupos (n= 10) e submetidos a uma irrigação final com EDTA e diferentes técnicas de agitação: controle negativo, limas ProTaper Universal™, Ultrassom, CanalBrush™ e LASER. Após esse procedimento, os espécimes foram clivados e foram obtidas imagens a partir do microscópio eletrônico de varredura. As imagens foram analisadas e foi atribuído um escore a cada espécime. Os dados foram tabulados e submetidos à análise estatística através dos testes de Kruskal Wallis e de Mann-Whitney com nível de significância de 5%.

Resultados: o ultrassom apresentou remoção completa de *smear layer* em 56,6% dos espécimes e obteve diferença estatisticamente significativa em relação aos demais grupos ($p < 0,005$). O LASER obteve remoção completa de *smear layer* em 30% dos espécimes com resultado inferior ao do ultrassom. O Canalbrush™ e a lima ProTaper Universal™ não mostraram diferença estatisticamente significante entre si ($p = 0,321$); ambos os grupos não obtiveram nenhum espécime com remoção completa de *smear layer*. **Conclusões:** o uso do EDTA contribuiu para a remoção da *smear layer*. O ultrassom apresentou melhor desempenho, seguido do LASER. Porém, nenhuma técnica foi capaz de remover a *smear layer* totalmente.

Palavras-chave: endodontia, EDTA, hipoclorito de sódio, LASER, *smear layer*, Ultrassom.

ABSTRACT

Aim: The purpose of this study was to compare the effectiveness of Ultrasound, CanalBrush™ and LASER with that of 17% EDTA in the removal of *smear layer* in the apical third. **Methodology:** 50 distal roots of the first mandibular molars with concluded rooting process were accessed and instrumented with the ProTaper Universal System™ until F5 file. Specimens were assigned to 5 groups (n = 10) and submitted to the following irrigation agitation techniques: control, ProTaper Universal™ files, Ultrasonic, CanalBrush™ and LASER. Root canals were split longitudinally and subjected to scanning electron microscopy. A score system was used to evaluate the images. Data were tabulated and a statistical analysis was realized by using Kruskal Wallis and Mann-Whitney tests with a significance level of 5%. **Results:** the ultrasound technique showed 56.6% of the specimens with complete removal of the *smear layer*, and presented the most efficient technique ($p < 0,005$). LASER was less efficient than ultrasound and obtained a complete *smear layer* removal in 30% of the specimens. CanalBrush™ and ProTaper Universal™ groups having no significant statistical difference ($p = 0.321$); both groups no presented any specimen with complete *smear layer* removal. **Conclusions:** the use of the EDTA was effective for the *smear layer* removal. The ultrasound was more efficient in the *smear layer* removal than other groups, followed by LASER. But, any technique removed the *smear layer* completely. **Key-words:** endodontic, EDTA, sodium hypochlorite, LASER, *smear layer*, Ultrasound.

INTRODUÇÃO

O canal radicular é um sistema irregular e complexo, com numerosos túbulos dentinários se abrindo na sua superfície. Sendo assim, a remoção de remanescentes pulparem vitais ou necrosados, micro-organismos e produtos bacterianos é essencial para o sucesso do tratamento endodôntico, visto que as bactérias remanescentes podem invadir esses túbulos e reinfetar o sistema de canais radiculares [1].

O preparo químico-mecânico visa preparar os canais radiculares para a posterior obturação [2]. O objetivo é eliminar os micro-organismos do interior do sistema de canais radiculares e prevenir a reinfecção. Isto pode ser alcançado através da instrumentação, complementada com soluções irrigadoras e medicação intracanal para obter canais radiculares desinfetados antes da obturação [3].

Durante o preparo biomecânico, a ação dos instrumentos sobre as paredes do canal radicular produz uma camada residual de diminutas partículas e uma substância amorfa, formando um aglomerado pastoso, conhecido por *smear layer*, que tende a impregnar as paredes dentinárias, sedimentando-se na porção apical do canal radicular, mesmo quando ele é instrumentado, irrigado e aspirado copiosamente [4]. Segundo Paqué, Bossler e Zehnder [5], cerca de metade dos remanescentes criados durante a instrumentação não podem ser removidos. Além disso, a *smear layer* também interfere na penetração da solução irrigadora e na obturação dos condutos, pois ele é capaz de obstruir a entrada dos túbulos dentinários [6]. Além disso, a presença desse substrato poderá levar ao insucesso do tratamento endodôntico, pois os restos bacterianos e celulares serviriam de

meio de cultura para micro-organismos presentes nos túbulos dentinários, levando a uma possível recontaminação [7].

Os métodos atuais de remoção de *smear layer* incluem a utilização de soluções químicas, Ultrassom, CanalBrush™ e LASER [8,9,10]. Até o presente momento, nenhuma solução tem sido capaz de dissolver tanto a parte orgânica quanto a inorgânica da dentina. Embora o hipoclorito de sódio seja considerado a melhor solução irrigadora, não é capaz de dissolver partículas inorgânicas e prevenir a formação de *smear layer* durante a instrumentação. Agentes desmineralizantes como o ácido etilenodiaminotetracético (EDTA) são recomendados como coadjuvantes no tratamento endodôntico do sistema de canais radiculares [11].

Em vista do exposto, a presente pesquisa teve por objetivo, a análise comparativa da capacidade de remoção de *smear layer* do terço apical dos canais radiculares com a utilização do Ultrassom, CanalBrush™ e LASER através da microscopia eletrônica de varredura.

METODOLOGIA

A presente pesquisa foi realizada no laboratório do curso de Pós-graduação em Odontologia da Universidade Federal de Pernambuco. A etapa de microscopia eletrônica foi realizada no laboratório do LIKA, na Universidade Federal de Pernambuco.

Seleção dos espécimes

Os espécimes foram obtidos no Banco de Dentes do Departamento de Prótese e Cirurgia Buco-Facial da Universidade Federal de Pernambuco, após aprovação do Comitê de Ética em Pesquisa do Centro de Ciências da Saúde da Universidade Federal de Pernambuco, sob protocolo de número CAAE 01296412.0.0000.5208 (Anexo 1). Foram selecionados 50 primeiros molares inferiores humanos, com processo de rizogênese concluído e raiz distal apresentando único canal confirmado radiograficamente. Os elementos dentários foram armazenados, até o momento do uso, em recipientes de vidro contendo formol a 10% (Limed, Camaragibe, Brasil), em quantidade suficiente para submergir os dentes. No momento de sua utilização, os espécimes foram lavados em água corrente por 5 minutos e desinfetados por 3 minutos em solução manipulada à base de NaOCl a 1% (Roval, Pernambuco, Brasil) e deixados secar à temperatura ambiente.

Preparo dos espécimes

Os elementos dentários selecionados foram numerados de 1 a 50 e foi realizado um corte vertical da superfície oclusal até a furca, obtendo-se duas partes, uma contendo a raiz distal e outra contendo a raiz mesial. O corte foi realizado com o auxílio de um disco diamantado dupla face (KG Sorensen, São Paulo, Brasil). Em seguida as coroas das raízes distais foram seccionadas,

deixando um remanescente radicular de aproximadamente 15 mm, com o propósito de padronizar a amostra. Os remanescentes dentários foram devolvidos ao Banco de Dentes.

Para se realizar uma padronização da instrumentação em 1mm aquém do forâmen apical, uma lima tipo K 10# (Maillefer, Ballaigues, Suíça) foi introduzida no canal radicular até que a sua extremidade ultrapassasse 1mm do forâmen apical e, em seguida, recuou-se 2mm.

