

UNIVERSIDADE FEDERAL DO RIO DE JANEIRO
Centro de Ciências da Saúde
Faculdade de Odontologia

GIOVANI ANTONIO ORTIGARA

**AVALIAÇÃO POR MICROTOMOGRAFIA COMPUTADORIZADA DA REMOÇÃO
DE *SMEAR LAYER* E DEBRIS EM MOLARES INFERIORES APÓS UTILIZAÇÃO
DE DIFERENTES AGENTES DESMINERALIZANTES**

RIO DE JANEIRO

2016

Giovani Antonio Ortigara

AVALIAÇÃO POR MICROTOMOGRAFIA COMPUTADORIZADA DA REMOÇÃO DE
SMEAR LAYER E DEBRIS EM MOLARES INFERIORES APÓS UTILIZAÇÃO DE
DIFERENTES AGENTES DESMINERALIZANTES

Dissertação de Mestrado apresentada ao
Programa de Mestrado Profissional em
Clínica Odontológica, Faculdade de
Odontologia, Universidade Federal do Rio
de Janeiro, como requisito parcial à
obtenção do título de Mestre em Clínica
Odontológica.

Orientadoras:

Heloísa Carla Dell Santo Gusman
Maíra do Prado

RIO DE JANEIRO

2016

Ortigara, Giovani Antonio

Avaliação por microtomografia computadorizada da remoção de *smear layer* e debris em molares inferiores após utilização de diferentes agentes desmineralizantes / Giovani Antonio Ortigara. - Rio de Janeiro: UFRJ / Faculdade de Odontologia, 2016.

63 f. : il. ; 31 cm.

Orientadores: Heloísa Carla Dell Santo Gusman e Maíra do Prado.

Dissertação (mestrado) – UFRJ, Faculdade de Odontologia, Programa de Pós-graduação em Odontologia, Clínica Odontológica, 2016.

Referências bibliográficas: f. 51-61.

1. Dente Molar. 2. Camada de Esfregaço - química. 3. Ácido Edético – uso terapêutico. 4. Ácidos Fosfóricos – uso terapêutico. 5. Irrigantes do Canal Radicular – uso terapêutico. 6. Microtomografia por Raio X. 7. Clínica Odontológica - Tese. I. Gusman, Heloísa Carla Dell Santo. II. Prado, Maíra de. III. Universidade Federal do Rio de Janeiro, Faculdade de Odontologia, Programa de Pós-graduação em Odontologia, Clínica Odontológica. IV. Título.

Giovani Antonio Ortigara

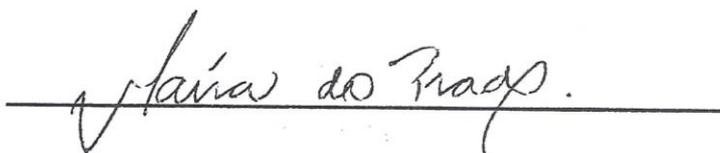
AVALIAÇÃO POR MICROTOMOGRAFIA COMPUTADORIZADA DA REMOÇÃO DE
SMEAR LAYER E DEBRIS EM MOLARES INFERIORES APÓS UTILIZAÇÃO DE
DIFERENTES AGENTES DESMINERALIZANTES

Dissertação de Mestrado apresentada ao
Programa de Mestrado Profissional em
Clínica Odontológica, Faculdade de
Odontologia, Universidade Federal do Rio
de Janeiro, como requisito parcial à
obtenção do título de Mestre em Clínica
Odontológica.

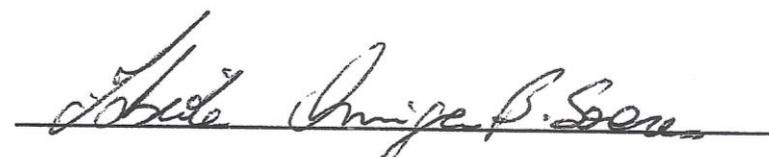
Aprovada em: 24 de fevereiro de 2016.



Patrícia Risso



Maira do Prado



Fabíola Ormiga Barbosa Soares

Aos meus pais, por me criarem com carinho, saúde e força necessária para seguir em frente.

Ao Prof. Dr. Paulo Evaristo Lopes dos Santos por sempre me apoiar e acreditar em meu potencial.

Dedico esse trabalho.

AGRADECIMENTOS

A minha orientadora Prof.^a Dr.^a Heloísa Gusman, agradeço pela paciência, disponibilidade, atenção e aos ensinamentos transmitidos ao longo desses dois anos.

A minha co-orientadora Prof.^a Dr.^a Maíra do Prado, agradeço pelo auxílio e ensinamentos transmitidos. Agradeço em especial pela ajuda fornecida durante execução do projeto na COPPE-UFRJ.

A todos os professores do curso de Mestrado Profissional em Clínica Odontológica, em especial aos professores do Departamento de Endodontia, que sempre me deram o apoio e suporte necessário para meu desenvolvimento como profissional: Prof.^a Dr.^a Fabiola Ormiga Barbosa Soares, Prof.^a Dr.^a Patrícia de Andrade Risso, fica aqui o meu agradecimento.

Ao Prof. Bernardo Camargo pelo auxílio na obtenção e análise das imagens microtomográficas.

Aos funcionários e professores do LIN/COPPE-UFRJ, pela colaboração na obtenção das microtomografias, cedendo os equipamentos para coleta das imagens.

A todos os funcionários da Faculdade de Odontologia da UFRJ, em especial aos funcionários da Endodontia, sem os quais não seria possível o desenvolvimento do curso.

Aos meus amigos e colegas de turma de Mestrado que me acompanharam durante esta trajetória.

E a todos aqueles que direta ou indiretamente contribuíram para a realização deste trabalho.

Agir, eis a inteligência verdadeira. Serei o que quiser. Mas tenho que querer o que for. O êxito está em ter êxito, e não em ter condições de êxito. Condições de palácio tem qualquer terra larga, mas onde estará o palácio se não o fizerem ali?

Fernando Pessoa

RESUMO

Introdução: O objetivo do estudo foi avaliar, por microtomografia computadorizada, a eficiência da solução de ácido fosfórico 37% e do EDTA 17% na remoção de *smear layer* e debris de tecidos mineralizados acumulados (DTMA) após o preparo químico-mecânico. **Métodos:** Vinte e seis raízes mesiais de molares inferiores foram microtomografadas em três momentos distintos: exame inicial, após preparo-químico mecânico e após remoção de *smear layer* pelo emprego do microtomógrafo Skyscan 1173 utilizando resolução de 14,97 μm . Os canais foram preparados utilizando limas Reciproc R40, NaOCl 6% e o Sistema EndoVac® para irrigação/aspiração. Após preparo, os espécimes foram divididos aleatoriamente em dois grupos, de acordo com a solução desmineralizante utilizada: solução de ácido fosfórico 37% ou EDTA 17%. O software CTan foi utilizado para análise volumétrica e o software Seg3D para reconstruções tridimensionais. Os dados foram analisados através do teste Mann-Whitney utilizando $\alpha=0.05$ como nível de significância estatística. **Resultados:** A diferença entre os volumes após remoção de *smear layer* e após o preparo químico-mecânico demonstrou que o ácido fosfórico 37% foi significativamente mais eficiente na remoção de *smear layer* e DTMA que o EDTA 17% ($p<0,05$). **Conclusões:** Demonstrou-se que ambos, ácido fosfórico 37% e EDTA 17%, são agentes eficazes na remoção de *smear layer* e debris, porém melhores resultados foram obtidos com o uso do ácido fosfórico 37%.

Palavras-chave: *Smear layer*, ácido fosfórico 37%, EDTA 17%, EndoVac®, microtomografia computadorizada.

ABSTRACT

Introduction: The aim of this study was to evaluate, by micro-computed tomography, the efficiency of 37% phosphoric acid solution with that of 17% EDTA in the removal of smear layer and accumulated hard tissue debris (AHTD) after canal preparation. **Methods:** Twenty-six mesial roots of mandibular molars were subjected to three microtomographic scanings: initial scanning, after instrumentation and after smear layer removal using the SkyScan 1173 X-ray microtomograph at a resolution of 14,97 μm . The canals were prepared using R40 Reciproc instruments, 6% NaOCl and EndoVac System® to irrigation/aspiration. After instrumentation, the specimens were randomly divided into two groups according to the demineralizing solution used: 37% phosphoric acid solution or 17% EDTA. CTAn software was used for volumetric analysis and Seg3D software was used for 3D model reconstructions. Data were analyzed using Mann-Whitney test using $\alpha=0.05$ as level of statistical significance. **Results:** The difference between the volumes after removal of smear layer and after chemical-mechanical preparation demonstrated that 37% phosphoric acid was significantly more effective in removing smear layer and AHTD than EDTA 17% ($p < 0.05$). **Conclusions:** It was shown that both 37% phosphoric acid and 17% EDTA are effective agents in the removal of smear layer and debris, but better results were obtained with the use of 37% phosphoric acid.

Key Words: Smear layer, 37% phosphoric acid, 17% EDTA, EndoVac®, micro-computed tomography.

LISTA DE FIGURAS

MATERIAIS E MÉTODOS

Figura 1. Amostra posicionada em sua base de resina.....27

Figura 2. Aparelho de microtomografia computadorizada Skyscan 1173.....27

Figura 3. Sistema Endovac® (SybronEndo, Orange, CA, EUA) de irrigação/aspiração (A). Macroânula (B). Microânula (C). Ponta principal (D).....29

ARTIGO

Figura 1. Cortes transversais representativos da anatomia inicial; canal preparado com debris acumulados; e canal preparado, debris remanescentes e debris removidos nos grupos Ácido fosfórico 37% (A, B e C) e EDTA 17% (D, E e F). (A e D) Anatomia inicial; (B e E) Canais radiculares instrumentados. Regiões detectadas como vazios (vermelho) e debris acumulados (azul) pela μ CT; (C e F) Canais radiculares após procedimento de remoção de smear layer. Regiões detectadas como vazios na imagem pós-instrumentação (vermelho), debris remanescentes (azul) e debris removidos (marrom) após procedimento de remoção de smear layer.....48

Figura 2. Reconstruções 3D representativas da anatomia inicial; canal preparado com debris acumulados; e canal preparado, debris remanescentes e debris removidos nos grupos Ácido fosfórico 37% (A, B e C) e EDTA 17% (D, E e F). (A e D) Anatomia inicial; (B e E) Canais radiculares instrumentados. Regiões detectadas como vazios (vermelho) e debris acumulados (azul) pela μ CT; (C e F) Canais radiculares após procedimento de remoção de smear layer. Regiões detectadas como vazios na imagem pós-instrumentação (vermelho), debris remanescentes (azul) e debris removidos (marrom) após procedimento de remoção de smear layer.....49

LISTA DE TABELAS

Tabela 1. Volume inicial do canal radicular e diferenças de volume nas análises realizadas (média \pm desvio padrão)	50
---	----

LISTA DE SÍMBOLOS, SIGLAS E ABREVIATURAS

%	Por cento
°	Grau(s)
°C	Grau(s) Celsius
CEP	Comitê de Ética em Pesquisa
DTMA	Debris de tecidos mineralizados acumulados
EDTA	Ácido etilenodiamino tetra-acético
G	Gauge
g/m ³	Grama(s) por metro cúbico
HUCFF/UFRJ	Hospital Universitário Clementino Fraga Filho/ Universidade Federal do Rio de Janeiro
ISO	International Organization for Standardization
IUNI	PiezoFlow® usado no modo de injeção de irrigante
IUNA	PiezoFlow® usado no modo de aspiração do irrigante
kV	Kilovolt(s)
<i>Laser Er:YAG</i>	<i>Laser de Erbium: Yttrium Aluminiun Garnet</i>
<i>Laser Nd:YAG</i>	<i>Laser Neodimiun: Yttrium Aluminiun Garnet</i>
MEV	Microscopia eletrônica de varredura
µA	Microampère(s)
µL	Microlitro(s)
µm	Micrometro(s)
µCT	Microtomografia computadorizada
MDC	Molhabilidade dinâmica do cimento
min	Minuto(s)
mL	Mililitro(s)
mm	Milímetro(s)
mm ³	Milímetros cúbicos
NaOCl	Hipoclorito de Sódio
NiTi	Níquel-Titânio
nº	Número(s)
PUI	Irrigação ultrassônica passiva
rpm	Rotação(ões) por minuto
SAF	Self-Adjusting File

SCR	Sistema de canais radiculares
TF	Twisted File
x	Vezes

SUMÁRIO

1. REVISÃO DE LITERATURA	1
1.1. Anatomia de molares inferiores analisada por microtomografia computadorizada	1
1.2. Instrumentação do sistema de canais radiculares e formação de debris pela lima Reciproc	5
1.3. Eficácia da irrigação endodôntica realizada com o sistema EndoVac®	9
1.4. EDTA e ácido fosfórico como agentes de remoção de debris e <i>smear layer</i> do sistema de canais radiculares	21
2. OBJETIVO	25
3. MATERIAIS E MÉTODOS	26
3.1. Seleção e preparo inicial da amostra	26
3.2. Aquisição das imagens microtomográficas iniciais	26
3.3. Preparo químico-mecânico dos canais radiculares e segunda e terceira aquisições das imagens microtomográficas	28
3.4. Avaliação das imagens microtomográficas	30
3.5. Análise dos dados	31
4. ARTIGO	32
4.1 Introdução	34
4.2 Materiais e métodos	35
<i>4.2.1. Seleção e preparo inicial da amostra</i>	35
<i>4.2.2. Aquisição das imagens microtomográficas iniciais</i>	36
<i>4.2.3. Preparo químico-mecânico dos canais radiculares e aquisições das imagens microtomográficas</i>	36
<i>4.2.4. Avaliação das imagens microtomográficas</i>	38
<i>4.2.5. Análise dos dados</i>	38
4.3. Resultados	39
4.4. Discussão	40
4.5. Referências bibliográficas	44
5. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS	51
ANEXO A – PARECER SUBSTANCIADO DO CEP	62

1. REVISÃO DE LITERATURA

O intento principal da terapia endodôntica consiste em tratar ou prevenir a infecção no sistema de canais radiculares (SCR), permitindo, com isto, a manutenção do elemento dentário na cavidade bucal (Siqueira Jr., 2005). Para que este objetivo seja alcançado, alguns fatores devem ser respeitados, os quais incluem: um diagnóstico preciso da condição endodôntica; um correto acesso coronário; a instrumentação (através do uso de limas e/ou alargadores); a irrigação (emprego de uma solução irrigadora e um sistema de irrigação/aspiração); a remoção da *smear layer* intrarradicular (via agentes químicos) e, por fim, a obturação do SCR. É importante ressaltar que essas etapas são indissociáveis e merecem o mesmo zelo durante sua execução no tratamento endodôntico (Hülsmann *et al.*, 2005).

1.1. Anatomia de molares inferiores analisada por microtomografia computadorizada

Verifica-se, na literatura, a existência e emprego de diferentes metodologias para o estudo da anatomia interna dental, passando por métodos mais tradicionais, como a injeção de materiais dentro do canal radicular (metais, celuloide dissolvida em acetona, borracha líquida e sua posterior vulcanização, resinas), desgaste dental, diafanização e radiografias convencionais (Pécora *et al.*, 2004), até métodos contemporâneos, como a radiografia digital e a tomografia computadorizada de feixe cônico (Torres *et al.*, 2015; Abella *et al.*, 2015). Porém, mais recentemente, houve a introdução da técnica de microtomografia computadorizada (μ CT) para uso na Endodontia, tornando-se um método frequentemente empregado no estudo da anatomia dental interna (Domark *et al.*, 2013).

A μ CT possui a vantagem de ser um método não destrutivo de investigação *in vitro* da anatomia dentária, pois permite a aquisição e reconstrução de imagens sem a necessidade de destruição da amostra (Versiani *et al.*, 2011; Li *et al.*, 2013). A não destruição da amostra permite também a realização de estudos comparativos entre diferentes técnicas de instrumentação (Gergi *et al.*, 2014); comparação entre distintos métodos de irrigação (Freire *et al.*, 2015); e investigação da qualidade da obturação (Hammad *et al.*, 2009; Somma *et al.*, 2011). Uma grande quantidade de

informação, com alta qualidade, pode ser obtida utilizando esta técnica, sendo que as fatias de imagens podem ser recriadas em qualquer plano e os dados podem ser apresentados em imagens 2D ou 3D. Porém, apesar destas vantagens, deve-se ressaltar que a μ CT permanece como uma ferramenta de pesquisa e que não pode ser empregada na aquisição de imagens *in vivo* clinicamente (Rhodes *et al.*, 1999; Nair *et al.*, 2007).

Os estudos utilizando a técnica de μ CT vêm confirmando a natureza altamente complexa do SCR, tanto em dentes permanentes, como em decíduos (Park *et al.*, 2009; Gu *et al.*, 2013; Fumes *et al.*, 2014) e mostrando que um preparo químico-mecânico adequado depende muito mais da configuração do SCR do que da técnica utilizada durante o tratamento endodôntico (Peters *et al.*, 2001; Paqué *et al.*, 2010).

Os molares inferiores são, frequentemente, o grupo que mais requer tratamento endodôntico convencional (Wayman *et al.*, 1994; Iqbal *et al.*, 2008); além disso, estes dentes possuem uma série de desafios anatômicos, incluindo múltiplos canais, istmos, canais laterais e ramificações apicais (deltas apicais). Apesar de a anatomia da raiz distal poder apresentar complexidades que dificultam o tratamento endodôntico, a raiz mesial dos molares inferiores tende a apresentar maior riqueza em se tratando de heterogeneidade anatômica (Harris *et al.*, 2013).

Villas-Bôas *et al.* (2011) estudaram a raiz mesial de 60 primeiros e segundos molares inferiores com o objetivo de determinar o diâmetro mesiodistal e vestibulolingual do terço apical dos canais, volume apical e a presença de istmos ao nível apical das raízes desses dois grupos dentários. Seus resultados mostraram que as raízes mesiais de molares inferiores não apresentam um padrão anatômico consistente, além disso, observaram que há uma alta variabilidade de diâmetros apicais e que a presença de istmos foi um achado frequente, mesmo ao nível de 1 mm apical.

