

unesp

UNIVERSIDADE ESTADUAL PAULISTA
"JULIO DE MESQUITA FILHO"
Campus de São José dos Campos
Faculdade de Odontologia

NÁDIA DE SOUZA FERREIRA

**AVALIAÇÃO DA REMOÇÃO DA *SMEAR LAYER* DAS
PAREDES DO CANAL RADICULAR APÓS
INSTRUMENTAÇÃO OSCILATÓRIA OU ROTATÓRIA E
EMPREGO DE DIFERENTES PONTAS DE IRRIGAÇÃO**



2011

NÁDIA DE SOUZA FERREIRA

**AVALIAÇÃO DA REMOÇÃO DA *SMEAR LAYER* DAS PAREDES DO
CANAL RADICULAR APÓS INSTRUMENTAÇÃO OSCILATÓRIA OU
ROTATÓRIA E EMPREGO DE DIFERENTES PONTAS DE IRRIGAÇÃO**

Dissertação apresentada à Faculdade de Odontologia, Campus de São José dos Campos, UNESP – Univ Estadual Paulista, como parte dos requisitos para obtenção do título de MESTRE, pelo Programa de Pós-Graduação em ODONTOLOGIA RESTAURADORA, Especialidade de Endodontia.

Orientadora: Prof^a. Adj. Ana Paula Martins Gomes

São José dos Campos

2011

Apresentação gráfica e normalização de acordo com:
Alvarez S, Coelho DCAG, Couto RAO, Durante APM. Guia prático para
Normalização de Trabalhos Acadêmicos da FOSJC. São José dos
Campos: FOSJC/UNESP; 2010.

F413a Ferreira, Nadia de Souza

Avaliação da remoção da smear layer das paredes do canal radicular
após instrumentação oscilatória ou rotatória e emprego de diferentes
pontas de irrigação / Nadia de Souza Ferreira - São José dos Campos
[s.n.], 2011.

112 .f. : il.

Dissertação (Mestrado em Odontologia Restauradora) – Faculdade de
Odontologia de São Jose dos Campos, Universidade Estadual Paulista,
2011.

Orientador : Profa. Adj. Ana Paula Martins Gomes

1. Irrigantes do canal radicular. 2 Instrumentação. 3. Microscopia
eletrônica de varredura.. I. Gomes, Ana Paula Martins II. Universidade
Estadual Paulista. Faculdade de Odontologia de São José dos Campos. III.
Título

tD24

Ficha catalográfica elaborada pelo Serviço Técnico de Biblioteca e Documentação da
Faculdade de Odontologia de São José dos Campos – UNESP

AUTORIZAÇÃO

Autorizo a reprodução e divulgação total ou parcial deste trabalho, por
qualquer meio convencional ou eletrônico, desde que citada a fonte.

São José dos Campos, 05 de maio de 2011 .

Assinatura :

E-mail: na.soufer@hotmail.com

BANCA EXAMINADORA

Profa. Adj. Ana Paula Martins Gomes (Orientadora)

Faculdade de Odontologia de São José dos Campos
UNESP – Universidade Estadual Paulista

Profa. Tit. Marcia Carneiro Valera

Faculdade de Odontologia de São José dos Campos
UNESP – Universidade Estadual Paulista

Profa. Dra. Sandra Márcia Habitante

Faculdade de Odontologia de Taubaté
UNITAU – Universidade de Taubaté

São José dos Campos, 08 de junho de 2011.

DEDICATÓRIA

À Deus por sempre me acompanhar e colocar no meu caminho pessoas maravilhosas que sempre estiveram ao meu lado.

Aos meus pais, **Nelson e Sandra**, por me mostrarem o verdadeiro valor do amor e da família. Por sempre colocarem a felicidade e educação das filhas acima de tudo. Pelo apoio incondicional em todas as etapas da minha vida, por sempre acreditarem em mim e até pelas broncas nas horas necessárias. Por me ensinarem que é necessário muito trabalho para atingir nossos objetivos. Enfim, por me proporcionarem uma vida maravilhosa. Tudo que eu sou hoje e o que eu consegui, devo a vocês.

À minha irmã **Natália**, que além de irmã é minha melhor amiga, com quem sempre pude contar nas horas mais difíceis. Pelas nossas longas conversas de madrugada, pelas risadas, por todo companheirismo, por cuidar de mim e por me incentivar sempre a querer ser uma pessoa melhor.

AGRADECIMENTOS ESPECIAIS

À minha tia Cláudia (*in memoriam*) e meu Tio Manuel pelos conselhos, pelas viagens, pelos momentos maravilhosos que passamos juntos. Por me incentivarem sempre, devo muito a vocês.

Às minhas avós Lacir e Lourdes pelos momentos divertidos e carinhosos que passamos juntas desde a minha infância até hoje.

À Prof^a Adj. Ana Paula Martins Gomes, por me aceitar como sua orientada, sempre depositando muita confiança em mim. Por seu carinho e sua simpatia, sempre me recebendo com um sorriso no rosto, mesmo nas horas de preocupação. Por me fazer querer melhorar a cada dia, não apenas como aluna de Mestrado, também como profissional e como pessoa. Fiquei muito feliz em ser sua orientada. Meus sinceros agradecimentos e minha eterna admiração.

À Prof^a Tit. Marcia Carneiro Valera, minha orientadora de Iniciação Científica, que me despertou o interesse pelo ensino e pela pesquisa. Que me ensinou muito durante a Graduação e também acabou de certa maneira orientando um pouco cada uma de nós durante o Mestrado. Com certeza, com a senhora aprendi coisas a serem levadas para a vida toda. Um exemplo a ser seguido.

Ao Prof. Dr. Cláudio Antonio Talge Carvalho, pelo convívio agradável, por passar sua experiência e seus conhecimentos durante o

laboratório da Graduação e por me ensinar que o bom humor de uma pessoa pode tornar melhor o dia de todos ao seu redor.

Ao Prof. Adj. Carlos Henrique Ribeiro Camargo, pela experiência e pelos conhecimentos passados, por ser sempre tão prestativo sempre que precisei de sua ajuda. Por nos incentivar sempre a querer melhorar.

AGRADECIMENTOS

À Faculdade de Odontologia de São José dos Campos – UNESP na pessoa do Diretor, Prof. Adj. José Roberto Rodrigues e do Vice-Diretor, Prof. Dr. Carlos Augusto Pavanelli.

Às colegas de Mestrado Adriana, Flávia, Cláudia, Ana Cláudia, Gleyce e Tatiana e do Doutorado Sylvia, Raffaella e Aletéia pelo agradável convívio na salinha, no cafezinho, pelas conversas e ajuda nos momentos que precisei.

À Patrícia por sua enorme disposição em sempre me ajudar, por todos os trabalhos que fizemos juntas, pela companhia no laboratório, pelas conversas, pelos conselhos e pelas risadas.

À Mariana pela convivência, pelos almoços e jantares, pelas conversas e conselhos, pelas caronas, pela companhia durante dias inteiros no laboratório, por ajudar sempre que era possível e até quando não era. Por sempre dar um jeitinho de ajudar os outros.

Às amigas, Michelle Fernandes, Adriana Andrade, Gabriela Velosa, Fernanda Feitosa e Sabrina Feitosa pela convivência e pelos momentos em casa tão divertidos.

Ao meu cunhado Marcelo, pelas risadas, pelo companheirismo, por fazer nossos fins de semana sempre um pouco mais divertidos com sua presença.

À secretaria de Pós-Graduação em nome de Rosemary, Erena e Bruno pela colaboração e informações prestadas durante o curso.

Às Professoras da Disciplina de Endodontia Márcia Maciel Menezes Ferraz e Lilian Eiko Maekawa pelo agradável convívio e pelos conhecimentos compartilhados.

À Professora Dra. Simone Helena Gonçalves de Oliveira e à Professora Dra. Luciane Dias de Oliveira pela participação na banca do Exame Geral de Qualificação, por contribuírem com a elaboração deste trabalho.

Às técnicas de laboratório Josiana e Fernanda por sua atenção e pela ajuda em vários momentos.

À secretária do Departamento de Odontologia Restauradora Rosângela por sua simpatia, educação e por colaborar sempre.

À Dona Marinete pelo sorriso todas as manhãs e por cuidar tão bem do nosso cafezinho.

A todos os Professores do Departamento de Odontologia Restauradora pelo agradável convívio.

Ao Prof. Ivan Balducci pela ajuda com a análise estatística dos resultados.

Ao Carlos Guedes pela disposição em ajudar com as dúvidas a respeito das Agências de Fomento e Congressos.

Ao INPE e à senhora Maria Lúcia Brison de Mattos, pela paciência e atenção durante a utilização do Microscópio Eletrônico de Varredura.

À CAPES pelo apoio financeiro prestado durante o curso de Mestrado e à FUNDUNESP pelo auxílio financeiro para a compra dos materiais utilizados no trabalho.

E a todos aqueles que de qualquer maneira colaboraram na execução deste trabalho.

Muito Obrigada

“Há homens que lutam um dia e são bons.
Há outros que lutam um ano e são melhores.
Há os que lutam muitos anos e são muito bons.
Porém, há os que lutam toda a vida. Esses são
os imprescindíveis.”

Bertold Brecht

SUMÁRIO

RESUMO	11
ABSTRACT.....	12
1 INTRODUÇÃO.....	13
2 REVISÃO DE LITERATURA.....	17
2.1 Meios químicos de remoção da <i>smear layer</i>	17
2.2 Meios físicos de remoção da <i>smear layer</i>	30
2.3 Instrumentação e <i>smear layer</i>	42
3 PROPOSIÇÃO	51
4 MATERIAL E MÉTODO	52
4.1 Seleção, armazenamento e preparo dos dentes	52
4.2 Protocolo para a instrumentação dos canais radiculares ...	54
4.3 Protocolo para irrigação dos canais radiculares	57
4.4 Preparo para análise dos espécimes em MEV	59
4.5 Análise estatística dos resultados	62
5 RESULTADOS	64
5.1 Estatística descritiva	64
5.2 Estatística inferencial	68
6 DISCUSSÃO	90
6.1 Discussão da metodologia	90
6.2 Discussão dos resultados	94
7 CONCLUSÃO	99
8 REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS	100
APÊNDICE A	109
ANEXO A	111
ANEXO B.....	112

Ferreira NS. Avaliação da remoção da *smear layer* das paredes do canal radicular após instrumentação oscilatória ou rotatória e emprego de diferentes pontas de irrigação [dissertação]. São José dos Campos: Faculdade de Odontologia de São José dos Campos, UNESP – Univ Estadual Paulista; 2011.

RESUMO

O objetivo deste estudo foi avaliar a remoção da camada residual (*smear layer*) das paredes do canal radicular após instrumentação oscilatória ou rotatória e utilização de diferentes pontas de irrigação. Foram utilizados 60 dentes unirradiculares humanos que tiveram seus canais instrumentados por técnica oscilatória ou rotatória, variando a ponta de irrigação com hipoclorito de sódio a 2,5% (n=10): G1- instrumentação oscilatória + irrigação com pontas NaviTip; G2 – instrumentação oscilatória + irrigação com pontas NaviTip FX; G3 – instrumentação oscilatória + irrigação com pontas Endo-Eze Irrigator; G4 – instrumentação rotatória + irrigação com pontas NaviTip; G5 – instrumentação rotatória + irrigação com pontas NaviTip FX; G6 – instrumentação rotatória + irrigação com pontas Endo-Eze Irrigator. Finalizada a instrumentação, os dentes foram clivados e preparados para análise em MEV, com aumento de 500x e 2000x, avaliando a limpeza dos canais radiculares nos terços cervical, médio e apical. A área analisada foi quantificada pelo número total de túbulos dentinários presentes e pela porcentagem de túbulos abertos na região avaliada. Os dados relativos à porcentagem de túbulos abertos foram submetidos à análise estatística utilizando ANOVA e Teste de Tukey 5%. Os resultados mostraram menor quantidade de túbulos dentinários abertos no grupo G5 com diferenças estatisticamente significantes. Em todos os grupos a limpeza obtida nos terços cervical e médio foi superior à conseguida no terço apical, entretanto apenas no grupo G1 e G5 o terço apical diferiu estatisticamente dos outros terços. Pôde-se concluir que a limpeza obtida no terço apical foi inferior em todos os grupos e nenhuma técnica de instrumentação ou ponta de irrigação foi capaz de promover a remoção total da *smear layer* das paredes do canal radicular.

Palavras-chave: Irrigantes do canal radicular. Instrumentação. Microscopia eletrônica de varredura.

Ferreira NS. Evaluation of smear layer removal from root canal walls after oscillatory or rotary instrumentation and use of different irrigation tips [dissertation]. São José dos Campos: São José dos Campos Dental School, UNESP – Univ Estadual Paulista; 2011.

ABSTRACT

The aim of this study was to evaluate the removal of smear layer of the root canal dentin walls after oscillatory or rotary instrumentation and use of different irrigation tips. A total of 60 single-rooted human teeth had their canals instrumented with rotary or oscillatory technique, varying the irrigation tip with sodium hypochlorite 2.5% (n=10): G1 - oscillatory instrumentation + irrigation with NaviTip; G2 - oscillatory instrumentation + irrigation with NaviTip FX; G3 - oscillatory instrumentation + irrigation with Endo-Eze Irrigator; G4 - rotary instrumentation + irrigation with NaviTip; G5 - rotary instrumentation + irrigation with NaviTip FX; G6 - rotary instrumentation + irrigation with Endo-Eze Irrigator. The teeth were sectioned and prepared for SEM analysis with 500x and 2000x magnification, for evaluation of cleaning at the cervical, medium and apical thirds of root canal. The analyzed area was quantified according the total number of tubules present and the percentage of open tubules in the region evaluated. The values were subjected to statistical analysis by ANOVA and Tukey tests, at a significance level of 5%. The results showed fewer open tubules in G5 with significant differences. In all groups the cleaning obtained in the cervical and middle thirds was higher than that achieved in the apical third, although only in G1 and G5 apical third differed significantly from the other thirds. It is concluded that cleaning process in the apical third was less in all groups and no instrumentation or tip was able to promote canals completely clean.

Keywords: Root canal irrigants. Instrumentation. Scanning Electron Microscopy.

1 INTRODUÇÃO

Para o sucesso do tratamento endodôntico, todas as etapas operatórias devem ser realizadas de maneira criteriosa. Assim, a limpeza e desinfecção do sistema de canais radiculares são os principais objetivos a serem alcançados. Para isto, faz-se necessária a utilização de meios mecânicos, físicos e químicos que atuem sobre a matéria orgânica, neutralizando e dissolvendo os produtos tóxicos e sobre os microrganismos e seus produtos (Cohen, Burns, 2000).

As substâncias químicas auxiliares utilizadas como soluções irrigadoras durante o preparo biomecânico, além da ação antimicrobiana e solvente tecidual, devem possuir capacidade de lubrificação e limpeza das paredes do canal radicular, permitindo melhor ação da medicação intracanal e adequada união do material obturador às paredes dentinárias (Ari et al., 2004). A solução de hipoclorito de sódio em diferentes concentrações é um dos irrigantes mais utilizados e aceitos na Endodontia, principalmente no tratamento da polpa infectada, devido a sua baixa tensão superficial, capacidade de dissolver matéria orgânica, e ações desodorizante, alvejante, lubrificante e antimicrobiana (Lopes, Siqueira Jr, 1999; Arruda et al., 2009).

A clorexidina também vem sendo bastante utilizada como irrigante do canal radicular durante o preparo biomecânico, principalmente por sua conhecida propriedade antimicrobiana e substantividade, que garante efeito residual antimicrobiano (Jeansonne, White, 1994; White et al., 1997; Gomes et al., 2001). No entanto, a clorexidina não possui capacidade de dissolução de matéria orgânica, permitindo a permanência de *debris* aderidos às paredes do canal radicular (Okino et al., 2004).

Os *debris* são definidos como partículas de dentina e restos de tecido vital ou necrótico aderidos à parede do canal radicular (Al-Hadlaq et al., 2006). Além dos *debris*, durante o preparo biomecânico, ocorre a formação de uma camada residual, conhecida como *smear layer*, que é uma película superficial aderida à parede do canal radicular. Esta camada amorfa e irregular é composta por partículas de dentina, restos pulpares, resíduos de soluções irrigadoras, prolongamentos odontoblásticos, microrganismos e seus produtos metabólicos que se aderem às paredes do canal radicular, obstruindo a entrada dos túbulos dentinários (Al-Hadlaq et al., 2006; Ballal et al., 2009).

Há uma controvérsia quanto remover ou manter a *smear layer*, entretanto, pesquisadores concluíram que esta camada deve ser removida para uma maior desinfecção do sistema de canais radiculares e uma melhor adaptação dos materiais obturadores às paredes do canal radicular (Violich, Chandler, 2010)

Para a remoção da *smear layer* vários métodos têm sido utilizados, como ultra-som e laser (George et al., 2008; Groot et al., 2009; Goel, Tewari, 2009; Caron et al., 2010; Divito et al., 2010; Rodig et al., 2010a; Rodig et al., 2010b; Uroz-Torres et al., 2010). O laser tem capacidade de remoção da *smear layer*, mas pode ocorrer extrusão da solução irrigadora através do ápice, carbonização, trincas e aumento de temperatura do canal radicular (Kimura et al., 2002; George, Walsh, 2008). Quanto ao uso do ultra-som, se este for intenso e prolongado, o aquecimento produzido no interior do canal radicular pode causar danos ao ligamento periodontal e osso alveolar (Walters, Rawal, 2007).

As substâncias químicas auxiliares são, em geral, o método mais utilizado para remoção da *smear layer*, resultando em um aumento da permeabilidade dentinária (Scelza et al., 2004; Teixeira et al., 2005), maior união dos cimentos endodônticos às paredes dentinárias (Eldeniz et al., 2005; Tzanetakis et al., 2010) com penetração de cimento nos túbulos dentinários (Kokkas et al., 2004) e consequente diminuição da

passagem de bactérias através do sistema de canais radiculares (Clark-Holke et al., 2003).

Muitas substâncias têm sido descritas para remoção da *smear layer* (Okino et al., 2004; Perez-Heredia et al., 2006; Ghodusi et al., 2007; Spano et al., 2009), entretanto, o quelante mais utilizado para a remoção dessa camada residual é o EDTA, porém, quando usado em altas concentrações, por tempo prolongado ou associado ao hipoclorito de sódio em altas concentrações, pode causar erosão dentinária peritubular e intertubular e diminuir a microdureza da dentina radicular (Calt e Serper, 2002; Ari et al., 2004; Hayashi et al., 2005; Monika, Froner, 2006; Sen et al., 2009).

Para utilizar as soluções irrigadoras, há necessidade de um sistema de irrigação eficaz. A ação de lavagem mecânica pode ser considerada mais importante que a solução irrigadora utilizada (Vinothkumar et al., 2007; Hockett et al., 2008). O fluxo e o refluxo da solução irrigadora e a penetrabilidade da mesma são influenciados por vários fatores, como a configuração do canal, o volume e tipo da solução, bem como o diâmetro e morfologia das pontas de irrigação. Alguns estudos têm demonstrado que os sistemas de irrigação avaliados até o momento apresentam eficácia nas porções cervical e média dos canais radiculares, o que não tem sido observado na região apical que, mesmo após o preparo e irrigação dos canais radiculares, permanece coberta por *smear layer* (Al-Hadlaq et al., 2006; Nielsen, Baumgartner, 2007; Ballal et al., 2009; Goel e Tewari, 2009; Sen et al., 2009; Zmener et al., 2009; Yamazaki et al., 2010).

Na tentativa de promover uma irrigação mais eficaz dos canais radiculares, principalmente no terço apical, surgiram novas pontas de irrigação, mas ainda não foram realizados muitos estudos a respeito de sua eficácia quanto à remoção da *smear layer* (Al-Hadlaq et al., 2006; Zmener et al., 2009; Garip et al., 2010).

Tem sido descrito que as pontas com abertura lateral são mais eficientes na remoção de bactérias (Vinothkumar et al., 2007) e o seu desempenho superior foi atribuído a uma maior ação de turbilhonamento (Kahn et al., 1995). As pontas NaviTip FX, recentemente introduzidas no mercado, têm em sua extensão cerdas que auxiliariam na limpeza dos canais. Entretanto, não se sabe realmente se esses sistemas mostram eficiência quanto à limpeza do canal radicular.

Diante do exposto, torna-se importante avaliar essas novas pontas de irrigação para verificar sua efetividade na limpeza e remoção da *smear layer* das paredes dos canais radiculares.

2 REVISÃO DE LITERATURA

2.1 Meios químicos de remoção da *smear layer*

Menezes et al., 2003 avaliaram a remoção da *smear layer* das paredes de canais radiculares após irrigação com diferentes soluções irrigadoras. Cinquenta dentes humanos unirradiculares tiveram a coroa removida e os canais foram preparados com instrumentação manual até o instrumento 45, a cada troca de instrumento foi realizada irrigação com 5 mL das soluções irrigadoras avaliadas. As raízes foram divididas em 4 grupos experimentais (n=10) e 2 grupos controle (n=5). O grupo 1 foi irrigado com hipoclorito de sódio 2,5%, o grupo 2 com hipoclorito de sódio 2,5% seguido de EDTA 17% por 2 min., o grupo 3 com clorexidina 2%, o grupo 4 com clorexidina 2% seguido de EDTA 17% por 2 min. Os grupos controle foram irrigados com soro fisiológico, seguido ou não por EDTA 17%. As raízes foram seccionadas e preparadas para avaliação em MEV nos terços cervical, médio e apical para verificação de *smear layer* e *debris*. O hipoclorito de sódio sozinho não foi capaz de remover a *smear layer* nos terços médio e apical e removeu parcialmente no terço cervical, com o uso do EDTA a eficiência na remoção da *smear layer* foi maior nos terços cervical, médio e apical. A clorexidina foi incapaz de remover *smear layer* das paredes dentinárias, mas com o uso do EDTA foi capaz de promover exposição de alguns túbulos dentinários. No grupo controle irrigado apenas com soro fisiológico não houve remoção de *smear layer*, porém quando se utilizou o EDTA observou-se a eficiência na remoção da *smear layer* em todos os terços radiculares. Os autores concluíram que a utilização do EDTA como solução irrigadora após o preparo faz-se

necessária para promover melhor limpeza das paredes dos canais radiculares.