Posteriormente, as raízes distais foram imersas em solução salina estéril (NaCl 0,9%, Farmácia Roval, Recife, Brasil) no interior de tubos de ensaio individualizados (Medical, Pernambuco, Brasil) numerados de 1 a 50, onde permaneceram por período de 72h para hidratação.

Preparo Biomecânico dos canais radiculares

Os espécimes foram retirados dos tubos de ensaio e foram fixados a uma morsa (Indústria Marberg, Índia) presa a uma mesa de bancada. Com a finalidade de impedir que a solução irrigadora extravasasse através do ápice, os espécimes tiveram os seus ápices vedados com cera utilidade (Wilson, São Paulo, Brasil).

Os espécimes foram instrumentados com o Sistema ProTaper Universal™ utilizando um contra-ângulo de baixa rotação (Daby Atlante, São Paulo, Brasil) acoplado a um motor elétrico (Driller Endo-Pro, São Paulo, Brasil) a uma velocidade constante de 300rpm. Inicialmente, o instrumento SX foi introduzido no terço cervical, posteriormente a lima S1 foi utilizada 4mm aquém do CRT (comprimento real de trabalho), em seguida os instrumentos S1 e S2 foram introduzidos no CRT. Por último, foram utilizadas as limas F1, F2, F3, F4 e F5 no CRT, que foi padronizado em 14 mm. A instrumentação dos canais radiculares foi

realizada por um único operador e os instrumentos utilizados foram substituídos após 10 instrumentações.

Para a irrigação dos canais radiculares foi utilizada uma solução à base de NaOCl a 1% recém manipulada (Roval, Pernambuco, Brasil). A solução irrigadora foi acondicionada no sistema seringa FCF (FCF, São Paulo, Brasil) de 3mL acoplado a agulhas 30G descartáveis (Injecta, Diadema, Brasil), que foram introduzidas até o terço apical do canal radicular distando 3mm do forâmen. A irrigação foi realizada no início da instrumentação, entre as trocas dos instrumentos e ao final do preparo biomecânico, utilizando-se 3mL da solução em cada uma das etapas.

O processo de aspiração ocorreu simultaneamente à irrigação e foi empregada uma cânula de aspiração calibre 40:20 (Fava Metalúrgica, São Paulo, Brasil) adaptada à entrada do canal radicular.

Irrigação Final

Após o preparo biomecânico, os 50 espécimes foram sorteados aleatoriamente e divididos em 5 grupos experimentais com 10 espécimes cada, de acordo com o método de ativação da solução irrigadora utilizada para a remoção de *smear layer*:

GRUPO 1: controle negativo. Não foi realizada remoção final de *smear layer*, servindo este grupo como padrão para comparação.

GRUPO 2: Ativação com a lima ProTaper Universal™ F5. Com o auxílio do sistema seringa FCF acoplado à agulha 30G demarcada em 3mm aquém do forâmen apical, os canais radiculares foram irrigados com 1mL de EDTA líquido a 17% (Farmácia Dermatologe, Rio Grande do Sul, Brasil). A solução foi ativada com uma lima ProTaper Universal™ F5 (Maillefer, Ballaigues, Suíça) demarcada

no CRT, com movimentos de penetração e retirada durante 30 segundos. Em seguida, os canais foram irrigados com 1mL de solução de NaOCl a 1% por 60 segundos.

GRUPO 3: Ativação com a utilização do CanalBrush™. Os canais radiculares foram irrigados com 1mL de EDTA líquido a 17%. A solução foi ativada com o auxílio do CanalBrush™ (Coltène/ Whaledent Inc., Ohio, EUA) de tamanho médio acoplado a um contra-ângulo (Daby Atlante, São Paulo, Brasil) na velocidade de 600rpm, 3 mm aquém do comprimento real de trabalho durante 30 segundos. Em seguida, os canais foram irrigados com 1mL de solução de NaOCl a 1% por 60 segundos.

GRUPO 4: Ativação com a utilização do Ultrassom. Os canais radiculares foram irrigados com 1mL de EDTA líquido a 17%. Em seguida, a solução utilizada foi submetida à ativação por intermédio da vibração ultrassônica, de acordo com a metodologia proposta por Jiang *et al.*[12]. Para isto, foram utilizadas as pontas ultrassônicas TR20 (GNATUS, São Paulo, Brasil) durante 30 segundos na frequência de 30KHz e amplitude 30µm acionadas pelo aparelho GNATUS Jet Sonic (GNATUS, São Paulo, Brasil). A ponta do ultrassom foi utilizada 3mm aquém do forâmen apical. Em seguida, os canais foram irrigados com 1mL de solução de NaOCl a 1% por 60 segundos.

GRUPO 5: Ativação com a utilização do LASER Nd: YAG. Os canais radiculares foram irrigados com 1mL de EDTA líquido a 17%. O EDTA líquido foi ativado com o auxílio da irradiação do LASER Nd:YAG 1064nm (FOTONA, Espanha), seguindo a metodologia proposta por Moon *et al.* [9]. Foi utilizada uma ponta endodôntica de 320µm de diâmetro, demarcada 3mm aquém do CRT, com frequência de 10Hz a uma potência de 1,5 W. A ponta foi mantida estacionária

por 5 segundos, e após retirada esperou-se 10 segundos e repetiu-se a ativação por três vezes, totalizando 15 segundos de ativação. Em seguida, os canais foram irrigados com 1mL de solução de NaOCl a 1% durante 60 segundos.

Para cada grupo foi realizada uma irrigação final com 5mL de solução salina estéril (NaCl 0,9%) para eliminar resíduos das substâncias químicas utilizadas. Em seguida, os canais radiculares foram aspirados e a secagem complementada com pontas de papel absorvente F5 (Dentsply, Rio de Janeiro, Brasil) e os espécimes foram colocados em tubos de eppendorfs de 1,5 mL (HXT, China).

Preparação para Microscopia Eletrônica de Varredura

Foram confeccionados sulcos longitudinais nas faces vestibular e lingual das raízes com o auxílio de um disco diamantado dupla face (KG Sorensen, São Paulo, Brasil), tomando o cuidado de evitar tocar o canal radicular. Após isso, seguiu-se a clivagem do espécime (Figura 2), que foi conseguida com o uso de um cinzel bibizel (Golgran, São Paulo, Brasil). Desta forma, duas hemissecções foram obtidas de cada dente, e foi escolhida a hemissecção mais regular para análise no Microscópio Eletrônico de Varredura (*JEOL-5600 LV*, Tóquio, Japão).



Figura 2: Confeção dos sulcos longitudinais para posterior clivagem do espécime.

Análise microscópica

Os espécimes sofreram um processo de desidratação em estufa a 50° e foram posicionados em *stubs* (bases metálicas onde os espécimes são posicionados para metalização e posterior microscopia) com o auxílio do cianoacrilato de etila (Henkel Ltda, São Paulo, Brazil). Em cada *stub* foi adaptado um espécime, perfazendo um total de 50. Após este procedimento, os espécimes foram metalizados com uma liga de ouro-paládio a uma espessura de 150Å, sendo manipulados sempre com o auxílio de uma pinça para algodão (SS White, Rio de Janeiro, Brasil) de modo a evitar o toque com os dedos nas superfícies da amostra (Figura 3).



Figura 3: Espécime após o preparo para a Microscopia Eletrônica de Varredura.