Harris *et al.* (2013) investigaram 22 primeiros molares inferiores com o objetivo de caracterizar sua morfologia interna para melhor abordagem nos tratamentos endodônticos convencionais e aqueles utilizando cirurgia retrógrada. O estudo verificou que entre as duas raízes dos molares inferiores, a raiz mesial possui muito mais variações morfológicas que a raiz distal; além disso, mostrou que toda a área de furca envolvida na raiz mesial deveria ser considerada como “zona de perigo”, devido sua pequena espessura de dentina. Concluiu que a eliminação dos 3

mm apicais da raiz removeria a maior parte dos canais laterais e ramificações apicais, os quais são reconhecidamente potenciais causadores do insucesso endodôntico.

Barsness *et al.* (2014) realizaram um estudo com o propósito de analisar a anatomia de 18 segundos molares inferiores. Seus achados mostraram que a configuração de canal radicular mais frequente na raiz mesial foi a de Vertucci do Tipo 7 (1-2-1-2), a qual foi relatada em 33,3% de todas as amostras. Para os canais distais, a configuração de Vertucci do tipo 1 (1 canal radicular) foi a mais frequente, com 61,1% das amostras mostrando essa configuração. De todos os 18 dentes analisados, 11,1% tiveram 2 canais, 44,4% apresentaram 3 canais, 33,3% mostraram 4 canais e 11,1% foram identificados com 5 canais em algum ponto ao longo da raiz. A média de espessura de dentina entre a furca e os canais mesiovestibulares, mesiolinguais e distais foi de 1,23 mm; 1,29 mm e 1,41 mm respectivamente. 77,8% das amostras apresentaram calcificações tanto na câmara pulpar, como dentro do canal radicular.

Lee *et al.* (2014) fizeram medições em 37 raízes mesiais de primeiros molares inferiores, e analisaram a espessura de dentina, largura e curvatura dos canais mesiovestibulares e mesiolinguais dessas raízes. Constataram que a espessura da dentina lateral foi significativamente maior que a espessura mesial e distal. A espessura de dentina mesial foi significativamente maior que a distal no terço coronário, sendo que a espessura mais fina de dentina foi encontrada no lado distal de ambos os canais. Os canais com larguras mais estreitas mostraram valores de 0,24 mm e 0,22 mm nos canais mesiovestibular e mesiolingual, respectivamente. A curvatura dos canais foi maior no terço apical e estas foram mais acentuadas nos canais mesiovestibulares que nos mesiolinguais.

Kim *et al.* (2015) associaram técnicas de reconstrução 2D e 3D de imagens obtidas por μ CT e compararam com as obtidas por diafanização para análise comparativa da morfologia interna de 31 raízes mesiais de primeiros molares mandibulares. A mais frequente configuração de Vertucci encontrada pelos autores foi a de tipo IV e II, apesar de muitos canais terem configuração complexa que impedia sua classificação. Sistemas de canais radiculares complexos foram melhor vistos com μ CT do que com diafanização.

Os istmos, altamente prevalentes na raiz mesial de molares inferiores, podem ser definidos como uma comunicação estreita, com formato de fita interligando dois

canais radiculares, e que contém tecido pulpar em seu interior (Weller *et al.*, 1995; Mannocci *et al.*, 2005). Estas estruturas quando não recebem o adequado tratamento químico-mecânico durante a terapia endodôntica podem servir como fonte de infecção persistente, pela permanência de bactérias viáveis (Teixeira *et al.*, 2003), ou servir como áreas de acúmulo de detritos durante o tratamento endodôntico, interferindo na capacidade de penetração da obturação para os espaços dos istmos (Paqué *et al.*, 2010; Endal *et al.*, 2011; De-Deus *et al.*, 2014).

Mannocci *et al.* (2005) pesquisaram a prevalência e a morfologia de istmos em 20 raízes mesiais de molares inferiores nos 5 mm apicais da raiz. Foram encontrados istmos em todos os níveis dos 5 mm apicais investigados, sendo que a prevalência variou entre 17,25% (1 mm) e 50,25% (3 mm). Calcificações foram encontradas e, ocasionalmente, canais laterais se originavam da parte central dos istmos.

Gu *et al.* (2009) investigaram as características anatômicas de istmos nos 6 mm apicais de 36 raízes mesiais de primeiros molares inferiores de uma população chinesa. Os autores dividiram os dentes em três grupos etários: 20 a 39 anos (grupo A), 40 a 59 anos (grupo B) e acima de 60 anos (grupo C). A prevalência de istmos nos 6 mm apicais demonstrou ser acima de 81%. Os resultados mostram que existe uma correlação significativa da presença de istmos com a idade.

Fan *et al.* (2010) realizaram um estudo com o objetivo de analisar a anatomia dos istmos existentes nos 5 mm apicais da raiz mesial de 126 molares inferiores. Além de encontrar incidência de 85% de istmos, os autores classificaram-nos em quatro diferentes tipos: Tipo I ou conexão em folha: estreita e completa conexão entre dois canais radiculares por toda extensão. Ocasionalmente, uma ou mais fusões de dentina podem ser observadas na área de istmo. Tipo II ou separada: conexão estreita, porém incompleta existindo entre dois canais por toda extensão. Tipo III ou mista: istmo incompleto existindo acima e/ou abaixo de um istmo completo. Tipo IV ou conexão tipo cânula: comunicação estreita com morfologia semelhante à cânula entre dois canais.

1.2. Instrumentação do sistema de canais radiculares e formação de debris pela lima Reciproc

Os instrumentos endodônticos podem ser fabricados em ligas de aço inoxidável ou níquel-titânio (NiTi). Quando comparada à liga de aço inoxidável, a liga NiTi possui menor módulo de elasticidade e se deformam com maior facilidade após sofrer tensão. Acredita-se que estas propriedades aumentem a eficiência e diminuam o risco de iatrogenias durante o tratamento endodôntico (Thompson, 2000).

Apesar de suas vantagens, instrumentos rotatórios convencionais de NiTi parecem propensos à fratura durante sua utilização clínica. Na busca de instrumentos com maior flexibilidade e resistência à fadiga, surgiram outras ligas de NiTi; dentre essas ligas estão a M-wire e as ligas com tratamento térmico de fase-R (Ha *et al.*, 2015).

As limas Reciproc são instrumentos endodônticos rotatórios produzidos através da liga M-wire e que possuem cinemática recíprocante, onde o instrumento rotaciona 150° no sentido anti-horário, e então 30° no sentido horário. O fabricante afirma que o movimento recíproco reduziria o estresse de torção através dessa inversão periódica de rotação (Kim *et al.*, 2012).

Como sugerido pelo fabricante, a instrumentação do SCR usando Reciproc pode ser alcançada através do uso de apenas uma única lima, as quais estão disponíveis em três diferentes tamanhos: R25, que possui ponta calibre 0,25 mm e conicidade de 0,08; R40, com ponta calibre 0,40 mm e conicidade de 0,06 e a lima R50, com ponta calibre 0,50 mm e conicidade de 0,05 (Plotino *et al.*, 2012).

Em estudo realizado por Hwang *et al.* (2014) através de μ CT, avaliou-se em 45 molares superiores a capacidade de modelagem do SCR utilizando a lima Reciproc em movimento recíprocante (150° no sentido anti-horário / 30° no horário, 300 rpm) comparativamente às limas Mtwo utilizadas em movimento recíprocante (150° no sentido anti-horário / 30° no horário, 300 rpm) e Mtwo empregadas sob rotação contínua (300 rpm). Não houve diferença estatística entre o tempo de modelagem do canal ou mudanças no volume do canal entre as três abordagens. Os valores de transporte nos terços cervical e apical para o grupo utilizando Mtwo em rotação contínua foi significativamente maior que nos outros dois grupos.

Busquin *et al.* (2014) avaliaram o preparo realizado pelas limas Reciproc e BioRace através de μ CT em 30 canais distais de molares inferiores com formato oval e seus resultados mostraram que o sistema Reciproc deixou significativamente menos áreas não tocadas do canal no terço apical do que o sistema BioRace. Além disso, observaram que o sistema Reciproc causou maior aumento no volume total do canal, e o mesmo foi observado no terço apical.

Siqueira *et al.* (2013) compararam a capacidade de modelagem e desinfecção em 36 canais mesiais de molares inferiores utilizando as limas SAF (Self-Adjusting File), Reciproc e TF (Twisted File). Os resultados mostraram que não houve diferenças entre os protocolos de instrumentação quanto à redução bacteriana. Os autores também observaram, por μ CT, que todos os três sistemas tiveram desempenho semelhante quanto à capacidade de preparo dos canais.

Além da capacidade de modelagem do SCR desempenhado pelos diferentes sistemas de instrumentação, é importante analisar a quantidade de detritos gerados e impactados nas paredes, canais acessórios, istmos e túbulos dentinários do canal radicular.

Durante o preparo químico-mecânico do SCR há a formação de uma camada de material orgânico e inorgânico que consiste em raspas de dentina, remanescentes de processos odontoblásticos, tecido pulpar e bactérias, a qual é compactada contra a superfície intrarradicular para formar a camada de *smear layer*. Além da camada superficial, a *smear layer* também é comprimida para o interior dos túbulos dentinários (Hülsmann, *et al.*, 2003; Violich *et al.*, 2010).

A manutenção da camada de *smear layer* durante o tratamento endodôntico pode limitar o poder de ação do agente irrigante ou da medicação intracanal, pois, a *smear layer* funcionaria bloqueando o contato destes agentes com os micro-organismos presentes no interior da *smear layer* ou por ela protegidos no interior dos túbulos e irregularidades do canal radicular (Farhad *et al.*, 2004; Candeiro *et al.*, 2011). Como a própria camada de *smear layer* contém micro-organismos e tecido pulpar sadio e/ou necrosado, bactérias poderiam sobreviver e se multiplicar, atuando como irritantes microbianos aos tecidos perirradiculares (Brännström *et al.*, 1973; Yamada *et al.*, 1993). Por fim, a permanência da *smear layer* intrarradicular poderia formar uma barreira entre o material obturador e a parede do canal radicular, impedindo a formação de um selamento adequado pelo escoamento do material

obturador para o interior dos túbulos dentinários e irregularidades do canal (Kouvas *et al.*, 1998; Metzger *et al.*, 2010).

De modo geral, a formação e caracterização da *smear layer* intrarradicular tem sido estudada por microscopia eletrônica de varredura através da análise de imagens capturadas de determinada porção radicular. No entanto, imagens de microscopia eletrônica de varredura fornecem informações limitadas. Durante o preparo das amostras, estas devem ser desidratadas em etanol e fraturadas. Além disso, a avaliação bidimensional das paredes dos canais é ambígua, pois a aparência da parede do canal pode variar consideravelmente e a grande maioria dos estudos é realizada em dentes unirradiculares (Paqué *et al.*, 2011).

Deste modo, Paqué *et al.* (2009) demonstraram a possibilidade de avaliar quantitativamente detritos inorgânicos em dentes molares através do emprego de μ CT. Este método baseia-se na análise das imagens de microtomografia e pode ser utilizado para monitorizar o acúmulo e, teoricamente, também a remoção das estruturas radiopacas (principalmente raspas de dentina) em irregularidades do canal radicular durante toda a instrumentação. Em contraste com os estudos realizados por MEV avaliando *smear layer*, este método é quantitativo, tridimensional e pode ser aplicado nos dentes com anatomia complexa. A *smear layer* tridimensional observada em imagens de microtomografia foi denominada de debris de tecidos mineralizados acumulados (DTMA) (Paqué *et al.*, 2009; Paqué *et al.*, 2011).

Shahravan *et al.* (2007) realizaram uma revisão sistemática com metanálise com o objetivo de determinar se a remoção de *smear layer* intrarradicular teria influência no selamento do canal radicular em dentes obturados humanos *in vitro*. Artigos publicados entre os anos 1975 e 2005 foram procurados no PubMed e, ao final, foram selecionados 26 trabalhos com 65 comparações. Os resultados mostraram que 53,8% das comparações não relatava diferença significativa entre remover ou não a *smear layer*, 41,5% referiram uma diferença a favor da remoção, e 4,7% relataram uma diferença a favor de mantê-la. Sob as condições dos estudos *in vitro* avaliados, os autores concluíram que a remoção da *smear layer* melhora a vedação do SCR ao passo que outros fatores, tais como a técnica de obturação ou o cimento, não produziam efeitos significativos.

Endal *et al.* (2011) analisando, por μ CT, as mudanças ocorridas na região de istmos em 7 raízes mesiais de molares inferiores encontraram que 35,2% do volume

de istmos presentes nessas raízes estava coberto por debris de tecidos mineralizados acumulados (DTMA) após os procedimentos de preparo químico-mecânico.

Paqué *et al.* (2012) observaram, através de μ CT, o acúmulo de DTMA após preparo de 80 canais mesiais de 40 molares inferiores e verificaram que 10,1% do volume dos canais instrumentados com ProTaper e 1,7% do volume dos canais instrumentados com SAF estavam preenchidos por DTMA antes do procedimento de remoção de *smear layer* ser realizado.

Robinson *et al.* (2013) compararam a quantidade e a densidade da formação de DTMA na raiz mesial de 38 molares inferiores após instrumentação utilizando uma técnica recíprocante (WaveOne) e uma técnica de rotação contínua (ProTaper). Os resultados mostraram que uma média de 19,5% de DTMA permaneceu dentro do canal quando da utilização da técnica recíprocante, enquanto 10,6% era encontrada na técnica de rotação contínua. Observou-se também uma densidade média de 1,60 g/m³ de DTMA na técnica recíprocante comparado com 1,55 g/m³ na técnica de rotação contínua. Sendo que as áreas de istmos, saliências e irregularidades do canal eram frequentemente vistas como áreas de acúmulos desses debris. Os autores sugerem, com base nos resultados, que canais com alta prevalência de istmos e saliências, deva-se dar preferência pelo uso de sistemas de rotação contínua aos recíprocantes.

De-Deus *et al.* (2015) avaliaram em 30 raízes mesiais de molares inferiores, por μ CT, a quantidade de DTMA produzidos após diferentes alargamentos apicais (#25 e #40) utilizando limas Reciproc, WaveOne (sistemas recíprocantes) ou BioRace (sistema rotatório contínuo). A média da porcentagem do volume de debris acumulados variou conforme os alargamentos apicais: para alargamento tamanho #25 os valores para Reciproc, BioRace e WaveOne foram os seguintes: 19,01%; 28,74% e 18,84%, respectivamente; e para alargamento tamanho #40 esses valores caíram para: 3,46% (Reciproc); 10,46% (BioRace) e 11,63% (WaveOne). Os autores concluíram que o sistema de preparo não influenciou a quantidade de debris acumulados, porém alargamentos apicais maiores produziam menor quantidade de debris para todos os três grupos.

Poggio *et al.* (2013) investigaram, por microscopia eletrônica de varredura (MEV), o efeito do sistema Reciproc (recíprocante) e Mtwo (rotação contínua) na formação de debris e *smear layer* em 40 dentes unirradiculares. Para avaliar a

quantidade de *smear layer* e debris utilizaram um código de scores (1 a 5, sendo 1 o canal completamente limpo de debris e *smear layer* e 5 o canal completamente preenchido por estas estruturas). Os autores relataram que as amostras instrumentadas com Mtwo (rotação contínua) obtinham melhor limpeza das paredes dentinárias do canal radicular quando comparadas com as amostras instrumentadas com Reciproc (reciprocante), bem como, os instrumentos reciprocantes deixaram uma grande quantidade de *smear layer* cobrindo as paredes dentinárias e túbulos dentinários.

Amaral *et al.* (2013) analisaram, por MEV, o efeito dos sistemas Reciproc, WaveOne e Mtwo na permanência de *smear layer* após 30 molares inferiores terem sido instrumentados. Para avaliar a quantidade de *smear layer* utilizaram um código de scores (0 a 2, sendo 0 o canal completamente limpo de *smear layer* e 2 o canal completamente preenchido por estas estruturas). Para estes autores, não houve diferenças significativas entre os três sistemas de preparo quanto à quantidade de *smear layer* formada. Entretanto, com relação à eliminação de *smear layer*, melhores resultados foram observados nos terços coronal e médio, comparado ao terço apical, o qual apresentou grande quantidade de *smear layer* nos três grupos.

1.3. Eficácia da irrigação endodôntica realizada com o sistema EndoVac®

Em virtude da evidente complexidade anatômica do SCR, estudos vêm demonstrando que os instrumentos endodônticos não conseguem tocar todas as regiões do canal radicular, permitindo que áreas com remanescentes de tecido pulpar saudável ou necrótico e/ou bactérias, que podem comprometer o resultado do tratamento endodôntico, estejam presentes na etapa de obturação do canal radicular (Siqueira Jr. *et al.*, 2013; Versiani *et al.*, 2013). Peters *et al.* (2001), avaliando por μ CT as mudanças causadas pela instrumentação na geometria dos canais radiculares, constataram que 35% ou mais da superfície radicular não é tocada pelo instrumento endodôntico, independentemente do sistema de instrumentação empregado. Deve-se portanto, utilizar um sistema de irrigação/aspiração e um irrigante que atuem efetivamente nessas áreas não preparadas pelo instrumento endodôntico com ação antimicrobiana, poder de dissolução do tecido pulpar remanescente e remoção de debris originários da instrumentação (Iqbal, 2012).

Para que uma solução irrigante seja considerada ideal, esta deve apresentar algumas características como: atividade antimicrobiana, capacidade em dissolver matéria orgânica, eliminação de debris do canal radicular, ação lubrificante das paredes dentinárias e biocompatibilidade (Tirali *et al.*, 2009). Todavia, não há, até o presente momento, nenhum irrigante que consiga compreender todas essas qualidades, sendo o hipoclorito de sódio (NaOCl), em diferentes concentrações, a substância mais comumente usada como irrigante do SCR, devido principalmente ao seu poder antimicrobiano e sua capacidade em dissolver restos de tecidos orgânicos (Clarkson *et al.*, 1998; Kuga *et al.*, 2011).

Paqué *et al.* (2011) compararam, por μ CT, o acúmulo de DTMA durante preparo químico-mecânico em diferentes etapas de irrigação em 20 molares inferiores. Os autores verificaram que a instrumentação realizada com ProTaper em conjunto com NaOCl 1% como irrigante deixou 6,9% do volume total do SCR preenchidos com DTMA. O valor foi significativamente reduzido para 4,9% após irrigação com ácido etilenodiamino tetra-acético (EDTA) 17%; e a subsequente utilização de irrigação ultrassônica passiva (PUI) resultou em redução ainda maior da quantidade de DTMA (3,7% em volume).