Marques et al., 2006 avaliaram em MEV a capacidade do CDTA e EGTA comparado ao EDTAC em remover *smear layer* e quantificaram por meio de espectrofotometria de absorção atômica a liberação de cálcio resultante da irrigação com esses quelantes. Dezesesseis caninos humanos foram instrumentados até a lima K 40 e 1 mL de cada solução quelante foi usada para irrigação entre cada instrumento. No grupo 1 foi usado EDTAC 17%, no grupo 2 EGTA 17% e no grupo 3 CDTA 17%. Os dentes foram seccionados longitudinalmente e preparados para análise em MEV através de escores. Para quantificar a liberação de íons cálcio, as soluções usadas foram coletadas após o uso e avaliadas por espectrofotometria de absorção atômica. Os dentes irrigados com EDTAC 17% e CDTA 17% apresentaram menor quantidade de *smear layer* comparado aos dentes irrigados com EGTA 17%, as soluções de EDTAC 17% e CDTA 17% apresentaram maiores quantidades de íons cálcio. Os autores concluíram que a associação entre espectrofotometria de absorção atômica e MEV pode contribuir para o entendimento da ação das soluções quelantes no interior dos canais radiculares.

Vasconcelos et al., 2007 avaliaram a limpeza dos canais radiculares quando usados o gel de gluconato de clorexidina 2% e NaOCl 2,5% associados ou não a EDTA. Cinquenta dentes unirradiculares tiveram as coroas removidas e foram divididos em 5 grupos (n=10) de acordo com a solução irrigadora utilizada: G1 – solução salina estéril; G2 – NaOCl 2,5%; G3 – gluconato de clorexidina gel 2%; G4 – NaOCl 2,5% seguido de EDTA 17%; G5 – gluconato de clorexidina gel 2% seguido de EDTA 17%. O grupo 1 foi subdividido em 2 grupos controles (n=5): controle negativo, irrigado apenas com solução salina estéril e controle positivo, irrigado com solução salina estéril e submetido a irrigação com

NaOCl 2,5%, ultrassom por 5 min e irrigação com EDTA 17% por 1 min. O preparo dos terços cervical e médio foi realizado com brocas Gates-Glidden e o preparo apical foi realizado até a lima K 45. A irrigação foi realizada a cada troca de instrumento com 2 mL da solução, a irrigação final foi realizada com 3 mL de solução salina estéril, nos grupos 4 e 5 o quelante foi usado por 3 min sob agitação com uma lima K 30 seguido de irrigação com 3 mL de solução salina estéril. As raízes foram seccionadas longitudinalmente e preparadas para análise de *debris* e *smear layer* em MEV por meio de escores. Os espécimes do grupo controle positivo mostraram-se livres de *debris* e *smear layer*, os do controle negativo apresentaram-se completamente cobertos por *debris* e *smear layer*. Os grupos 4 e 5 não apresentaram diferenças significativas entre si e entre eles e o controle positivo. Os grupos 2 e 3 mostraram os piores resultados e não diferiram estatisticamente entre si e do grupo controle negativo. Os autores concluíram que o uso de NaOCl 2,5% e gel de gluconato de clorexidina 2% como irrigantes sem associação de quelante não é efetivo na remoção de *debris* e *smear layer*, assim o uso de quelantes pode contribuir significativamente para a limpeza do canal radicular.

Mello et al., 2008 avaliaram a influência de diferentes volumes de EDTA 17% como irrigante final na remoção da *smear layer*. Quarenta dentes unirradiculares humanos foram instrumentados manualmente até a lima K 20, após isso foi realizada instrumentação rotatória com limas Protaper e limas K 35 foram utilizadas para confecção do batente apical. Durante a instrumentação foi usado 1 mL de NaOCl 1% como irrigante entre cada instrumento e ao final da instrumentação 5 mL de NaOCl 1%. Os espécimes foram divididos em 3 grupos experimentais de acordo com o volume da solução de EDTA utilizada (5 mL, 10 mL, 15 mL) e um grupo controle irrigado com 10 mL de NaOCl 1%. O volume total das soluções foi injetado no canal e removido por sucção em um intervalo de 3 min. Os espécimes foram irrigados com 5 mL de solução salina, seccionados longitudinalmente, preparados para análise em MEV

nos terços cervical, médio e apical, e as imagens foram analisadas por meio de escores. Não houve diferença estatística significativa entre os grupos experimentais mas, comparados ao grupo controle, apresentaram melhores resultados. Quando comparados os terços não houve diferença estatística significativa. Os autores concluíram que a irrigação final com 5 mL de EDTA promoveu uma boa remoção da *smear layer*.

Carvalho et al., 2008 avaliaram, em MEV, a capacidade de remoção da *smear layer* com substâncias químicas auxiliares durante o preparo biomecânico. Trinta e dois dentes unirradiculares humanos tiveram suas coroas seccionadas e foram instrumentados até a lima K 40 e o escalonamento foi realizado com brocas Gates-Glidden. Os dentes foram divididos em 4 grupos (n=8) de acordo com a irrigação. O grupo 1 foi irrigado com NaOCl 2,5%, penúltima irrigação com EDTA 17% e irrigação final com NaOCl 2,5%. O grupo 2 teve irrigação com clorexidina 2% em gel de natrosol 0,8% alternada com irrigações com soro fisiológico estéril, penúltima irrigação com EDTA 17% e irrigação final com soro fisiológico estéril. O grupo 3 teve irrigação com Canal Plus alternada com NaOCl 2,5% e irrigação final com NaOCl 2,5%. O grupo 4 teve irrigação com soro fisiológico estéril, a penúltima irrigação com EDTA 17% e irrigação final com soro fisiológico estéril. Os dentes foram clivados e preparados para análise em MEV. A limpeza do canal radicular foi checada através da quantidade de túbulos abertos e fechados nos terços cervical, médio e apical. Os grupos 1 e 3 mostraram melhores resultados quanto a limpeza, mas o grupo 3 promoveu erosão dentinária peritubular e intratubular. Foi observada diferença entre os terços cervical e apical apenas no grupo da clorexidina. Os autores concluíram que o CanalPlus e o NaOCl 2,5% combinado ao EDTA 17% produziram a melhor limpeza do canal radicular e a limpeza obtida no terço cervical foi superior em todos os grupos avaliados, seguido pelo terço médio e por fim, pelo terço apical.

Silva et al., 2008 avaliaram a eficácia do SmearClear e do EDTA 14,3% em remover *smear layer* das paredes do canal radicular

após instrumentação. Foram utilizados 30 dentes unirradiculares humanos preparados manualmente com limas K, irrigados com 3,6 mL de NaOCl 2,5% após cada instrumento e divididos em 3 grupos. No grupo 1 foi colocado o EDTA 14,3% por 3 min, agitado com uma lima K e neutralizado com NaOCl 2,5%. No grupo 2 foi realizada irrigação com SmearClear por 60 s e neutralizado com NaOCl 2,5%. No grupo 3 não foi realizado nenhum procedimento para remoção da *smear layer*. Os espécimes foram seccionados no sentido longitudinal, preparados para análise em MEV nos terços apical, médio e coronário e classificados por meio de escores. Não houve diferença estatística significativa entre os terços. Os grupos 1 e 2 apresentaram diferença significativa em relação ao grupo controle, no entanto não diferiram entre si. Os autores concluíram que as duas soluções (SmearClear e EDTA 14,3%) são indicadas para remoção da *smear layer*.

Arruda et al., 2009 avaliaram a capacidade de limpeza da instrumentação rotatória combinada com diferentes soluções irrigadoras em canais achatados, por meio de microscopia óptica e MEV. Oitenta incisivos inferiores humanos tiveram seus canais preparados com limas Profile pela técnica *crown-down* e foram divididos em quatro grupos. No grupo 1 os dentes foram irrigados com água destilada, no grupo 2 com NaOCl 1%, no grupo 3 com NaOCl 1% seguido de EDTA 17%, no grupo 4 os canais foram irrigados NaOCl 1% seguido do RC-Prep. Os terços apicais foram devidamente preparados para análise, metade dos dentes foram preparados para análise de *debris* no microscópio óptico e a outra metade para análise de *smear layer* em MEV. Na análise em MEV não houve diferença estatística significativa entre a água destilada, o NaOCl 1% e o NaOCl 1% + RC-Prep, que mostraram grande quantidade de *smear layer*, enquanto o NaOCl 1% + EDTA 17% mostrou as paredes dentinárias livres de *smear layer*. Na análise por microscopia óptica também houve diferença estatística significativa, mas apenas o grupo irrigado com NaOCl 1% apresentou-se livre de *debris*. Os autores

concluíram que a combinação de instrumentação rotatória e irrigação com as soluções testadas não foi capaz de remover totalmente os *debris* e *smear layer* em canais achatados, e uma associação mais adequada do NaOCl com soluções quelantes precisa ser encontrada.

Ballal et al., 2009 compararam em MEV a eficácia do ácido maleico e do EDTA na remoção da *smear layer*. Oitenta dentes unirradiculares humanos tiveram o batente realizado até a lima K 40 e o escalonamento até a lima K 60, para alargar o terço cervical foram utilizadas brocas Gates-Glidden. Após cada instrumento foi realizada irrigação com NaOCl 2,5% e para a irrigação final as raízes foram divididas em 3 grupos: G1 - solução de EDTA 17% por 1 min seguida de NaOCl 2,5%; G2 - ácido maleico 7% por 1 min seguido de NaOCl 2,5%; G controle - solução salina 0,9% por 1 min. As raízes foram preparadas para análise dos diferentes terços em MEV. Nos terços cervical e médio tanto o EDTA quanto o ácido maleico foram considerados eficazes, não apresentando diferenças estatísticas significantes. No terço apical o ácido maleico foi considerado mais eficaz que o EDTA. Os autores concluíram que 1 min de aplicação de ácido maleico seguido por uma irrigação final de NaOCl 2,5% foi efetivo para remoção da *smear layer* do terço apical do canal radicular.

Nadalín et al., 2009 avaliaram a capacidade de remoção de *debris* do terço apical em canais radiculares achatados usando diferentes protocolos de irrigação final. Foram instrumentados 30 incisivos centrais inferiores utilizando sistema rotatório Endo-Flare, lima Hero 642 e 2 mL de NaOCl 1% como agente irrigante entre cada instrumento. Os espécimes foram distribuídos em cinco grupos de acordo com a irrigação final: G1 - irrigação com 10 mL de água destilada; G2 - 10 mL de NaOCl 1% por 8 min; G3 - 2 mL de NaOCl 1% por 2 min repetidos por 4 vezes; G4 - 10 mL de NaOCl 2,5% por 8 min; G5 - 10 mL de NaOCl 2,5% por 2 min repetidos 4 vezes. Os terços apicais foram submetidos a processamento histológico, analisados em microscopia óptica e as

imagens foram submetidas a análise morfométrica com a utilização do software Scion Image. Não houve diferença estatística significativa entre os grupos. Os autores concluíram que os protocolos de irrigação final usados apresentaram comportamento semelhante na remoção de *debris* do terço apical de canais radiculares achatados.

Sen et al., 2009 compararam a capacidade de diferentes concentrações de EDTA em remover *smear layer* de canais instrumentados e examinaram a erosão causada pela irrigação final. Quarenta dentes unirradiculares humanos tiveram suas coroas removidas e foram instrumentados até a lima H 45 no batente e escalonados até a lima H 80. Entre cada instrumento os canais foram irrigados com 1 mL de NaOCl 2,5% e, após a instrumentação, os dentes foram divididos em 4 grupos para a irrigação final com 5 mL de diferentes concentrações de EDTA (15%, 10%, 5% e 1%) por 1 min. Após isso os dentes foram irrigados com 5 mL de NaOCl 2,5% e então com 2,5 mL de água destilada. Os espécimes foram seccionados longitudinalmente e preparados para análise em MEV quanto à remoção da *smear layer* e erosão nos três diferentes terços através de escores. Não houve diferença significativa entre as concentrações de EDTA e o terço coronário diferiu do terço apical. As soluções de EDTA 5%, 10% e 15% demonstraram padrões de erosão semelhante, o EDTA 1% causou pequena erosão. Não houve diferença significativa entre os terços quanto à erosão. Os autores concluíram que o uso de EDTA em concentrações baixas como 1% pode ser recomendado para remover *smear layer*, causando menor erosão.

Spano et al., 2009 avaliaram, por meio de espectrofotometria de absorção atômica e MEV, a concentração de íons cálcio e remoção de *smear layer* após o uso de quelantes no canal radicular. Quarenta e dois incisivos centrais inferiores tiveram abertura coronária realizada e foram instrumentados com limas rotatórias Quantec até o instrumento 60. Os canais foram irrigados com 8 mL de NaOCl 1%

entre cada instrumento. Os dentes foram então divididos em 7 grupos: no grupo 1 foi realizada irrigação final com EDTA 15%, no grupo 2 com ácido cítrico 10%, no grupo 3 com citrato de sódio 10%, no grupo 4 com vinagre de maçã, no grupo 5 com ácido acético 5%, no grupo 6 com ácido maleico 5% e no grupo 7 não foi realizada irrigação final. Cada solução permaneceu 5 min no canal radicular. As soluções utilizadas foram avaliadas em espectrofotometria de absorção atômica para analisar a concentração de íons cálcio e os dentes foram seccionados no sentido longitudinal, preparados para análise em MEV no terço médio e avaliados por meio de escores. O EDTA 15% apresentou maior concentração de íons cálcio, seguido pelo ácido cítrico 10%, vinagre de maçã, ácido acético 5%, ácido maleico 5% e citrato de sódio 10%. Quanto a remoção da *smear layer*, o EDTA 15% e o ácido cítrico 10% apresentaram-se mais eficazes. Os autores concluíram que o EDTA 15% retirou maior quantidade de íons cálcio e a remoção da *smear layer* foi mais eficiente quando usado o EDTA 15% e o ácido cítrico 10%.

Felippe et al., 2010 avaliaram a eficácia da doxiciclina sozinha ou associada ao NaOCl na remoção da *smear layer*, e compararam o efeito com o uso do EDTA associado ao NaOCl. Vinte e dois dentes unirradiculares tiveram a abertura coronária realizada e foram instrumentados com limas manuais Flexofile e K e brocas Gates-Glidden, a cada troca de instrumento foi realizada irrigação com 2 mL de NaOCl 1%. Ao final do preparo, 18 dentes foram divididos em 3 grupos (n=6) de acordo com a irrigação final: G1 – 3 mL de doxiciclina 100 mg/mL; G2 – 3 mL de EDTA 17% seguido de 3 mL de NaOCl 1%; G3 – 3 mL de doxiciclina seguido de 3 mL de NaOCl 1%. O grupo controle (n=4) foi irrigado com 3 mL de água destilada. Todas as soluções foram deixadas no canal por 3 min e foi realizada uma irrigação com água destilada. As coroas dos dentes foram removidas e as raízes foram seccionadas longitudinalmente, preparadas para análise em MEV dos terços cervical, médio e apical e as imagens foram avaliadas por meio de escores. No

grupo 1 a *smear layer* foi completamente removida nos terços cervical e médio e parcialmente removida no terço apical, no grupo 2 a *smear layer* foi removida e não houve diferença entre os terços, no grupo 3 a *smear layer* foi parcialmente removida nos terços médio e cervical e no terço apical as paredes de dentina apresentaram-se parcialmente cobertas e no grupo 4 as paredes do canal estavam completamente cobertas por *smear layer*. Nos terços cervical e médio o grupo 3 diferiu dos grupos 1 e 2, que foram similares. No terço apical houve diferença entre todos os grupos e os melhores resultados ocorreram no grupo 2, os resultados do grupo 3 foram similares ao grupo controle. Os autores concluíram que a associação do EDTA e NaOCl é efetiva em remover *smear layer*, a doxiciclina é efetiva nos terços médio e cervical e a associação de doxiciclina com NaOCl é parcialmente efetiva nos terços cervical e médio e ineficaz no terço apical.

Valera et al., 2010 avaliaram, por MEV, a limpeza das paredes do canal radicular após preparo biomecânico e irrigação com NaOCl 2,5% associado a clorexidina gel ou líquida 2% com ou sem EDTA. Sessenta dentes unirradiculares humanos tiveram suas coroas removidas para obtenção de um remanescente radicular de 15 mm de comprimento. Antes da instrumentação, as raízes foram separadas em 6 grupos (n=10) de acordo com a solução irrigadora utilizada: G1 – instrumentação até lima K35, irrigação com NaOCl 2,5%, seguido de instrumentação até lima K40 e irrigação com soro e instrumentação até lima K55 e irrigação com clorexidina líquida 2%; G2 – instrumentação como no G1 e irrigação com EDTA 17% por 3 min seguido de irrigação final com 10 mL de soro; G3 – instrumentação até a lima K35 e irrigação com NaOCl 2,5%, instrumentação até a lima K40 e irrigação com soro e instrumentação até a lima K55 e preenchimento do canal radicular com clorexidina gel 2% com 3 mL de soro a cada troca de instrumento; G4 - instrumentação como no G3 e irrigação com 3 mL de EDTA 17% por 3 min seguido de irrigação final com 10 mL de soro; G5 – instrumentação

até a lima K55 e irrigação com soro e G6 - instrumentação até a lima K55, irrigação com soro e irrigação com 3 mL de EDTA 17% seguida de irrigação com soro. Os espécimes foram clivados e preparados para análise em MEV dos terços cervical, médio e apical e foi realizada a contagem de túbulos dentinários abertos e fechados. Os maiores valores de túbulos dentinários abertos foram encontrados no G4, que mostrou-se semelhante a G3 e G6, e os menores valores foram encontrados no G1 que foi similar a G2. Os autores concluíram que irrigação com NaOCl seguido por irrigação com soro e com clorexidina gel produziu os melhores valores de limpeza do canal radicular, a associação de NaOCl com clorexidina líquida apresentou os piores valores e o uso do EDTA 17% ao final do preparo biomecânico promoveu maior limpeza e remoção de *smear layer*.

Yamazaki et al., 2010 avaliaram a limpeza dos canais radiculares após preparo usando Endo-PTC com NaOCl 0,5% e 1% e diferentes soluções irrigadoras finais. Setenta e dois dentes unirradiculares humanos foram divididos em 8 grupos de acordo com a instrumentação e irrigação final: G1 – irrigação com Endo-PTC + NaOCl 0,5% e irrigação final com NaOCl 0,5% + EDTA-T; G2 – irrigação com Endo-PTC + NaOCl 0,5% e irrigação final com NaOCl 0,5% + EDTA-C; G3 – irrigação com Endo-PTC + NaOCl 1% e irrigação final com NaOCl 1% + EDTA-T; G4 – irrigação com Endo-PTC + NaOCl 1% e irrigação final com NaOCl 0,5% + EDTA-C; G5 – irrigação com Endo-PTC + NaOCl 0,5% e irrigação final com NaOCl 2,5% + EDTA-T; G6 – irrigação com Endo-PTC + NaOCl 1% e irrigação final com NaOCl 2,5% + EDTA-T; G7 – irrigação com Endo-PTC + NaOCl 1% e irrigação final com NaOCl 2,5% + EDTA-C; G8 – irrigação com Endo-PTC + NaOCl 1% e irrigação final com NaOCl 0,5% + EDTA-T. Os espécimes foram seccionados no sentido longitudinal, preparados para análise em MEV nos terços cervical, médio e apical e classificados por meio de escores. Os melhores resultados quanto à limpeza foram obtidos no G1, seguido pelo G5, G2, G7, G8, G3,

G6 e G4. Os autores concluíram que o hipoclorito de sódio 0,5% foi mais eficaz na limpeza que o hipoclorito de sódio 1%, o EDTA-T foi mais eficiente que o EDTA-C e o terço cervical apresentou maior limpeza.

Garcia et al., 2010 avaliaram, em MEV, a remoção da *smear layer*, biofilme bacteriano e *debris* em canais irrigados com Aquatine Endodontic Cleanser, um hipoclorito de sódio ácido, em comparação com NaOCl 6%. Quarenta e cinco dentes unirradulares foram cortados na junção amelocementária e contaminados com *Enterococcus faecalis*. Os canais foram preparados com instrumentos rotatórios ProTaper e Profile e entre cada instrumento os canais foram irrigados com 5 mL da solução irrigadora de acordo com o grupo. O grupo 1 (controle) (n=5) foi irrigado com água destilada, o grupo 2 (n=10) foi irrigado com Aquatine EC, o grupo 3 (n=10) foi irrigado com Aquatine EC seguido de uma irrigação final com EDTA 17% por 15 s, o grupo 4 (n=10) foi irrigado com NaOCl 6% e o grupo 5 (n=10) foi irrigado com NaOCl 6% seguido de uma irrigação final com EDTA 17% por 15 s. Os dentes foram seccionados longitudinalmente e preparados para análise em MEV dos terços cervical, médio e apical por meio de uma escala. Não houve diferença estatística significativa quanto à *smear layer* encontrada entre os terços. A remoção mais efetiva da *smear layer* ocorreu com o uso da irrigação com Aquatine EC e NaOCl associados ao EDTA. Os autores concluíram que o Aquatine EC tem eficácia similar ao NaOCl associados ao EDTA para remoção de *smear layer* e *debris* após contaminação com *E. faecalis*. O Aquatine EC pode ser superior ao NaOCl por sua biocompatibilidade.

Zand et al., 2010 compararam a remoção da *smear layer* das paredes do canal radicular com o uso de gel e soluções de NaOCl. Quarenta dentes unirradulares foram instrumentados com sistema rotatório RaCe até o instrumento 35 e os espécimes foram divididos em dois grupos experimentais e um controle de acordo com a irrigação: G1- irrigação com NaOCl 2,5%, G2 –o gel de hipoclorito de sódio foi colocado

no interior do canal e solução salina foi utilizada para irrigação. Nos dois grupos foi realizada irrigação final com 1 mL de EDTA 17% por 2 min. No grupo controle, apenas solução salina foi utilizada para irrigação. Os espécimes foram seccionados no sentido longitudinal e preparados para análise em MEV usando escores. Não houve diferença estatística significativa entre o gel e a solução de NaOCl. Os autores concluíram que o gel de NaOCl pode ser efetivo em remover *smear layer* e os efeitos indesejáveis da solução de hipoclorito de sódio (extrusão da solução com consequente necrose do tecido apical) podem ser evitados com o uso do gel.