Áreas representativas do início do terço apical foram fotografadas com um aumento de 2000X no microscópio eletrônico de varredura (*JEOL-5600 LV*, Tóquio, Japão). As eletromicrografias foram numeradas e entregues com um gabarito de escores a três observadores previamente calibrados, Professores de Endodontia

com experiência em pesquisa com microscopia eletrônica de varredura, para a avaliação no que se refere à presença ou ausência de *smear layer*, de acordo com a metodologia descrita por Torabinejad *et al.*[13]:

Escore1: Ausência de *smear layer*, túbulos dentinários abertos e livres de debris (Figura 4, A).

Escore2: Moderada presença de *smear layer*, contorno dos túbulos dentinários visíveis ou parcialmente obliterados com debris (Figura 4, B).

Escore 3: Presença de *smear layer* abundante, contorno dos túbulos dentinários imperceptíveis (Figura 4, C).

Cada eletromicrografia correspondia a um espécime, onde cada um recebeu um escore de cada avaliador, perfazendo um total de 30 escores por grupo, visto que cada grupo era composto por 10 espécimes. O avaliador desconhecia a que grupo pertencia a micrografia. Em caso de dúvida entre um escore e outro, os examinadores foram orientados a optar por um escore mais alto, que foi registrado em uma tabela apropriada (Anexo 2).

Destino dos Elementos Dentários

Após o término do experimento, os elementos dentários foram esterilizados em autoclave (Daby Atlante, São Paulo, Brasil) a 121°C durante 30min e devolvidos ao Banco de Dentes do Departamento de Prótese e Cirurgia Bucal da Universidade Federal de Pernambuco.

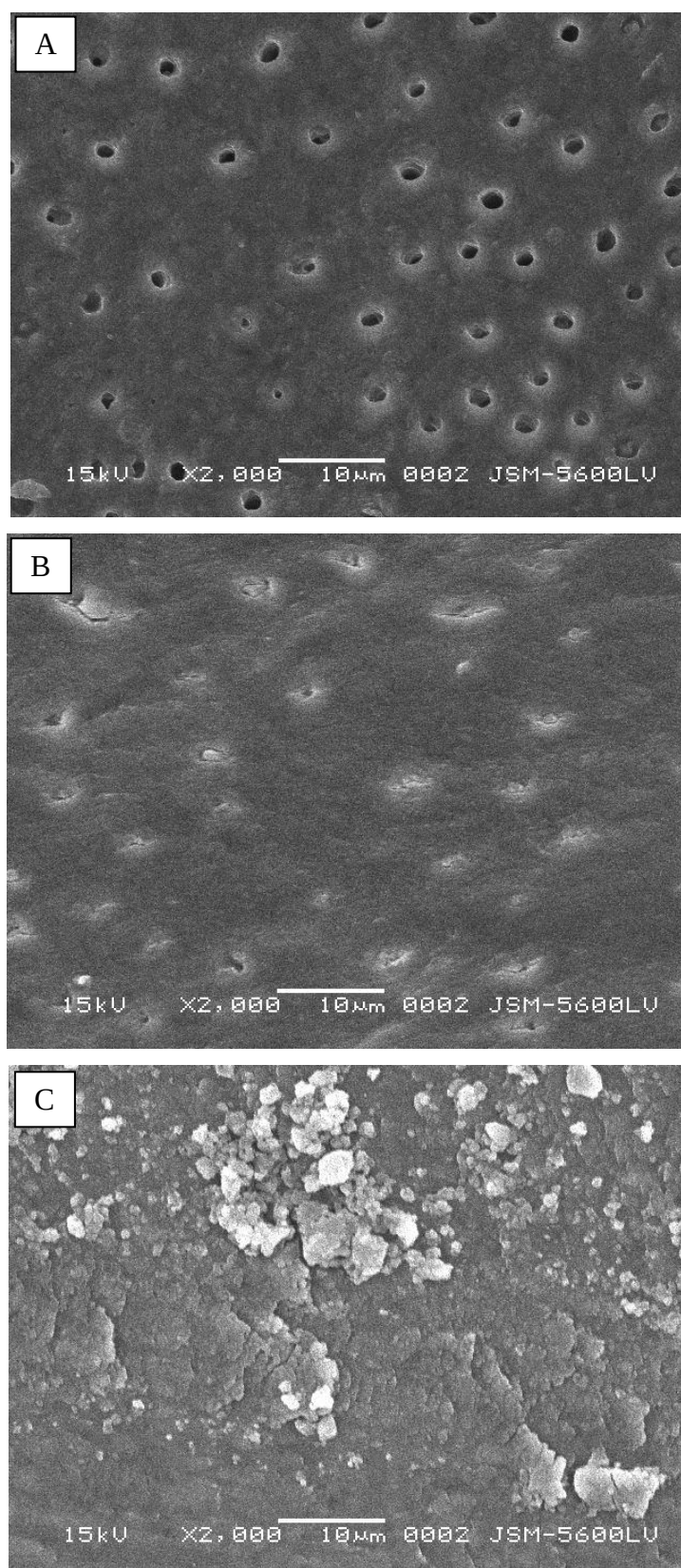


Figura 4: Demonstração da presença de *smear layer*. A: escore 1, túbulos dentinários abertos, com contornos visíveis e livres de debris B: escore 2, presença moderada de *smear layer*, com contorno dos túbulos dentinários visíveis C: escore 3, presença abundante de *smear layer*, onde não é possível a visualização dos túbulos dentinários.

Análise Estatística

Os dados obtidos foram tabulados e analisados estatisticamente. Foram digitados na planilha Excel 2007 e o *software* utilizado para a obtenção dos cálculos Estatísticos foi o SPSS (*Statistical Package for the Social Sciences*) na versão 13.0 para Windows.

A concordância entre os avaliadores foi verificada utilizando-se o Teste de Kappa. Foram realizados os testes de Kruskal Wallis e de Mann-Whitney, ambos com nível de significância de 5% ($p < 0,05$). Todos os testes foram aplicados com 95% de confiança.

RESULTADOS

O teste de Kappa obteve os resultados de 0,683 (entre os avaliadores 1 e 3); 0,721 (entre os avaliadores 2 e 3); e 0,824 (entre os avaliadores 1 e 2), sendo considerados de substancial a excelente, de acordo com Landis e Koch [14].

A Tabela 1 mostra as proporções de escores para cada grupo, analisados pelos 3 avaliadores, onde o ultrassom apresentou 56,6% de espécimes com escore 1, e nenhum espécime obteve escore 3, sendo a melhor técnica utilizada. O LASER obteve escore 1 em 30% dos espécimes e também não apresentou nenhum espécime com escore 3. Os grupos do CanalBrush™ e ProTaper Universal™ não apresentaram nenhum espécime com remoção completa de *smear layer*, além disso, apresentaram 23,4% e 13,4% dos espécimes com presença abundante de *smear layer*, respectivamente.

Tabela1- Percentual de escores de cada grupo.

Grupo (n=10)	Técnica de irrigação	Escore		
		1	2	3
1	Controle	0 (0%)	4 (13.4%)	26 (86.6%)
2	ProTaper Universal™	0 (0%)	26(86.6%)	4(13.4%)
3	Canalbrush	0 (0%)	23(76.6%)	7 (23.4%)
4	Ultrassom	17 (56.6%)	13 (44.4%)	0 (0%)
5	LASER	9 (30%)	21 (70%)	0 (0%)

O teste de Kruskal Wallis demonstrou que houve diferença estatisticamente significativa entre os grupos em geral, com $p < 0,001$ (Tabela 2), o que significa que as técnicas testadas apresentam diferente capacidade de remoção de *smear layer*.