Tradicionalmente, o processo de irrigação-aspiração, denominado de irrigação convencional é realizado utilizando-se um conjunto formado por seringa/agulha, que realiza o processo de irrigação, através de pressão positiva apical; e uma cânula acoplada a um aparelho para sucção, o qual realiza a aspiração. Embora este seja o procedimento mais utilizado, principalmente devido a algumas vantagens, como: fácil controle da profundidade de inserção da agulha dentro do canal radicular e controle do volume de irrigante entregue durante o procedimento endodôntico (Van Der Sluis *et al.*, 2007; Mitchell *et al.*, 2011), não é efetivo para limpeza no terço apical do canal radicular (Peeters *et al.*, 2013). Além disso, existem algumas recomendações para que a irrigação convencional seja realizada de modo seguro: não colocar a agulha de irrigação até atingir o comprimento de trabalho total e também induzir apenas moderada pressão sobre o êmbolo da seringa, para evitar que o irrigante seja forçado para o periápice (Mitchell *et al.*, 2010).

Tentando melhorar as características de segurança e efetividade proporcionadas pela irrigação convencional, foi lançado por John Schoeffel, em 2007, o Sistema EndoVac® (Schoeffel, 2007) que atua por pressão apical negativa e

é composto por três elementos: a ponta principal de aspiração-irrigação, a macrocânula e a microcânula. A ponta principal de aspiração-irrigação faz simultaneamente a entrega e a sucção do irrigante para a câmara pulpar. A macrocânula é uma cânula plástica com abertura em sua extremidade apical e possui ponta tamanho ISO 55 e conicidade 0,02, sendo utilizada para sucção do irrigante da região da câmara pulpar para os segmentos médio e cervical do canal radicular; enquanto que a microcânula é uma cânula de aço inoxidável com sua ponta de tamanho ISO 32 que contém sua extremidade apical fechada e 12 pequenas aberturas laterais, sendo capaz de realizar a limpeza por todo comprimento de trabalho (Desai *et al.*, 2009; Nielsen *et al.*, 2007).

Como agem por pressão negativa apical, quando dentro do canal radicular, as cânulas exercem uma pressão que aspira o irrigante presente na câmara pulpar para dentro do canal em direção à abertura e entrada da cânula. A microcânula pode ser utilizada em um canal radicular alargado com tamanho ISO 35 ou maior (Nielsen *et al.*, 2007).

No que tange a um de seus objetivos, a segurança oferecida aos tecidos perirradiculares, vários estudos foram realizados e seus resultados demonstraram que, quando o Sistema EndoVac® foi utilizado, houve um menor extravasamento de NaOCl ou até mesmo inexistente pelo forame apical quando comparado com a irrigação convencional, PUI e métodos de agitação sônicos, como o EndoActivator® (Desai *et al.*, 2009; Mitchell *et al.*, 2010; Mitchell *et al.* 2011; Malentacca *et al.*, 2012; Tambe *et al.*, 2013; Gupta *et al.*, 2014; Alkahtani *et al.*, 2014; Velmurugan *et al.*, 2014; Iriboz *et al.*, 2015; Yost *et al.*, 2015).

No que se refere à efetividade de limpeza proporcionada pelo sistema, vários estudos também foram realizados, como os descritos a seguir.

Nielsen *et al.* (2007) compararam *in vitro* a eficácia do debridamento realizado com irrigação convencional com agulha ProRinse 30G e o Sistema EndoVac® em 24 dentes. Após preparo químico-mecânico realizado com limas Profile Série 29; NaOCl 5,25% e EDTA 15%; os dentes foram fixados, descalcificados, corados e seccionados a 1 e 3 mm aquém do comprimento de trabalho, e então fotografias digitais, com magnificação de 100x em microscópio óptico, foram realizadas para análise da quantidade de debris remanescentes, a qual foi determinada como porcentagem da área do lúmen do canal. Os autores concluíram que não houve

diferença significativa ao nível de 3 mm, porém ao nível de 1 mm o Sistema EndoVac® deixou menos debris; bem como, a irrigação com o Sistema EndoVac® proporcionou a utilização de volumes muito maiores de irrigante do que a irrigação convencional, num mesmo intervalo de tempo.

Heilborn *et al.* (2010) compararam *in vitro* a eficácia de limpeza entre dois diferentes tempos de irrigação utilizando o Sistema EndoVac® e a irrigação convencional com agulha Max-i-Probe de 30G. Foram utilizados 50 dentes unirradiculares. O preparo químico-mecânico foi realizado com limas Profile Série 29; NaOCl 6% e EDTA 15%. Durante a irrigação final, o sistema EndoVac® foi utilizado por 150 segundos ou 210 segundos; enquanto a agulha foi empregada por 210 segundos. Após o preparo químico-mecânico, os espécimes foram descalcificados, corados e secções a 1 e 3 mm do comprimento de trabalho foram realizadas. As secções foram fotografadas, com magnificação de 100x em microscópio de luz, e a quantidade de debris remanescente foi observada. Os resultados mostraram que o Sistema EndoVac® realizou melhor remoção de debris a 1 mm do comprimento de trabalho, porém a 3 mm não houve diferença estatística significativa.

Saini *et al.* (2013) compararam *in vitro* a eficácia de limpeza entre a irrigação utilizando o Sistema EndoVac®, e irrigação convencional com agulha Max-i-Probe e a agulha NaviTip. Foram utilizados 40 dentes unirradiculares. O preparo químico-mecânico foi realizado com limas ProFile; NaOCl 5% e EDTA 17%. Após o preparo químico-mecânico, os espécimes foram fixados, descalcificados, corados e secções a 1,5 e 3,5 mm do comprimento de trabalho foram realizadas. As secções foram fotografadas, com magnificação de 100x em microscópio de luz, e a quantidade de debris remanescente foi observada. Os resultados mostraram que o Sistema EndoVac® foi o método que significativamente deixou a menor quantidade de debris, seguido pela agulha Max-i-Probe e a agulha NaviTip em ambos os níveis de 1,5 e 3,5 mm aquém do ápice.

Siu *et al.* (2010) realizaram um estudo *in vivo* com o objetivo de comparar a eficácia do debridamento utilizando uma agulha ProRinse 30G e o Sistema EndoVac®. Para isso, foram efetuadas biopulpectomias em 44 dentes (22 pares combinados) que necessitavam de extração, em sete pacientes. Após preparo químico-mecânico realizado com limas Profile; NaOCl 5,25% e EDTA 15%; os

dentes foram extraídos, fixados, descalcificados, corados e secções a 1 e 3 mm do comprimento de trabalho foram realizadas. As secções foram fotografadas, com magnificação de 100x em microscópio de luz, e a quantidade de debris remanescente foi observada. Os resultados mostraram que o Sistema EndoVac® realizou melhor remoção de debris a 1 mm do comprimento de trabalho, porém a 3 mm não houve diferença estatística significativa.

Kungwany *et al.* (2014) compararam *in vivo* a habilidade do Sistema EndoVac® em remover debris do interior do sistema de canais radiculares com aquela demonstrada pela agulha de irrigação Max-i-Probe 30G. Os autores realizaram biopulpectomias em 15 pares combinados de dentes unirradiculares indicados para extração. O preparo biomecânico envolveu o uso de limas K3 para instrumentação, NaOCl 3% como agente irrigante e EDTA 17% para remoção de *smear layer*. Após extraídos, os dentes foram descalcificados e seccionados a 1 e 3 mm do comprimento de trabalho e corados para análise por um microscópio de pesquisa trinocular com magnificação de 4x. Os resultados evidenciaram que o Sistema EndoVac® deixou menos debris ao nível de 1 mm aquém do comprimento de trabalho. Ao nível de 3 mm aquém do comprimento de trabalho não houve diferenças significativas entre os dois métodos de irrigação.

Susin *et al.* (2010) compararam *in vitro* a eficácia do debridamento de canais e istmos utilizando como irrigação final a agitação dinâmica manual ou o Sistema EndoVac® em 20 raízes mesiais de primeiros molares inferiores. Para seleção dos dentes, microtomografias computadorizadas foram realizadas para avaliação da anatomia interna. O preparo químico-mecânico foi realizado com limas Endosequence e NaOCl 5,25%. A irrigação final foi realizada com NaOCl 5,25% e EDTA 17%. Após preparo químico-mecânico finalizado, os espécimes foram desmineralizados, corados e 10 secções entre os níveis 1,0 e 2,8 mm do ápice radicular foram confeccionadas por um micrótomo. As imagens foram avaliadas por um microscópio óptico (aumento de 20-40x) acoplado a uma câmera digital, onde fotografias foram realizadas para posterior avaliação. Os resultados encontrados demonstraram que, para os canais, não houve diferença entre os dois grupos com relação a área ocupada por debris em todos os níveis avaliados. Por outro lado, para a região de istmo, menos detritos foram encontrados quando o Sistema EndoVac® foi utilizado.

Howard *et al.* (2011) investigaram, por estereomicroscopia, a efetividade da remoção de debris em canais e istmos de 30 molares inferiores utilizando EndoVac®, PiezoFlow® (consiste de uma agulha de irrigação que é ativada ultrassonicamente, enquanto o NaOCl flui através dela) e irrigação convencional com agulha Max-i-Probe em dois momentos distintos, após o término da instrumentação e após o protocolo de irrigação final. Inicialmente os dentes foram embebidos em resina e seccionados a 2 e 4 mm aquém do ápice radicular para análise da presença de istmos. Após remontagem dos elementos, o preparo químico-mecânico foi realizado com limas K3 e NaOCl 6%. A irrigação final foi realizada com NaOCl 6% e EDTA 17%. Os autores avaliaram a efetividade da limpeza a 2 e 4 mm aquém do comprimento de trabalho através de fotografias realizadas por uma câmera digital acoplada a um estereomicroscópio. Os resultados mostraram que não houve diferença estatística significativa entre os resultados obtidos por EndoVac®, PiezoFlow® e agulha Max-i-Probe, tanto a 2 mm, como a 4 mm aquém do comprimento de trabalho, antes ou após a realização da irrigação final.

Yoo *et al.* (2013) compararam *in vitro* a eficiência de limpeza de diferentes regimes de irrigação final em canais e istmos de 60 raízes mesiais de molares inferiores. Os autores avaliaram os seguintes protocolos de irrigação final: irrigação convencional utilizando uma agulha Max-i-Probe 30G, PUI, irrigação com StreamClean VPro® (consiste de uma agulha de irrigação de NiTi 30G que é ativada ultrassonicamente, enquanto o NaOCl flui através dela) e irrigação com Sistema EndoVac®. O preparo químico-mecânico foi realizado com limas ProFile e NaOCl 5,25%. A irrigação final foi realizada com NaOCl 5,25%. Após irrigação final, os espécimes foram fixados, descalcificados e incorporados em blocos de parafina e receberam cortes por um micrótomo a 1, 3 e 5 mm aquém do ápice. Foram, então, analisadas utilizando um microscópio Olympus IX-70, com magnificação de 40x, acoplado a uma câmera digital. Os resultados evidenciaram que os grupos que receberam irrigação final com o sistema StreamClean VPro® ou com o Sistema EndoVac® tiveram significativamente melhores resultados na limpeza do canal que os grupos utilizando agulha Max-i-Probe 30G e o grupo com PUI ao nível de 1 mm; bem como, mostraram melhores resultados na limpeza dos istmos que o grupo com

PUI a 3 mm aquém do ápice e em todos os níveis do grupo agulha Max-i-Probe 30G.

Thomas *et al.* (2014) compararam *in vitro* a efetividade do debridamento realizado em istmos de 64 raízes mesiais de molares inferiores com diferentes protocolos de irrigação final. Inicialmente os dentes foram embebidos em resina e seccionados a 2 e 4 mm aquém do ápice radicular para análise da presença de istmos por um estereomicroscópio. Após remontagem dos elementos, o preparo químico-mecânico foi realizado com limas ProTaper e NaOCl 5,25%. A irrigação final foi realizada com NaOCl 5,25% e EDTA 17%. A irrigação final foi realizada utilizando os seguintes sistemas de irrigação: agulha Max-i-Probe, Sistema EndoVac®, Sistema EndoVac® modificado (entrega do irrigante realizada com uma agulha Max-i-Probe ao invés de utilizar a ponta principal do sistema, apenas a aspiração era realizada com a ponta principal) e PUI. Em seguida, as amostras foram avaliadas quanto à limpeza dos istmos utilizando um estereomicroscópio, com magnificação de 200x, acoplado a uma câmera digital. Os resultados encontrados evidenciaram que o Sistema EndoVac® modificado teve o melhor desempenho entre todos os métodos. O Sistema EndoVac® e PUI obtiveram melhores resultados que o grupo que utilizou agulha Max-i-Probe, porém não houve diferenças estatísticas significativas entre o Sistema EndoVac® e PUI.

Abarajithan *et al.* (2011) avaliaram *in vitro* a eficácia do Sistema Endovac® e da irrigação convencional com agulha 27G em remover *smear layer* intrarradicular. Foram usados 30 incisivos centrais superiores. O preparo químico-mecânico foi realizado com limas manuais do tipo K; NaOCl 2,5% e EDTA 17%. Após preparo químico-mecânico, as amostras foram divididas longitudinalmente e levadas ao MEV e observadas com aumento de 5.000x nos terços apical, médio e cervical. Os autores encontraram diferenças estatísticas significantes entre os dois métodos quando avaliado o terço apical do canal radicular, mostrando melhor desempenho para o Sistema EndoVac®. Entretanto, não houve diferença significativa na remoção de *smear layer* entre os dois métodos nos terços médio e cervical.

Gade *et al.* (2013) avaliaram *in vitro* a eficácia do Sistema Endovac® e da irrigação convencional realizada com uma agulha 30G com abertura lateral em remover debris oriundos do processo de instrumentação dos canais radiculares de 20 pré-molares inferiores. O preparo químico-mecânico foi realizado com limas

ProTaper; NaOCl 2,5% e EDTA 17%. Após preparo químico-mecânico, as amostras foram divididas longitudinalmente e levadas ao MEV e observadas com aumento de 2.000x nos terços apical, médio e cervical. Os autores encontraram diferenças estatísticas significantes entre os dois métodos quando avaliado o terço apical do canal radicular, mostrando melhor desempenho o Sistema EndoVac®. Entretanto, não houve diferença significativa entre os dois métodos nos terços médio e cervical.

Dua *et al.* (2014) compararam *in vitro* a remoção de *smear layer* intrarradicular a 1 mm do comprimento de trabalho após irrigação final com Sistema EndoVac® ou agulha de irrigação Max-i-Probe 30G. Foram utilizados 50 incisivos centrais superiores. O preparo químico-mecânico foi realizado com limas ProTaper e NaOCl 3%. A irrigação final foi realizada com NaOCl 3% e EDTA 17%. Após preparo químico-mecânico, os dentes foram divididos longitudinalmente e levados para análise utilizando MEV em aumento de 1.000x. Os resultados obtidos pelos autores mostraram que o Sistema EndoVac® foi mais efetivo que a agulha de irrigação Max-i-Probe 30G em remover *smear layer* intrarradicular a 1 mm do comprimento de trabalho.

Dua *et al.* (2015) compararam *in vitro* a remoção de *smear layer* intrarradicular a 1 mm e 3 mm do comprimento de trabalho após irrigação final com Sistema EndoVac® ou agulha de irrigação Max-i-Probe 30G em 50 incisivos centrais superiores. O preparo químico-mecânico foi realizado com limas ProTaper e NaOCl 3%. A irrigação final foi realizada com NaOCl 3% e EDTA 17%. Após preparo químico-mecânico, os espécimes foram divididos longitudinalmente e análise foi realizada utilizando MEV em aumento de 1.000x. Os resultados obtidos pelos autores mostraram que o Sistema EndoVac® foi mais efetivo que a agulha de irrigação Max-i-Probe 30G em remover *smear layer* intrarradicular a 1 mm do comprimento de trabalho, porém não houve diferenças significativas ao nível de 3 mm aquém do comprimento de trabalho.

Parente *et al.* (2010) observaram *in vitro* a eficácia da remoção de debris e *smear layer* em sistemas de canais “fechados” (ápice radicular recoberto com cola quente para proporcionar um meio em que não houvesse a possibilidade de escape de fluido ou gás apicalmente do interior do canal radicular para o meio externo) e sistemas de canais “abertos” (ápice radicular não recoberto) comparando a irrigação final utilizando agitação dinâmica manual e Sistema EndoVac®. Foram utilizados 40

dentes, os quais tiveram preparo químico-mecânico realizado com limas Endosequence e NaOCl 5,25%. A irrigação final foi realizada com NaOCl 5,25% e EDTA 17%. Micrografias utilizando MEV para avaliar a eficácia da remoção de detritos e *smear layer* foram realizadas com aumento de 2.000x nas partes coronal, média e apical das paredes do canal. Os resultados mostraram que o grupo de agitação dinâmica manual com ápice fechado foi o que exibiu o maior número de detritos e *smear layer*. Não houve diferença significativa nos resultados entre dentes com ápices abertos e fechados irrigados pelo sistema EndoVac®. Os resultados encontrados pelos autores sugerem que a agitação dinâmica manual não foi capaz de limpar adequadamente sistemas de canais fechados que simulam com mais precisão a utilização *in vivo* de irrigantes. Por outro lado, o Sistema EndoVac® demonstrou ser igualmente eficaz na presença de sistemas de canais fechados e abertos.

Saber *et al.* (2011) compararam *in vitro* a eficiência da remoção de *smear layer*, em 40 pré-molares inferiores, após diferentes protocolos de irrigação final utilizando agulha NaviTip 30G, Sistema EndoVac®, agitação dinâmica manual e PUI. O preparo químico-mecânico foi realizado com limas ProTaper e NaOCl 2,5%. A irrigação final foi realizada com NaOCl 2,5% e EDTA 17%. Após o procedimento de irrigação final, as amostras foram divididas longitudinalmente e levadas ao MEV e observadas em magnificação de 1.000x quanto à remoção de *smear layer*. Os resultados demonstraram que a irrigação final utilizando agulha NaviTip 30G e PUI foram os grupos que tiveram os piores resultados quanto à remoção de *smear layer*, sem diferença estatística entre eles. Em seguida, ficou a agitação dinâmica manual e por fim, o grupo que recebeu irrigação final com o Sistema EndoVac® foi o que apresentou os menores valores de presença de *smear layer*, demonstrando ser o mais efetivo.