Dai et al., 2011 avaliaram a capacidade de limpeza de duas versões do QMix, um irrigante antimicrobiano experimental. Cinquenta dentes unirradiculares humanos tiveram suas coroas removidas e os canais foram preparados utilizando limas manuais e rotatórias ProTaper. Os dentes foram divididos em 5 grupos (n=10) de acordo com a irrigação inicial e final. G1 – NaOCl 5,25% e solução QMix I, com pH 8.0, G2- NaOCl 5,25% e solução QMix II, com pH 7.5, G3 – NaOCl 5,25% e água destilada estéril, G4 – NaOCl 5,25% e EDTA 17%; G5 – NaOCl 1,3% e MTAD. Os dentes foram seccionados longitudinalmente e preparados para análise em MEV. A quantidade de *smear layer* e *debris* foi classificada através de escores. Quanto a *smear layer*, quando o canal todo foi considerado, houve diferença entre os grupos, exceto entre os grupos 1 versus 4 e 2 versus 4. Considerando os níveis do canal, todos os grupos diferiram significativamente com exceção dos grupos 2 versus 5. Quanto aos *debris* não houve diferença significativa considerando o canal todo ou os níveis do canal. Os autores concluíram que as duas versões do QMix são tão eficazes na remoção da *smear layer* quanto o EDTA 17% quando o NaOCl é o irrigante inicial. Todas as soluções foram ineficazes na remoção completa de *debris*.

Prado et al., 2011 compararam, em MEV, a eficácia do ácido fosfórico 37%, do EDTA 17% e do ácido cítrico 10% na remoção da

smear layer. Cinquenta e dois caninos superiores tiveram a abertura coronária realizada e os canais foram preparados com sistema rotatório K3. Entre cada instrumento os canais foram irrigados com NaOCl e ao final da instrumentação os canais foram irrigados com 5 mL de água destilada. Os dentes foram divididos em 13 grupos (n=4) de acordo com a substância e o tempo utilizado: G1 – EDTA 17% por 30 s; G2 – EDTA 17% por 1 min; G3 – EDTA 17% por 3 min; G4 – ácido cítrico 10% por 30 s; G5 – ácido cítrico 10% por 1 min; G6 – ácido cítrico 10% por 3 min; G7 – solução de ácido fosfórico 37% por 30 s; G8 – solução de ácido fosfórico 37% por 1 min; G9 – solução de ácido fosfórico 37% por 3 min; G10 – gel de ácido fosfórico 37% por 30 s; G11 – gel de ácido fosfórico por 1 min; G12 – gel de ácido fosfórico por 3 min; G13 – água destilada por 3 min (controle). Foi utilizado 1 mL de cada substância e realizada uma irrigação final com 5 mL de água destilada. Os dentes foram seccionados longitudinalmente e preparados para análise em MEV por meio de escores. Em 30 s o ácido cítrico, a solução de ácido fosfórico e o gel de ácido fosfórico foram mais efetivos que o EDTA e o grupo controle nos terços apical e médio. No terço cervical, o ácido cítrico e a solução de ácido fosfórico foram mais efetivos. Em 1 min a solução de ácido fosfórico foi mais efetiva que as outras substâncias nos terços apical e médio. No terço cervical não foi observada diferença entre a solução e o gel de ácido fosfórico, considerados melhores que o ácido cítrico e o EDTA. Em 3 min a solução de ácido fosfórico foi mais efetiva no terço apical, seguida do ácido cítrico, EDTA e gel de ácido fosfórico. Nos terços médio e cervical, nenhuma diferença foi observada entre as substâncias. Os autores concluíram que há possibilidade da solução de ácido fosfórico ser utilizada como irrigante para remoção da *smear layer*, mas ainda são necessários estudos a respeito da desmineralização causada pelo ácido fosfórico, sua influência sobre a adesão, e a citotoxicidade da substância.

2.2 Meios físicos de remoção da *smear layer*

Al-Hadlaq et al., 2006 avaliaram em MEV a capacidade de remoção da *smear layer* por duas pontas de irrigação: NaviTip FX (Ultradent) e NaviTip (Ultradent). Trinta dentes unirradiculares foram divididos em dois grupos de acordo com a ponta de irrigação utilizada. Os canais foram preparados com brocas Gates-Glidden, instrumentados inicialmente com limas K 15, 20 e 25 e então instrumentados com sistema rotatório e limas Profile. Após cada instrumento os canais foram irrigados com 1 mL de NaOCl 5,25%. Os dentes foram seccionados longitudinalmente e preparados para observação em MEV. Os canais irrigados com NaviTip FX mostraram menor média dos escores comparados a NaviTip no terço coronário. Nos terços médio e apical não houve diferença estatística significativa. Os autores acreditam que é necessário o desenvolvimento de técnicas para demonstrar a eficácia da NaviTip FX nos terços médio e apical antes de recomendar seu uso rotineiro durante o tratamento endodôntico.

George et al., 2008 avaliaram a habilidade de pontas de laser de fibra cônicas quando usadas com laser Er:YAG e Er,Cr:YSGG em remover *smear layer*. Cento e cinquenta dentes humanos tiveram suas coroas removidas e foram divididos em 15 grupos: Grupo A – os canais foram preparados com sistema rotatório ProTaper e irrigados com NaOCl 1% seguido de solução de peróxido de hidrogênio 3%, com a instrumentação completa os canais foram irrigados com EDTAC 15% por 2 min e NaOCl 1% por 3 min; Grupo B – preparado como no grupo A mas apenas água destilada foi usada como irrigante; Grupo C – os canais foram instrumentados como no grupo B e a ponta de laser foi inserida no canal na presença de EDTAC mas não ativada, ao final foi realizada irrigação com água destilada para remover o EDTAC residual; Grupos D-G (ativados por laser): os espécimes foram instrumentados como no

grupo B, com água como irrigante. Ao final da instrumentação, as pontas de laser foram colocadas por 5 s na solução irrigadora utilizada e apenas o terço apical foi irradiado. Após a irradiação, 1 mL da solução irrigadora foi inserida no canal em 5 s. A irrigação seguida de irradiação por laser foi repetida por 10 ciclos. Os subgrupos D1, D2 e D3 foram tratados com água, peróxido de hidrogênio 3% e EDTAC 15%, respectivamente, e irradiados com o laser Er:YAG e uma ponta simples. Os subgrupos E1, E2 e E3 foram irrigados com água, peróxido de hidrogênio 3% e EDTAC 15%, respectivamente, e irradiados com o laser Er:YAG e uma ponta cônica. Os grupos F1-F3 e G1-G3 foram dispostos da mesma maneira, mas irradiados com o laser Er,Cr:YSGG. Os espécimes foram então preparados para análise em MEV e as imagens foram avaliadas. O EDTAC obteve melhor resultado que os outros irrigantes quando usado com a mesma ponta e o mesmo sistema de laser, as fibras cônicas apresentaram melhor desempenho que as fibras retas, mas não houve diferença no desempenho entre os 2 sistemas de laser. Os autores acreditam que as pontas de laser cônicas apresentam melhor desempenho que as retas em remover *smear layer* quando usadas com o mesmo sistema de laser e a mesma solução irrigadora.

Goel e Tewari, 2009 avaliaram e compararam o efeito da irrigação ultra-sônica passiva intermitente e contínua com o uso de seringa de irrigação em remover *smear layer* das paredes do canal radicular e também os efeitos desses métodos com o uso da NaviTip FX. Foram utilizados 40 dentes unirradiculares humanos que foram preparados com brocas Gates-Glidden, limas K até 40 e escalonados até a lima 70. Os canais foram irrigados com NaOCl 2,5% e a irrigação final foi realizada com EDTA 17% e NaOCl 2,5% por 1 min cada e os dentes foram divididos em 5 grupos. No grupo A foi utilizada uma ponta de irrigação comum. No grupo B uma ponta NaviTip FX foi colocada a 1 mm do CT, e foram realizados movimentos de escovação com o EDTA e o NaOCl por 1 min. No grupo C foi utilizada irrigação ultra-sônica passiva

com uma lima K 10 no sistema Suprasson P5, sendo a lima colocada a 1 mm do CT sem tocar nas paredes do canal. O grupo D foi semelhante ao grupo C, mas os irrigantes foram constantemente colocados no canal. O grupo E foi similar ao grupo C, mas a lima foi ativada em intervalos de 10 s, entre cada intervalo os canais foram preenchidos com solução irrigadora, este procedimento foi repetido seis vezes de modo que a irrigação ultra-sônica foi de 1 min. Os espécimes foram seccionados longitudinalmente, preparados para análise em MEV e analisados por meio de escores. Melhores resultados foram encontrados a 3 mm e 6 mm do ápice nos grupos B e E em comparação com o controle e os demais grupos experimentais. Entre os grupos B e E, o grupo B foi significativamente melhor que o grupo E a 3 mm do ápice. A 9 mm do ápice todos os grupos foram igualmente eficazes na remoção da *smear layer*. Em todos os grupos, exceto nos grupos B e E, os melhores resultados foram a 9 mm, 6mm e 3 mm, respectivamente, com diferença significativa entre os 3 terços. No grupo B não houve diferença entre os 3 níveis. No grupo E não houve diferença entre 6 mm e 9 mm, no entanto escores significativamente maiores foram registrados a 3 mm. Os autores concluíram que a NaviTip FX e o uso do ultra-som intermitente são eficazes na remoção da *smear layer* no terço apical.

Groot et al., 2009 testaram a eficácia da irrigação ativada por laser, irrigação ultra-sônica passiva e irrigação com seringa na remoção de *debris* da parte apical do canal radicular. Oitenta caninos superiores tiveram as coroas removidas, as raízes foram incluídas em resina acrílica e divididas longitudinalmente no sentido médio-distal e presas com 4 parafusos. Os canais foram preparados com limas K e instrumentos rotatórios Race. Os 3 mm coronários foram ampliados com uma broca esférica e um sulco foi realizado a 2 e 6 mm do CT na parede dos canais radiculares com uma ponta de ultra-som. Cada sulco foi preenchido com restos de dentina misturado a NaOCl 2% simulando uma situação em que se acumulam restos de dentina. No grupo 1 a irrigação

foi realizada com NaOCl 2% e uma ponta NaviTip. No grupo 2 o NaOCl 2% foi ativado por irrigação ultra-sônica passiva. No grupo 3 o NaOCl 2% foi ativado pela radiação laser a partir de uma ponta de fibra óptica. Posteriormente, as duas metades foram separadas e a quantidade de detritos no sulco foi avaliada. Para isso, antes e depois da irrigação uma imagem digital foi realizada. A quantidade de restos de dentina no sulco antes e após a irrigação foi avaliada por escores. O escore no grupo 3 foi significativamente menor que nos grupos 2 e 1 e o escore no grupo 2 foi significativamente inferior ao do grupo 1. Os autores concluíram que a irrigação ativada por laser foi mais eficaz na remoção de *debris* que a irrigação com seringa ou irrigação ultra-sônica passiva.

Zmener et al., 2009 avaliaram a remoção de *smear layer* e *debris* de canais radiculares curvos após utilização da ponta de irrigação NaviTip FX associada ao FileEze, um EDTA 19% solúvel em água. Quarenta raízes méso-vestibulares de molares superiores foram instrumentadas através do sistema rotatório ProTaper e os espécimes foram divididos em 4 grupos de acordo com a irrigação: G1 – após cada instrumento foi utilizada a ponta NaviTip FX passivamente, 10 mL de NaOCl 5,25% + 10 mL de EDTA 17%, após a instrumentação os canais receberam uma irrigação final com 10 mL de solução salina; G2 - irrigação com NaOCl 5,25% e utilização da NaviTip FX passivamente, o processo de irrigação continuou com 10 mL de EDTA 17% utilizando a NaviTip FX aplicando uma ação de escovação sobre as paredes de dentina, esse grupo também teve uma irrigação final com solução salina; G3 – tratado da mesma forma que o G2, exceto pela adição final de escovação do canal realizada durante 1 min com o canal inundado com FileEze; G4- foi utilizada uma ponta NaviTip e técnica semelhante ao G1. Os espécimes foram seccionados longitudinalmente e preparados para análise em MEV e avaliação através de escores. A comparação entre os grupos revelou que os canais dos G2 e G3 tiveram significativamente menos superfície de *debris* e *smear layer* do que G1 e G4. Todos os grupos revelaram

significativamente melhor limpeza no terço médio e cervical do que no terço apical. Os autores concluíram que a ponta Navitip FX usada em uma ação de escovação manual mostrou maior eficácia na limpeza das paredes do canal. Além disso, a limpeza dos canais pode ser melhorada mediante a utilização adicional da Navitip FX com o FileEze.

Divito et al., 2010 avaliaram a capacidade do laser Er:YAG em remover *smear layer* e debridar o canal radicular utilizando uma ponta recém-projetada com extremidade afilada utilizando uma curta duração de pulso e baixo consumo de energia, minimizando os efeitos térmicos descritos na literatura. Oitenta dentes unirradulares humanos tiveram a abertura coronária realizada e foram preparados com instrumentos rotatórios ProFile. Durante o preparo, os dentes foram irrigados com NaOCl e ao final do preparo com solução salina. Então os dentes foram divididos de acordo com o protocolo de laser utilizado: G1 – solução salina por 2 min; G2 – irradiação com laser, 20 s por ciclo em água destilada estéril; G3 – irradiação com laser, 20 s por ciclo em EDTA 17%; G4 – irradiação com 40 s por ciclo em EDTA 17%. Para identificar possíveis efeitos térmicos, a temperatura da superfície radicular externa foi mensurada. Os dentes foram seccionados, preparados para análise em MEV e o terço apical foi analisado usando escores. Quanto a limpeza do canal radicular, houve diferença estatística entre os 4 grupos, G1 mostrou o pior resultado, G2 apresentou-se melhor que G1, G3 obteve resultados melhores comparado a G1 e G2, e G4 apresentou os melhores resultados. A temperatura da superfície radicular externa aumentou 1,2 °C e 1,5 °C com o tempo de irradiação de 20 s e 40 s respectivamente. Os autores concluíram que o uso do laser Er:YAG mostrou melhor remoção da *smear layer* comparado à irrigação tradicional e nenhum dano a superfície dentinária foi observado, sendo considerado um método alternativo para debridamento do canal.

Garip et al., 2010 avaliaram em MEV a remoção da *smear layer* após o uso do CanalBrush. Trinta dentes unirradulares humanos

tiveram o terço coronário preparado com brocas Gates-Glidden e os canais instrumentados com limas rotatórias ProTaper, utilizando irrigação com NaOCl 5,25% e EDTA 15%. Apenas no grupo 2 o canal foi preenchido com EDTA 15% e foi utilizado o CanalBrush por 30 s seguido de irrigação com NaOCl 5,25%. Então, os espécimes foram devidamente preparados para análise em MEV por meio de escores. Os terços médio e apical do grupo 2 mostraram menores escores comparados com o grupo 1, mas sem diferença estatisticamente significativa, não houve diferença no terço coronário entre os dois grupos. Os autores concluíram que o uso do CanalBrush tende a produzir melhor limpeza dos canais radiculares.

Mello et al., 2010 compararam 2 técnicas de irrigação com EDTA na remoção da *smear layer*. Dezesesseis dentes unirradiculares humanos tiveram o acesso realizado e seu terço coronário preparado com brocas Gates-Glidden. Foi realizada instrumentação manual até o instrumento 20, seguida por instrumentação rotatória ProTaper. Após cada instrumento foi realizada irrigação com NaOCl 1%. Os espécimes foram divididos em 2 grupos para irrigação final com EDTA 17% de acordo com a técnica utilizada. Em um grupo foi realizada irrigação contínua com 5 mL por 3 min, e em outro irrigação inicial com 1 mL de EDTA por 6 s, preenchimento do canal por 2 min e 30 s e irrigação final com 5 mL por 24 s. Dois espécimes foram usados como controle, continuamente irrigados com 5 mL de NaOCl 1% por 3 min. Foram removidas as coroas e os dentes foram seccionados longitudinalmente e devidamente preparados para análise em MEV. As imagens foram analisadas através de escores. Os grupos experimentais apresentaram uma superfície mais limpa comparados ao controle. Quando comparados entre si, o grupo de irrigação contínua apresentou superfície mais limpa. Quanto à comparação dos terços, não houve diferença estatística significativa. Os autores concluíram que a irrigação contínua foi mais eficaz na remoção da *smear layer* de todas as áreas do canal radicular.

Rodig et al., 2010a compararam o sistema de irrigação RinsEndo e a irrigação ultra-sônica passiva na remoção de *debris* dentinários. Trinta pré-molares humanos com canal único foram preparados com limas rotatórias FlexMaster e divididos em 3 grupos: no grupo 1 foram preparados até o instrumento 30, no grupo 2 até o 40 e no grupo 3 até o 50. Entre cada instrumento foi realizada irrigação com 2 mL de NaOCl 1%. Os dentes foram seccionados longitudinalmente e, para simular áreas não instrumentadas do canal, em uma metade foi feito um sulco e na outra metade foram feitas três cavidades, que foram preenchidas com uma mistura de raspas de dentina e NaOCl 1%. Em seguida, as metades foram remontadas. Cada um dos grupos foi dividido em mais três subgrupos todos irrigados com 30 mL de NaOCl 1%. O subgrupo A foi irrigado com ponta NaviTip, o subgrupo B irrigado e ativado com o sistema RinsEndo e no subgrupo C foi utilizada uma lima K 15 em irrigação ultra-sônica. As metades foram separadas, foram feitas fotografias digitais e a quantidade de *debris* remanescentes no sulco e nas cavidades foram vistas em um microscópio e classificadas através de escores. A irrigação ultra-sônica passiva foi mais eficaz que as seringas RinsEndo e NaviTip, apenas no grupo 1 não houve diferença estatística entre a irrigação ultra-sônica passiva e a ponta RinsEndo. A ponta RinsEndo foi mais eficaz que a NaviTip em todos os grupos. Os autores concluíram que a irrigação ultra-sônica passiva é mais eficaz em remover *debris* de extensões artificiais nos canais.

Rodig et al., 2010b avaliaram a eficácia de diferentes técnicas de agitação do irrigante em remover *debris* e *smear layer* em canais curvos. Cento e oito molares inferiores tiveram a abertura coronária realizada. Utilizando uma lima 10 inserida no canal méso-vestibular, foi realizada uma tomada radiográfica para determinar o grau da curvatura e foram selecionados 80 dentes com curvatura maior que 20°. Esses dentes foram seccionados em 19 mm e o canal méso-vestibular foi preparado com limas do sistema rotatório FlexMaster. A

cada troca de instrumento os canais foram irrigados com 3 mL de NaOCl 3%. Após a instrumentação, os dentes foram divididos em 4 grupos (n=20) com média de curvatura similar, em todos os grupos a irrigação final foi realizada com 2 mL de EDTA e 5 mL de NaOCl 3%. No grupo 1 (controle) nenhuma agitação do irrigante foi realizada, no grupo 2 uma lima 15 acoplada a um ultra-som foi utilizada para agitar o irrigante, no grupo 3 o irrigante foi agitado pelo sistema EndoActivator e no grupo 4 foi utilizada a CanalBrush para agitar o irrigante. Em todos os grupos a agitação foi realizada por 1 min. As raízes foram seccionadas longitudinalmente e preparadas para análise de *debris* e *smear layer* em MEV por meio de escores. Quanto a avaliação de *debris*, não houve diferença estatística entre os grupos e com exceção do grupo controle, maior quantidade de *debris* foi removida do terço cervical comparado ao terço apical. Quanto à avaliação de *smear layer*, a agitação do irrigante produziu melhores resultados comparado ao grupo controle e, com exceção do grupo controle, mais *smear layer* foi observada no terço apical que no terço cervical. O grupo 3 mostrou melhores resultados comparado aos grupos 2 e 4, sem diferença significativa entre a agitação com ultra-som e com CanalBrush. Para a região apical não houve diferença entre os grupos com agitação do irrigante e o grupo controle. Os autores concluíram que a agitação dos irrigantes melhorou a remoção da *smear layer* somente na porção cervical reta dos canais, mas não melhorou a remoção de *debris*. A limpeza do canal foi considerada melhor na porção cervical que na região apical do canal radicular.

Uroz-Torres et al., 2010 avaliaram a eficácia do sistema EndoActivator em remover *smear layer*. Foram utilizados 40 dentes unirradiculares humanos, instrumentados com sistema rotatório até a lima 40 e irrigados com 1 mL de NaOCl 4% entre cada instrumento. Os espécimes foram divididos em 4 grupos de acordo com a irrigação final: no grupo 1 foram irrigados com 3 mL de NaOCl 4%, no grupo 2 foram irrigados com 1 mL de EDTA 17% por 60 s seguido por 3 mL de NaOCl

4%, no grupo 3 foram irrigados com 3 mL de NaOCl 4% e o sistema EndoActivator foi usado por 60 s e no grupo 4 foram irrigados com 1 mL de EDTA 17%, usado o sistema EndoActivator por 60 s e irrigação com 3 mL de NaOCl 4%. Os dentes foram seccionados no sentido longitudinal, preparados para análise em MEV nos terços cervical, médio e apical e avaliados através de escores. O grupo 3 não teve *smear layer* removida em nenhum dos três terços, os grupos 2 e 4 tiveram a *smear layer* completamente eliminada no terço cervical, mas a quantidade de remoção foi menor nos outros dois terços. As comparações entre o grupo 1 versus grupo 3 e grupo 2 versus grupo 4 não apresentaram diferenças significativas nos terços dos canais radiculares. Os autores concluíram que o sistema EndoActivator não aumentou a remoção da *smear layer* quando comparado com a irrigação convencional.