Tabela 2- Teste de Kruskal Wallis.

GRUPO	N	MÉDIAS
1	30	123,73
2	30	78,27
3	30	84,47
4	30	37,98
5	30	53,05
TOTAL	150	

Já o resultado das comparações entre pares de grupos, obtido a partir do teste de Mann-Whitney, demonstrou que todas foram significativas, exceto quando comparados os grupos 2 e 3, onde $p=0,321$ (Tabela 3).

Todos os grupos apresentaram quantidade de *smear layer* significativamente menor que o grupo 1. Os grupos 2 e 3 apresentaram quantidade de *smear layer* semelhante entre si e maior que os grupos 4 e 5.

Tabela 3- Média dos escores por grupo. Comparação entre grupos.

Comparação de grupos	Média dos Grupos		Valor de p^*
	Média $\pm$ DP	Média $\pm$ DP	
Grupo 1 x Grupo 2	2,87 $\pm$ 0,35	2,13 $\pm$ 0,35	<0,001
Grupo 1 x Grupo 3	2,87 $\pm$ 0,35	2,23 $\pm$ 0,43	<0,001
Grupo 1 x Grupo 4	2,87 $\pm$ 0,35	1,43 $\pm$ 0,50	<0,001
Grupo 1 x Grupo 5	2,87 $\pm$ 0,35	1,70 $\pm$ 0,47	<0,001
Grupo 2 x Grupo 3	2,13 $\pm$ 0,35	2,23 $\pm$ 0,43	0,321**
Grupo 2 x Grupo 4	2,13 $\pm$ 0,35	1,43 $\pm$ 0,50	<0,001
Grupo 2 x Grupo 5	2,13 $\pm$ 0,35	1,70 $\pm$ 0,47	<0,001
Grupo 3 x Grupo 4	2,23 $\pm$ 0,43	1,43 $\pm$ 0,50	<0,001
Grupo 3 x Grupo 5	2,23 $\pm$ 0,43	1,70 $\pm$ 0,47	<0,001
Grupo 4 x Grupo 5	1,43 $\pm$ 0,50	1,70 $\pm$ 0,47	0,039

*teste de Mann-Whitney

**não apresentou diferença estatisticamente significativa.

A figura 5 mostra algumas imagens que refletem o resultado obtido, imagens estas que foram obtidas durante a análise microscópica de cada grupo estudado.

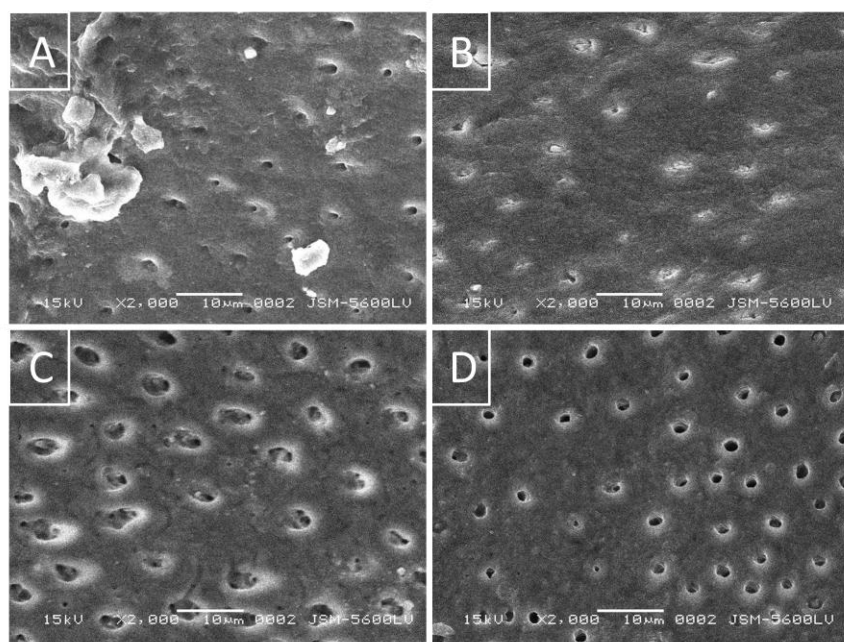


Figura 5- irrigação final realizada com o ProTaper Universal™, com presença de *smear layer* moderada, com contorno dos túbulos visíveis (A); irrigação final realizada com o Canalbrush™, com presença de *smear layer* moderada, com contorno dos túbulos visíveis (B); irrigação final realizada com o Ultrassom, com túbulos bem abertos e ausência de *smear layer* (C); irrigação final realizada com o LASER Nd: YAG, com túbulos bem abertos e ausência de *smear layer* (D).

DISCUSSÃO

A *smear layer* é formada por micro-organismos e restos necróticos, e funciona como substrato para proliferação de bactérias dentro do sistema de canais radiculares, sendo um resultado intrínseco da instrumentação endodôntica [15, 16]. Devido a este fato, é de suma importância que esta camada seja removida após o preparo biomecânico, permitindo a desobstrução dos túbulos dentinários, facilitando a ação da solução irrigadora, assim como da medicação intracanal [17]. Além disso, a presença de micro-organismos dentro desses túbulos, associado a restos teciduais que podem servir de substrato para seu crescimento, pode levar ao fracasso da terapia endodôntica [1].

Jiang *et al.* [18] demonstraram que a utilização de substâncias irrigadoras na remoção de *smear layer* proporciona uma melhor limpeza. A capacidade do EDTA em remover *smear layer* é confirmada por diversos estudos [6,19,20, 21,22], inclusive pelo presente estudo, no qual ficou claro que seu uso facilitou a remoção dos detritos, visto que, no grupo em que não houve irrigação final com EDTA, a *smear layer* não foi removida. Por outro lado, independente da técnica de agitação, os espécimes que foram tratados com EDTA apresentaram remoção de *smear layer* significativa.

No presente estudo, foi utilizada a solução de EDTA 17%, a qual garantiu uma remoção de *smear layer* eficiente do terço apical dos condutos, resultado este comprovado estatisticamente. A escolha desta solução foi baseada no estudo de Dotto *et al.*[19], no qual foram comparadas as soluções de NaOCl a 1%, e as soluções de EDTA 17% e 24%, (ambos associados ao NaOCl 1%). Nenhuma das soluções foi capaz de remover completamente a *smear layer*. Esses autores comprovaram que não há diferença entre utilizar a solução de

EDTA 17% ou o EDTA gel 24%, no que diz respeito à remoção de debris do canal radicular, o que direcionou a escolha da solução para o presente estudo, no qual foi utilizado o EDTA 17% para irrigação final dos condutos radiculares.

Salienta-se que a remoção de *smear layer* é mais efetiva no terço cervical do que no terço apical, visto que o acesso a este último é mais difícil de ser conseguido [23]. Devido a este fato, em nosso estudo, apenas o terço apical foi observado, pois é nesta porção do canal radicular onde está presente o maior número de micro-organismos responsáveis pela infecção dos condutos, principalmente bactérias do gênero *Actinomices* e da espécie *E. faecalis* [24].