Malentaca *et al.* (2012) compararam a efetividade da dissolução de polpa bovina corada com fucsina em canais laterais simulados em um modelo de resina alargado previamente com limas ProTaper. Os canais simulados foram dispostos a 2, 5, 8 e 11 mm do forame apical. Os seguintes sistemas foram avaliados: irrigação convencional com agulha 25G com abertura lateral, PUI, Sistema EndoVac® e PiezoFlow® usado tanto no modo de injeção de irrigante (IUNI), como no modo de aspiração (IUNA), ou seja, ligado à bomba de sucção. Foi utilizado NaOCl 2,5%

como agente irrigante. As amostras foram fotografadas por uma câmera digital e então as imagens foram analisadas. Os resultados mostraram que o dispositivo mais eficiente foi o PiezoFlow®, tanto no modo de injeção (IUNI), como no modo aspiração (IUNA), resultando numa quantidade média de tecido dissolvido de mais de 3 mm para ambos os modos de atuação. Em seguida, o método mais eficiente foi PUI, que dissolveu média de 1,5 a 1,8 mm de tecido, ao passo que os métodos menos efetivos foram o Sistema EndoVac® e a irrigação convencional, ambos com dissolução tecidual inferior a 1 mm.

Ribeiro *et al.* (2012) avaliaram *in vitro* a remoção de debris e *smear layer* de canais radiculares achatados de 50 incisivos inferiores, utilizando MEV, após o emprego de diferentes protocolos de agitação de NaOCl 2,5% e EDTA 17% durante o preparo químico-mecânico e irrigação final. Foram comparados os seguintes métodos: irrigação convencional com agulha NaviTip (sem ativação); movimento ativo do irrigante através de uma agulha NaviTip FX® que é coberta com uma escova; agitação dinâmica manual, PUI e Sistema EndoVac®. Após preparo completo com limas K3, os dentes foram divididos longitudinalmente e foram feitas micrografias com aumentos de 100 e 1.000x no MEV avaliando os terços cervical, médio e apical do canal. Os autores concluíram que a ativação dinâmica manual deixou significativamente mais debris dentro do canal do que os outros protocolos, enquanto que PUI e o Sistema EndoVac® foram os mais efetivos. Com relação à remoção de *smear layer*, não houve diferenças estatísticas significativas entre os diferentes protocolos de agitação do irrigante.

Mancini *et al.* (2013) avaliaram *in vitro* a efetividade de diferentes métodos finais de irrigação em remover *smear layer* de 65 pré-molares inferiores a 1, 3, 5 e 8 mm do ápice radicular. Foram testados os seguintes métodos de irrigação final: irrigação sônica com EndoActivator®, PUI e Sistema EndoVac®, além disso, observou-se os resultados de dois grupos controles, o primeiro com os canais sem modelagem e sem ativação final do irrigante e o segundo com modelagem dos canais, porém sem ativação final do irrigante. O preparo químico-mecânico foi realizado com limas ProTaper e NaOCl 5,25%. A irrigação final foi realizada com NaOCl 5,25% e EDTA 17%. Após a irrigação final, os espécimes foram preparados e levados ao microscópio eletrônico de varredura de emissão de campo, sob magnificação de 1.000x, para avaliar a efetividade de remoção de *smear layer*. Os

autores concluíram com seus resultados que nenhum dos sistemas conseguiu eliminar completamente a *smear layer* intrarradicular, porém, a irrigação utilizando o Sistema EndoVac® e o sistema sônico EndoActivator® mostraram os melhores resultados a 3, 5 e 8 mm do ápice (EndoActivator®) e 1, 3, 5 e 8 mm do ápice (EndoVac®) do que os outros métodos.

Alkahtani *et al.* (2014) compararam *in vitro* a eficácia da limpeza obtida utilizando diferentes métodos de irrigação: Sistema EndoVac®, agulha 30G com abertura na extremidade apical e agulha 30G com abertura lateral. Foram utilizados 50 dentes unirradiculares. O preparo químico-mecânico foi realizado com limas ProFile e NaOCl 5,25%. Após preparo químico-mecânico, as amostras foram divididas longitudinalmente e analisadas por MEV, com magnificação de 200x, nos níveis apical, médio e cervical. Os resultados encontrados pelos autores demonstraram que a quantidade de debris nos grupos EndoVac® e agulha 30G com abertura na extremidade apical foram menores no terço apical. No grupo da agulha 30G com abertura lateral a quantidade de debris foi maior no terço apical, mas não houve diferenças significativas entre os diferentes métodos de irrigação.

Çapar *et al.* (2014) avaliaram *in vitro* a eficiência de limpeza de vários protocolos de irrigação e ativação do irrigante no procedimento de irrigação final em 108 incisivos laterais. O preparo químico-mecânico foi realizado com limas ProTaper Universal e NaOCl 5%. A irrigação final foi realizada com NaOCl 5% e EDTA 17%. Os métodos avaliados foram: irrigação convencional com agulha 27G, NaviTip FX®, agitação dinâmica manual, CanalBrush® (escova endodôntica flexível acionada mecanicamente para agitação do irrigante), EndoActivator, Sistema EndoVac®, PUI e irrigação pela SAF. Após o preparo, as amostras foram divididas longitudinalmente e as superfícies dentinárias avaliadas por MEV nas regiões a 2, 5 e 8 mm do ápice radicular com magnificação de 200x e 1.000x. Os autores verificaram que nenhum dos métodos eliminou completamente a *smear layer* intrarradicular, porém, o Sistema EndoVac®, EndoActivator®, PUI e SAF aumentaram a eficiência da solução irrigadora na remoção de *smear layer* e debris do interior dos canais radiculares.

Ahmetoglu *et al.* (2014) avaliaram *in vitro* a efetividade do Sistema EndoVac®, PUI e irrigação convencional com agulha 27G durante a irrigação final em remover *smear layer* intrarradicular em 60 caninos. O preparo químico-mecânico

foi realizado com limas HeroShaper e NaOCl 5%. A irrigação final foi realizada com NaOCl 5% e EDTA 15%. Após preparo químico-mecânico, os espécimes foram divididos longitudinalmente e avaliados por MEV nos terços apical, médio e cervical com aumento de 2.000x. Os autores observaram que não houve diferença estatística entre o Sistema EndoVac® e os métodos utilizando PUI e irrigação convencional com agulha.

Ahuja *et al.* (2014) verificaram *in vitro* a eficácia do Sistema EndoVac®, agitação dinâmica manual, PUI e irrigação convencional como métodos de irrigação final na remoção de *smear layer* em canais radiculares curvos de 80 primeiros molares superiores. O preparo químico-mecânico foi realizado com limas Mtwo e NaOCl 2,5%. A irrigação final foi realizada com NaOCl 2,5% e EDTA 17%. Após preparo químico-mecânico, os espécimes foram divididos longitudinalmente e avaliados nos terços apical, médio e cervical utilizando MEV com magnificação de 1.000x. Os resultados mostraram que entre todos os grupos, o Sistema EndoVac® foi o que obteve a melhor remoção de *smear layer*, o qual foi seguido pela agitação dinâmica manual e PUI, sem diferença significativa entre os dois. A remoção de *smear layer* foi menos efetiva quando se utilizou a irrigação com agulha como método de irrigação final.

Kumar *et al.* (2015) verificaram *in vitro* a eficácia de diferentes métodos de irrigação em remover a *smear layer* originária do terço apical do canal radicular de 40 pré-molares inferiores. O preparo químico-mecânico foi realizado com limas ProTaper, NaOCl e EDTA. Os métodos comparados no estudo foram: irrigação convencional com agulha Dispo Van, agulha Max-i-Probe, EndoActivator® e Sistema EndoVac®. Após preparo químico-mecânico, os espécimes foram divididos longitudinalmente e avaliados por MEV. Os autores concluíram que a irrigação realizada com EndoActivator® e com o Sistema EndoVac® tiveram um desempenho muito superior aos outros dois métodos em remover a *smear layer* do terço apical do canal.

Ekim *et al.* (2015) compararam *in vitro* a efetividade da remoção de *smear layer* nos diferentes terços do canal radicular de 80 incisivos centrais superiores utilizando diferentes métodos de irrigação final: irrigação convencional com agulha 30G, PUI, Sistema EndoVac®, *laser* diodo, *laser* Nd:YAG, *laser* Er:YAG e *laser* Er:YAG usado com corrente fotoacústica. O preparo químico-mecânico foi realizado

com limas ProTaper e NaOCl 2,5%. A irrigação final foi realizada com NaOCl 2,5% e EDTA 17%. Após preparo químico-mecânico, os espécimes foram divididos longitudinalmente e analisados MEV em magnificação de 1.000x. Os resultados encontrados pelos autores demonstraram que a *smear layer* intracanal removida pelos sistemas *laser* Er:YAG usado com corrente fotoacústica, PUI, Sistema EndoVac®, *laser* Nd:YAG e *laser* Er:YAG obtiveram os melhores resultados, sem diferenças significativas entre estes grupos, porém, os resultados foram melhores que os obtidos com os grupos utilizando irrigação convencional e *laser* diodo.

Freire *et al.* (2015) compararam, por μ CT, a eficácia da remoção de DTMA de 24 raízes mesiais de molares inferiores quando da utilização do Sistema EndoVac® ou PUI como irrigação final. O preparo químico-mecânico foi realizado com limas Reciproc R25 e NaOCl 1%. A irrigação final foi realizada com NaOCl 1% e EDTA 17%. A instrumentação produziu DTMA que ocupavam um volume médio de 3,4% em relação ao volume do canal. O uso de PUI ou do sistema EndoVac® para ativação do irrigante, no protocolo de irrigação final, levou a uma diminuição de 55,55% e 53,65% no percentual do volume de DTMA, respectivamente, porém sem diferença estatística entre eles.

Versiani *et al.* (2015) avaliaram *in vitro*, por μ CT, a remoção de DTMA do SCR de 20 molares inferiores utilizando irrigação convencional com agulha NaviTip 30G ou Sistema EndoVac®. O preparo químico-mecânico foi realizado com limas BioRace e NaOCl 2,5%. A irrigação final foi realizada com NaOCl 2,5% e EDTA 17%. Os resultados evidenciados pelos autores mostraram que no canal distal não houve permanência de DTMA dentro do canal, em ambos os grupos; porém, na raiz mesial, o grupo que recebeu irrigação com o Sistema EndoVac® (3,4%) foi associado com uma significativa melhora na remoção dos DTMA do que o grupo que recebeu irrigação com agulha NaviTip 30G (11,48%).

1.4. EDTA e ácido fosfórico como agentes de remoção de debris e *smear layer* do sistema de canais radiculares

As substâncias mais comumente utilizadas para remoção de *smear layer* desde 1957 são as soluções quelantes de EDTA, principalmente na concentração de 17% e tempo de aplicação variando de 1-5 minutos (Nassar *et al.*, 2015). Essas

soluções reagem com íons cálcio da dentina e formam quelato de cálcio solúvel, sendo que o EDTA, após 5 minutos de ação, tem poder de descalcificar a dentina numa profundidade de 20-30 μm (Violich *et al.*, 2010).

Pesquisadores têm indicado um número significativo de diferentes agentes químicos para remoção de *smear layer* intrarradicular com o objetivo de alcançar melhorias nas propriedades físico-químicas e biológicas quando comparadas às do EDTA, dentre estas substâncias estão o ácido maleico (concentrações entre 5%-15%), QMix, ácido cítrico (concentrações entre 5%-50%), ácido fosfórico (concentrações entre 5%-37%), MTAD e quitosana 0,2% (Ballal *et al.*, 2009; Dai *et al.*, 2011; Prado *et al.*, 2011; Lotfi *et al.*, 2012; Silva *et al.*, 2013).

O ácido fosfórico, um agente químico extensamente utilizado na prática odontológica da dentística conservadora, é um ácido forte capaz de remover a *smear layer* da dentina coronária (Pérez-Heredia *et al.*, 2008). Porém, apenas poucos estudos analisaram seu desempenho na dentina radicular (Prado *et al.*, 2011).

Garberoglio *et al.* (1994) avaliaram, por MEV, os efeitos de seis irrigantes sobre a *smear layer* criada nos terços apical e médio por instrumentos endodônticos manuais. Os irrigantes analisados foram EDTA 0,2%, EDTA 3%, EDTA 17%, mistura entre ácido fosfórico 24% e ácido cítrico 10%, NaOCl 1% e NaOCl 5%. Os autores encontraram como resultados que nenhuma das duas soluções de NaOCl – 1% e 5% – foi efetiva em remover *smear layer*. A solução de EDTA 0,2% não removeu completamente a *smear layer*, especialmente nos orifícios dos túbulos dentinários. As outras soluções, EDTA 3%, EDTA 17% e mistura entre ácido fosfórico 24% e ácido cítrico 10% removeram eficazmente a *smear layer*, porém sem diferença significativa entre eles. Entretanto, o EDTA mostrou menos efeitos desmineralizantes sobre as paredes e túbulos dentinários que a mistura entre ácido fosfórico 24% e ácido cítrico 10%.

Takeda *et al.* (1999) compararam, por MEV, os efeitos do uso de EDTA 17%, ácido fosfórico 6%, ácido cítrico 6%, irradiação do canal radicular com *laser* de dióxido de carbono e irradiação do canal radicular com *laser* Er:YAG para remoção de *smear layer* intrarradicular dos terços médio e apical criada a partir de instrumentação manual. A partir da observação dos autores, constatou-se que a irrigação com EDTA 17%, ácido fosfórico 6% ou ácido cítrico 6% não removeu toda a *smear layer* do sistema de canais radiculares, porém o ácido fosfórico 6% e o ácido

cítrico 6% deixaram os canais mais limpos. Além disso, estas soluções ácidas desmineralizaram a dentina interbular em torno das aberturas tubulares, que se tornou alargada. O *laser* de dióxido de carbono foi útil em remover e derreter a camada de esfregaço nas paredes radiculares instrumentadas, porém foi o laser Er:YAG o mais eficaz entre todos os grupos testados.

Pérez-Heredia *et al.* (2006) compararam, por MEV, a formação de *smear layer* por preparo químico-mecânico realizado com instrumentos manuais e rotatórios e, além disso, avaliaram a capacidade de limpeza dessa *smear layer* pelo uso de três combinações de soluções irrigantes: EDTA 15% + NaOCl 2,5%; ácido fosfórico 5% + NaOCl 2,5%; ácido cítrico 15% + NaOCl 2,5% e NaOCl 2,5% sozinho como grupo controle. Fotomicrografias foram realizadas e analisadas dos terços cervical, médio e apical. Observou-se que as soluções ácidas com NaOCl 2,5% foram eficazes na eliminação da camada de esfregaço, e não houve diferenças significativas na remoção de *smear layer* entre as técnicas. No entanto, a utilização apenas de NaOCl 2,5% não removeu *smear layer*, por fim, os autores não encontraram diferenças significativas na produção de debris entre as técnicas de instrumentação manual e rotatória.

Pérez-Heredia *et al.* (2008) analisaram e compararam o efeito descalcificante na dentina do canal radicular produzido pelo EDTA 15%, ácido fosfórico 5%, ácido cítrico 15% e NaOCl 2,5%. Fatias de dentina radicular produzidas a partir do terço coronário da raiz de incisivos humanos foram imersas em 20 mL de cada uma das substâncias testadas por períodos de tempo variados (5, 10 e 15 minutos). Após, a concentração de íons Ca^{+2} foi medido por espectrofotometria de absorção atômica. Os resultados evidenciaram que a solução de NaOCl desmineralizou uma quantidade insignificante de íons Ca^{+2} . Sendo a solução de EDTA 15% a mais desmineralizante, seguido da solução de ácido cítrico 15% e por último, a solução de ácido fosfórico 5%. Observou-se também que as substâncias tiveram seu poder desmineralizante diminuído com o passar do tempo.

Prado *et al.* (2011) compararam, por MEV, a efetividade em remover *smear layer* dos terços cervical, médio e apical do canal radicular das seguintes substâncias: EDTA 17%, ácido fosfórico 37% gel, ácido fosfórico 37% solução e ácido cítrico 10%, nos tempos de 30 segundos, 1 minuto e 3 minutos. Os autores observaram que no tempo de 30 segundos, as soluções de ácido cítrico e ácido fosfórico e o gel de ácido fosfórico foram mais eficazes do que o EDTA nos terços

apical e médio. No terço cervical, as soluções de ácido cítrico e de ácido fosfórico foram significativamente mais eficazes do que o gel de ácido fosfórico e o EDTA. No período de 1 minuto, a solução de ácido fosfórico foi mais eficaz do que EDTA, ácido cítrico e ácido fosfórico gel nos terços apical e médio. No terço cervical, a solução de ácido fosfórico foi significativamente melhor do que o ácido cítrico e EDTA, e não se observou diferença estatística entre a solução de ácido fosfórico e o gel. Após 3 minutos, a solução de ácido fosfórico foi o agente químico mais eficaz utilizado no terço apical, seguido pelo ácido cítrico, EDTA e o gel de ácido fosfórico. Nos terços médio e cervical não foram observadas diferenças significativas entre as substâncias.

2. OBJETIVO

O objetivo do estudo foi avaliar, por microtomografia computadorizada, a eficácia da solução de ácido fosfórico 37% e do EDTA 17% na remoção de *smear layer* e debris de tecidos mineralizados acumulados (DTMA) produzidos pelo preparo químico-mecânico no sistema de canais radiculares de raízes mesiais de molares inferiores.

3. MATERIAIS E MÉTODOS

3.1. Seleção e preparo inicial da amostra

O projeto deste estudo foi submetido e aprovado pelo Comitê de Ética em Pesquisa (CEP) do Hospital Universitário Clementino Fraga Filho/HUCFF/UFRJ sob o protocolo número 087072/2014.

Foram utilizados vinte e seis molares inferiores humanos, extraídos por motivos terapêuticos. Foram incluídos no estudo dentes com rizogênese completa e que apresentassem dois canais separados e patentes na raiz mesial. Foram excluídos os dentes que apresentavam reabsorções ou fraturas radiculares, calcificação pulpar ou tratamento endodôntico prévio.

Após extração, os dentes foram armazenados em solução fisiológica e posteriormente esterilizados em autoclave a 121°C durante 15 min. Após autoclavagem, os dentes foram externamente limpos através do uso de escova robinson, pedra pomes e álcool e então armazenados em solução de timol 0,1% a 5°C até sua utilização.