Caron et al., 2010 avaliaram o efeito de diferentes protocolos de irrigação e métodos de ativação na remoção da *smear layer* em canais curvos após instrumentação rotatória. Foram utilizados 50 molares inferiores humanos com as raízes mesiais separadas. Os canais mesiais foram preparados com limas rotatórias Protaper e irrigados com NaOCl 3%. Os dentes foram divididos em 4 grupos experimentais e 2 controles. O controle negativo não recebeu nenhuma irrigação final e o controle positivo foi imerso 5 min em EDTA 17%, seguido por uma imersão em NaOCl 3% por mais 5 min. Um grupo recebeu irrigação com EDTA 17% por 1 min e NaOCl 3% por 30 s. No segundo grupo os canais foram preenchidos com EDTA 17% por 1 min e a solução foi ativada usando um cone de guta-percha, os canais foram irrigados com NaOCl 3% e ativados da mesma maneira por 30 s. No terceiro grupo os canais foram irrigados com EDTA 17% usando o sistema RinsEndo por 1 min, seguidos pela irrigação com NaOCl 3% via sistema RinsEndo por 30 s. No quarto grupo foi utilizada ativação sônica, os canais foram preenchidos com EDTA 17% e a solução foi ativada com a ponta EndoActivator por 1 min, então os canais foram preenchidos com NaOCl 3% e ativados da

mesma maneira. Os dentes foram preparados para análise em MEV e as imagens avaliadas por meio de escores. O grupo controle negativo apresentou-se coberto de *smear layer*, o controle positivo não teve *smear layer* visível. O grupo sem ativação apresentou uma fina camada de *smear layer*. Entre os grupos com ativação, o grupo Endoactivator apresentou um elevado nível de limpeza. Os autores concluíram que a ativação dos irrigantes promove melhor limpeza comparada a não ativação e os métodos de ativação que melhor se adaptam ao canal são mais efetivos (cone de guta-percha e Endoactivator).

Jiang et al., 2010 analisaram a remoção da *smear layer* quando da ativação sônica ou ultra-sônica do irrigante e avaliaram os mecanismos físicos de ativação sônica, visualizando a amplitude de oscilação. Para visualizar a amplitude de oscilação foi feito um canal de vidro e imagens foram obtidas em uma câmera de alta velocidade e a amplitude foi avaliada usando uma grade de referência calibrada. Para análise da remoção da *smear layer* foram utilizados 18 caninos superiores humanos, que tiveram as coroas removidas, as raízes embutidas em resina autopolimerizável, cortadas no sentido longitudinal e as superfícies do canal foram lixadas. Foram feitos furos na parte de resina e as duas metades foram montadas usando 4 parafusos. Os canais foram instrumentados com lima K 15 e instrumentos rotatórios Hero 642 até o tamanho 30, durante o preparo os canais foram irrigados com 1 mL de NaOCl 1%. Foi realizado um sulco que foi preenchido com uma mistura de restos de dentina e NaOCl 2%. Os espécimes foram divididos em 6 grupos de acordo com o irrigante e o tipo de ativação. No grupo 1 foi realizada irrigação com NaOCl 2% e ativação ultra-sônica. No grupo 2 foi realizada irrigação com NaOCl 2% utilizando uma lima 15 e ativação sônica com frequência 190 Hz. No grupo 3 foi realizada irrigação com NaOCl 2% utilizando uma lima 25 e ativação sônica com frequência 190 Hz. No grupo 4 foi realizada irrigação com NaOCl 2% utilizando uma lima 15 e ativação sônica com frequência 160 Hz. No grupo 5 foi realizada

irrigação com água utilizando uma lima 15 e ativação sônica com frequência 190 Hz. No grupo 6 foi realizada irrigação com NaOCl 2% e uma lima 15 sem ativação. Os espécimes foram analisados em estereomicroscópio e avaliados por meio de escores. As imagens da câmera de alta velocidade revelaram contato das pontas sônicas durante a ativação, mas não houve cavitação. Quando houve ativação foi removida mais *smear layer* que no grupo controle e a ativação ultrasônica foi significativamente mais eficaz que a sônica. Não houve diferença entre os grupos com ativação sônica. Os autores concluíram que não há diferença entre o NaOCl e a água como irrigante quando realizada ativação sônica.

Salman et al., 2010 avaliaram a eficácia do CanalBrush na limpeza do canal radicular comparado a procedimentos padrão de irrigação. Cinquenta raízes tiveram os canais preparados com sistema rotatório ProTaper até a lima F3 e a parte apical foi preparada com sistema ProFile. As raízes foram divididas em 3 grupos experimentais e 2 grupos controle (n=10): G1 (controle) – 2 mL de água estéril após cada instrumento; G2 (controle) – 2 mL de NaOCl 2,5% após cada instrumento; G3 – 2 mL de NaOCl 2,5% após cada instrumento e irrigação final com EDTA 17% por 60 s; G4 – 2 mL de NaOCl 2,5% após cada instrumento e irrigação final com EDTA 17% por 90 s; G5 – 2 mL de NaOCl 2,5% após cada instrumento e irrigação com EDTA 17% por 90 s e nos 30 s finais foi usada a CanalBrush para agitação do EDTA. As raízes foram seccionadas longitudinalmente e preparadas para análise de *debris* e da espessura de *smear layer* em MEV usando escores. Os grupos 3, 4 e 5 tiveram menos *debris* que os grupos controle, e os canais onde foi usada a CanalBrush tiveram menor quantidade de *debris* comparado aos grupos onde foi utilizado apenas o EDTA. Os canais dos grupos 3, 4 e 5 tiveram *smear layer* menos espessa que os grupos controles, e os canais onde foi usada a CanalBrush revelaram uma melhor remoção de *smear layer* comparado aos outros grupos, exceto o grupo irrigado com EDTA por 60

s. Os terços cervical e médio apresentaram menos *debris* e *smear layer* que o terço apical. Os autores concluíram que 30 s de uso da CanalBrush agitando o EDTA melhora a limpeza do canal radicular nos terços cervical, médio e principalmente no terço apical.

Paque et al., 2011 avaliaram, por meio de tomografia computadorizada, o impacto de diferentes procedimentos de irrigação no acúmulo de *debris* em canais mesiais de molares inferiores. Molares inferiores foram escaneados em um sistema de tomografia computadorizada de alta resolução e baseado nessas imagens foram selecionados 20 dentes com os canais mesiais unidos e com um istmo de pelo menos 2 mm no sentido corono-apical. As aberturas coronárias foram realizadas e os canais mesiais foram preenchidos com NaOCl 1% e preparados com instrumentos ProTaper nos terços cervical e médio, instrumentos manuais 10, 15 e 20 foram utilizados para chegar até o ápice e a instrumentação foi finalizada com instrumentos rotatórios no comprimento de trabalho. Os canais foram irrigados com 1 mL de NaOCl 1% entre os instrumentos e ao final da instrumentação com 5 mL de NaOCl 1% usando um seringa com abertura lateral. Posteriormente, os dentes foram reavaliados. Os canais foram irrigados com 5 mL de EDTA 17% por 2 min e avaliados novamente. Após isso, foi realizada irrigação ultra-sônica passiva com uma lima 15 a 1 mm do comprimento de trabalho, os canais foram preenchidos com NaOCl 1% e o ultra-som ativado 3 vezes por 20 s com renovação da solução de NaOCl e foi realizada a última avaliação. A reconstrução tridimensional do sistema de canais radiculares mostrou resíduos acumulados nos istmos e nos canais acessórios e ramificações. A sequência da irrigação teve um impacto significativo sobre os *debris*, a irrigação com EDTA diminuiu significativamente a quantidade de *debris* comparado a irrigação apenas com NaOCl e a irrigação ultra-sônica passiva diminuiu significativamente a quantidade de *debris* comparado a irrigação com NaOCl e EDTA, mas metade dos *debris* acumulados durante a instrumentação não pôde ser

removida. Os autores concluíram que o uso do EDTA e irrigação ultrassônica passiva mostrou eficácia na diminuição de *debris*, entretanto metade da quantidade de *debris* acumulados durante a instrumentação permaneceu no sistema de canais radiculares.

2.3 Instrumentação e *smear layer*

Jeon et al., 2003 compararam a limpeza do terço apical após o uso de diferentes limas rotatórias. Setenta dentes humanos unirradiculares foram divididos em 3 grupos experimentais e um controle. Os instrumentos usados foram ProFile, Hero 642 e uma lima de aço inoxidável (Mani). Todos os dentes foram preparados até a lima 40 com os respectivos instrumentos rotatórios utilizando 3 mL de NaOCl 1% como irrigante. No grupo controle não foi realizada nenhuma instrumentação. Ao final da instrumentação as raízes foram irrigadas com 5 mL de NaOCl 1% e 5 mL de solução salina. Os espécimes foram seccionados longitudinalmente e devidamente preparados para análise em MEV usando escores. O grupo instrumentado com Hero 642 mostrou significativamente menos *smear layer*, mas canais totalmente limpos não foram encontrados em nenhum grupo. No grupo controle não foi observada *smear layer*. Quanto a profundidade de penetração da *smear layer*, os espécimes instrumentados com ProFile apresentaram uma maior profundidade que os outros grupos. Os autores concluíram que a *smear layer* foi reduzida utilizando o instrumento Hero 642.

Schafer e Schlingemann, 2003 compararam a capacidade de limpeza e a retificação de curvatura dos instrumentos rotatórios K3 e instrumentação manual. Sessenta molares com pelo menos um canal curvo tiveram a abertura coronária realizada e foi feita uma tomada radiográfica com a lima 15 inserida dentro do canal curvo. O grau e o raio

da curvatura do canal foram determinados usando um processador de imagem digital e apenas os dentes com raio de curvatura entre 4 e 9 mm e ângulo de curvatura entre 25° e 35° foram utilizados. Os dentes foram separados em 2 grupos (n=30) com médias de raio e ângulo de curvatura similares de acordo com a instrumentação: um grupo foi preparado com instrumentos rotatórios K3 e o outro grupo com instrumentação manual utilizando limas Flexofile. Todos os canais foram preparados até o diâmetro 35. Os canais foram irrigados com 5 mL de NaOCl 2,5% entre cada instrumento e, ao final da instrumentação com 5 mL de solução salina, apenas um canal de cada dente foi preparado. Ao final da instrumentação a lima 35 foi colocada no canal e realizada nova tomada radiográfica para comparação com a curvatura inicial. Os dentes foram seccionados longitudinalmente e preparados para análise da *smear layer* e *debris* em MEV através de escores. O tempo para preparo do canal, a perda do comprimento de trabalho e o número de instrumentos fraturados foram anotados. Nenhuma lima Flexofile fraturou enquanto 5 instrumentos K3 fraturaram. Nenhum canal apresentou-se completamente limpo, áreas mais limpas foram encontradas nos terços cervical e médio, o uso de limas Flexofile resultou em menos *debris* que o uso de instrumentos K3, quanto à *smear layer* não houve diferença estatística significativa entre os grupos. Não houve diferença estatística entre os períodos de tempo de preparo do canal, quanto à perda do CT não houve diferença significativa. A utilização de instrumentos K3 resultou em menor retificação dos canais. Os autores concluíram que o uso de Flexofile resultou em menos *debris*, o uso de instrumentos K3 manteve melhor a curvatura original do canal, mas houve fraturas de instrumentos.

Schafer e Vlassis, 2004 compararam a capacidade de limpeza e a retificação de curvatura dos instrumentos rotatórios ProTaper e RaCe durante a instrumentação de canais curvos. Quarenta e oito molares tiveram a abertura coronária realizada, foram obtidas tomadas radiográficas padronizadas com uma lima 15 inserida dentro do canal

curvo e o raio e o ângulo de curvatura foram analisados. Foram incluídos no estudo canais com ângulo de curvatura entre 25° e 35° e raio de curvatura entre 3,5 e 9 mm. Os dentes foram divididos em 2 grupos (n=24) de acordo com a instrumentação: Grupo A – instrumentos ProTaper e Grupo B – instrumentos RaCe. Apenas um canal de cada dente foi preparado. Os canais foram irrigados com 5 mL de NaOCl 2,5% a cada troca de instrumentos e ao final da instrumentação com 5 mL de NaCl. Ao final do preparo o instrumento foi inserido no canal e foi realizada nova tomada radiográfica para comparação da curvatura antes e após a instrumentação. Os dentes foram seccionados longitudinalmente e preparados para análise de *debris* e *smear layer* em MEV usando escores. O tempo de trabalho, acidentes operatórios e perda do comprimento de trabalho foram registrados. Dois instrumentos ProTaper e três RaCe fraturaram, não houve diferença significativa entre os períodos de tempo de trabalho e quanto a perda do comprimento de trabalho. Canais completamente limpos não foram encontrados, o uso dos instrumentos RaCe apresentou menor quantidade de *debris*, quanto a quantidade de *smear layer* não foi observada diferença estatística significativa e a limpeza foi mais efetiva nos terços médio e cervical. O uso dos instrumentos RaCe resultou em menor retificação do canal. Os autores concluíram que os instrumentos RaCe resultaram em melhor limpeza e mantiveram a curvatura original do canal melhor que os instrumentos ProTaper.

Jodway e Hulsmann, 2006 compararam o preparo do canal com 2 sistemas rotatórios, K3 e NiTi-TEE. Cinquenta molares inferiores com os canais mesiais curvos tiveram a abertura coronária realizada e as coroas foram desgastadas até que cada canal tivesse 19 mm, uma lima # 15 foi inserida no canal e foi realizada uma radiografia. Os dentes foram divididos em 2 grupos de modo que a média de curvatura fosse similar nos dois grupos. Foram preparados 25 dentes com 50 canais com o sistema NiTi-TEE, e 25 dentes com o sistema K3. Os

canais foram irrigados com 2 mL de NaOCl 3% entre cada instrumento e uma pasta contendo EDTA foi utilizada como quelante. Para avaliação da retificação do canal foram realizadas tomadas radiográficas antes e após o preparo bem como foram tiradas fotografias dos canais e as mudanças na curvatura e no diâmetro do canal foram documentadas. A capacidade de limpeza foi avaliada em MEV nos terços cervical, médio e apical através de escores quanto à presença de *debris* e *smear layer*. Fraturas de instrumentos, perfurações, *plugs* de dentina, perda do comprimento do trabalho e tempo de trabalho foram registrados. A diferença da curvatura dos canais após o preparo foi de 0.2° no grupo NiTi-TEE e 0.4° no grupo K3, não havendo diferença estatística significativa entre os grupos. Quanto à secção transversal dos canais (circular, oval ou irregular) o sistema K3 produziu formas aceitáveis circulares ou ovais na maioria dos casos e não apresentou diferença significativa entre os terços. O sistema NiTi-TEE produziu um menor número de formas aceitáveis mas a diferença não foi significativa. Houve diferença significativa entre os terços, o terço cervical teve maior número de formas aceitáveis, os terços médio e apical não diferiram. Quanto à remoção de *debris*, os dois sistemas não diferiram, mas houve diferença quanto aos terços, sendo que o terço apical apresentou maior quantidade de *debris*. Quanto à *smear layer* não houve diferença significativa entre os grupos e os piores resultados foram no terço apical. Não ocorreram fraturas de instrumentos, em um caso preparado com NiTi-TEE e três casos preparados com K3 ocorreu perda do comprimento de trabalho e o tempo de trabalho foi menor quando utilizado o sistema NiTi-TEE. Os autores concluíram que os sistemas rotatórios mantêm a curvatura do canal, são seguros para o uso mas não são eficazes para remover completamente *debris* e *smear layer*.

Kum et al., 2006 compararam a *smear layer* produzida por duas marcas de instrumentos rotatórios de níquel-titânio no terço apical de canais curvos. Foram utilizadas 40 raízes mesiais de molares inferiores que foram divididas em dois grupos experimentais e um controle. No

grupo controle apenas a polpa foi extirpada e não foi realizada instrumentação. Nas raízes dos grupos experimentais foram utilizadas brocas Gates-Glidden na porção coronária e concluída a instrumentação até o instrumento nº 30. No primeiro grupo foi realizada instrumentação com limas rotatórias ProFile GT e ProFile. No segundo grupo foi realizada instrumentação com as limas rotatórias Quantec Flare e K3. Entre cada instrumento foi realizada irrigação com 3 mL de NaOCl 1% e ao final da instrumentação com 5 mL de NaOCl 1% e 5 mL de solução salina estéril. As raízes foram seccionadas longitudinalmente e preparadas para análise do terço apical em MEV. Uma das metades foi classificada por escores quanto à presença de *smear layer*. A outra metade foi seccionada perpendicularmente ao longo eixo e foi observada a penetração da *smear layer* nos túbulos dentinários. Não foi observada presença de *smear layer* em nenhum espécime do grupo controle. O grupo K3 apresentou significativamente menos *smear layer* que o grupo ProFile, mas não foi observado nenhum canal completamente livre de *smear layer* nos dois grupos. Quanto à profundidade de penetração, o grupo K3 apresentou *smear layer* apenas na entrada dos túbulos dentinários e o grupo ProFile apresentou uma espessa camada penetrando profundamente nos túbulos dentinários. Os autores concluíram que a utilização do sistema rotatório K3 gerou menos *smear layer* que o sistema ProFile.

Schafer et al., 2006 compararam a capacidade de limpeza e de retificação do canal utilizando instrumentos rotatórios Mtwo, K3 e RaCe no preparo de canais curvos. Sessenta dentes com pelo menos um canal curvo tiveram abertura coronária realizada. Foram obtidas tomadas radiográficas padronizadas com uma lima 15 inserida dentro do canal curvo e o raio e o ângulo de curvatura foram analisados. Foram incluídos no estudo canais com ângulo de curvatura entre 25° e 35° e raio de curvatura entre 4 e 9 mm. Os dentes foram divididos em 3 grupos (n=20) com médias de ângulo e raio de curvatura similares de acordo com a instrumentação: Grupo A – instrumentação com Mtwo; Grupo B –

instrumentação com K3; Grupo C – instrumentação com RaCe. Apenas um canal de cada dente foi preparado. Os canais foram irrigados com 5 mL de NaOCl 2,5% a cada troca de instrumento e irrigação final com 5 mL de NaCl. Ao fim da instrumentação foi realizada nova tomada radiográfica com o instrumento inserido no canal para comparação da curvatura antes e após o preparo do canal. O tempo de trabalho, acidentes operatórios e a perda do comprimento de trabalho foram anotados. Os dentes foram seccionados longitudinalmente e preparados para análise de *debris* e *smear layer* em MEV através de escores. Não houve fratura de instrumentos e perda do comprimento de trabalho. A instrumentação com Mtwo foi significativamente mais rápida que o preparo com K3 e RaCe. O uso de Mtwo proporcionou menor retificação do canal que o uso de K3 e RaCe. Nenhum tipo de instrumentação proporcionou canais completamente limpos, o uso de Mtwo resultou em menos *debris* que o uso de K3 e RaCe, e o uso de K3 resultou em menos *debris* que o uso de RaCe. Quanto à *smear layer* não houve diferença significativa. Os autores concluíram que o uso de Mtwo manteve a curvatura original do canal melhor que os outros instrumentos e também resultou em menos *debris*, mas na avaliação da *smear layer* não houve diferença significativa.

Perez-Heredia et al., 2006 avaliaram a capacidade de limpeza de três soluções irrigadoras ácidas após instrumentação manual e rotatória. Foram utilizados 80 incisivos centrais superiores divididos em 8 grupos de acordo com a instrumentação e irrigação. Nos grupos 1, 2, 3 e 4 foi realizada instrumentação manual até a lima K Flexofile 30 e escalonamento até a lima K 45. Os grupos 5, 6, 7 e 8 foram preparados com sistema rotatório ProTaper. Em todos os grupos a irrigação inicial foi realizada com 5 mL de NaOCl 2,5%. Nos grupos com instrumentação manual 2, 3 e 4, e com instrumentação rotatória 6, 7 e 8, após o uso do primeiro instrumento os canais foram irrigados com 5 mL de ácido cítrico 15%, EDTA 17% e ácido fosfórico 5%, respectivamente, e após o próximo instrumento foram utilizados 5 mL de NaOCl 2,5%. Os grupos 1 e 5 foram

usados como controle e irrigados com 5 mL de NaOCl 2,5% após cada instrumento. Após o preparo todos os canais foram irrigados com 10 mL de NaOCl 2,5%. Os espécimes foram seccionados longitudinalmente e preparados para análise em MEV no terço cervical, médio e apical, classificados por escores. Não houve diferença significativa entre a instrumentação manual e rotatória, o uso apenas do NaOCl não removeu a *smear layer* e o ácido fosfórico 5% foi menos efetivo quando comparado às outras soluções ácidas. Os autores concluíram que o uso de NaOCl com diferentes soluções ácidas não mostrou significado importante na remoção da *smear layer* com as duas técnicas de instrumentação utilizadas.

Burklein et al., 2011 avaliaram o preparo e a limpeza de canais curvos utilizando diferentes sistemas rotatórios. Sessenta dentes humanos tiveram a abertura coronária realizada, um instrumento 15 foi inserido no canal e foi realizada uma tomada radiográfica. O grau e o raio de curvatura do canal foram determinados utilizando um sistema de processamento de imagens digitais e apenas os dentes com raio de curvatura variando entre 4.0 e 8.5 mm e ângulos variando entre 26° e 35° foram utilizados. Com base nesses valores os espécimes foram separados em 3 grupos (n=20). Os espécimes do grupo A foram preparados com limas Mtwo. Os grupos B e C foram preparados com instrumentos EasyShape revestidos e não revestidos. A cada troca de instrumento os dentes foram irrigados com 5 mL de NaOCl 2,5%. Ao final da instrumentação foi realizada nova tomada radiográfica com o instrumento final inserido no canal radicular e as curvaturas dos canais foram determinadas novamente. A limpeza do canal radicular foi avaliada em MEV através de escores. Para análise da qualidade do preparo foi avaliado o tempo de instrumentação, a diferença da curvatura antes e após o preparo, a diferença entre o comprimento de trabalho inicial e final e o número de fraturas e deformações permanentes dos instrumentos. Em termos de fratura e deformação permanente dos instrumentos não

houve diferença estatística significante. A instrumentação com Mtwo foi significativamente mais rápida que com os instrumentos EasyShape, não houve diferença significante entre os instrumentos EasyShape. Não houve diferença entre os três instrumentos quanto à mudança no comprimento de trabalho. O uso dos instrumentos Mtwo modificou menos a curvatura, mas a diferença não foi estatisticamente significante. O uso do instrumento Mtwo resultou em menor quantidade de *debris* em comparação com os instrumentos EasyShape. O uso de instrumentos EasyShape revestidos resultou em menor quantidade de *debris* comparados aos não revestidos. O uso do Mtwo resultou em menor quantidade de *smear layer* e não houve diferença significante entre os instrumentos EasyShape. Também não houve diferença significante entre os terços radiculares. Os autores concluíram que os sistemas utilizados mantêm a curvatura do canal e são seguros. No entanto, o uso dos instrumentos Mtwo utiliza menor tempo de preparo e resulta em canais mais limpos. O uso do revestimento melhorou a capacidade de limpeza dos instrumentos EasyShape.