De acordo com os resultados obtidos na presente pesquisa, a irrigação ultrassônica passiva foi a técnica de remoção de *smear layer* que apresentou melhor resultado, sendo estatisticamente significativa essa diferença em relação aos demais grupos, resultado este corroborado por outros estudos [10]. Os achados de Curtis e Sedgley [10] demonstraram que o ultrassom removeu mais debris em relação à irrigação manual, com o uso de seringa, o que está de acordo com os achados de Jiang *et al.* [12], que também comprovaram que a utilização do ultrassom é mais eficiente na remoção de *smear layer* em relação a seringa convencional, a ativação com lima manual e a ativação com cones de guta-percha. Esses estudos, assim como o presente estudo, utilizaram limas rotatórias durante o preparo biomecânico, apresentando dilatação do canal semelhante; talvez seja este um fator relevante na coincidência dos resultados.

Jiang *et al.* [18] também relataram um bom resultado da ativação ultrassônica, onde 40% dos espécimes obtiveram remoção completa de *smear layer* no grupo onde o ultrassom foi utilizado de maneira contínua. Na presente pesquisa, este fato pôde ser confirmado, porém a ativação ultrassônica contínua

obteve remoção completa de *smear layer* em 56,6% dos espécimes. Esta diferença pode ser explicada pelo tempo de ativação, que foi de 30 segundos na presente pesquisa e de apenas 10 segundos no trabalho acima citado.

Paqué, Bossler e Zehnder [5] também demonstraram que a remoção de *smear layer* foi mais eficiente com o uso do ultrassom associado ao EDTA 17%, o que condiz com os resultados obtidos no presente estudo, em que o grupo do ultrassom apresentou maior eficiência na remoção de debris em relação a todos os demais grupos. No estudo acima citado, o canal foi instrumentado até a lima ProTaper Universal™ F3, porém, mesmo com uma menor dilatação, o resultado foi semelhante ao da presente pesquisa. Talvez, esse resultado seja devido ao fato de o tempo de ativação total ter sido de 60 segundos, o que pode ter compensado a menor dilatação. Sendo assim, o tempo de ativação parece ser um fator importante, e, associado a uma maior dilatação do conduto, o aumento no tempo de agitação poderá, talvez, melhorar ainda mais a remoção da *smear layer*.

O Sistema ProTaper Universal™ é efetivo ao eliminar as sujidades do canal radicular [25], fato este que já havia sido comprovado por Souza, Bernardineli e Bramante [26]. Este fato não se confirmou em nosso estudo, visto que a remoção de debris somente foi conseguida quando o EDTA foi utilizado, pois, na verdade, a instrumentação com as limas ProTaper Universal™ levou à formação de *smear layer*, removendo apenas remanescentes superficiais. Este resultado é corroborado pelos achados de Wadhwani *et al.* [27], que obtiveram uma superfície dentinária livre de debris após instrumentação com o Sistema ProTaper Universal™, seguida de irrigação com EDTA.

O uso do CanalBrush™ como auxiliar na remoção de *smear layer* tem sua eficiência garantida pelo fabricante. Porém, a partir dos resultados do presente

estudo, essa capacidade passa a ser questionada, visto que esse produto obteve um desempenho duvidoso. A eficiência do CanalBrush™ na remoção de *smear layer* havia sido avaliada por Garip *et al.* [4] através da microscopia eletrônica de varredura. Estes autores observaram que sua utilização com NaOCl a 5,25% e EDTA a 15% proporcionou uma melhor limpeza das paredes dos canais radiculares quando comparado com a irrigação manual. A concentração do NaOCl utilizada por esses autores pode ter influenciado na limpeza dos canais, e consequentemente, nos resultados. Porém esta concentração não é recomendada, visto que possui um alto potencial tóxico irritante. Por isso, na presente pesquisa, a solução escolhida foi o NaOCl a 1%, que é capaz de eliminar micro-organismos do interior dos canais de forma efetiva [28,29].

No presente estudo, o ultrassom mostrou uma superioridade estatisticamente significativa em relação ao grupo do CanalBrush™. Rodig *et al.* [22] compararam a capacidade de remoção de *smear layer* entre o CanalBrush™ e o Ultrassom, e concluíram que não houve diferença estatisticamente significativa entre as duas técnicas. Essa divergência nos resultados talvez possa ser explicada pelo fato de que, no estudo dos autores acima citados, foram utilizadas raízes mesiovestibulares de molares inferiores humanos, as quais possuem curvaturas que impossibilitam o avanço da ponta ultrassônica, necessário para agitação da solução irrigadora no terço apical. Esta dificuldade não foi encontrada na presente pesquisa, visto que as raízes distais de molares inferiores utilizadas apresentavam canais retos.

De Moor *et al.* [1] avaliaram a eficácia dos LASER's Er:YAG e Er,Cr:YSGG (*Erbium, Chromium doped Yttrium Scandium Gallium Garnet*) comparados à irrigação ultrassônica passiva e concluíram que ambas as técnicas foram efetivas

na eliminação de *smear layer*. Este resultado está de acordo com os achados do presente estudo, onde tanto o ultrassom quanto o LASER Nd:YAG se mostraram efetivos na remoção de *smear layer*. Porém, existem poucos relatos na literatura sobre a utilização do LASER Nd:YAG na remoção de *smear layer*, sendo necessários mais estudos a respeito desse tipo de LASER, com o intuito de estabelecer um protocolo de utilização clínica.

Moon *et al.* [9] utilizaram o LASER Nd:YAG para remoção de *smear layer* com o objetivo de melhorar a penetração do cimento obturador. Os grupos consistiam em irrigação com NaOCl; irrigação com EDTA; NaOCl + LASER e EDTA + LASER. O grupo onde foi utilizado o LASER em associação com o EDTA foi o que apresentou melhor resultado. Isso demonstra que os túbulos ficaram mais abertos com esta técnica. De acordo com nossos resultados, esse fato pôde ser confirmado, visto que o grupo onde o LASER foi utilizado como meio de agitação do EDTA obteve um resultado satisfatório, sendo superado apenas pelo uso do ultrassom.

Violich e Chandler [8] perceberam que nenhuma técnica e nenhuma solução é capaz de remover completamente a *smear layer* das paredes dentinárias do canal radicular. Para eles, a maior dificuldade na utilização do LASER na remoção de *smear layer* é o acesso limitado das pontas ao interior dos mínimos espaços dos canais radiculares. No presente estudo, os canais foram dilatados até a lima ProTaper Universal™ F5, permitindo um melhor acesso da ponta do LASER ao terço apical, garantindo sua ação nesta região. Isso pode ter contribuído significativamente para o bom desempenho desta técnica. Além disso, a ponta do LASER foi utilizada a 3 mm aquém do comprimento de trabalho, sendo usada apenas para agitação do EDTA presente no interior do conduto, não sendo

necessária sua interação com as paredes dentinárias. Contudo, uma das limitações do presente estudo se refere à ação que o LASER pode ter exercido nas paredes dentinárias, visto que a luz pode ter atravessado a solução irrigadora e agido diretamente na dentina. Para comprovar tal fato, sugere-se testar esse mesmo procedimento usando como irrigante água destilada, pois assim seria possível dizer se a ação foi apenas do LASER ou se o EDTA exerceu algum efeito.

Howard *et al.* [30] observaram que nenhuma das técnicas testadas por eles (EndoVac, PiezoFlow, Max-i-Probe) foi capaz de remover totalmente a *smear layer* de dentro dos canais radiculares. Esse resultado está de acordo com os achados do presente estudo, onde nenhuma das técnicas conseguiu a remoção completa de *smear layer* em todos os espécimes. O grupo que chegou mais próximo ao ideal foi o do ultrassom, que conseguiu remover completamente os debris em mais da metade dos espécimes.