O acesso cavitário foi realizado com o auxílio de brocas esféricas em alta rotação (1014 e 1016) e brocas Endo-Z (Dentisply Maillefer, Ballaignes, Suíça). Para confirmação da existência de dois canais separados e patentes na raiz mesial, foi utilizada uma lima tipo K #08 (Dentisply Maillefer, Ballaignes, Suíça) passivamente por todo comprimento do canal radicular.

3.2. Aquisição das imagens microtomográficas iniciais

Após finalização do preparo inicial dos elementos dentários, estes foram então levados ao microtomógrafo (microtomografia inicial).

Para cada amostra foi confeccionada uma base de resina acrílica autopolimerizável para seu posicionamento e estabilização no aparelho de microtomografia computadorizada, bem como para viabilização da comparação entre imagens captadas nos diferentes momentos (Figura 1).

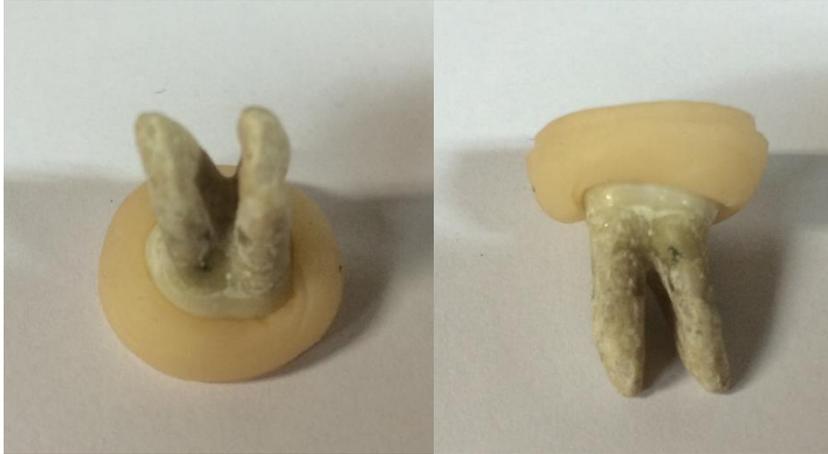


Figura 1. Amostra posicionada em sua base de resina.

Para aquisição das imagens foi utilizado o microtomógrafo Skyscan 1173 (BrukerCo. Kontich, Bélgica), onde cada amostra foi posicionada, através de sua base individual de resina acrílica, sobre um suporte de alumínio desenvolvido para se acoplar ao aparelho e manter o espécime em posição, garantindo grande fidelidade na obtenção das imagens nos diferentes momentos (Figura 2).



Figura 2. Aparelho de microtomografia computadorizada Skyscan 1173.

A aquisição das imagens foi realizada com energia de 70 kV, corrente de 114 μ A e filtro de alumínio de 1,0 mm de espessura, e um tamanho de pixel igual a 14,97 μ m.

3.3. Preparo químico-mecânico dos canais radiculares e segunda e terceira aquisições das imagens microtomográficas

Antes do início do preparo químico-mecânico, o ápice de todos os dentes foi selado com auxílio de cera utilidade (Technew, Rio de Janeiro, Brasil). O estabelecimento do comprimento de patência e odontometria foi determinado pela utilização de limas tipo K #10 (Dentisply Maillefer, Ballaignes, Suíça) e avaliação radiográfica, estabelecendo-se o comprimento de trabalho a 1 mm aquém do ápice radiográfico.

Todos os canais radiculares foram instrumentados utilizando a lima de NiTi Reciproc R40 (VDW, Munique, Alemanha) em movimento reciprocante, acoplada no aparelho de instrumentação VDW Silver (VDW, Munique, Alemanha), no modo pré-configurado "Reciproc All". Durante a instrumentação, a lima foi movida em direção apical usando um movimento de avanço e retrocesso com uma leve pressão apical de cerca de 3 mm de amplitude (movimento de "bicada"). Após 3 movimentos, o instrumento era retirado do canal, limpo com auxílio de uma gaze e examinado quanto à presença de deformação plástica, bem como irrigação com 1 mL de NaOCl 6% era realizada no interior do sistema de canais radiculares.

Para garantir o lúmen do canal desobstruído durante o preparo químico-mecânico, recapitulação até o comprimento de trabalho foi realizada antes e após cada introdução do instrumento rotatório no interior do canal radicular através de uma lima tipo K #10 (Dentisply Maillefer, Ballaignes, Suíça).

A irrigação endodôntica foi realizada utilizando NaOCl 6% como agente irrigante e o Sistema Endovac® (SybronEndo, Orange, CA, EUA) como sistema de irrigação/aspiração (Figura 3). Primeiramente foi realizada a lavagem inicial do canal radicular utilizando a ponta principal colocada acima da cavidade de acesso, introduzindo 1mL de hipoclorito de sódio 6% na câmara pulpar.

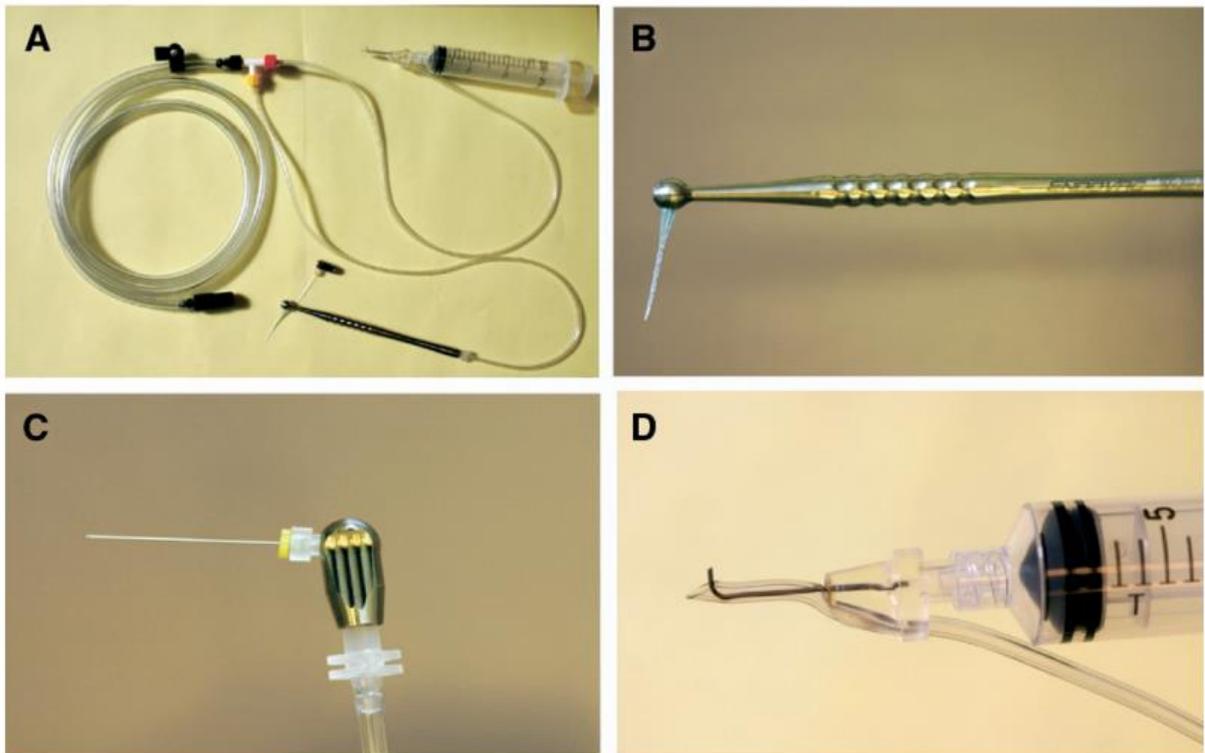


Figura 3. Sistema Endovac® (SybronEndo, Orange, CA, EUA) de irrigação/aspiração (A). Macrocânula (B). Microcânula (C). Ponta principal (D). **Obtido de:** Nielsen BA, Craig Baumgartner J. Comparison of the EndoVac system to needle irrigation of root canals. J Endod 2007;33:611-5.

A cada intervalo de utilização da lima Reciproc R40, o canal foi irrigado com 1 mL de hipoclorito de sódio 6%, utilizando-se também a ponta principal.

Após o término da instrumentação, os processos de macro e microirrigação foram realizados. Para a macroirrigação, a ponta principal introduziu o irrigante (NaOCl 6%) coronariamente e a macrocânula atuou em sua aspiração, tendo esta fase duração de 30 segundos. Durante o uso da macrocânula, foi realizado um movimento constante de vai-e-vem. Na sequência, realizou-se a microirrigação, onde a ponta principal introduzia o irrigante (NaOCl 6%) coronariamente e a microcânula, a qual foi utilizada variando sua posição do comprimento de trabalho total para 2 mm aquém do comprimento de trabalho a cada 6 segundos, era utilizada para aspiração. A microirrigação teve duração de 30 segundos.

Ao final, os canais radiculares foram lavados com 1mL de água destilada, para isso foi empregada a ponta principal do sistema EndoVac® para entrega do irrigante e sucção do excesso na região de câmara pulpar e a microcânula foi utilizada para aspiração do agente no interior do canal radicular e remoção do excesso de água destilada ao final do processo. Após, os canais foram completamente secos com pontas de papel absorvente.

Posteriormente à finalização do preparo químico-mecânico, as amostras foram submetidas novamente a aquisição da imagem microtomográfica, utilizando o mesmo processo e parâmetros descritos anteriormente.

Para irrigação final, as amostras foram então alocadas aleatoriamente em dois grupos:

Grupo 1 (n=13): 3mL de NaOCl 6% + 1mL de água destilada + 3mL de ácido fosfórico 37% (1mL/min) + 1mL de água destilada + 3mL de NaOCl 6% + 1mL de água destilada.

Grupo 2 (n=13): 3mL de NaOCl 6% + 1mL de água destilada + 3mL de EDTA 17% (1mL/min) + 1mL de água destilada + 3mL de NaOCl 6% + 1mL de água destilada.

Ao final, os canais foram secos com o auxílio de pontas de papel absorvente.

Após a realização dos protocolos de irrigação final, os espécimes foram submetidos novamente a aquisição da imagem microtomográfica, utilizando o mesmo processo e parâmetros descritos na primeira aquisição.

3.4. Avaliação das imagens microtomográficas

As imagens de cada amostra foram reconstruídas com software (NRecon v.1.6.6; Bruker μ CT) dedicado para proporcionar secções transversais da estrutura interna das amostras.

Os softwares DataViewer v.1.4.4 (Bruker μ CT) e Seg3D v.2.1.4 (National Institutes of Health Center for Integrative Biomedical Computing, University of Utah Scientific Computing and Imaging Institute, Salt Lake City, UT, USA) foram utilizados para visualização da anatomia da raiz mesial dos molares inferiores, principalmente na busca da presença de istmos. Sendo que o software Seg3D v.2.1.4 também foi empregado para construção de modelos 3D elucidativos dos resultados.

Avaliação tridimensional dos canais radiculares (volume do canal radicular) foi realizada a partir do ápice até orifício de entrada do canal usando o software CTAn v.1.12 (Bruker μ CT).

3.5. Análise dos dados

Os cortes axiais das imagens microtomográficas foram analisados pelo software DataViewer v.1.4.4 para verificação da anatomia interna das amostras, principalmente com relação à presença de istmos entre os canais mesiovestibular e mesiolingual. Sendo definido como istmo toda comunicação com formato de fita interligando os dois canais radiculares.

Para análise da eficiência da remoção de *smear layer* e DTMA pelos agentes desmineralizantes, as imagens microtomográficas foram avaliadas utilizando o software CTAAn v.1.12 e os seguintes valores foram obtidos: 1) volume inicial do sistema de canais radiculares antes do preparo químico-mecânico, 2) diferença entre os volumes após preparo químico-mecânico e volume inicial e 3) diferença entre os volumes após remoção de *smear layer* e após o preparo químico-mecânico.

Os valores de volumes do SCR das amostras foram submetidos a análise de normalidade pelo teste Shapiro-Wilk, revelando uma distribuição não normal dos dados entre os grupos. Desta forma, as comparações entre os grupos foram avaliadas através do teste de Mann-Whitney utilizando $\alpha=0.05$ como nível de significância estatística (SPSS v20.0; SPSS Inc, Chicago, IL, EUA).

4. ARTIGO

AVALIAÇÃO POR MICROTOMOGRAFIA COMPUTADORIZADA DA REMOÇÃO DE *SMEAR LAYER* E DEBRIS EM MOLARES INFERIORES APÓS UTILIZAÇÃO DE DIFERENTES AGENTES DESMINERALIZANTES

Giovani Antonio Ortigara, DDS, MSc,* Maíra Prado, DDS, MSc, DSc,* Ricardo Tadeu Lopes, DSc,† Bernardo Camargo dos Santos, DDS, MSc,† and Heloisa Gusman, DDS, DSc*

From the *Department of Dental Clinic and †Nuclear Instrumentation Laboratory, Federal University of Rio de Janeiro, Centro de Tecnologia, Ilha da Cidade Universitária, Rio de Janeiro, Rio de Janeiro, Brazil.

Resumo

Introdução: O objetivo do estudo foi avaliar, por microtomografia computadorizada, a eficiência da solução de ácido fosfórico 37% e do EDTA 17% na remoção de *smear layer* e debris de tecidos mineralizados acumulados (DTMA) após o preparo químico-mecânico. **Métodos:** Vinte e seis raízes mesiais de molares inferiores foram microtomografadas em três momentos distintos: exame inicial, após preparo-químico mecânico e após remoção de *smear layer* pelo emprego do microtomógrafo Skyscan 1173 utilizando resolução de 14,97 μm . Os canais foram preparados utilizando limas Reciproc R40, NaOCl 6% e o Sistema EndoVac® para irrigação/aspiração. Após preparo, os espécimes foram divididos aleatoriamente em dois grupos, de acordo com a solução desmineralizante utilizada: solução de ácido fosfórico 37% ou EDTA 17%. O software CTan foi utilizado para análise volumétrica e o software Seg3D para reconstruções tridimensionais. Os dados foram analisados através do teste Mann-Whitney utilizando $\alpha=0.05$ como nível de significância estatística. **Resultados:** A diferença entre os volumes após remoção de *smear layer* e após o preparo químico-mecânico demonstrou que o ácido fosfórico 37% foi significativamente mais eficiente na remoção de *smear layer* e DTMA que o EDTA 17% ($p<0,05$). **Conclusões:** Demonstrou-se que ambos, ácido fosfórico 37% e EDTA 17%, são agentes eficazes na remoção de *smear layer* e debris, porém melhores resultados foram obtidos com o uso do ácido fosfórico 37%.

Palavras-chave: *Smear layer*, ácido fosfórico 37%, EDTA 17%, microtomografia computadorizada.

4.1 Introdução

Os istmos, estruturas anatômicas com índices significativos de prevalência na raiz mesial de molares inferiores, podem ser definidos como uma ou mais comunicações estreitas, com formato de fita, que interligam dois canais radiculares, e que contém tecido pulpar em seu interior (1, 2). Estas estruturas quando não recebem o adequado tratamento químico-mecânico durante a terapia endodôntica podem servir como fonte de infecção persistente, pela permanência de bactérias viáveis (3), ou servir como áreas para acúmulo de *smear layer* e debris durante o tratamento endodôntico, interferindo na capacidade de penetração da obturação para esses espaços (4, 5, 6).

A *smear layer*, produzida durante o preparo químico-mecânico, é uma camada de material orgânico e inorgânico que consiste em raspas de dentina, remanescentes de processos odontoblásticos, tecido pulpar e bactérias, a qual é compactada contra a superfície intrarradicular (7, 8). Essa camada é frequentemente estudada pela técnica de microscopia eletrônica de varredura (MEV) (9); porém, com a introdução da microtomografia computadorizada (μ CT) na Endodontia, tornou-se possível analisar estas estruturas de forma tridimensional. Este método de análise, comparado aos métodos tradicionais, possui a vantagem de ser um método não destrutivo de investigação *in vitro*, pois permite a aquisição e reconstrução de imagens sem a necessidade de destruição da amostra (10, 11). Neste contexto, estudos têm avaliado, por μ CT, debris de tecidos mineralizados acumulados (DTMA), que seriam estruturas formadas durante o corte de dentina pelos instrumentos endodônticos e impactados em certas áreas do canal radicular (12). Isso tem contribuído para um melhor entendimento da magnitude da produção e impactação dessas estruturas por todo o sistema de canais radiculares (SCR), possibilitando que novas técnicas sejam testadas e avaliadas quanto à efetividade na prevenção do acúmulo ou remoção desses debris (9, 12).

As substâncias mais comumente utilizadas para remoção de *smear layer* são as soluções quelantes de EDTA, principalmente na concentração de 17% e tempo de aplicação variando entre 1-5 minutos (13). Estudos têm indicado um número significativo de diferentes agentes químicos para remoção de *smear layer* intrarradicular com o objetivo de alcançar melhorias nas propriedades físico-químicas e biológicas quando comparadas às do EDTA. Dentre estas substâncias

estão o ácido maleico (concentrações entre 5%-15%) (14), QMix (15), ácido cítrico (concentrações entre 5%-50%) (16), MTAD (17), quitosana 0,2% (18) e ácido fosfórico (concentrações entre 5%-37%) (16, 19). O ácido fosfórico, um agente químico extensamente utilizado na prática odontológica da dentística conservadora, é um ácido forte capaz de remover a *smear layer* da dentina coronária (19). Porém, apenas poucos estudos analisaram seu desempenho na dentina radicular (16).

Com base no exposto, o presente estudo teve como objetivo avaliar, por microtomografia computadorizada, a eficácia da solução de ácido fosfórico 37% e do EDTA 17% na remoção de *smear layer* e DTMA produzidos pelo preparo químico-mecânico no sistema de canais radiculares de raízes mesiais de molares inferiores.

4.2 Materiais e métodos

4.2.1. Seleção e preparo inicial da amostra

O projeto deste estudo foi submetido e aprovado pelo Comitê de Ética em Pesquisa (CEP) do Hospital Universitário Clementino Fraga Filho/HUCFF/UFRJ sob o protocolo número 087072/2014.