Nordmeyer et al., 2011 avaliaram o preparo do canal radicular utilizando sistema rotatório FlexMaster e instrumentos Endo-Eze. Cinquenta molares inferiores com a raiz mesial curva tiveram abertura coronária realizada e foram desgastados até o comprimento do canal chegar a 19 mm. A curvatura dos canais foi medida através de radiografias realizadas antes da instrumentação com uma lima 15 inserida no canal. Os dentes foram divididos em dois grupos com uma média de curvatura similar, e 25 dentes com 50 canais mesiais foram preparados com o sistema rotatório FlexMaster e outros 50 canais foram preparados com o sistema oscilatório Endo-Eze e instrumentação manual no terço apical, os canais foram irrigados com NaOCl 3% após cada instrumento e ao final foi utilizado o File-Eze como quelante. Primeiramente o canal méso-vestibular foi preparado, após o preparo uma lima 40 foi inserida no canal e realizada uma nova tomada radiográfica. A comparação entre as

radiografias determinou a retificação do canal. Os dentes foram seccionados horizontalmente em 3, 6 e 9 mm do ápice e as secções transversais dos canais mesio-linguais foram fotografadas antes do preparo, os segmentos foram remontados e os canais foram preparados. Ao final do preparo, foram realizadas novas fotografias da secção transversal, que foi classificada em circular, oval e irregular, sendo a forma irregular considerada inaceitável. Os 3 segmentos foram seccionados longitudinalmente e preparados para análise em MEV para avaliação de *debris* e *smear layer* por meio de escores. Quanto à retificação do canal foi observada diferença estatística significativa sendo menor no grupo instrumentado com FlexMaster. Quanto à forma da secção transversal não foi observada diferença estatística significativa. Quanto a quantidade de *debris* não foi observada diferença entre os grupos e quanto a quantidade de *smear layer* o grupo instrumentado com FlexMaster mostrou melhores resultados. O tempo de trabalho foi menor no grupo instrumentado com FlexMaster e não ocorreram acidentes durante o procedimento. Os autores concluíram que o preparo de canais com Endo-Eze resulta em retificação inaceitável, não sendo recomendado para o preparo de canais curvos, ambos os sistemas apresentaram deficiências quanto a remoção da *smear layer* e *debris*. Também concluíram que ambos os sistemas são seguros para o uso, mas o tempo de trabalho quando utilizado o FlexMaster é menor.

3 PROPOSIÇÃO

Os objetivos desse estudo foram:

- a) avaliar, em microscopia eletrônica de varredura, a remoção da *smear layer* das paredes dos canais radiculares após o preparo biomecânico com instrumentos oscilatórios ou rotatórios associado à irrigação com NaOCl 2,5% e 3 tipos de pontas de irrigação: Navitip, NaviTip FX e Endo-Eze Irrigator;
- b) comparar a remoção da *smear layer* obtida nos terços cervical, médio e apical do canal radicular dentro de cada grupo.

4 MATERIAL E MÉTODO

4.1 Seleção, armazenamento e preparo dos dentes

Este projeto foi submetido à análise e aprovação pelo Comitê de Ética em Pesquisa da Faculdade de Odontologia de São José dos Campos - Protocolo 066/2009 – PH/CEP (Anexos A e B). Para este estudo foram utilizados 60 dentes unirradiculares humanos extraídos na clínica da Disciplina de Cirurgia da Faculdade de Odontologia de São José dos Campos por motivos ortodônticos e/ou periodontais. Os dentes foram limpos com curetas periodontais e mantidos congelados em água deionizada até o momento de sua utilização. Os dentes foram selecionados e distribuídos equitativamente entre os grupos de acordo com as semelhanças anatômicas (canal único, sem curvatura acentuada, ausência de calcificação e reabsorções interna e/ou externa).

Todos os dentes tiveram suas coroas removidas com auxílio de discos de diamante dupla face (KG Sorensen, Barueri, São Paulo, Brasil) para a obtenção de remanescentes radiculares com 16 mm de comprimento (Figura 1). Uma lima tipo K 10 (Dentsply/ Maillefer, Ballaiges, Suíça) foi introduzida no canal radicular até que sua extremidade pudesse ser visualizada a nível do forame apical, e o comprimento de trabalho foi determinado 1 mm aquém desta medida.



Figura 1 – A – Dente unirradicular extraído após limpeza. B - Espécime com a coroa removida para obtenção de remanescente radicular com 16 mm.

Inicialmente, todos os canais foram sobre-instrumentados 0,5 mm com uma lima tipo K 15 e os espécimes tiveram seus ápices fechados com cera a fim de impedir o extravasamento da solução irrigadora via forame, durante o preparo do canal radicular (Figura 2).



Figura 2 – Espécime com o ápice fechado com cera.

Os espécimes foram então divididos em 6 grupos (n=10) de acordo com a técnica de instrumentação utilizada (oscilatória ou rotatória) e o tipo de irrigação, como mostra o Quadro 1:

Quadro 1 – Distribuição dos espécimes nos grupos experimentais

GRUPOS	TÉCNICA DE INSTRUMENTAÇÃO	IRRIGAÇÃO
G1 (O+NT)	Oscilatória + manual (n=10)	NaviTip (Ultradent Products Inc, South Jordan, UT)
G2 (O+FX)	Oscilatória + manual (n=10)	NaviTip FX (Ultradent Products Inc, South Jordan, UT)
G3 (O+EE)	Oscilatória + manual (n=10)	Endo-Eze Irrigator (Ultradent Products Inc, South Jordan, UT)
G4 (R+NT)	Rotatória (n=10)	NaviTip (Ultradent Products Inc, South Jordan, UT)
G5 (R+FX)	Rotatória (n=10)	NaviTip FX (Ultradent Products Inc, South Jordan, UT)
G6 (R+EE)	Rotatória (n=10)	Endo-Eze irrigator (Ultradent Products Inc, South Jordan, UT)

4.2 Protocolo para a instrumentação dos canais radiculares

Todos os canais dos grupos G1, G2 e G3 (instrumentação oscilatória) foram preparados com sistema oscilatório com o contra-ângulo Endo Eze (Ultradent Products Inc, South Jordan, UT) com limas do kit Endo Eze, utilizando-se primeiramente o instrumento de maior calibre (verde) em seguida os de menor calibre (azul, vermelho e amarelo). As limas foram inseridas no canal a 2 mm do comprimento de trabalho e foram removidas com tração lateral. O batente foi realizado no CT (15

mm) com as limas tipo K número 45 e 50 (Dentsply/Maillefer, Ballaigues, Suíça) (Figura 3). Para a instrumentação, os espécimes foram divididos em 3 grupos (n=10) de acordo com o tipo de ponta utilizada. Todos os canais foram irrigados com 5 mL de hipoclorito de sódio 2,5% (Byofórmula, Farmácia de Manipulação, São José dos Campos, SP, Brasil) a cada troca de instrumento.

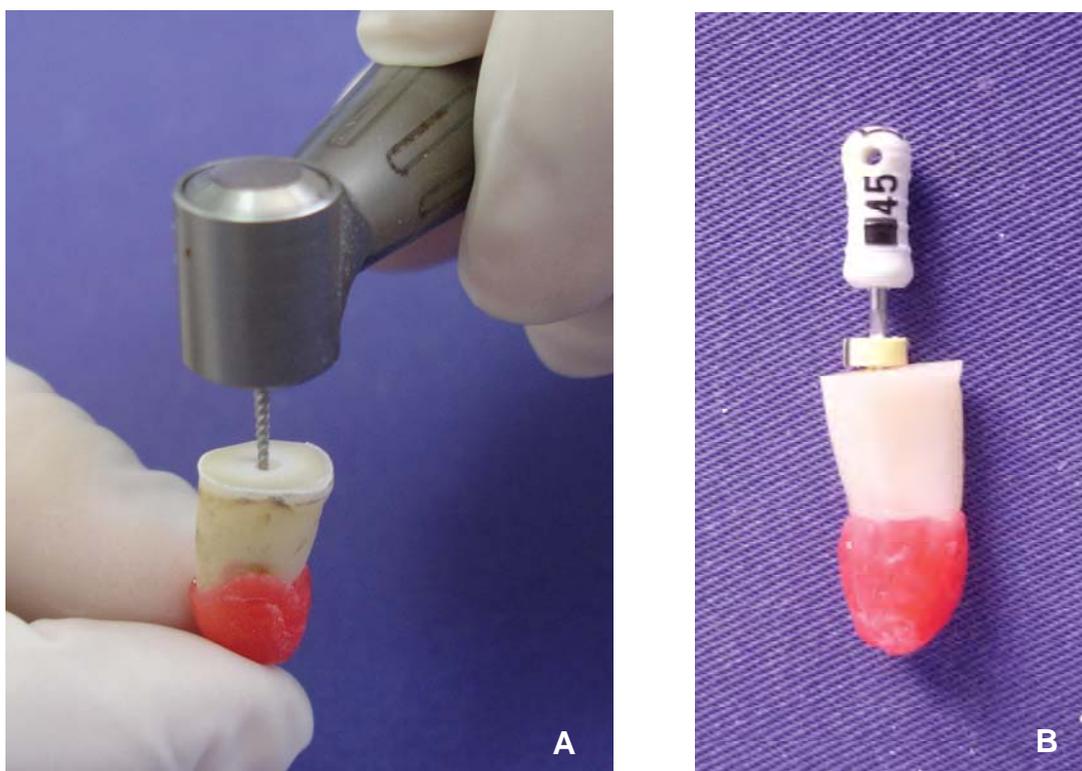


Figura 3 – Preparo dos canais dos grupos G1, G2 e G3: A – Instrumentação com sistema oscilatório Endo-Eze (Ultradent Products Inc, South Jordan, UT). B – Preparo do batente com limas K (Dentsply/Maillefer, Ballaigues, Suíça).

Todos os canais dos grupos G4, G5 e G6 (instrumentação rotatória) foram instrumentados em 15 mm (CT) utilizando técnica rotatória com o emprego de limas ProTaper (Dentsply/Tulsa Dental, Tulsa, OK) acopladas ao Motor X Smart (Dentsply/ Maillefer Ind. Com.Ltda, RJ, Brasil), com redução de 16:1, velocidade de 500 rpm e torque de 3 N.cm (Figura 4). Durante o preparo, foi utilizada a sequência de instrumentos

preconizada pelo fabricante. Assim, as limas de modelagem S1, SX e S2 foram introduzidas no canal até que encontrassem resistência, sendo então retiradas com tração lateral. Após isso, as limas de acabamento F1, F2 e F3 foram utilizadas nesta seqüência, até o comprimento de trabalho, com o movimento de inserção e remoção. Para a instrumentação, os espécimes foram divididos em 3 grupos (n=10) de acordo com o tipo de ponta de irrigação utilizada. Todos os canais foram irrigados com 5 mL de hipoclorito de sódio 2,5% (Byofórmula, Farmácia de Manipulação, São José dos Campos, SP, Brasil) a cada troca de instrumento.



Figura 4 – Instrumentação rotatória com limas ProTaper (Dentsply/Tulsa Dental, Tulsa, OK) acopladas ao motor X Smart (Dentsply/ Maillefer Ind. Com.Ltda, RJ, Brasil).

4.3 Protocolo para a irrigação dos canais radiculares

- a) Grupos G1 e G4 – pontas NaviTip (Figura 5): durante a instrumentação, a cada troca de instrumento, a ponta NaviTip foi utilizada para irrigar os canais com 5 mL de NaOCl 2,5%. A ponta foi introduzida no canal 1 mm aquém do CT, com movimento de inserção e remoção de curta amplitude. Ao final da instrumentação, os canais foram irrigados com 1 mL de EDTA 17% (Biodinâmica, Ibiporã, PR, Brasil) deixado no canal por 3 min e a irrigação final foi realizada com 5 mL de NaOCl 2,5%;
- b) Grupos G2 e G5 - pontas NaviTip FX (Figura 5): durante a instrumentação, a cada troca de instrumento, a ponta NaviTip FX foi utilizada para irrigar os canais com 5 mL de NaOCl 2,5%. A ponta foi introduzida 1 mm aquém do CT e utilizada durante 1 min permitindo o contato das cerdas com as paredes do canal radicular, fazendo um movimento de escovação. Ao final da instrumentação, os canais foram irrigados com 1 mL de EDTA 17% deixado no canal por 3 min e a irrigação final foi realizada com 5 mL de NaOCl 2,5%;
- c) Grupos G3 e G6 - ponta Endo-Eze Irrigator (Figura 5): durante a instrumentação, a cada troca de instrumento, a ponta Endo-Eze Irrigator foi utilizada para irrigar os canais com

5 mL de NaOCl 2,5%. A ponta foi introduzida no canal 1 mm aquém do CT, com movimento de inserção e remoção de curta amplitude. Ao final da instrumentação, os canais foram irrigados com 1 mL de EDTA 17% deixado no canal por 3 min e a irrigação final foi realizada com 5 mL de NaOCl 2,5%.

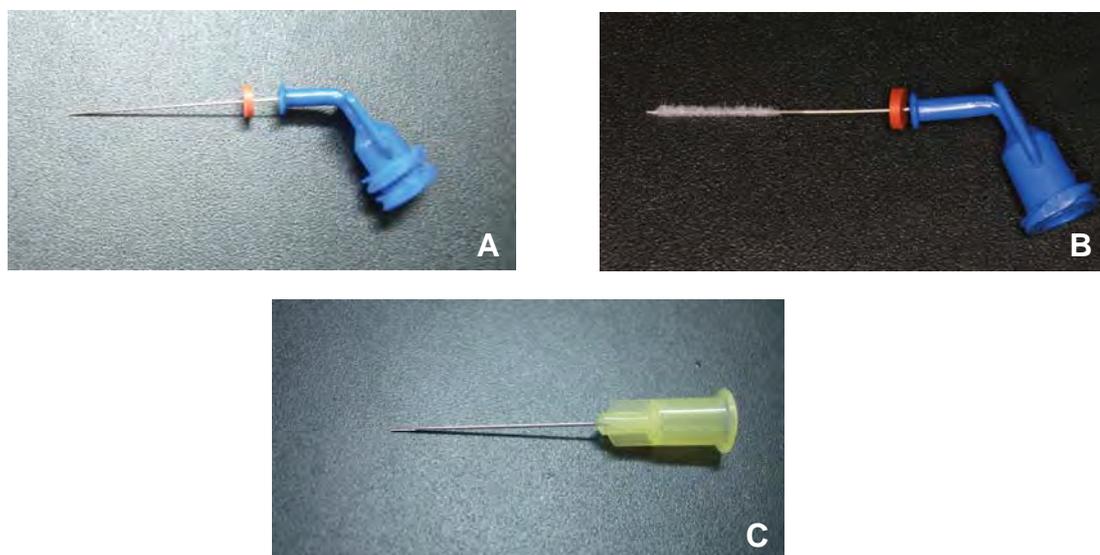


Figura 5 - A- Ponta Navitip (Ultradent Products Inc, South Jordan, UT). B – Ponta NaviTip. FX (Ultradent Products Inc, South Jordan, UT) C – Ponta Endo-Eze Irrigator (Ultradent Products Inc, South Jordan, UT).

Após a instrumentação e irrigação final, os espécimes foram secos com cones de papel absorvente e as entradas dos mesmos foram seladas com Cavit (ESPE GMBH, Seefeld, Germany). Em seguida, foram realizados dois sulcos longitudinais, nas faces vestibulares e linguais das raízes, com o auxílio de discos de diamante dupla face (Microdont Micro Usinagem de Precisão Ltda, São Paulo, Brasil), tomando-se cuidado para não atingir o canal radicular, com a finalidade de guia para a clivagem. Em seguida, as raízes foram lavadas externamente e, com auxílio de um cinzel, foi realizada a clivagem dos

dentos em duas metades (mesial e distal) (Figuras 6 e 7). Foi selecionada a metade onde o ápice estava mais visível e esta foi levada para análise em MEV. A Microscopia Eletrônica de Varredura foi realizada no Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais (INPE) em São José dos Campos.

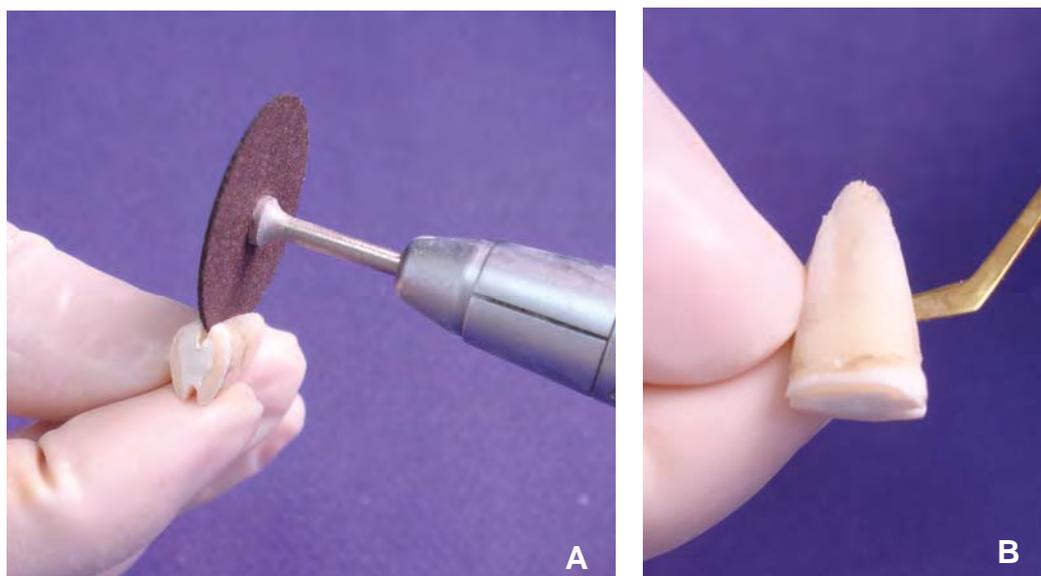


Figura 6 – A – Confeção dos sulcos nas faces vestibular e lingual da raiz após o preparo do canal. B – Clivagem dos espécimes.



Figura 7 – Espécime seccionado longitudinalmente.

4.4 Preparo para análise dos espécimes em MEV

Para o preparo dos espécimes para MEV, as metades selecionadas foram desidratadas utilizando soluções concentradas de etanol 25%, 50%, 75% (20 min em cada), 95% (30 min) e em etanol absoluto (100%) por uma hora. Em seguida, os espécimes foram colocados em papel filtro em temperatura ambiente até a secagem completa (24 h).

Na seqüência, os espécimes foram preparados para a análise em microscópio eletrônico de varredura (Scanning microscope – JSM – 840A Jeol, Tokyo, Japão) (Figura 8). Para isto, foram montados em *stubs* metálicos, com fita carbono condutor, cola prata e a metalização realizada com uma fina camada de ouro (200Å) (Figura 9) em um evaporador de alta pressão (DV-502-Denton NJ) (Figura 10).

A comprovação da limpeza das paredes do canal foi realizada pela verificação da presença ou não da *smear layer* observada em MEV nos terços cervical, médio e apical do canal radicular. Áreas representativas de cada nível radicular analisado foram selecionadas e fotografadas nos aumentos de 500x e 2000x. As imagens obtidas, referentes ao aumento de 2000x, foram transferidas para o *Paint*, editor de imagens padrão do Windows, permitindo a contagem dos túbulos dentinários abertos e fechados. Os dados relacionados à porcentagem de túbulos abertos foram submetidos à análise estatística (Carvalho et al., 2008; Valera et al., 2010).



Figura 8 - Microscópio Eletrônico de Varredura (JEOL – JSM- T330A, Jeol Ltda, Tokyo, Japão).



Figura 9 – Raízes seccionadas longitudinalmente após metalização.



Figura 10 – Metalizadora para aplicação de ouro nos espécimes (Desk II, Denton Vacuum, JEOL Ltda, Tokyo, Japão).

4.5 Análise estatística dos resultados

O experimento seguiu um esquema fatorial do tipo 6 x 3. Os fatores em estudo foram a instrumentação + pontas de irrigação (Oscilatória + NaviTip FX, Oscilatória + NaviTip, Oscilatória + Endo-eze Irrigator, Rotatória + FX, Rotatória + NaviTip e Rotatória + Endo-eze Irrigator) e os terços (cervical, médio e apical). A variável resposta foi a porcentagem de túbulos dentinários abertos obtidas por meio da análise de imagens de MEV.

Obtiveram-se 180 dados, ou seja, 18 condições experimentais sob dez repetições, que foram submetidos à análise estatística por meio dos programas computacionais: MINITAB (Minitab, version 15.1, 2009), Prism (Graph Pad, version 5.0, 2008) e STATISTICA (StatSoft, version 8.0, 2009).

A estatística descritiva consistiu no cálculo de médias e desvio-padrão. Como houve obtenção de dados paramétricos, a estatística inferencial consistiu no teste de análise de variância de medidas repetidas (ANOVA) dois fatores (instrumentação + pontas de irrigação e terços), onde a variável terços foi considerada como o fator

repetido. O nível de significância escolhido foi o valor convencional de 5%. Para localizar as diferenças estatísticas entre os grupos foi conduzido o teste de comparação múltipla de Tukey com nível de significância de 5%.