Ainda não há na literatura um protocolo específico definitivo para remoção total de *smear layer* após o preparo biomecânico, visto que nenhuma técnica proposta até hoje é capaz de removê-lo completamente. Este fato foi comprovado por Gu *et al.* [31], que compararam inúmeros trabalhos sobre o tema e observaram que a remoção total de *smear layer* ainda não foi conseguida com nenhuma das técnicas estudadas, fato esse reforçado pelos estudos de Paqué, Bossler e Zehnder [5]. Porém, assim como em nosso estudo, esses autores relataram bons resultados com a utilização da ativação ultrassônica passiva. Talvez a união de duas técnicas, uma seguida da outra, possa estabelecer melhores resultados para a remoção de *smear layer*. Porém, um procedimento

desse tipo poderá gerar desgastes imprevisíveis, sendo necessário a realização de estudos mais apurados sobre o tema.

Do ponto de vista clínico, os achados do presente estudo, assim como os estudos acima citados, reforçam a idéia de que a remoção completa de *smear layer* não pode ser realizada com as técnicas atuais. Contudo, deixa claro que o uso do EDTA após a instrumentação promove uma redução significativa dessa camada, desobliterando os túbulos dentinários, permitindo uma ação mais efetiva das substâncias antimicrobianas no interior desses túbulos. Este é o ponto chave que justifica este procedimento, visto que a presença de micro-organismos após obturação do sistema de canais radiculares é um fator que certamente contribuirá para o futuro fracasso da terapia endodôntica [1, 24].

CONCLUSÕES

De acordo com os resultados obtidos e a metodologia utilizada, pode-se concluir que:

- Nenhuma das técnicas comparadas foi capaz de remover, completamente, a *smear layer* em todos os espécimes;
- O uso do EDTA seguido de agitação contribuiu para melhorar a remoção de *smear layer*;
- A agitação da solução irrigadora com o ultrassom foi a mais eficiente, com diferença estatisticamente significativa quando comparado aos outros métodos de agitação.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- 1- De Moor RJG, Meire M, Goharkhay K, Moritz A, Vanobbergen J. Efficacy of ultrasonic *versus* LASER-activated irrigation to remove artificially placed dentin debris plugs. J Endod, 2010;36(9): 1580-1583.
- 2- Grossman LI. Irrigation of root canals. J Am D Assoc, 1943;30(2): 1915-1917.
- 3- Siqueira Júnior JF, Rôças IN. Clinical implications and microbiology of bacterial persistence after treatment procedures. J Endod, 2008; 34(11): 1291-1301.
- 4- Garip Y, Sazak H, Gunday M, Hatipo GLU. Evaluation of *smear layer* removal after use of a canal brush:an SEM study. Oral Surg Oral Med Oral Pathol Oral Radiol Endod, 2010; 110(2): 62-66.
- 5- Paqué F, Boessler C, Zehnder M. Accumulated hard tissue debris levels in mesial roots of mandibular molars after sequential irrigation steps. Int Endod J, 2011; 44: 148–153.
- 6- Prado M, Gusman H, Gomes BPFA, Simão 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): 255-258.
- 7- Souza ADS, Machado MEL, Massaro H. Substâncias químicas auxiliares utilizadas em endodontia-irrigação e aspiração. In: MACHADO, M. E. de L. Endodontia: da biologia à técnica. São Paulo: Ed. Santos, cap. 16, p. 253-267, 2007.
- 8- Violich DR, Chandler NP. The *smear layer* in endodontics – a review. Int Endod J, 2010; 43(1): 2-15.
- 9- Moon YM, Kim HC, Bae KS, Baek SH, Shon WJ, Lee W. Effect of LASER-activated Irrigation of 1320-Nanometer Nd:YAG Laser on Sealer Penetration in Curved Root Canals. J Endod, 2012; 38(4): 531-535.

- 10- Curtis TO, Sedgley CM. Comparison of a continuous ultrasonic irrigation device and conventional needle irrigation in the removal of root canal debris. J Endod, 2012; 38(9): 1261-1264.
- 11- Lui JN, Kuah HG, Chen NN. Effects of EDTA with and without surfactants or ultrasonics on removal of *smear layer*. J Endod, 2007; 33(4): 472–5.
- 12- Jiang LM, Lak B, Eijssvogels LM, Wesselink P, Van Der Sluis LWM. Comparison of the cleaning efficacy of different final irrigation techniques. J Endod, 2012; 38(6): 838- 841.
- 13- Torabinejad M, Khademi AA, Babagoli J, Cho Y, Johnson WB, Bozhilov K, Kim J, Shabahang S. A new solution for the removal of the *smear layer*. J Endod, 2003; 29(3): 170-175.
- 14- Landis JR, Koch GG. "The measurement of observer agreement for categorical data". Biometrics, 1977; 33(1): 159–174.
- 15- Dai L, Khechen K, Khan S, Gillen B, Loushine BA, Wimmer CE, Gutmann JL, Pashley D, Tay FR. 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- 84.
- 16- 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(2):810-830.
- 17- Salman MI, Baumann MA, Hellmich M, Roggendorf MJ, Termaat S. SEM evaluation of root canal debridement with Sonicare CanalBrush irrigation. Int Endod J, 2010; 43(5): 363-369.

- 18- Jiang LM, Verhaagen B, Versluis M, Zangrillo C, Cuckovic D, Van Der Sluis LWM. An evaluation of the effect of pulsed ultrasound on the cleaning efficacy of passive ultrasonic irrigation. *J Endod*, 2010; 36(11): 1887-1891.
- 19- Dotto SR, Travassos RMC, Oliveira EPM, Machado MEL, Martins JL. Evaluation of ethylenediaminetetraacetic acid (EDTA) solution and gel for smear layer removal. *Aus Endod J*, 2007; 33(2): 62-65.
- 20- Carvalho AS, Camargo CHR, Valera MC, Camargo SEA, Mancini MN. G. Smear layer removal by auxiliary chemical substances in biomechanical preparation: a scanning electron microscope study. *J Endod*, 2008; 34(11): 1396-1400.
- 21- Siu C, Baumgartner JC. Comparison of the debridement efficacy of the endovac irrigation system and conventional needle root canal irrigation in vivo .*J Endod*, 2010; 36(11): 1782- 1785.
- 22- Rödíg T, Döllmann 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): 1983-1987.
- 23- Tuncer AA, Tuncer S. Effect of different final irrigation solutions on dentinal tubule penetration depth and percentage of root canal sealer . *J Endod*, 2012; 38(6): 860- 863.
- 24- Baumgartner JC, Falkler WA. Bacteria in the apical 5 mm of infected root canals. *J Endod*, 1991; 17 (8): 380- 383.
- 25- Williamson AE, Marker KL, Drake DR, Dawson DV, Walton RE. Resin-based versus gutta-percha-based root canal obturation: influence on bacterial leakage in

an in vitro model system. Oral Surg Oral Med Oral Pathol Oral Radiol Endod, 2009; 108: 292–296.

26- Souza RE, Bernardineli N, Bramante CM. Avaliação dos métodos de instrumentação e de substâncias químicas nas paredes de canais radiculares-MEV. Rev Odont Cienc, 2006; 21(52): 125-131.

27- Wadhvani KK, Tikku AP, Chandra A, Shakya VK. A comparative evaluation of smear layer removal using two rotary instrument systems with ethylenediaminetetraacetic acid in different states: A SEM study. Indian J Dent Res, 2011; 22: 5-10.