Foram utilizados vinte e seis molares inferiores humanos, extraídos por motivos terapêuticos. Foram incluídos no estudo dentes com rizogênese completa e que apresentassem dois canais separados e patentes na raiz mesial. Foram excluídos os dentes que apresentavam reabsorções ou fraturas radiculares, calcificação pulpar ou tratamento endodôntico prévio.

Após extração, os dentes foram armazenados em solução fisiológica e posteriormente esterilizados em autoclave a 121°C durante 15 min. Após autoclavagem, os dentes foram externamente limpos através do uso de escova robinson, pedra pomes e álcool e então armazenados em solução de timol 0,1% a 5°C até sua utilização.

O acesso cavitário foi realizado com o auxílio de brocas esféricas em alta rotação (1014 e 1016) e brocas Endo-Z (Dentsply Maillefer, Ballaignes, Suíça). Para confirmação da existência de dois canais separados e patentes na raiz mesial, foi

utilizada uma lima tipo K #08 (Dentisply Maillefer, Ballaignes, Suíça) passivamente por todo comprimento do canal radicular.

4.2.2. Aquisição das imagens microtomográficas iniciais

Após finalização do preparo inicial dos elementos dentários, estes foram então levados ao microtomógrafo (microtomografia inicial).

Para cada amostra foi confeccionada uma base de resina acrílica autopolimerizável para seu posicionamento e estabilização no aparelho de microtomografia computadorizada, bem como para viabilização da comparação entre imagens captadas nos diferentes momentos.

Para aquisição das imagens foi utilizado o microtomógrafo Skyscan 1173 (BrukerCo. Kontich, Bélgica), onde cada amostra foi posicionada, através de sua base individual de resina acrílica, sobre um suporte de alumínio desenvolvido para se acoplar ao aparelho e manter o espécime em posição, garantindo grande fidelidade na obtenção das imagens nos diferentes momentos. A aquisição das imagens foi realizada com energia de 70 kV, corrente de 114 μ A e filtro de alumínio de 1,0 mm de espessura, e um tamanho de pixel igual a 14,97 μ m.

4.2.3. Preparo químico-mecânico dos canais radiculares e aquisições das imagens microtomográficas

Antes do início do preparo químico-mecânico, o ápice de todos os dentes foi selado com auxílio de cera utilidade (Technew, Rio de Janeiro, Brasil). O estabelecimento do comprimento de patência e odontometria foi determinado pela utilização de limas tipo K #10 (Dentisply Maillefer, Ballaignes, Suíça) e avaliação radiográfica, estabelecendo-se o comprimento de trabalho a 1 mm aquém do ápice radiográfico.

Todos os canais radiculares foram instrumentados utilizando a lima de NiTi Reciproc R40 (VDW, Munique, Alemanha) em movimento recíprocante, acoplada no aparelho de instrumentação VDW Silver (VDW, Munique, Alemanha), no modo pré-configurado "Reciproc All". Durante a instrumentação, a lima foi movida em direção apical usando um movimento de avanço e retrocesso com uma leve pressão apical de cerca de 3 mm de amplitude (movimento de "bicada"). Após 3 movimentos, o

instrumento era retirado do canal, limpo com auxílio de uma gaze e examinado quanto à presença de deformação plástica, bem como irrigação com 1 mL de NaOCl 6% era realizada no interior do sistema de canais radiculares.

Para garantir o lúmen do canal desobstruído durante o preparo químico-mecânico, recapitulação até o comprimento de trabalho foi realizada antes e após cada introdução do instrumento rotatório no interior do canal radicular através de uma lima tipo K #10 (Dentisply Maillefer, Ballaignes, Suíça).

A irrigação endodôntica foi realizada utilizando NaOCl 6% como agente irrigante e o Sistema Endovac® (SybronEndo, Orange, CA, USA) como sistema de irrigação/aspiração. O protocolo de irrigação utilizado por Nielsen e Craig Baumgartner foi empregado no presente estudo (20); porém utilizando somente NaOCl 6%.

Ao final, os canais radiculares foram lavados com 1mL de água destilada, para isso foi empregada a ponta principal do sistema EndoVac® para entrega do irrigante e sucção do excesso na região de câmara pulpar e a microcânula foi utilizada para aspiração do agente no interior do canal radicular e remoção do excesso de água destilada ao final do processo. Após, os canais foram completamente secos com pontas de papel absorvente.

Posteriormente à finalização do preparo químico-mecânico, as amostras foram submetidas novamente a aquisição da imagem microtomográfica, utilizando o mesmo processo e parâmetros descritos anteriormente.

Para irrigação final, as amostras foram então alocadas aleatoriamente em dois grupos:

Grupo 1 (n=13): 3mL de NaOCl 6% + 1mL de água destilada + 3mL de ácido fosfórico 37% (1mL/min) + 1mL de água destilada + 3mL de NaOCl 6% + 1mL de água destilada.

Grupo 2 (n=13): 3mL de NaOCl 6% + 1mL de água destilada + 3mL de EDTA 17% (1mL/min) + 1mL de água destilada + 3mL de NaOCl 6% + 1mL de água destilada.

Ao final, os canais foram secos com o auxílio de pontas de papel absorvente.

Após a realização dos protocolos de irrigação final, os espécimes foram submetidos novamente a aquisição da imagem microtomográfica, utilizando o mesmo processo e parâmetros descritos na primeira aquisição.

4.2.4. Avaliação das imagens microtomográficas

As imagens de cada amostra foram reconstruídas com software (NRecon v.1.6.6; Bruker μ CT) dedicado para proporcionar secções transversais da estrutura interna das amostras.

Os softwares DataViewer v.1.4.4 (Bruker μ CT) e Seg3D v.2.1.4 (National Institutes of Health Center for Integrative Biomedical Computing, University of Utah Scientific Computing and Imaging Institute, Salt Lake City, UT, USA) foram utilizados para visualização da anatomia da raiz mesial dos molares inferiores, principalmente na busca da presença de istmos. Sendo que o software Seg3D v.2.1.4 também foi empregado para construção de modelos 3D elucidativos dos resultados.

Avaliação tridimensional dos canais radiculares (volume do canal radicular) foi realizada a partir do ápice até orifício de entrada do canal usando o software CTAn v.1.12 (Bruker μ CT).

4.2.5. Análise dos dados

Os cortes axiais das imagens microtomográficas foram analisados pelo software DataViewer v.1.4.4 para verificação da anatomia interna das amostras, principalmente com relação à presença de istmos entre os canais mesiovestibular e mesiolingual. Sendo definido como istmo toda comunicação com formato de fita interligando os dois canais radiculares.

Para análise da eficiência da remoção de *smear layer* e DTMA pelos agentes desmineralizantes, as imagens microtomográficas foram avaliadas utilizando o software CTAn v.1.12 e os seguintes valores foram obtidos: 1) volume inicial do sistema de canais radiculares antes do preparo químico-mecânico, 2) diferença entre os volumes após preparo químico-mecânico e volume inicial e 3) diferença entre os volumes após remoção de *smear layer* e após o preparo químico-mecânico.

Os valores de volumes do SCR das amostras foram submetidos a análise de normalidade pelo teste Shapiro-Wilk, revelando uma distribuição não normal dos dados entre os grupos. Desta forma, as comparações entre os grupos foram avaliadas através do teste de Mann-Whitney utilizando $\alpha=0.05$ como nível de significância estatística (SPSS v20.0; SPSS Inc, Chicago, IL, EUA).

4.3. Resultados

A análise da anatomia interna quanto à presença de istmos demonstrou que istmos interligando os canais mesiovestibular e mesiolingual estavam presentes em 15 dos 26 dentes (57,7%) analisados, sendo que a distribuição desse percentual se deu da seguinte forma: 19,23% (5 dentes) possuíam istmos nos terços cervical, médio e apical; 3,85% (1 dente) terços cervical e médio; 3,85% (1 dente) terço médio apenas; 23,08% (6 dentes) terços médio e apical; e 7,69% (2 dentes) terço apical apenas.

A distribuição de dentes com/sem istmos dentro dos grupos 1 (ácido fosfórico 37%) e grupo 2 (EDTA 17%) se deu da seguinte forma:

Grupo 1: 6 dentes sem istmos; 3 dentes com istmos nos terços cervical, médio e apical; 1 dente com istmo no terço médio apenas; 2 dentes com istmos nos terços médio e apical; e 1 dente com istmo no terço apical apenas. Grupo 2: 5 dentes sem istmos; 2 dentes com istmos nos terços cervical, médio e apical; 1 dente com istmo nos terços cervical e médio; 4 dentes com istmos nos terços médio e apical; e 1 dente com istmo no terço apical apenas.

Na análise comparativa entre os volumes radiculares, não houve diferença estatística ($p=0,130$) entre os grupos no volume inicial do canal antes do preparo químico-mecânico, bem como a análise da diferença entre os volumes após preparo químico-mecânico e volume inicial (Δ_1) não evidenciou diferença estatística significativa ($p = 0,489$). Os resultados da diferença entre os volumes após remoção de *smear layer* e após o preparo químico-mecânico (Δ_2) demonstraram diferença estatística significativa entre os dois grupos ($p = 0,000015$), indicando que o ácido fosfórico 37% foi mais eficiente que o EDTA 17% na remoção de *smear layer* e debris formados durante o preparo químico-mecânico (Tabela 1).

Imagens representativas das reconstruções para os grupos ácido fosfórico 37% e EDTA 17% podem ser visualizadas nas Figuras 1 e 2. Nas reconstruções transversais e em 3D as imagens A e D demonstram a anatomia dental interna inicial (preto, Fig. 1; verde, Fig. 4), evidenciando a presença de istmos interligando os canais mesiovestibular e mesiolingual. As imagens B e E demonstram os canais após preparo químico-mecânico, sendo representadas, em cor vermelha, as regiões detectadas como vazios pela μ CT e em cor azul, a quantidade de debris impactados durante a instrumentação. O último bloco de imagens (C e F) evidencia o SCR após

a irrigação final, demonstrando a atuação do agente removedor de *smear layer* dentro do canal principal e nas regiões de istmos e irregularidades do canal. Nessas imagens as áreas em coloração marrom indicam regiões que sofreram a ação do agente removedor de *smear layer*, as regiões em azul evidenciam os debrís remanescentes e as áreas em vermelho, superfícies que não sofreram ação da substância. As imagens confirmam o valor de Δ_2 que corresponde a quantidade de *smear layer* e debrís removidos pelos agentes desmineralizantes.

4.4. Discussão

O presente estudo teve como objetivo avaliar a eficiência da solução de ácido fosfórico 37% e do EDTA 17% na remoção de *smear layer* e DTMA produzidos pelo preparo químico-mecânico na raiz mesial de 26 molares inferiores. Não houve diferença no volume inicial do SCR entre os grupos avaliados, o que demonstra a adequada aleatorização quanto às características anatômicas dos elementos dentários utilizados; assim como a distribuição de dentes sem/com istmos se deu de forma semelhante entre os dois grupos. Da mesma forma, a diferença entre o volume do SCR após o preparo químico-mecânico e o volume inicial não evidenciou diferença entre os grupos. Essa análise foi realizada para confirmar que o processo de instrumentação não influenciou nos resultados de volume de dentina desgastada, assim como na quantidade de *smear layer* e DTMA formada; visto que ambos os grupos receberam exatamente o mesmo protocolo de instrumentação. Por fim, a diferença entre o volume do SCR após remoção de *smear layer* e o volume após o preparo químico-mecânico foi verificado para analisar a remoção de *smear layer* e DTMA durante a etapa de irrigação final. Como resultado, foi encontrado que a solução de ácido fosfórico 37% foi mais efetiva em remover a *smear layer* e DTMA do SCR do que o EDTA 17%.

Na análise da anatomia interna quanto à presença de istmos, foi encontrada uma prevalência de 57,7% de istmos nas amostras analisadas, sendo que, 23,08% (6 dentes) estavam localizados nos terços médio e apical; e 7,69% (2 dentes) no terço apical apenas; regiões mais críticas quanto ao acesso dos instrumentos, irrigantes e medicamentos (21). Os istmos são estruturas de difícil manejo pelo preparo químico-mecânico e invariavelmente funcionam como áreas de impactação

de debris, os quais podem conter bactérias e seus subprodutos, bloquear a ação do irrigante e impedir a penetração do material obturador para estas regiões (2-6). Estes resultados estão parcialmente de acordo com os descritos por Mannocci et al. (2); Gu et al. (22); e Fan et al. (23), que, também utilizando μ CT, encontraram prevalências elevadas de istmos no interior do canal radicular.

Na reconstrução das imagens em 3D foi possível visualizar a presença de debris impactados após o preparo químico-mecânico (Figuras 1 e 2). No entanto, os debris formados no interior do canal principal apenas foram visualizados após seu processo de remoção pelos agentes químicos, visto que o programa de análise não diferencia entre a dentina presente na imagem inicial e os debris e *smear layer* impactados após a instrumentação (12). O acúmulo de debris nessas áreas, embora não tenha sido quantificado neste estudo, foi visualizado nas imagens apresentadas e está de acordo com os estudos de: Paqué *et al.* (27), o qual verificaram que 10,1% do volume dos canais instrumentados com ProTaper e 1,7% do volume dos canais instrumentados com SAF estavam preenchidos por DTMA antes da remoção de *smear layer*. Paqué *et al.* (17), verificaram que a instrumentação realizada com ProTaper deixou 6,9% do volume total do sistema de canais radiculares preenchidos com DTMA. Endal *et al.* (13), analisando as mudanças ocorridas na região de istmos em 7 raízes mesiais de molares inferiores, encontraram que 35,2% do volume de istmos presentes nessas raízes estava coberto por DTMA após o preparo químico-mecânico.

As áreas de istmos, saliências e irregularidades do canal são vistas como áreas de acúmulo de debris e por isso, alguns autores sugerem o uso de sistemas de rotação contínua em relação aos reciprocantes, pois estes tendem a acumular mais debris nessas regiões (34). No entanto, De-Deus *et al.* (35) utilizando sistemas reciprocantes (Reciproc e Waveone) e sistema de rotação contínua (BioRace) observaram que o sistema de preparo não influencia na quantidade de debris acumulados, porém alargamentos apicais com instrumentos de maior calibre são capazes de produzir canais com menor quantidade de debris. No presente estudo, foi utilizado a lima Reciproc R40 para que o diâmetro final do preparo fosse compatível com o uso do sistema EndoVac®.

O Sistema EndoVac® de irrigação/aspiração foi empregado neste estudo em substituição à irrigação convencional (seringa e agulha de irrigação) devido aos seus excelentes resultados quanto à segurança oferecida aos tecidos perirradiculares (24)

e também pela eficiência de limpeza, principalmente no que se refere ao terço apical do canal radicular (20). Em recente estudo, Versiani et al. (26) avaliaram, por μ CT, a remoção DTMA do SCR de 20 molares inferiores utilizando irrigação convencional com agulha NaviTip 30G ou Sistema EndoVac®. Os resultados demonstraram que na raiz mesial, o grupo que recebeu irrigação com o Sistema EndoVac® apresentou maior eficiência na remoção de DTMA do que o grupo que recebeu irrigação com agulha NaviTip 30G.

O NaOCl foi empregado como substância irrigadora no estudo por ser um agente amplamente utilizado, bem como por apresentar as propriedades de dissolução de tecido orgânico (atividade proteolítica); ser antibacteriano e virucida; possuir baixa viscosidade; ser relativamente barato e ter vida útil razoável; características importantes para um agente irrigante (27). Clinicamente, o NaOCl é utilizado em concentrações que variam de 1%-6%, sendo que soluções mais concentradas possuem maior efeito solvente e antibacteriano e menor tensão superficial; porém acabam sendo mais citotóxicas quando em contato com os tecidos periapicais (28, 29). Como no presente estudo foi utilizado o sistema EndoVac® de irrigação/aspiração, o qual exibe grande segurança aos tecidos perirradiculares, optou-se pelo emprego do NaOCl 6% como agente de irrigação. Porém, apesar das qualidades do NaOCl, esse agente não é eficaz em remover *smear layer* e debris acumulados durante o preparo químico-mecânico, sendo necessária a utilização de soluções descalcificantes como o EDTA 17% e o ácido fosfórico 37% para que estas estruturas sejam removidas (30).

O ácido fosfórico é um agente químico extensamente utilizado na prática odontológica da dentística conservadora e os poucos estudos utilizando essa substância como agente removedor de *smear layer* intrarradicular têm mostrado resultados promissores (16, 19). Apresenta efeitos citotóxicos comparáveis aos observados pelo NaOCl 5,25% e clorexidina 2% (31) e embora seja capaz de causar erosão dentinária (16, 32), este efeito também pode ser observado com o EDTA (16).

No presente estudo a solução de ácido fosfórico 37% foi mais efetiva em remover a *smear layer* e DTMA do SCR do que o EDTA 17%. Esse resultado está de acordo com o estudo de Prado et al. (16), que compararam, por microscopia eletrônica de varredura, a efetividade em remover *smear layer* dos terços cervical,

médio e apical do canal radicular empregando EDTA 17%, ácido fosfórico 37% gel, ácido fosfórico 37% solução e ácido cítrico 10%, nos tempos de 30 segundos, 1 minuto e 3 minutos. Os autores observaram que no tempo de 3 minutos (mesmo tempo empregado nesse estudo), a solução de ácido fosfórico 37% foi o agente químico mais eficaz. Entretanto, os resultados aqui encontrados são discrepantes aos observados pelo estudo de Garberoglio et al. (32), onde as soluções de EDTA 3%, EDTA 17% e mistura de ácido fosfórico 24% e ácido cítrico 10% são capazes de remover eficazmente a *smear layer* do SCR, sem diferença significativa entre os agentes. Por outro lado, Takeda et al. (30) constataram que a irrigação com EDTA 17%, ácido fosfórico 6% ou ácido cítrico 6% não era capaz de remover toda a *smear layer* do SCR.