5 RESULTADOS

Os dados relativos à porcentagem do número total de túbulos dentinários abertos obtidos para todos os grupos avaliados estão apresentados no Apêndice A.

5.1 Estatística Descritiva

A estatística descritiva da remoção da *smear layer* de acordo com a porcentagem do número total de túbulos abertos encontrada nas imagens obtidas em MEV estão expressas na Tabela 1, e do número de túbulos abertos de acordo com a região avaliada, na Tabela 2.

Tabela 1 – Média e desvio-padrão (DP) do total de túbulos dentinários abertos nos 6 grupos avaliados

Grupos	n	Média	DP
G1 (O+NT)	30	65,191	19,57
G2 (O+FX)	30	69,176	20,08
G3 (O+EE)	30	69,300	21,29
G4 (R+ NT)	30	76,207	18,19
G5 (R+FX)	30	57,199	25,62
G6 (R+EE)	30	75,748	20,24

Tabela 2 – Média e desvio-padrão (DP) do total de túbulos dentinários abertos nos terços radiculares avaliados

Terço radicular	n	Média	DP
Cervical	60	75,574	20,55
Médio	60	73,743	16,11
Apical	60	57,093	23,06

A Tabela 3 apresenta os valores de média e desvio-padrão dentro de cada terço radicular para cada grupo experimental.

Tabela 3 – Média e desvio-padrão dos valores percentuais (%) de túbulos abertos nos diferentes grupos experimentais em cada terço radicular

Grupos Terços	O+NT		O+FX		O+EE		R+NT		R+FX		R+EE	
	Média	DP										
Cervical	71,31	13,26	74,64	24,40	81,25	20,79	84,61	9,12	58,54	28,22	83,08	12,35
Médio	74,95	10,00	70,97	13,93	65,17	18,60	83,29	12,63	66,49	23,40	81,59	5,79
Apical	49,31	23,04	61,91	20,38	61,48	20,93	60,72	20,55	46,57	23,43	62,57	29,06

A Figura 11 ilustra graficamente a média dos valores percentuais de túbulos dentinários abertos nos 6 grupos avaliados, considerando os três terços radiculares.

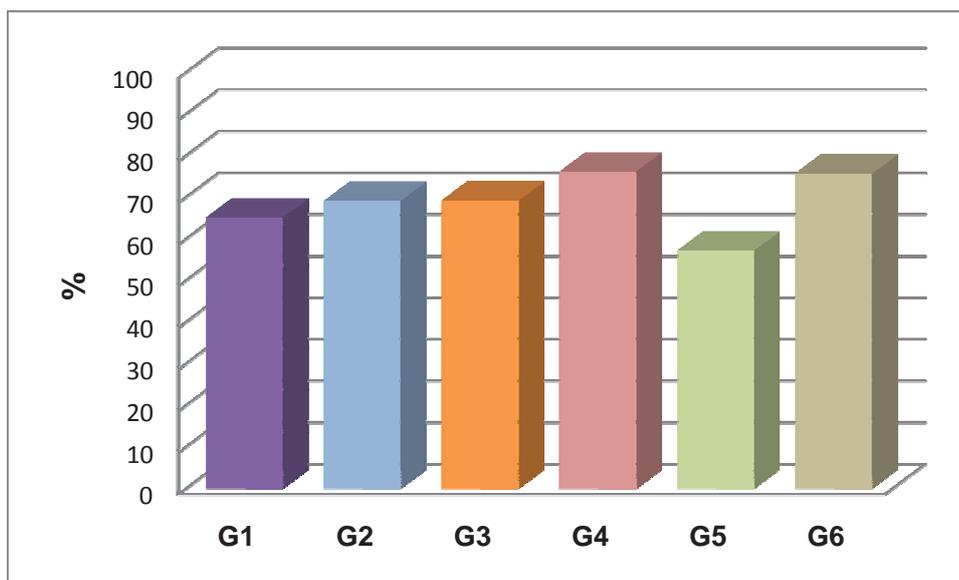


Figura 11 - Gráfico de colunas da média dos valores percentuais de túbulos abertos obtidos nos grupos avaliados.

As Figuras 12, 13 e 14 ilustram graficamente as médias e desvio-padrão dos valores percentuais de túbulos abertos nos terços cervical, médio e apical em cada grupo avaliado.

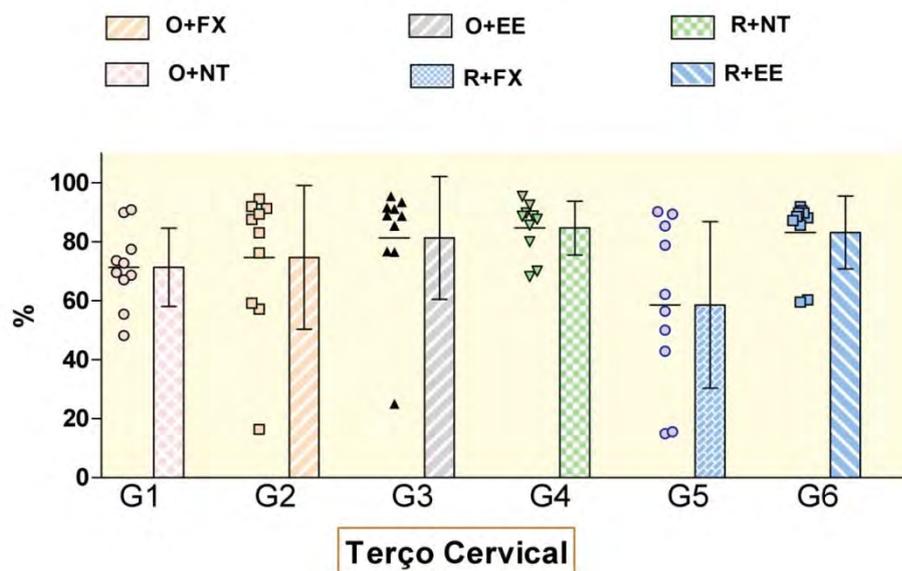


Figura 12 – Gráfico de colunas (média±desvio padrão) dos valores percentuais de túbulos abertos obtidos nos grupos experimentais (Terço Cervical)

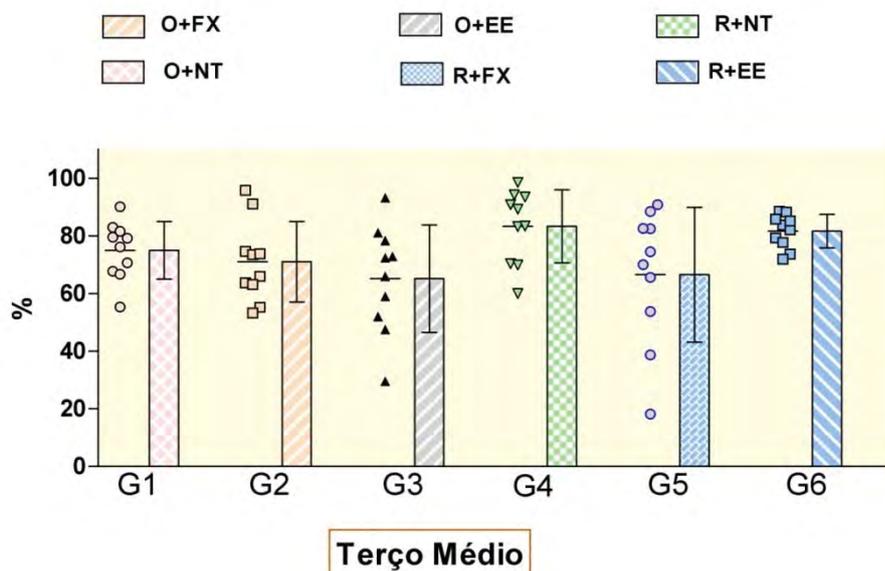


Figura 13 – Gráfico de colunas (média±desvio padrão) dos valores percentuais de túbulos abertos obtidos nos grupos experimentais (Terço Médio)

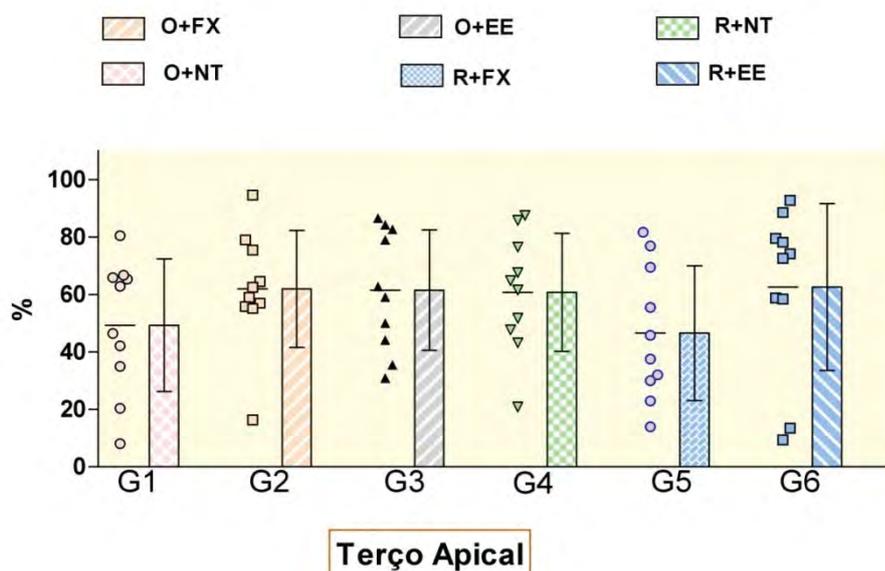


Figura 14 – Gráfico de colunas (média±desvio padrão) dos valores percentuais de túbulos abertos obtidos nos grupos experimentais (Terço Apical)

5.2 Estatística inferencial

Aplicando-se o teste de análise de variância (ANOVA) dois fatores (instrumentação+pontas de irrigação e terços radiculares), é possível observar na Tabela 4 que tanto para os grupos quanto para os terços radiculares avaliados, o valor de p foi menor que 0,05, confirmando a existência de desigualdade.

Tabela 4 – ANOVA de medidas repetidas para os dados obtidos

Efeito	GI	SQ	QM	F	p
Grupos	5	7534,6	1506,91	2,90	0,02150*
Resíduo I	54	28023,8	518,96		
Região	2	12442,4	6221,21	20,16	0,00010*
Interação	10	2712,1	271,21	0,88	0,55530
Resíduo II	108	33328,7	308,60		
Total	179	84041,6			

*p<0,05

Ao aplicar o Teste de Tukey para localizar as diferenças estatísticas entre os grupos (Tabela 5), foi possível observar que os grupos G4 e G6 diferiram estatisticamente do grupo G5.

Tabela 5 – Formação de grupos de mesmo desempenho após o Teste de Tukey (5%) para os seis grupos experimentais

Grupos	Média	Grupos Homogêneos*
G1: O+NT	65,191	A B
G2: O+FX	69,176	A B
G3: O+EE	69,300	A B
G4: R+NT	76,207	A
G5: R+FX	57,199	B
G6: R+EE	75,748	A

*Letras diferentes indicam grupos estatisticamente diferentes.

Ao aplicar o Teste de Tukey para localizar as diferenças estatísticas entre os terços (Tabela 6), foi possível observar que o terço apical diferiu estatisticamente dos terços cervical e médio.

Tabela 6 – Formação de grupos de mesmo desempenho após o Teste de Tukey (5%) para os terços radiculares

Terços	Média	Grupos Homogêneos*
Cervical	75,574	A
Médio	73,743	A
Apical	57,093	B

*Letras diferentes indicam grupos estatisticamente diferentes.

A Tabela 7 mostra a comparação dos 18 valores médios das condições experimentais por meio do Teste de Tukey (5%).

Tabela 7 – Formação de grupos de mesmo desempenho após o Teste de Tukey (5%) entre os terços radiculares e os grupos

Grupos	Terço radicular	Média	Grupos homogêneos
G1	Cervical	71,314	A B
G1	Médio	74,953	A B
G1	Apical	49,305	B
G2	Cervical	74,641	A B
G2	Médio	70,971	A B
G2	Apical	61,915	A B
G3	Cervical	81,252	A
G3	Médio	65,165	A B
G3	Apical	61,482	A B
G4	Cervical	84,612	A
G4	Médio	83,294	A
G4	Apical	60,715	A B
G5	Cervical	58,543	A B
G5	Médio	66,486	A B
G5	Apical	46,567	B
G6	Cervical	83,081	A
G6	Médio	81,590	A
G6	Apical	62,574	A B

*Letras diferentes indicam grupos estatisticamente diferentes.

A Figura 15 ilustra graficamente as médias dos percentuais de túbulos dentinários abertos dos diferentes terços do canal nos diferentes grupos experimentais.

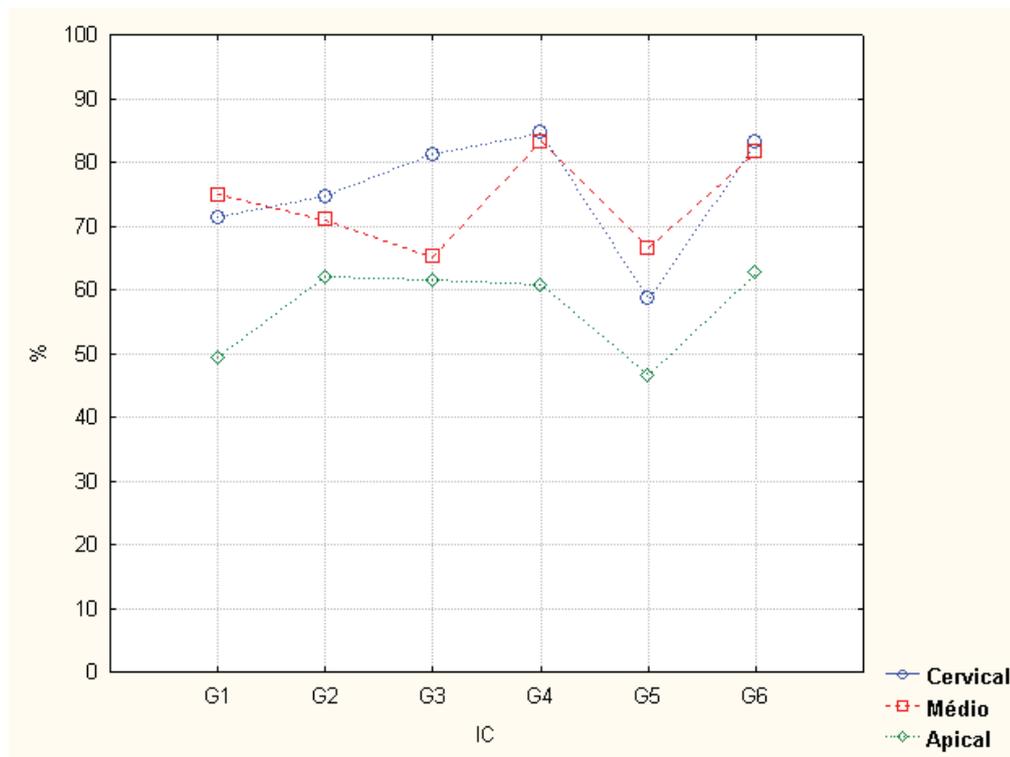


Figura 15 – Representação gráfica das médias referentes ao percentual de túbulos dentinários abertos nos diferentes terços do canal em cada grupo experimental.

As Figuras 16 a 51 ilustram, em MEV, imagens representativas de cada terço radicular, para cada grupo experimental.

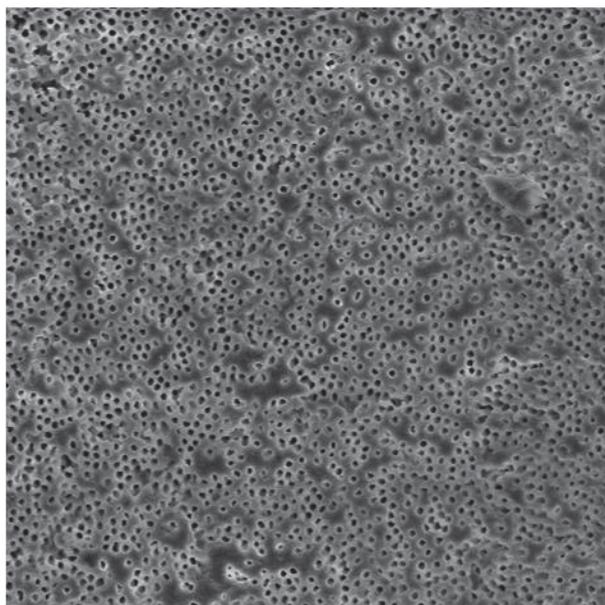


Figura 16 - Fotomicrografia obtida do terço cervical após instrumentação oscilatória e irrigação com pontas NaviTip (G1) (aumento de 500x).

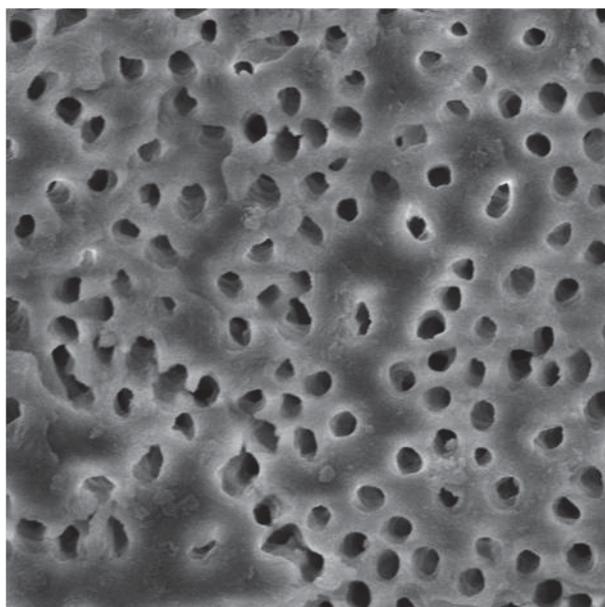


Figura 17 - Fotomicrografia obtida do terço cervical após instrumentação oscilatória e irrigação com pontas NaviTip (G1) (aumento de 2000x).

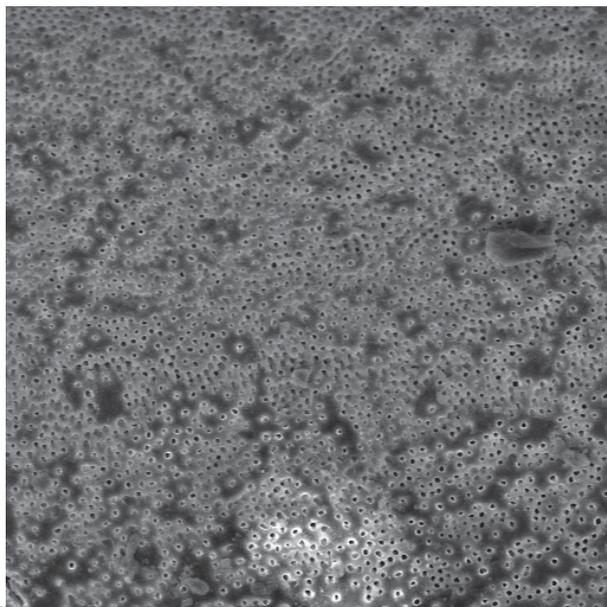


Figura 18 - Fotomicrografia obtida do terço médio após instrumentação oscilatória e irrigação com pontas NaviTip (G1) (aumento de 500x).

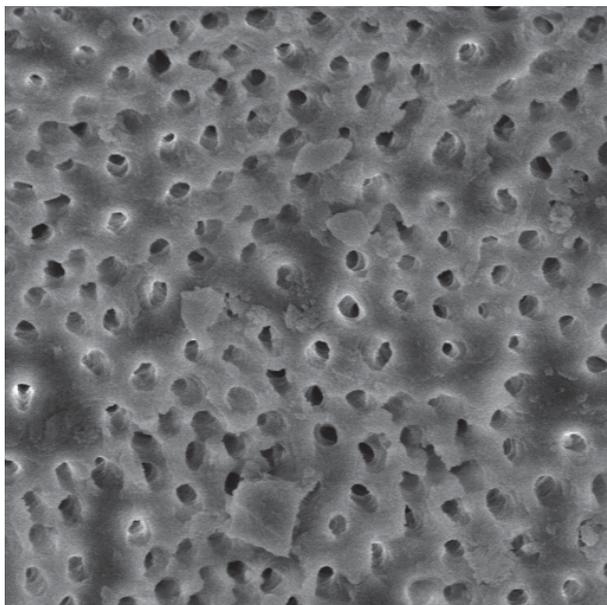


Figura 19 - Fotomicrografia obtida do terço médio após instrumentação oscilatória e irrigação com pontas NaviTip (G1) (aumento de 2000x).

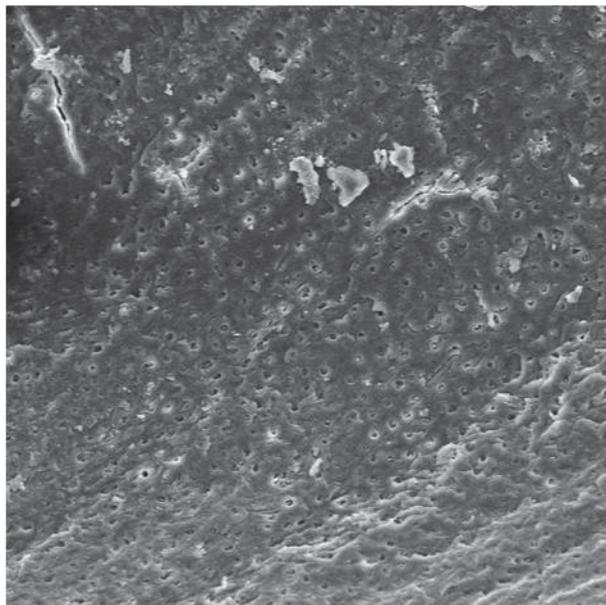


Figura 20 - Fotomicrografia obtida do terço apical após instrumentação oscilatória e irrigação com pontas Navitip (G1) (aumento de 500x).