28- Câmara A, Albuquerque MM, Aguiar CM, Correia ACB. *In Vitro* Antimicrobial Activity of 0.5%, 1%, and 2.5% sodium hypochlorite in Root Canals Instrumented with the ProTaper Universal™ System. Oral Surg Oral Med Oral Pathol Oral Radiol Endod, 2009;108(2): 55-61.

29- Câmara AC, Albuquerque M, Aguiar CM. Soluções irrigadoras utilizadas para o preparo biomecânico de canais radiculares. Pesq Bras Odonto Clin Int, 2010; 10(1): 127-133.

30- Howard RK, Kirkpatrick TC, Rutledge RE, Yaccino JM. Comparison of debris removal with three different irrigation techniques. JEndod, 2011; 37(9): 1301-1305.

31- Gu L, 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.

CONCLUSÕES

CONCLUSÕES

De acordo com os resultados obtidos através do presente estudo, é possível concluir que o uso do EDTA para a irrigação final dos condutos radiculares após instrumentação é um fator importante para melhorar a remoção de *smear layer*. Além disso, pode-se concluir que a melhor técnica entre as testadas é a do ultrassom.

REFERÊNCIAS

AGUIAR, C. M; CÂMARA, A. C. Avaliação radiográfica das alterações morfológicas dos canais radiculares instrumentados com o sistema rotatório Hero 642 e limas manuais de níquel-titânio. Revista da Faculdade de Odontologia. Universidade de Passo Fundo, v. 10, n. 1, p. 69-73, 2005.

AGUIAR, C. M; CÂMARA, A. C.; MORAES, A C. de. Avaliação radiográfica do desvio apical em canais instrumentados com o Sistema ProTaper. Revista da Associação Paulista de Cirurgiões-Dentistas, v. 60, n. 1, p. 67-71, 2006.

BARATTO-FILHO, F.; CARVALHO JÚNIOR, J. R. de; FARINIUK, L. F.; SOUSA-NETO, M. D.; PÉCORA, J. D.; CRUZ-FILHO, A. M. da. Morphometric analysis of the effectiveness of different concentrations of sodium hypochlorite associated with rotary instrumentation for root canal cleaning. Brazilian Dental Journal, v. 15, n. 1, p. 36-40, 2004.

BERBER, V. B.; GOMES, B. P. F. A., SENA; N. T., VIANNA, M. E.; FERRAZ, C. C. R.; ZAIA, A. A.; SOUZA-FILHO, F. J. Efficacy of various concentrations of NaOCl and instrumentation techniques in reducing *Enterococcus faecalis* within root canals and dentinal tubules. International Endodontic Journal, v. 39, p. 10–17, 2006.

BRUGNERA JR. A.; PINHEIRO, A. L. B. Lasers na Odontologia Moderna. São Paulo: Pancast, p.356, 1998.

CÂMARA, A. C.; AGUIAR, C. M.; FIGUEIREDO, J. A. P. de. Assessment of the deviation following biomechanical preparation of the coronal, middle and apical

thirds of root canals instrumented with three Hero Rotary Systems. Journal of Endodontics, v. 33, n. 12, p.1460-1463, 2007.

CÂMARA, A. C.; AGUIAR, C. M.; FIGUEIREDO, J. A. P. de. Evaluation of the root dentine cutting effectiveness of the HERO 642[®], HERO Apical[®] and HERO Shaper[®] Rotary Systems. Australian Endodontic Journal, v. 34, n. 3, p. 94-100, 2008.

CÂMARA, A. C.; ALBUQUERQUE, M. M. de; AGUIAR, C. M.; CORREIA, A. C. R. de B. *In vitro* antimicrobial activity of 0.5%, 1%, and 2.5% sodium hypochlorite in root canals Instrumented with the ProTaper Universal[™] System. Oral Surgery Oral Medicine Oral Pathology Oral Radiology and Endodontics, v.108, n. 2, p. e55-e61, 2009.

CÂMARA, A. C.; ALBUQUERQUE, M. M. de; AGUIAR, C. M. Soluções irrigadoras utilizadas para o preparo biomecânico de canais radiculares. Pesquisa Brasileira em Odontopediatria e Clínica Integrada, v.10, n. 1, p. 127-133, 2010.

CARVALHO, A. S.; CAMARGO, C. H. R.; VALERA, M. C.; CAMARGO, S. E. A.; MANCINI, M. N. G. Smear layer removal by auxiliary chemical substances in biomechanical preparation: a scanning electron microscope study. Journal of Endodontics, v. 34, n. 11, p. 1396-1400, 2008.

CARVALHO, C.F. Influência da irradiação ou não com diferentes tipos de lasers na permeabilidade marginal apical de dois cimentos endodônticos AH Plus e Endo REZ. São Paulo, 2004. Tese (Doutorado) Faculdade de Odontologia da Universidade de São Paulo.

CARVER, K.; NUSSTEIN, J.; READER, A.; BECK, M. *In vivo* antibacterial efficacy of ultrasound afterhand and Rotary instrumentation in human mandibular molars. Journal of Endodontics, v. 33, n. 12, p.1038-11043, 2007.

COLTÈNE WHALEDENT GROUP, 2012. Disponível em: <http://www.coltene.com/index_en.php?TPL=10034&x1200_node=19&x1200_article_id=296>Acessado em: 01/02/2012.

CUNNINGHAM, W. T.; MARTIN, H. A scanning electron microscope evaluation of root canal debridement with the endosonic ultrasonic synergistic system. Oral Surgery Oral Medicine and Oral Pathology, v. 53, n. 5, p. 527–31, 1982.

CUNNINGHAM, W. T.; MARTIN, H.; FORREST, W.R. Evaluation of root canal debridement by the endosonic ultrasonic synergistic system. Oral Surgery Oral Medicine and Oral Pathology, v. 53, n. 4, p. 401-404, 1982.

CURTIS, T.O.; SEDGLEY, C.M. Comparison of a continuous ultrasonic irrigation device and conventional needle irrigation in the removal of root canal debris. Journal of Endodontics, v.38, n. 9, p.1261-1264, 2012.

DE MOOR, R. J. G.; MEIRE, M.; GOHARKHAY, K.; MORITZ, A.; VANOBERGEN, J. Efficacy of ultrasonic *versus* LASER-activated irrigation to remove artificially placed dentin debris plugs. Journal of Endodontics, v. 36, n. 9, p. 1580-1583, 2010.

DIVITO, E.; PETERS, O. A.; OLIVI, G. Effectiveness of the erbium: YAG LASER and new design radial and stripped tips in removing the smear layer after root canal instrumentation. Lasers Medicine Science, v. 27, p. 273–280, 2012.

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

EBIHARA A, MAJARON B, LIAW LH, KRASIEVA TB, WILDER-SMITH P. Er:YAG laser modification of root canal dentine: influence of pulse duration, repetitive irradiation and water spray. Photomed Laser Surg. v. 17, p. 198–207, 2002.

GARIP, Y.; SAZAK, H.; GUNDAY, M.; HATIPOGLU. Evaluation of *smear layer* removal after use of a canal brush:an SEM study. Oral Surgery Oral Medicine Oral Pathology Oral Radiology and Endodontics, v. 110, n. 2, p. e62-e66, 2010.

GAVINI, G.; AMARAL, K. F.; LEMOS, E. de M. Soluções irrigantes-agentes desmineralizantes. In: MACHADO, M. E. de L. Endodontia: da biologia à técnica. São Paulo: Ed. Santos, 2007. cap. 18, p. 279-298.