4.5. Referências bibliográficas

1. Weller NR, Niemczyk SP, Kim S. Incidence and position of the canal isthmus. Part 1. Mesio Buccal root of the maxillary first molar. J Endod 1995;21:380-3.
2. Mannocci F, Peru M, Sherriff M, et al. The isthmuses of the mesial root of mandibular molars: a micro-computed tomographic study. Int Endod J 2005;38:558-63.
3. Teixeira FB, Sano CL, Gomes BP, et al. A preliminary in vitro study of the incidence and position of the root canal isthmus in maxillary and mandibular first molars. Int Endod J 2003;36:276-80.
4. Paqué F, Balmer M, Attin T, Peters OA. Preparation of oval-shaped root canals in mandibular molars using nickel-titanium rotary instruments: a micro-computed tomography study. J Endod 2010;36:703-7.
5. Endal U, Shen Y, Knut A, et al. A high-resolution computed tomographic study of changes in root canal isthmus area by instrumentation and root filling. J Endod 2011;37:223-7.
6. De-Deus G, Marins J, Neves AA, et al. Assessing accumulated hard-tissue debris using micro-computed tomography and free software for image processing and analysis. J Endod 2014;40:271-6.
7. Hülsmann M, Heckendorff M, Lennon A. Chelating agents in root canal treatment: mode of action and indications for their use - a review. Int Endod J 2003;36:810-30.
8. Violich DR, Chandler NP. The smear layer in endodontics - a review. Int Endod J 2010;43:2-15.
9. 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;44:148-53.
10. Versiani MA, Pécora JD, Sousa-Neto MD. The anatomy of two-rooted mandibular canines determined using microcomputed tomography. Int Endod J 2011;44:682-7.

11. Li J, Li L, Pan Y. Anatomic study of the buccal root with furcation groove and associated root canal shape in maxillary first premolars by using micro-computed Tomography. *J Endod* 2013;39:265-8.
12. Paqué F, Laib A, Gautschi H, Zehnder M. Hard-tissue debris accumulation analysis by high-resolution computed tomography scans. *J Endod* 2009;35:1044-7.
13. Nassar M, Hiraishi N, Tamura Y, et al. Phytic acid: an alternative root canal chelating agent. *J Endod* 2015;41:242-7.
14. Ballal NV, Kandian S, Mala K, et al. 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;35:1573-6.
15. Dai L, Khechen K, Khan S, et al. The effect of QMix, an experimental antibacterial root canal irrigant, on removal of canal wall smear layer and debris. *J Endod* 2011;37:80-4.
16. Prado M, Gusman H, Gomes BP, 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;37:255-8.
17. Lotfi M, Vosoughhosseini S, Saghiri MA, et al. Effect of MTAD as a final rinse on removal of smear layer in ten-minute preparation time. *J Endod* 2012;38:1391-4.
18. Silva PV, Guedes DF, Nakadi FV, et al. Chitosan: a new solution for removal of smear layer after root canal instrumentation. *Int Endod J* 2013;46:332-8.
19. Pérez-Heredia M, Ferrer-Luque CM, González-Rodríguez MP, et al. Decalcifying effect of 15% EDTA, 15% citric acid, 5% phosphoric acid and 2.5% sodium hypochlorite on root canal dentine. *Int Endod J* 2008;41:418-23.
20. Nielsen BA, Craig Baumgartner J. Comparison of the EndoVac system to needle irrigation of root canals. *J Endod* 2007;33:611-5.
21. Usman N, Baumgartner JC, Marshall JG. Influence of instrument size on root canal debridement. *J Endod* 2004;30:110-2.

22. Gu L, Wei X, Ling J, Huang X. A microcomputed tomographic study of canal isthmuses in the mesial root of mandibular first molars in a Chinese population. *J Endod* 2009;35:353-6.
23. Fan B, Pan Y, Gao Y, et al. Three-dimensional morphologic analysis of isthmuses in the mesial roots of mandibular molars. *J Endod* 2010;36:1866-9.
24. Mitchell RP, Baumgartner JC, Sedgley CM. Apical extrusion of sodium hypochlorite using different root canal irrigation systems. *J Endod* 2011;37:1677-81.
25. Freire LG, Iglecias EF, Cunha RS, et al. Micro-computed tomographic evaluation of hard tissue debris removal after different irrigation methods and its influence on the filling of curved canals. *J Endod* 2015;41:1660-6.
26. Versiani MA, Alves FR, Andrade-Junior CV, et al. Micro-CT evaluation of the efficacy of hard tissue removal from the root canal and isthmus area by positive and negative pressure irrigation systems. *Int Endod J* 2015.
27. Clarkson RM, Moule AJ. Sodium hypochlorite and its use as an endodontic irrigant. *Aust Dent J* 1998;43:250-6.
28. Clegg MS, Vertucci FJ, Walker C, et al. The effect of exposure to irrigant solutions on apical dentin biofilms in vitro. *J Endod* 2006;32:434-7.
29. Marion JJC, Manhães FC, Bajo H, Duque TM. Efficiency of different concentrations of sodium hypochlorite during endodontic treatment. Literature review. *Den Press Endod* 2012;2:32-7.
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;32:32-9.
31. Prado M, Silva EJ, Duque TM, et al. Antimicrobial and cytotoxic effects of phosphoric acid solution compared to other root canal irrigants. *J Appl Oral Sci* 2015;23:158-63.
32. Garberoglio R, Becce C. Smear layer removal by root canal irrigants. A comparative scanning electron microscopic study. *Oral Surg Oral Med Oral Pathol* 1994;78:359-67.

33. Paqué F, Al-Jadaa A, Kfir A. Hard-tissue debris accumulation created by conventional rotary versus self-adjusting file instrumentation in mesial root canal systems of mandibular molars. *Int Endod J* 2012;45:413-8.
34. Robinson JP, Lumley PJ, Cooper PR, et al. Reciprocating root canal technique induces greater debris accumulation than a continuous rotary technique as assessed by 3-dimensional micro-computed tomography. *J Endod* 2013;39:1067-70.
35. De-Deus G, Marins J, Silva EJ, et al. Accumulated hard tissue debris produced during reciprocating and rotary nickel-titanium canal preparation. *J Endod* 2015;41:676-81.

FIGURAS

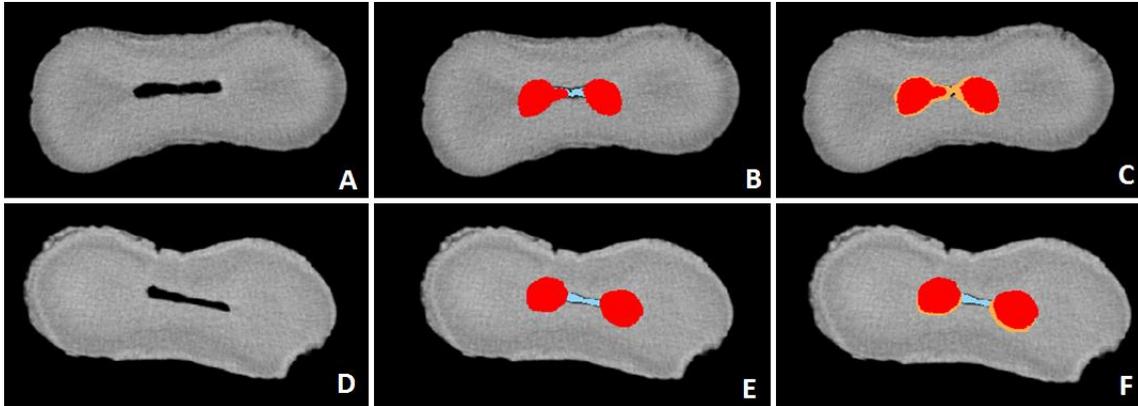


Figura 1. Cortes transversais representativos da anatomia inicial; canal preparado com debris acumulados; e canal preparado, debris remanescentes e debris removidos nos grupos Ácido fosfórico 37% (A, B e C) e EDTA 17% (D, E e F). (A e D) Anatomia inicial; (B e E) Canais radiculares instrumentados. Regiões detectadas como vazios (vermelho) e debris acumulados (azul) pela μ CT; (C e F) Canais radiculares após procedimento de remoção de smear layer. Regiões detectadas como vazios na imagem pós-instrumentação (vermelho), debris remanescentes (azul) e debris removidos (marrom) após procedimento de remoção de smear layer.

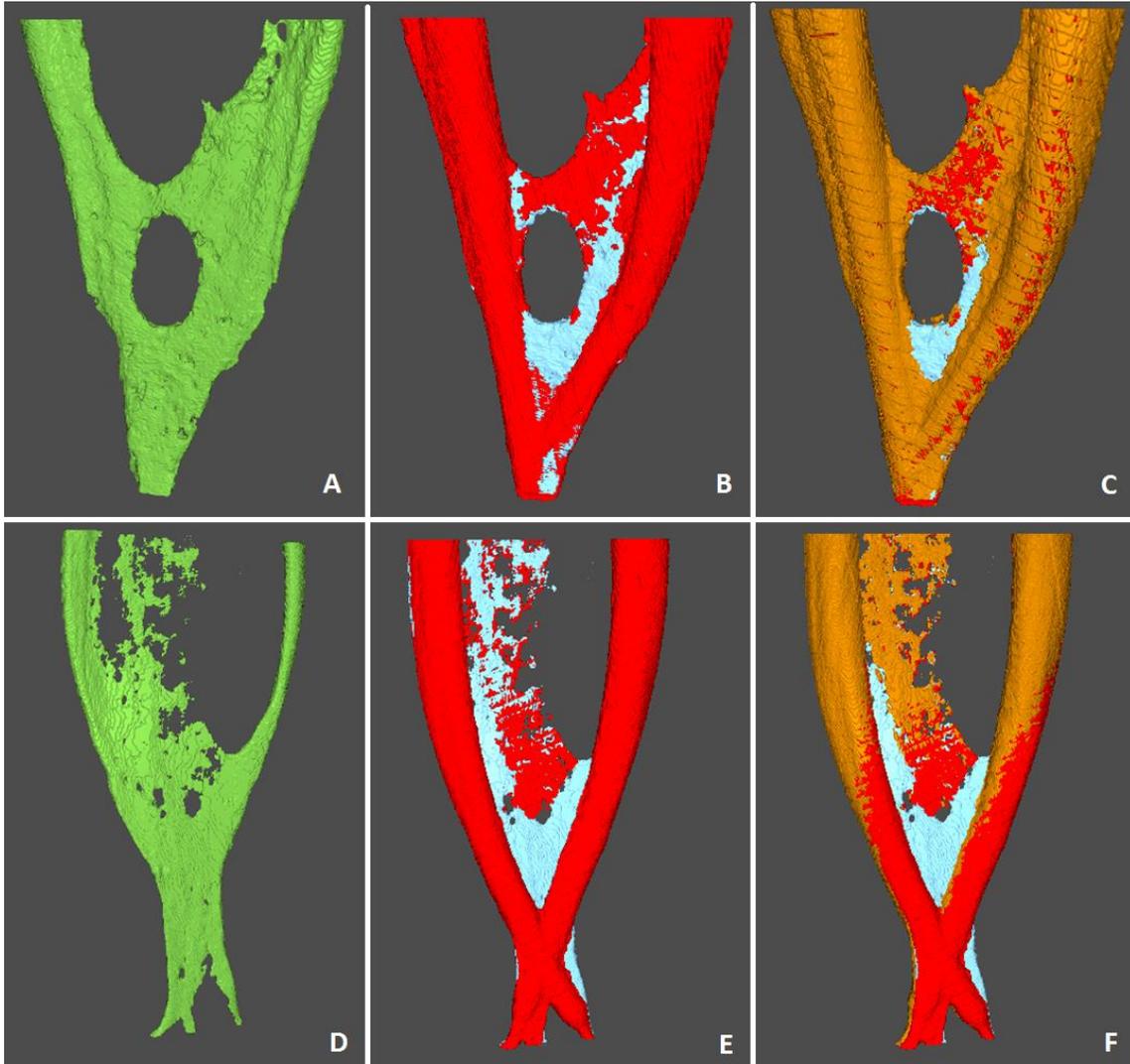


Figura 2. Reconstruções 3D representativas da anatomia inicial; canal preparado com debris acumulados; e canal preparado, debris remanescentes e debris removidos nos grupos Ácido fosfórico 37% (A, B e C) e EDTA 17% (D, E e F). (A e D) Anatomia inicial; (B e E) Canais radiculares instrumentados. Regiões detectadas como vazios (vermelho) e debris acumulados (azul) pela μ CT; (C e F) Canais radiculares após procedimento de remoção de smear layer. Regiões detectadas como vazios na imagem pós-instrumentação (vermelho), debris remanescentes (azul) e debris removidos (marrom) após procedimento de remoção de smear layer.

TABELAS

Tabela 1. Volume inicial do canal radicular e diferenças de volume nas análises realizadas (média \pm desvio padrão)

Grupo	Volume inicial do canal radicular (mm ³)	Δ_1 (mm ³)	Δ_2 (mm ³)
Ácido fosfórico 37% (n=13)	6,69 \pm 3,57 ^a	6,37 \pm 2,95 ^a	4,78 \pm 2,36 ^a
EDTA 17% (n=13)	8,45 \pm 3,55 ^a	7,32 \pm 2,27 ^a	0,22 \pm 0,67 ^b

* Letras iguais sobrescritas na mesma coluna indicam que não houve diferença estatística entre os grupos, letras diferentes indicam diferença estatística significativa ($p < 0,05$).

** Δ_1 – Diferença entre o volume pós-instrumentação e o volume inicial.

*** Δ_2 – Diferença entre o volume após remoção de *smear layer* e o volume pós-instrumentação.

5. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

Abarajithan M, Dham S, Velmurugan N, *et al.* Comparison of endovac irrigation system with conventional irrigation for removal of intracanal smear layer: an in vitro study. **Oral Surg Oral Med Oral Pathol Oral Radiol Endod** 2011;112:407-11.

Abella F, Teixidó LM, Patel S, *et al.* Cone-beam computed tomography analysis of the root canal morphology of maxillary first and second premolars in a Spanish population. **J Endod** 2015;41:1241-7.

Ahmetoglu F, Keles A, Yalcin M, Simsek N. Effectiveness of different irrigation systems on smear layer removal: a scanning electron microscopic study. **Eur J Dent** 2014;8:53-7.

Ahuja P, Nandini S, Ballal S, Velmurugan N, *et al.* Effectiveness of four different final irrigation activation techniques on smear layer removal in curved root canals: a scanning electron microscopy study. **J Dent (Tehran)** 2014;11:1-9.

Ekim SN, Erdemir A. Comparison of different irrigation activation techniques on smear layer removal: an in vitro study. **Microsc Res Tech** 2015;78:230-9.

Alkahtani A, Al Khudhairi TD, Anil S. A comparative study of the debridement efficacy and apical extrusion of dynamic and passive root canal irrigation systems. **BMC Oral Health** 2014;14:12.

Amaral P, Forner L, Llena C. Smear layer removal in canals shaped with reciprocating rotary systems. **J Clin Exp Dent** 2013;5:e227-30.

Ballal NV, Kandian S, Mala K, *et al.* 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;35:1573-6.

Barsness SA, Bowles WR, Fok A, *et al.* An anatomical investigation of the mandibular second molar using micro-computed tomography. **Surg Radiol Anat** 2015;37:267-72.

Brännström M, Nyborg H. Cavity treatment with a microbicidal fluoride solution: growth of bacteria and effect on the pulp. **J Prosthet Dent** 1973;30:303-10.

Busquim S, Cunha RS, Freire L, *et al.* A micro-computed tomography evaluation of long-oval canal preparation using reciprocating or rotary systems. **Int Endod J** 2015;48:1001-6.

Candeiro GT, Matos IB, Costa CF, *et al.* A comparative scanning electron microscopy evaluation of smear layer removal with apple vinegar and sodium hypochlorite associated with EDTA. **J Appl Oral Sci** 2011;19:639-43.

Çapar İD, Aydinbelge HA. Effectiveness of various irrigation activation protocols and the self-adjusting file system on smear layer and debris removal. **Scanning** 2014;36:640-7.

Clarkson RM, Moule AJ. Sodium hypochlorite and its use as an endodontic irrigant. **Aust Dent J** 1998;43:250-6.

Clegg MS, Vertucci FJ, Walker C, *et al.* The effect of exposure to irrigant solutions on apical dentin biofilms in vitro. **J Endod** 2006;32:434-7.

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

De-Deus G, Marins J, Neves AA, *et al.* Assessing accumulated hard-tissue debris using micro-computed tomography and free software for image processing and analysis. **J Endod** 2014;40:271-6.

De-Deus G, Marins J, Silva EJ, *et al.* Accumulated hard tissue debris produced during reciprocating and rotary nickel-titanium canal preparation. **J Endod** 2015;41:676-81.

Desai P, Himel V. Comparative safety of various intracanal irrigation systems. **J Endod** 2009;35:545-9.

Domark JD, Hatton JF, Benison RP, Hildebolt CF. An ex vivo comparison of digital radiography and cone-beam and micro computed tomography in the detection of the number of canals in the mesiobuccal roots of maxillary molars. **J Endod** 2013;39:901-5.

Dua A, Dua D. Comparative evaluation of efficacy of EndoVac irrigation system to Max-I probe in removing smear layer in apical 1 mm and 3 mm of root canal: an in vitro scanning electron microscope study. **Dent Res J (Isfahan)** 2015;12:38-43.

Dua D, Dua A, Uppin VM. A scanning electron microscopic evaluation of intracanal smear layer removal by two different final irrigation activation systems. **Contemp Clin Dent** 2014;5:37-41.

Endal U, Shen Y, Knut A, *et al.* A high-resolution computed tomographic study of changes in root canal isthmus area by instrumentation and root filling. **J Endod** 2011;37:223-7.

Fan B, Pan Y, Gao Y, *et al.* Three-dimensional morphologic analysis of isthmuses in the mesial roots of mandibular molars. **J Endod** 2010;36:1866-9.

Farhad A, Elahi T. The effect of smear layer on apical seal of endodontically treated teeth. **J Res Med Sci** 2004;9:130-3.

Freire LG, Iglecias EF, Cunha RS, *et al.* Micro-computed tomographic evaluation of hard tissue debris removal after different irrigation methods and its influence on the filling of curved canals. **J Endod** 2015;41:1660-6.

Fumes AC, Sousa-Neto MD, Leoni GB, *et al.* Root canal morphology of primary molars: a micro-computed tomography study. **Eur Arch Paediatr Dent** 2014;15:317-26.

Gade VJ, Sedani SK, Lokade JS, *et al.* Comparative evaluation of debris removal from root canal wall by using EndoVac and conventional needle irrigation: an in vitro study. **Contemp Clin Dent** 2013;4:432-6.

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

Gergi R, Arbab-Chirani R, Osta N, Naaman A. Micro-computed tomographic evaluation of canal transportation instrumented by different kinematics rotary nickel-titanium instruments. **J Endod** 2014;40:1223-7.