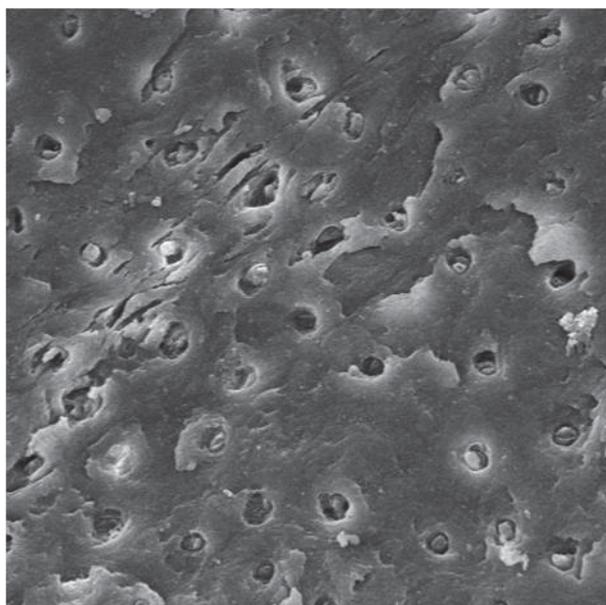


Figura 21 - Fotomicrografia obtida do terço apical após instrumentação oscilatória e irrigação com pontas Navitip (G1) (aumento de 2000x).

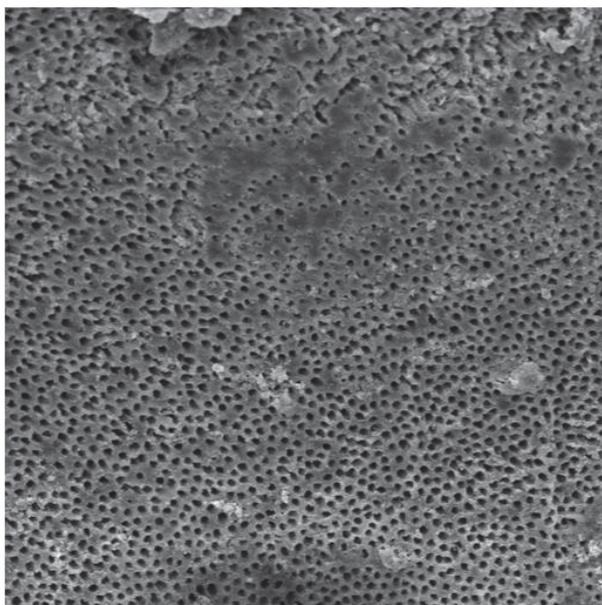


Figura 22 - Fotomicrografia obtida do terço cervical após instrumentação oscilatória e irrigação com pontas NaviTip FX (G2) (aumento de 500x).

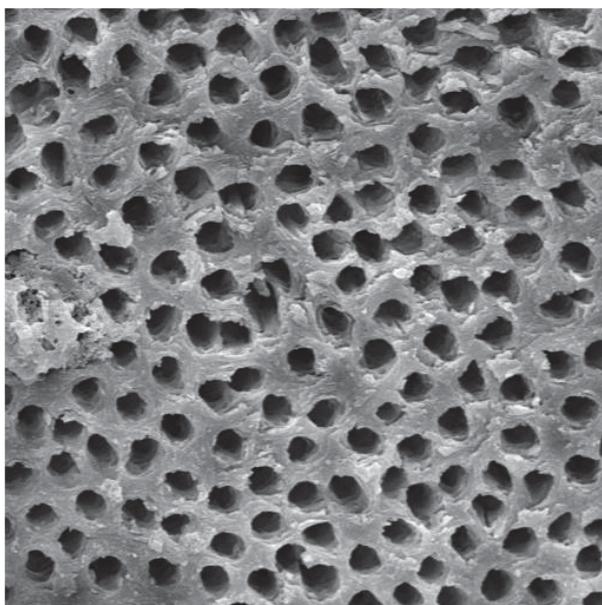


Figura 23 - Fotomicrografia obtida do terço cervical após instrumentação oscilatória e irrigação com pontas NaviTip FX (G2) (aumento de 2000x).

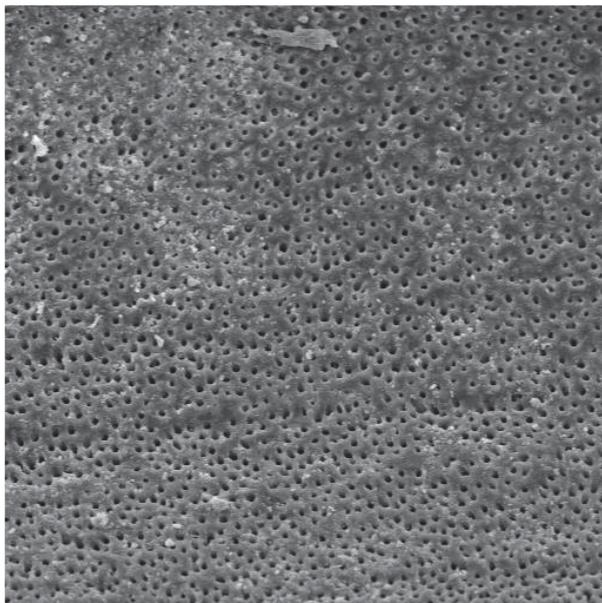


Figura 24 - Fotomicrografia obtida do terço médio após instrumentação oscilatória e irrigação com pontas NaviTip FX (G2) (aumento de 500x).

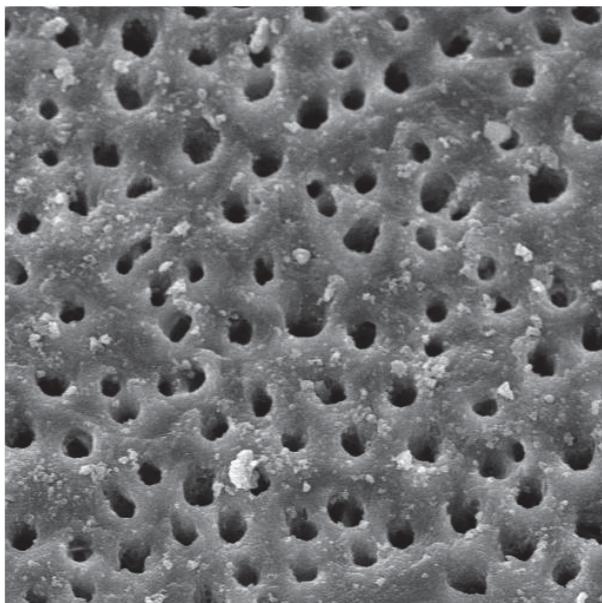


Figura 25 - Fotomicrografia obtida do terço médio após instrumentação oscilatória e irrigação com pontas NaviTip FX (G2) (aumento de 2000x).

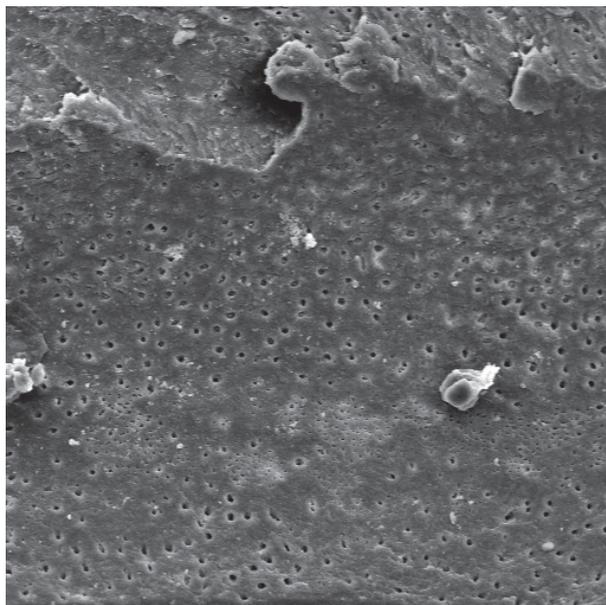


Figura 26 - Fotomicrografia obtida do terço apical após instrumentação oscilatória e irrigação com pontas NaviTip FX (G2) (aumento de 500x).

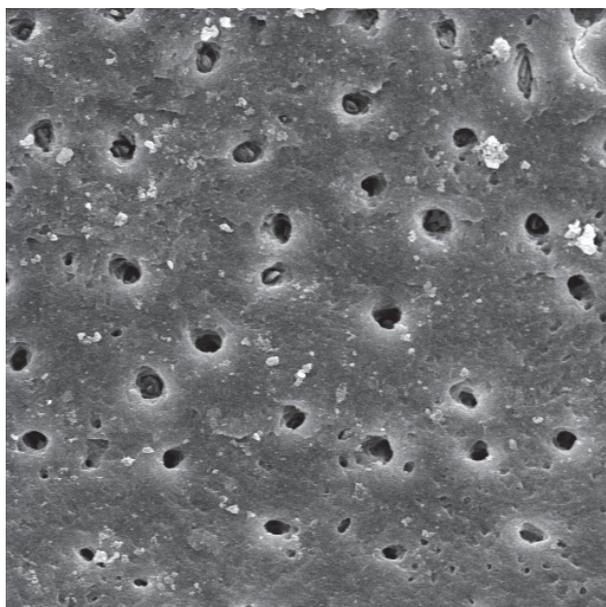


Figura 27 - Fotomicrografia obtida do terço apical após instrumentação oscilatória e irrigação com pontas NaviTip FX (G2) (aumento de 2000x).

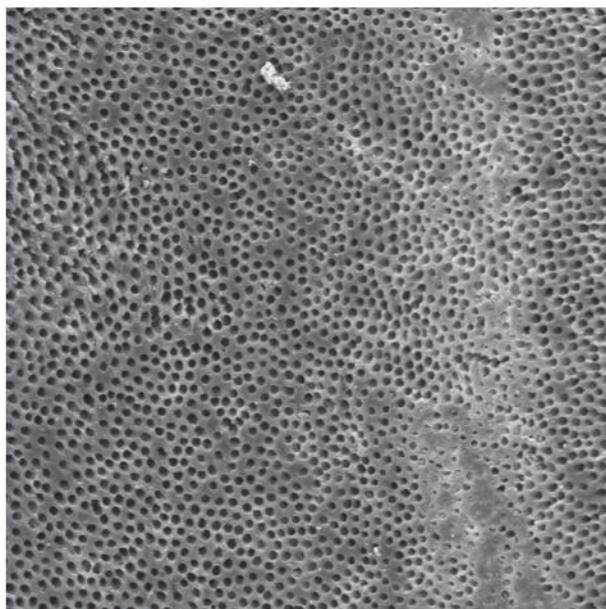


Figura 28 - Fotomicrografia obtida do terço cervical após instrumentação oscilatória e irrigação com pontas Endo-Eze Irrigator (G3) (aumento de 500x).

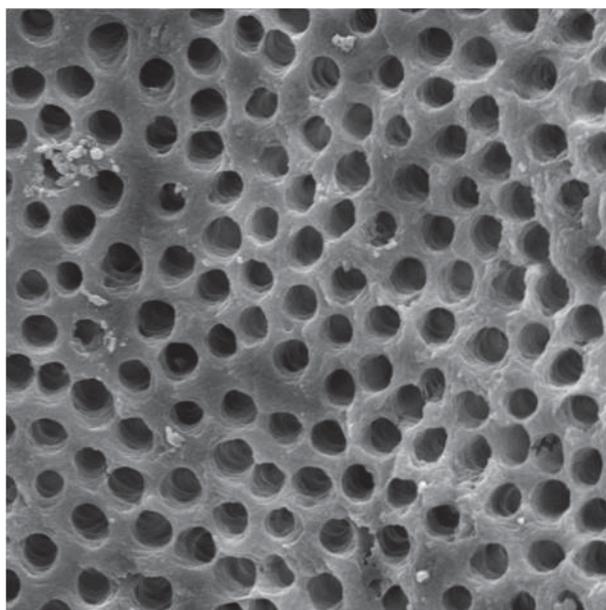


Figura 29 - Fotomicrografia obtida do terço cervical após instrumentação oscilatória e irrigação com pontas Endo-Eze Irrigator (G3) (aumento de 2000x).

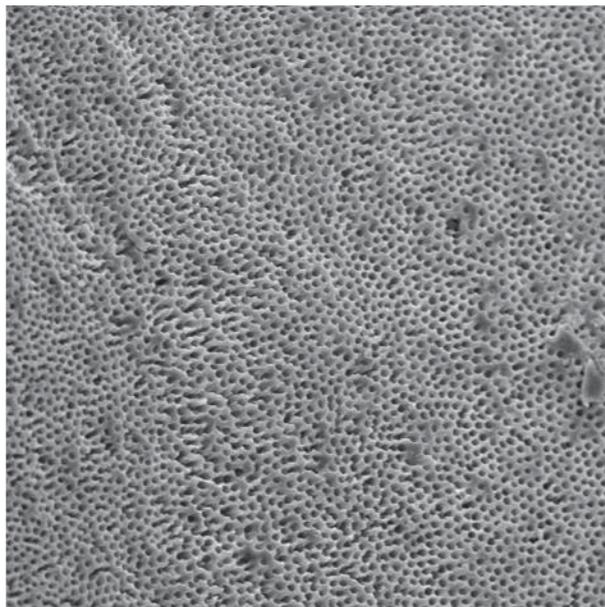


Figura 30 - Fotomicrografia obtida do terço médio após instrumentação oscilatória e irrigação com pontas Endo-Eze Irrigator (G3) (aumento de 500x).

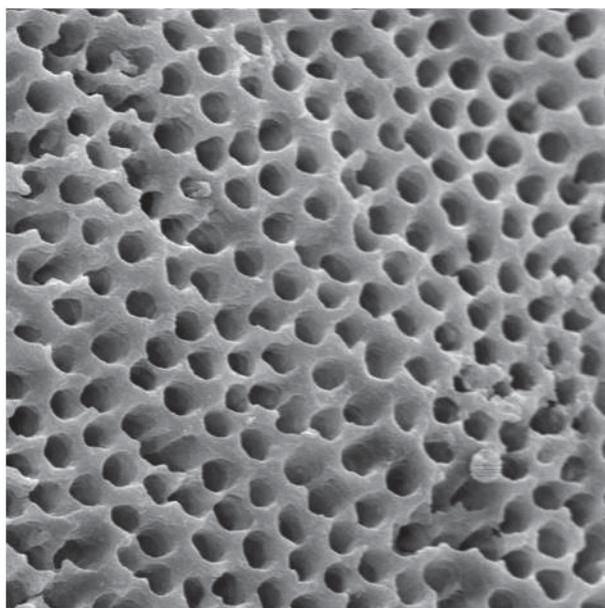


Figura 31 - Fotomicrografia obtida do terço médio após instrumentação oscilatória e irrigação com pontas Endo-Eze Irrigator (G3) (aumento de 2000x).

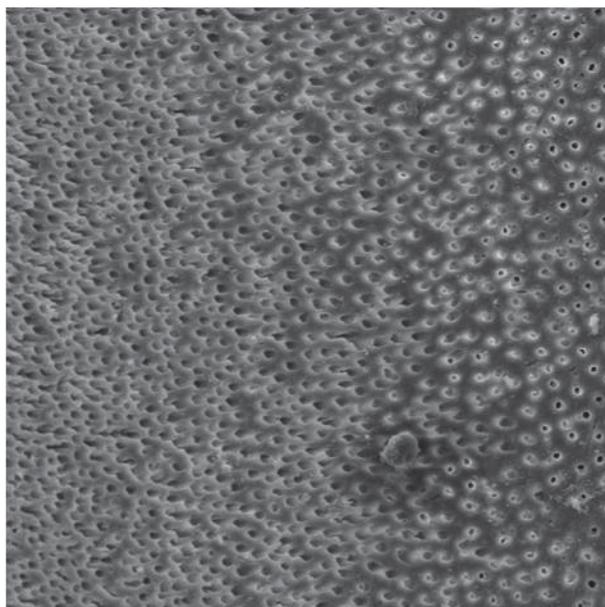


Figura 32 - Fotomicrografia obtida do terço apical após instrumentação oscilatória e irrigação com pontas Endo-Eze Irrigator (G3) (aumento de 500x).

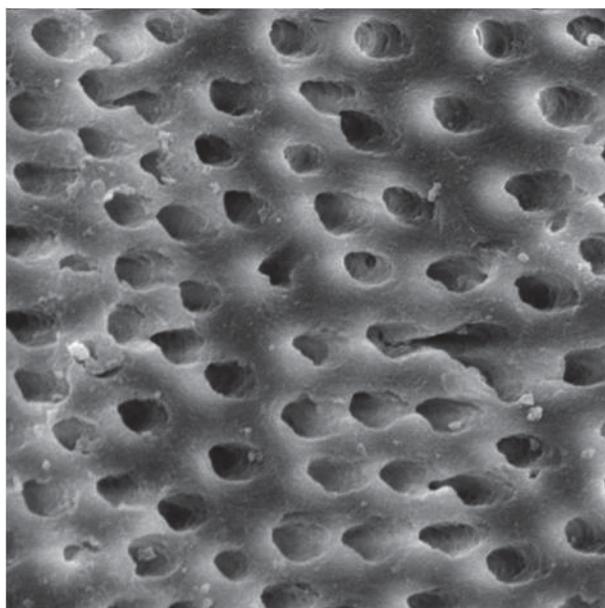


Figura 33 - Fotomicrografia obtida do terço apical após instrumentação oscilatória e irrigação com pontas Endo-Eze Irrigator (G3) (aumento de 2000x).

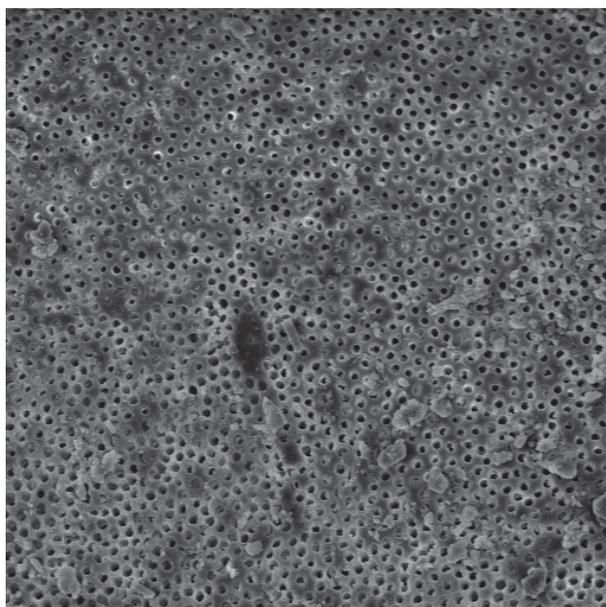


Figura 34 - Fotomicrografia obtida do terço cervical após instrumentação rotatória e irrigação com pontas NaviTip (G4) (aumento de 500x).

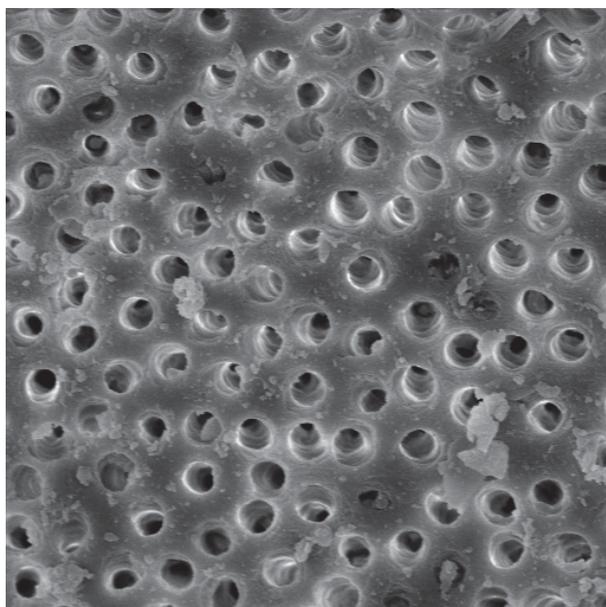


Figura 35 - Fotomicrografia obtida do terço cervical após instrumentação rotatória e irrigação com pontas NaviTip (G4) (aumento de 2000x).

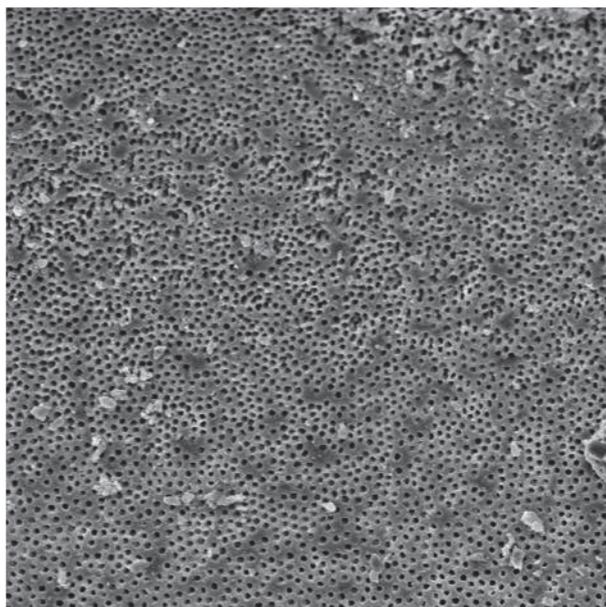


Figura 36 - Fotomicrografia obtida do terço médio após instrumentação rotatória e irrigação com pontas NaviTip (G4) (aumento de 500x).

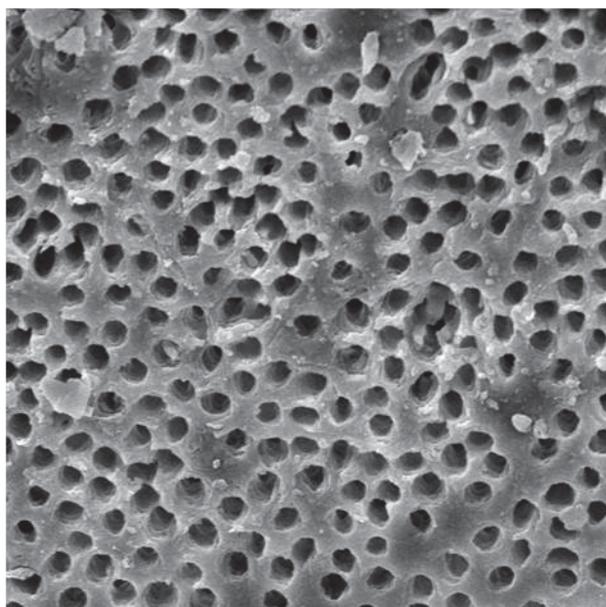


Figura 37 - Fotomicrografia obtida do terço médio após instrumentação rotatória e irrigação com pontas NaviTip (G4) (aumento de 2000x).