GROSSMAN, L. I. Irrigation of root canals. Journal of the American Dental Association, v. 30, n. 12, p. 1915-1917, 1943.

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

INGLE, J.I.; LEVINE, M. The need for uniformity of endodontic instruments, equipment and filling materials. Transactions of the Second International Conference on Endodontics. Philadelphia, University of Pensylvania, 1958.

ISHIZAKI N. T., MATSUMOTO K., KIMURA Y., WANG X., KINOSHITA J., OKANO S. M., JAYAWARDENA J. A. Thermographical and morphological studies of Er,Cr:YSGG laser irradiation on root canal walls. Photomed Laser Surgery, v. 22, p. 291–297, 2004.

JAVAHERI, H. H.; JAVAHERI, G. H. A comparison of three Ni-Ti rotary instruments in apical transportation. Journal of Endodontics, v. 33, n. 3, p. 284-286, 2007.

JIANG, L. M.; VERHAAGEN, B.; VERSLUIS, M.; ZANGRILLO, C.; CUCKOVIC, D.; VAN DER SLUIS, L. W. M. An evaluation of the effect of pulsed ultrasound on the cleaning efficacy of passive ultrasonic irrigation. Journal of Endodontics, v. 36, n. 11, p. 1887-1891, 2010.

MARTIN, H. Ultrasonic disinfection of the root canal. Oral Surgery, v. 42, n. 1, p. 92- 99, 1976.

MARTIN, H.; CUNNINGHAM, W. T.; NORRIS, J. P.; COTTON, W. R. Ultrasonic *versus* hand filing of dentin: a quantitative study. Oral Surgery, Oral Medicine and Oral Pathology, v. 49, n. 1, p.79–81, 1980.

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

MOOGI, P. P.; RAO, R. N. Cleaning and shaping the root canal with an Nd: YAG laser beam: A comparative study. J Conservative Dentistry, v. 13, n. 2, p. 84–88, 2010.

MOON , Y. M.; KIM , H. C.; BAE , K. S.; BAEK , S. H.; SHON , W. J.; LEE , W. Effect of LASER-activated Irrigation of 1320-Nanometer Nd:YAG LASER on sealer penetration in curved root canals. Journal of Endodontics, v.38, n.4, p.531-535, 2012.

NYGAARD-OSTBY, B. Chelation in root canal therapy: ethylenediaminetetraacetic acid for cleansing and widening of root canals. Odontol Tidskr, v. 65, p. 3-11, 1957.

PAIVA, P. C. P.; NUNES, E.; SILVEIRA, F. F.; CÔRTEZ, M. I. de S. Aplicação clínica do LASER em endodontia. Revista da Faculdade de Odontologia, v. 12, n. 2, p. 84-88, 2007.

PARAGLIOLA, R.; FRANCO, V.; FABIANI, C.; MAZZONI, A.; NATO, F.; TAY, F. R.; BRESHI, L.; GRANDINI, S. Final rinse optimization: influence of different agitation protocols. Journal of Endodontics, v. 36, n. 2, p. 282-285, 2010.

RÖDIG, T.; DÖLLMANN, 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. Journal of Endodontics, v.36, n.12, p. 1983-1987, 2010.

SALMAN, M. I.; BAUMANN, M. A.; HELLMICH, M.; ROGGENDORF, M. J.; TERMAAT, S. SEM evaluation of root canal debridement with Sonicare CanalBrush irrigation. International Endodontic Journal, v.43, n. 5, p. 363-369, 2010.

SASAKI, E. W. Ex vivo analysis of debris remaining in flattened root canals of vital and nonvital teeth after biomechanical preparation with Ni-Ti rotary instruments. Brazilian Dental Journal, v. 17, n. 3, p. 233-236, 2006.

SCHILDER, H. Cleaning and shaping the root canal. Dental Clinics of North America, v. 18, n. 2, p. 269-296, 1974.

SOUZA, A. D. S.; MACHADO, M. E. de L.; MASSARO, H. Substâncias químicas auxiliares utilizadas em endodontia-irrigação e aspiração. In: MACHADO, M. E. de L. Endodontia: da biologia à técnica. São Paulo: Ed. Santos, cap. 16, p. 253-267, 2007.

SOUZA, R. E.; BERNARDINELI, N.; BRAMANTE, C. M. Avaliação dos métodos de instrumentação e de substâncias químicas nas paredes de canais radiculares-MEV. Revista Odonto Ciência, v. 21, n. 52, p. 125-131, 2006.

TAKEDA, F. H.; HARASHIMA, T.; ETO, J. N.; KIMURA, Y.; MATSUMOTO, K. Effect of Er:YAG LASER treatment on the root canal walls of human teeth: an SEM study. Endodontic Dental Traumatology, v.14, n.6, p.270-273, 1998.

THEODORO, L. H.; ZECELL, D. M.; GARCIA, V. G.; HAYPEK, P.; NAGATA, M. J. H.; ALMEIDA, J. M.; EDUARDO, C. P. Comparative analysis of root surface smear layer removal by different etching modalities or erbium: yttrium–aluminum–garnet LASER irradiation. A scanning electron microscopy study. Lasers Medicine Science, v. 25, p.485–491, 2010.

VIOLICH, D. R.; CHANDLER, N. P. The *smear layer* in endodontics – a review. International Endodontic Journal, v.43, n. 1, p. 2-15, 2010.

WALKER, R. E. "A definite and dependable therapy for pulpless teeth". Journal of American Dental Association, v.23, n.2, p.1418-1425, 1936.

WANG, Q. Q; ZHANG, C. F.; YIN, X. Z. Evaluation of the bactericidal effect of Er,Cr:YSGG and Nd:YAG LASER's in experimentally infected root canals. Journal of Endodontics, v. 35, p. 830-32, 2007.

WEICHMAN J. A., JOHNSON F. M. Laser use in endodontics. A preliminary investigation. Oral Surgery, Oral Medicine and Oral Pathology, v. 31, p.416–420, 1971.

WEICHMAN J. A., JOHNSON F. M., NITTA L. K. Laser use in endodontics. II. Oral Surgery, Oral Medicine and Oral Pathology, v. 34, p. 828–830, 1972.

WELLER R. N.; BRADY, J. M.; BERNIER, W. F. Efficacy of ultrasonic cleaning. Journal of Endodontics, v. 6, p. 740-743, 1980.

WEISE, M. Four methods for cleaning simulated lateral extensions of curved root canals –a SEM evaluation. International Endodontic Journal, v. 40, n. 12, p. 979-1007, 2007.

WILLIAMSON, A. E.; MARKER, K.L.; DRAKE, D. R.; DAWSON, D. V.; WALTON, R. E. Resin-based versus gutta-percha-based root canal obturation: influence on bacterial leakage in an in vitro model system. Oral Surgery, Oral Medicine, Oral Pathology, Oral Radiology and Endodontics, v.108, p. 292–296, 2009.

ZHANG, K.; TAY, F. R.; KIM, Y.K.; MITCHELL, J. K., KIM, J. R.; CARRILHO, M.; PASHLEY, D. H.; LING, J. The effect of initial irrigation with two different sodium

hypochlorite concentrations on the erosion of instrumented radicular dentin. Dental Materials, v. 26, p. 514–523, 2010.

ZEHNDER, M. Root canal irrigants. Journal of Endodontics, v. 32, n. 5, p. 389-398, 2006.