Gu L, Wei X, Ling J, Huang X. A microcomputed tomographic study of canal isthmuses in the mesial root of mandibular first molars in a Chinese population. **J Endod** 2009;35:353-6.

Gu Y, Zhang Y, Liao Z. Root and canal morphology of mandibular first premolars with radicular grooves. **Arch Oral Biol** 2013;58:1609-17.

Gupta J, Nikhil V, Jha P. Corelation between machines assisted endodontic irrigant agitation and apical extrusion of debris and irrigant: a laboratory study. **Scientific World Journal** 2014.

Ha JH, Kim SK, Cheung GS, *et al.* Effect of alloy type on the life-time of torsion-preloaded nickel-titanium endodontic instruments. **Scanning** 2015;37:172-8.

Hammad M, Qualtrough A, Silikas N. Evaluation of root canal obturation: a three-dimensional in vitro study. **J Endod** 2009;35:541-4.

Harris SP, Bowles WR, Fok A, McClanahan SB. An anatomic investigation of the mandibular first molar using micro-computed tomography. **J Endod** 2013;39:1374-8.

Heilborn C, Reynolds K, Johnson JD, Cohenca N. Cleaning efficacy of an apical negative-pressure irrigation system at different exposure times. **Quintessence Int** 2010;41:759-67.

Howard RK, Kirkpatrick TC, Rutledge RE, Yaccino JM. Comparison of debris removal with three different irrigation techniques. **J Endod** 2011;37:1301-5.

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

Hülsmann M, Peters OA, Dummer PMH. Mechanical preparation of root canals: shaping goals, techniques and means. **Endodontic Topics** 2005;10:30-76.

Hwang YH, Bae KS, Baek SH, *et al.* Shaping ability of the conventional nickel-titanium and reciprocating nickel-titanium file systems: a comparative study using micro-computed tomography. **J Endod** 2014;40:1186-9.

Iqbal A. Antimicrobial irrigants in the endodontic therapy. **Int J Health Sci (Qassim)** 2012;6:186-92.

Iqbal M, Chan S, Ku J. Relative frequency of teeth needing conventional and surgical endodontic treatment in patients treated at a graduate endodontic clinic - a Penn Endo database study. **Oral Surg Oral Med Oral Pathol Oral Radiol Endod** 2008;106:e62-e67.

İriboz E, Bayraktar K, Türkaydın D, Tarçın B. Comparison of apical extrusion of sodium hypochlorite using 4 different root canal irrigation techniques. **J Endod** 2015;41:380-4.

Kim HC, Kwak SW, Cheung GS, *et al.* Cyclic fatigue and torsional resistance of two new nickel-titanium instruments used in reciprocation motion: Reciproc versus Wave One. **J Endod** 2012;38:541-4.

Kim Y, Perinpanayagam H, Lee JK, *et al.* Comparison of mandibular first molar mesial root canal morphology using micro-computed tomography and clearing technique. **Acta Odontol Scand** 2015;73:427-32.

Kouvas V, Liolios E, Vassiliadis L, *et al.* Influence of smear layer on depth of penetration of three endodontic sealers: a SEM study. **Endod Dent Traumatol** 1998;14:191-5.

Kuga MC, Gouveia-Jorge É, Tanomaru-Filho M, Guerreiro-Tanomaru JM, *et al.* Penetration into dentin of sodium hypochlorite associated with acid solutions. **Oral Surg Oral Med Oral Pathol Oral Radiol Endod** 2011;112:e155-e159.

Kumar VR, Bahuguna N, Manan R. Comparison of efficacy of various root canal irrigation systems in removal of smear layer generated at apical third: an SEM study. **J Conserv Dent** 2015;18:252-6.

Kungwani ML, Prasad KP, Khiyani TS. Comparison of the cleaning efficacy of EndoVac with conventional irrigation needles in debris removal from root canal. An in-vivo study. **J Conserv Dent** 2014;17:374-8.

Lee JK, Yoo YJ, Perinpanayagam H, *et al.* Three-dimensional modelling and concurrent measurements of root anatomy in mandibular first molar mesial roots using micro-computed tomography. **Int Endod J** 2015;48:380-9.

Li J, Li L, Pan Y. Anatomic study of the buccal root with furcation groove and associated root canal shape in maxillary first premolars by using micro-computed tomography. **J Endod** 2013;39:265-8.

Lotfi M, Vosoughhosseini S, Saghiri MA, *et al.* Effect of MTAD as a final rinse on removal of smear layer in ten-minute preparation time. **J Endod** 2012;38:1391-4.

Malentacca A, Uccioli U, Zangari D, *et al.* Efficacy and safety of various active irrigation devices when used with either positive or negative pressure: an in vitro study. **J Endod** 2012;38:1622-6.

Mancini M, Cerroni L, Iorio L, *et al.* Smear layer removal and canal cleanliness using different irrigation systems (EndoActivator, EndoVac, and passive ultrasonic irrigation): field emission scanning electron microscopic evaluation in an in vitro study. **J Endod** 2013;39:1456–60.

Mannocci F, Peru M, Sherriff M, *et al.* The isthmuses of the mesial root of mandibular molars: a micro-computed tomographic study. **Int Endod J** 2005;38:558-63.

Marion JJC, Manhães FC, Bajo H, Duque TM. Efficiency of different concentrations of sodium hypochlorite during endodontic treatment. Literature review. **Dental Press Endod** 2012;2:32-7.

Metzger Z, Zary R, Cohen R, *et al.* The quality of root canal preparation and root canal obturation in canals treated with rotary versus self-adjusting files: a three-dimensional micro-computed tomographic study. **J Endod** 2010;36:1569-73.

Mitchell RP, Baumgartner JC, Sedgley CM. Apical extrusion of sodium hypochlorite using different root canal irrigation systems. **J Endod** 2011;37:1677-81.

Mitchell RP, Yang SE, Baumgartner JC. Comparing apical extrusion of NaOCl using EndoVac or needle irrigation. **J Endod** 2010;36:338-41.

Nair MK, Nair UP. Digital and advanced imaging in endodontics: a review. **J Endod** 2007; 33:1-6.

Nassar M, Hiraishi N, Tamura Y, *et al.* Phytic acid: an alternative root canal chelating agent. **J Endod** 2015;41:242-7.

Nielsen BA, Craig BJ. Comparison of the EndoVac system to needle irrigation of root canals. **J Endod** 2007;33:611-5.

Paqué F, Laib A, Gautschi H, Zehnder M. Hard-tissue debris accumulation analysis by high-resolution computed tomography scans. **J Endod** 2009;35:1044-7.

Paqué F, Balmer M, Attin T, Peters OA. Preparation of oval-shaped root canals in mandibular molars using nickel-titanium rotary instruments: a micro-computed tomography study. **J Endod** 2010;36:703-7.

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;44:148-53.

Paqué F, Al-Jadaa A, Kfir A. Hard-tissue debris accumulation created by conventional rotary versus self-adjusting file instrumentation in mesial root canal systems of mandibular molars. **Int Endod J** 2012;45:413-8.

Parente JM, Loushine RJ, Susin L, *et al.* Root canal debridement using manual dynamic agitation or the EndoVac for final irrigation in a closed system and an open system. **Int Endod J** 2010;43:1001-12.

Park JW, Lee JK, Ha BH, *et al.* Three-dimensional analysis of maxillary first molar mesiobuccal root canal configuration and curvature using micro-computed tomography. **Oral Surg Oral Med Oral Pathol Oral Radiol Endod** 2009;108:437-42.

Pécora JD. Uma breve história dos métodos de estudo de anatomia interna dos dentes humanos. Disponível em: <http://www.forp.usp.br/restauradora/dia.htm>. Acesso: Setembro/2015.

Peeters HH, Mooduto L. Radiographic examination of apical extrusion of root canal irrigants during cavitation induced by Er, Cr:YSGG laser irradiation: an in vivo study. **Clin Oral Invest** 2013;17:2105-12.

Pérez-Heredia M, Ferrer-Luque CM, González-Rodríguez MP. The effectiveness of different acid irrigating solutions in root canal cleaning after hand and rotary instrumentation. **J Endod** 2006;32:993-7.

Pérez-Heredia M, Ferrer-Luque CM, González-Rodríguez MP, *et al.* Decalcifying effect of 15% EDTA, 15% citric acid, 5% phosphoric acid and 2.5% sodium hypochlorite on root canal dentine. **Int Endod J** 2008;41:418-23.

Peters OA, Schönenberger K, Laib A. Effects of four Ni-Ti preparation techniques on root canal geometry assessed by micro computed tomography. **Int Endod J** 2001;34:221-30.

Plotino G, Grande NM, Testarelli L, Gambarini G. Cyclic fatigue of Reciproc and WaveOne reciprocating instruments. **Int Endod J** 2012;45:614-8.

Poggio C, Dagna A, Chiesa M, *et al.* Effects of niti rotary and reciprocating instruments on debris and smear layer scores: an SEM evaluation. **J Appl Biomater Funct Mater** 2014;12:256-62.

Prado M, Gusman H, Gomes BP, 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;37:255-8.

Prado M, Silva EJ, Duque TM, *et al.* Antimicrobial and cytotoxic effects of phosphoric acid solution compared to other root canal irrigants. **J Appl Oral Sci** 2015;23:158-63.

Rhodes JS, Ford TR, Lynch JA, *et al.* Micro-computed tomography: a new tool for experimental endodontology. **Int Endod J** 1999;32:165-70.

Ribeiro EM, Silva-Sousa YT, Souza-Gabriel AE, *et al.* Debris and smear removal in flattened root canals after use of different irrigant agitation protocols. **Microsc Res Tech** 2012;75:781-90.

Robinson JP, Lumley PJ, Cooper PR, *et al.* Reciprocating root canal technique induces greater debris accumulation than a continuous rotary technique as assessed by 3-dimensional micro-computed tomography. **J Endod** 2013;39:1067-70.

Saber Sel-D, Hashem AA. Efficacy of different final irrigation activation techniques on smear layer removal. **J Endod** 2011;37:1272-75.

Saini M, Kumari M, Taneja S. Comparative evaluation of the efficacy of three different irrigation devices in removal of debris from root canal at two different levels: An in vitro study. **J Conserv Dent** 2013;16:509-13.

Schoeffel GJ. The EndoVac method of endodontic irrigation: safety first. **Dent Today** 2007;26:92,94,96.

Shahravan A, Haghdoost AA, Adl A, *et al.* Effect of smear layer on sealing ability of canal obturation: a systematic review and meta-analysis. **J Endod** 2007;33:96-105.

Siqueira JF Jr. Reaction of periradicular tissues to root canal treatment: benefits and drawbacks. **Endodontic Topics** 2005;10:123-47.

Siqueira JF Jr, Alves FR, Versiani MA, *et al.* Correlative bacteriologic and micro-computed tomographic analysis of mandibular molar mesial canals prepared by Self-Adjusting File, Reciproc, and Twisted File systems. **J Endod** 2013;39:1044-50.

Silva PV, Guedes DF, Nakadi FV, *et al.* Chitosan: a new solution for removal of smear layer after root canal instrumentation. **Int Endod J** 2013;46:332-8.

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;36:1782-85.

Somma F, Cretella G, Carotenuto M, *et al.* Quality of thermoplasticized and single point root fillings assessed by micro-computed tomography. **Int Endod J** 2011;44:362-9.

Susin L, Liu Y, Yoon JC, *et al.* Canal and isthmus debridement efficacies of two irrigant agitation techniques in a closed system. **Int Endod J** 2010;43:1077-90.

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;32:32-9.

Tambe VH, Nagmode PS, Vishwas JR, *et al.* Evaluation of the amount of debris extruded apically by using conventional syringe, Endovac and ultrasonic irrigation technique: an in vitro study. **J Int Oral Health** 2013;5:63-6.

Teixeira FB, Sano CL, Gomes BP, *et al.* A preliminary in vitro study of the incidence and position of the root canal isthmus in maxillary and mandibular first molars. **Int Endod J** 2003;36:276-80.

Thomas AR, Velmurugan N, Smita S, Jothilatha S. Comparative evaluation of canal isthmus debridement efficacy of modified EndoVac technique with different irrigation systems. **J Endod** 2014;40:1676-80.

Thompson SA. An overview of nickel-titanium alloys used in dentistry. **Int Endod J** 2000;33:297-310.

Tirali RE, Turan Y, Akal N, Karahan ZC. In vitro antimicrobial activity of several concentrations of NaOCl and Octenisept in elimination of endodontic pathogens. **Oral Surg Oral Med Oral Pathol Oral Radiol Endod** 2009;108:e117-e120.

Torres A, Jacobs R, Lambrechts P, *et al.* Characterization of mandibular molar root and canal morphology using cone beam computed tomography and its variability in Belgian and Chilean population samples. **Imaging Sci Dent** 2015; 45:95-101.

Usman N, Baumgartner JC, Marshall JG. Influence of instrument size on root canal debridement. **J Endod** 2004;30:110-2.

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;40:415-26.

Velmurugan N, Sooriaprakas C, Jain P. Apical extrusion of irrigants in immature permanent teeth by using EndoVac and needle irrigation: an in vitro study. **J Dent (Tehran)** 2014;11:433-9.

Versiani MA, Pécora JD, Sousa-Neto MD. The anatomy of two-rooted mandibular canines determined using microcomputed tomography. **Int Endod J** 2011;44:682-7.

Versiani MA, Leoni GB, Steier L, *et al.* Micro-computed tomography study of oval-shaped canals prepared with the Self-adjusting File, Reciproc, WaveOne, and Protaper Universal systems. **J Endod** 2013;39:1060-6.

Versiani MA, Alves FR, Andrade-Junior CV, *et al.* Micro-CT evaluation of the efficacy of hard tissue removal from the root canal and isthmus area by positive and negative pressure irrigation systems. **Int Endod J** 2015.

Villas-Bôas MH, Bernardineli N, Cavenago BC, *et al.* Micro-computed tomography study of the internal anatomy of mesial root canals of mandibular molars. **J Endod** 2011;37:1682-6.

Violich DR, Chandler NP. The smear layer in endodontics - a review. **Int Endod J** 2010;43:2-15.

Wayman BE, Patten JA, Dazey SE. Relative frequency of teeth needing endodontic treatment in 3350 consecutive endodontic patients. **J Endod** 1994;20:399-401.

Weller NR, Niemczyk SP, Kim S. Incidence and position of the canal isthmus. Part 1. Mesio Buccal root of the maxillary first molar. **J Endod** 1995;21:380-3.

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;9:137-42.

Yost RA, Bergeron BE, Kirkpatrick TC, *et al.* Evaluation of 4 different irrigating systems for apical extrusion of sodium hypochlorite. **J Endod** 2015;41:1530-4.

Yoo YJ, Lee W, Kim HC, *et al.* Multivariate analysis of the cleaning efficacy of different final irrigation techniques in the canal and isthmus of mandibular posterior teeth. **Restor Dent Endod** 2013;38:154-9.

ANEXO A – PARECER SUBSTANCIADO DO CEP

HOSPITAL UNIVERSITÁRIO
CLEMENTINO FRAGA FILHO
(HUCFF/ UFRJ))



PARECER CONSUBSTANCIADO DO CEP

DADOS DO PROJETO DE PESQUISA

Título da Pesquisa: INFLUÊNCIA DOS APARELHOS USADOS NA IRRIGAÇÃO E SUBSTÂNCIAS USADAS NA ELIMINAÇÃO DE IMPUREZAS DURANTE O TRATAMENTO DE CANAL E A CONSEQUÊNCIA NO PREENCHIMENTO DO CANAL DO DENTE.

Pesquisador: Heloisa Carla Dell Santo Gusman

Área Temática: Versão: 2

CAAE: 36865014.0.0000.5257

Instituição Proponente: UNIVERSIDADE FEDERAL DO RIO DE JANEIRO

Patrocinador Principal: UNIVERSIDADE FEDERAL DO RIO DE JANEIRO

DADOS DO PARECER

Número do Parecer: 910.615

Data da Relatoria: 19/11/2014

Apresentação do Projeto:

Protocolo 194-14, do grupo III. Respostas recebidas em 2.11.2014. Constatam os seguintes documentos:

1. Carta-resposta (2/11/2014)
2. Projeto detalhado (2/11/2014)
3. TCLE (2/11/2014)
4. Currículo dos pesquisadores (2/11/2014)

Objetivo da Pesquisa:

Vide parecer consubstanciado n. 843.708, postado em 23/10/2014.

Avaliação dos Riscos e Benefícios:

Vide parecer consubstanciado n. 843.708, postado em 23/10/2014.

Endereço: Rua Prof. Rodolpho Paulo Rocco Nº255 Sala 01D-46

Bairro: Cidade Universitária

CEP:

21.941-913

UF: RJ

Município: RIO DE JANEIRO

Telefone:

(21)3938-2480 **Fax:** (21)3938-2481

E-mail: cep@hucff.ufrj.br

HOSPITAL UNIVERSITÁRIO
CLEMENTINO FRAGA FILHO
((HUCFF/ UFRJ))



Continuação do Parecer: 910.615

Comentários e Considerações sobre a Pesquisa:

Vide parecer consubstanciado n. 843.708, postado em 23/10/2014.

Considerações sobre os Termos de apresentação obrigatória:

Vide parecer consubstanciado n. 843.708, postado em 23/10/2014.

Recomendações:

Nenhuma.

Conclusões ou Pendências e Lista de Inadequações:

Nenhuma.

Situação do Parecer:

Aprovado

Necessita Apreciação da CONEP:

Não

Considerações Finais a critério do CEP:

1.De acordo com o item X.1.3.b, da Resolução CNS n.º 466/12, o pesquisador deverá apresentar relatórios semestrais que permitam ao CEP acompanhar o desenvolvimento dos projetos.

2.Eventuais emendas (modificações) ao protocolo devem ser apresentadas, com justificativa, ao CEP, de forma clara e sucinta, identificando a parte do protocolo a ser modificada.

RIO DE JANEIRO, 11 de Dezembro de 2014

Assinado por:
Carlos Alberto Guimarães
(Coordenador)

Endereço: Rua Prof. Rodolpho Paulo Rocco Nº255 Sala 01D-46

Bairro: Cidade Universitária **CEP:**

21.941-913

UF: RJ **Município:** RIO DE JANEIRO

Telefone: (21)3938-2480 **Fax:** (21)3938-2481

E-mail: cep@hucff.ufrj.br