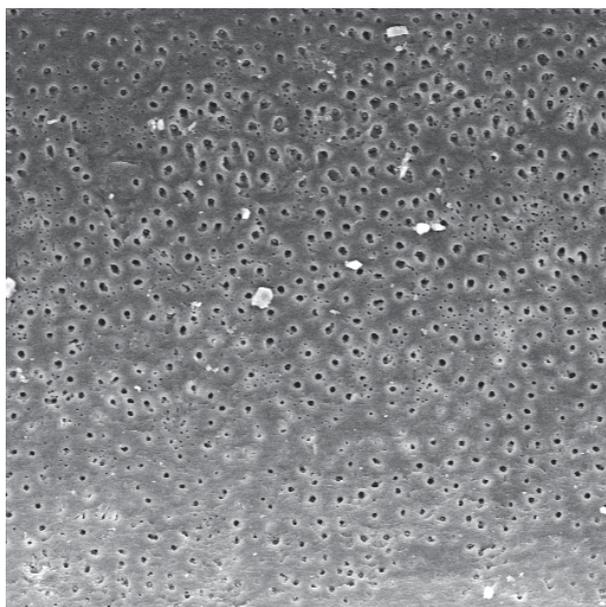


Figura 38 - Fotomicrografia obtida do terço apical após instrumentação rotatória e irrigação com pontas Navitip (G4) (aumento de 500x).

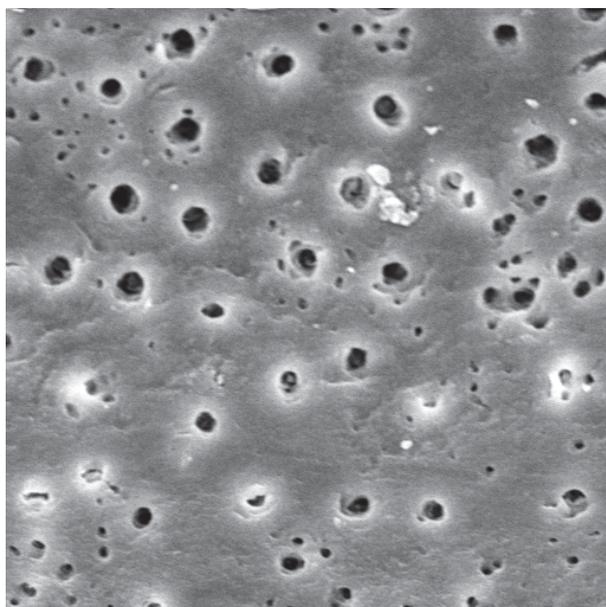


Figura 39 - Fotomicrografia obtida do terço apical após instrumentação rotatória e irrigação com pontas Navitip (G4) (aumento de 2000x).

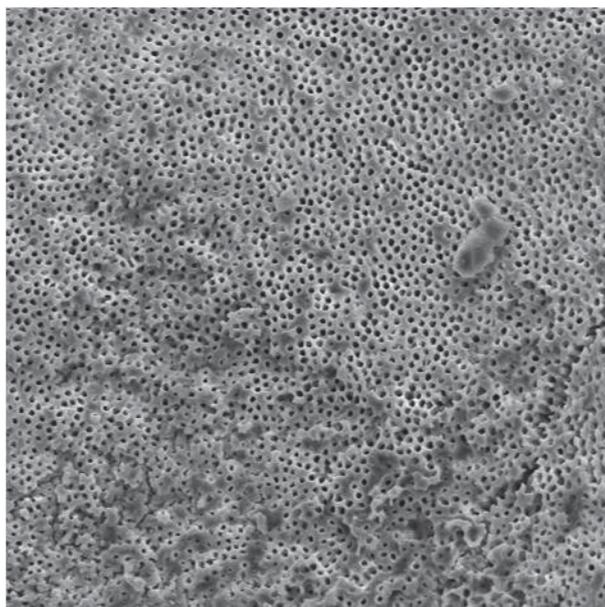


Figura 40 - Fotomicrografia obtida do terço cervical após instrumentação rotatória e irrigação com pontas NaviTip FX (G5) (aumento de 500x).

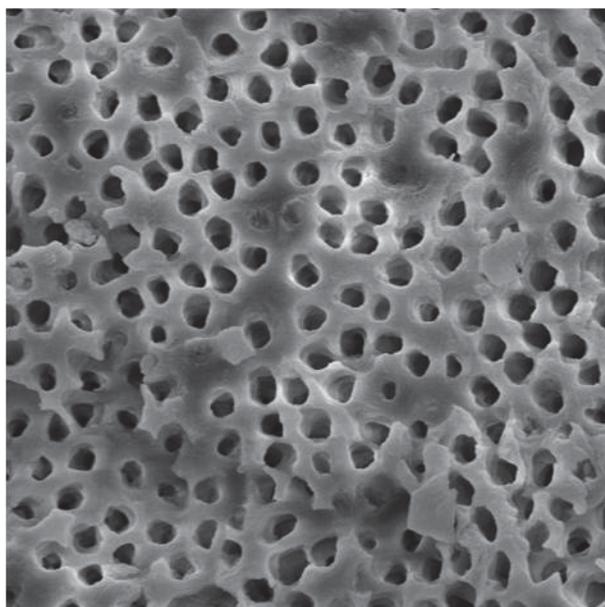


Figura 41 - Fotomicrografia obtida do terço cervical após instrumentação rotatória e irrigação com pontas NaviTip FX (G5) (aumento de 2000x).

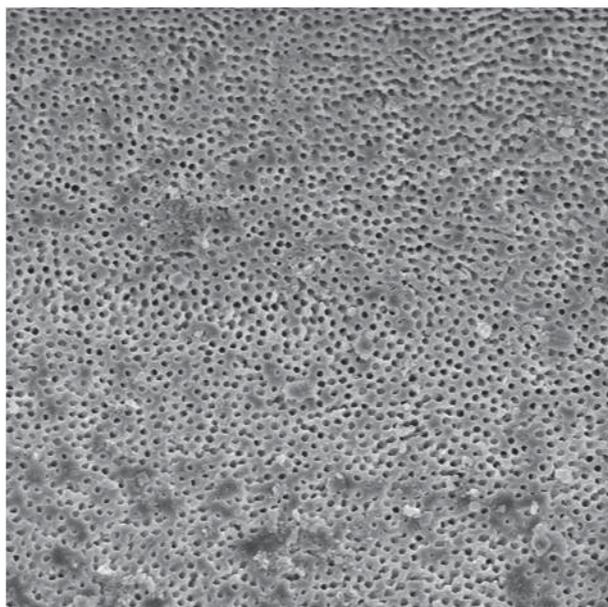


Figura 42 - Fotomicrografia obtida do terço médio após instrumentação rotatória e irrigação com pontas NaviTip FX (G5) (aumento de 500x).

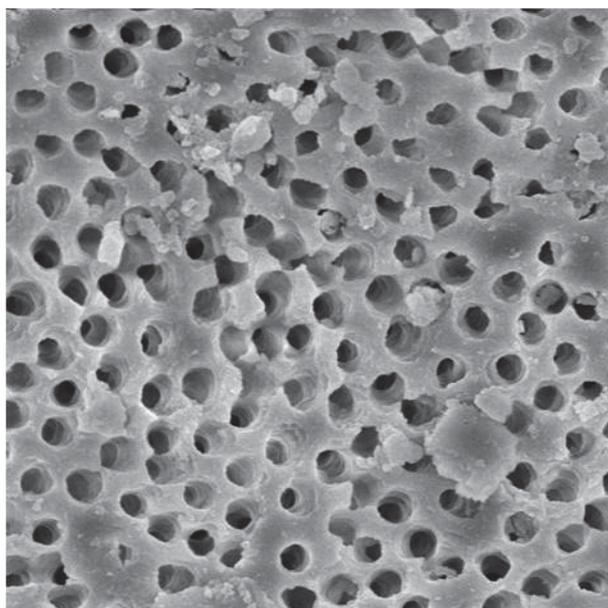


Figura 43 - Fotomicrografia obtida do terço médio após instrumentação rotatória e irrigação com pontas NaviTip FX (G5) (aumento de 2000x).

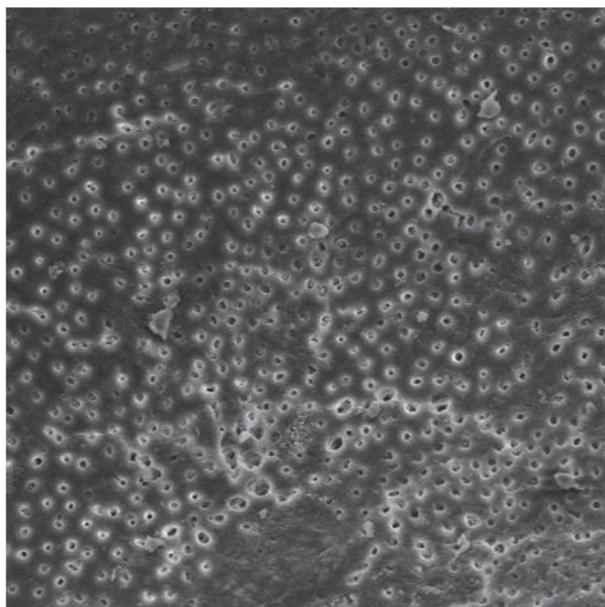


Figura 44 - Fotomicrografia obtida do terço apical após instrumentação rotatória e irrigação com pontas NaviTip FX (G5) (aumento de 500x).

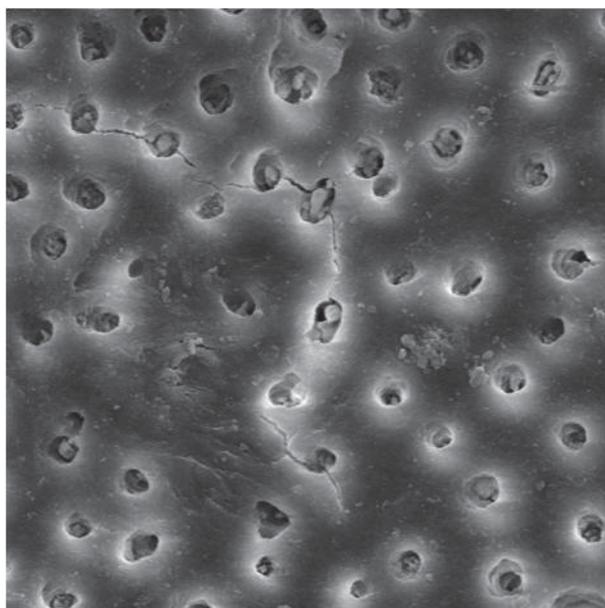


Figura 45 - Fotomicrografia obtida do terço apical após instrumentação rotatória e irrigação com pontas NaviTip FX (G5) (aumento de 2000x).

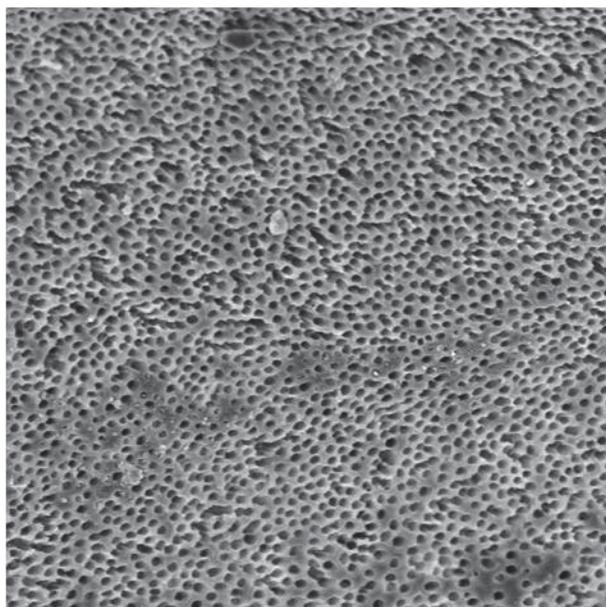


Figura 46 - Fotomicrografia obtida do terço cervical após instrumentação rotatória e irrigação com pontas Endo-Eze Irrigator (G6) (aumento de 500x).

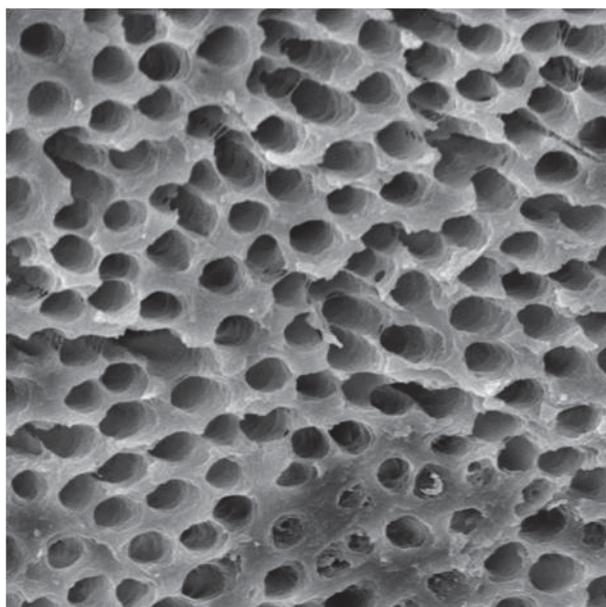


Figura 47 - Fotomicrografia obtida do terço cervical após instrumentação rotatória e irrigação com pontas Endo-Eze Irrigator (G6) (aumento de 2000x).

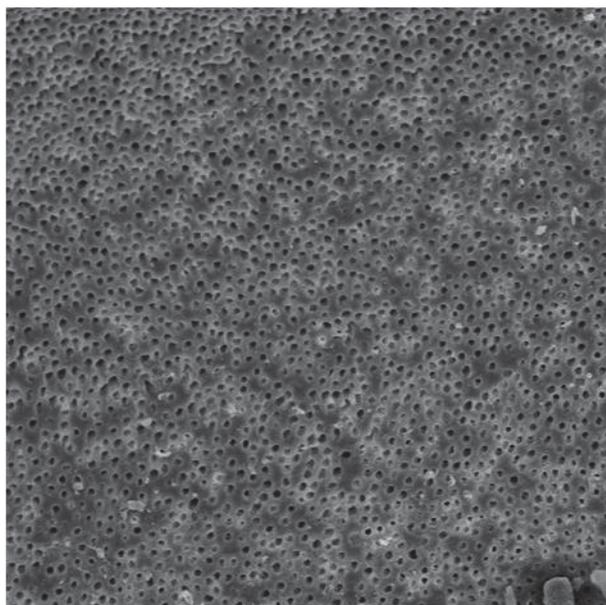


Figura 48 - Fotomicrografia obtida do terço médio após instrumentação rotatória e irrigação com pontas Endo-Eze Irrigator (G6) (aumento de 500x).

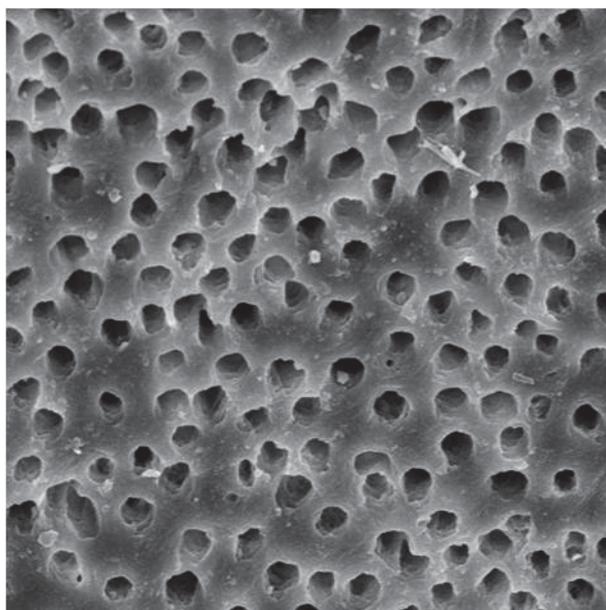


Figura 49 - Fotomicrografia obtida do terço médio após instrumentação rotatória e irrigação com pontas Endo-Eze Irrigator (G6) (aumento de 2000x).

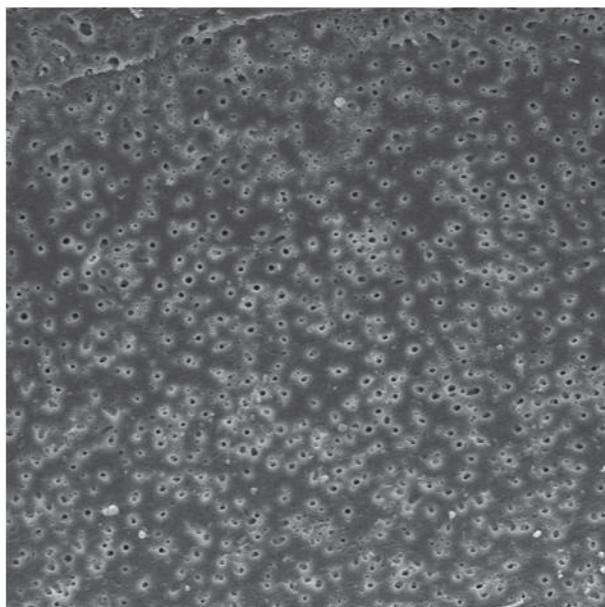


Figura 50 - Fotomicrografia obtida do terço apical após instrumentação rotatória e irrigação com pontas Endo-Eze Irrigator (G6) (aumento de 500x).

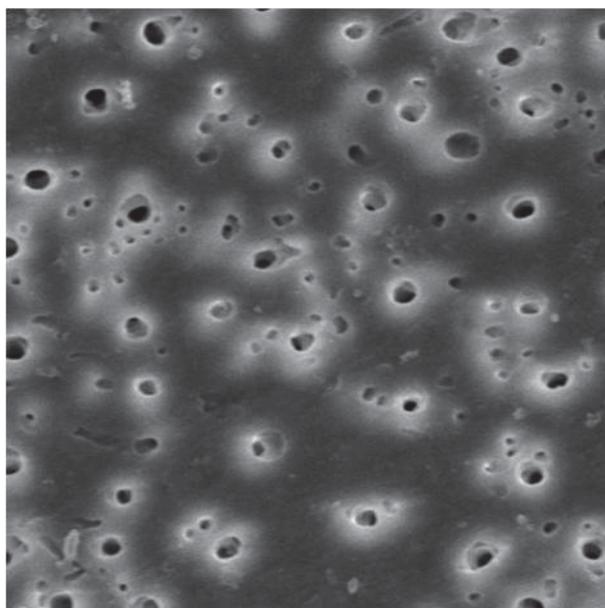


Figura 51 - Fotomicrografia obtida do terço apical após instrumentação rotatória e irrigação com pontas Endo-Eze Irrigator (G6) (aumento de 2000x).

6 DISCUSSÃO

6.1 Discussão da metodologia

A utilização de dentes humanos em pesquisas apresenta dificuldades tanto na obtenção como na padronização das amostras, já que, de acordo com o grupo dentário e idade do dente, há uma diferença no diâmetro dos canais radiculares e no número e diâmetro dos túbulos dentinários (Kakoli et al., 2009; Ribeiro et al., 2010). Neste estudo foram utilizados dentes unirradiculares de diferentes grupos dentários (incisivos centrais e laterais superiores e inferiores, caninos e pré-molares superiores e inferiores) e, para minimizar a influência dessa variável, foi realizada a divisão dos espécimes nos grupos de forma que houvesse número semelhante de dentes dos diferentes grupos dentários dentro de cada grupo experimental.

Os dentes foram mantidos congelados em água deionizada realizando o descongelamento natural antes de sua utilização com a intenção de conservar as estruturas dentárias, evitando principalmente a ocorrência de trincas. As coroas dos dentes foram seccionadas, deixando os remanescentes radiculares com 16 mm de comprimento para padronizar os espécimes e facilitar o preparo dos canais radiculares, removendo possíveis interferências.

O ápice dos espécimes foi fechado com cera para impedir a passagem das soluções irrigadoras durante o preparo dos canais. Assim, as soluções irrigadoras permaneceram em contato com as paredes do canal radicular durante o preparo, fazendo com que a limpeza fosse mais efetiva. O comprimento de trabalho durante o preparo do canal

foi 1 mm aquém do ápice radicular, simulando o tratamento endodôntico de um dente com necrose pulpar (Leonardo, Leonardo, 2009).

A limpeza do sistema de canais radiculares é considerada requisito para o sucesso do tratamento endodôntico e a efetividade da limpeza depende tanto da instrumentação quanto da irrigação (Perez-Heredia et al., 2006). O *design* dos instrumentos pode afetar a sua capacidade de limpeza nos canais radiculares (Jeon et al., 2003). Assim, neste estudo optou-se por avaliar um sistema rotatório comumente utilizado (ProTaper) e o sistema oscilatório Endo-Eze.

Os sistemas rotatórios são considerados efetivos para o preparo dos canais radiculares, evitando a retificação de curvaturas e transporte do canal original (Schafer, Vlassis, 2004), além de apresentar um menor tempo de trabalho comparado à instrumentação manual (Perez-Heredia et al., 2006). O sistema oscilatório é considerado minimamente invasivo, pois entra em contato com todas as paredes do canal radicular, mantendo a anatomia inicial do canal e desgastando menos a estrutura dentária (Nordmeyer et al., 2011). Essa técnica é utilizada para o preparo dos terços cervical e médio do canal, sendo que o terço apical deve ser preparado com limas manuais (Zmener et al., 2005).

As pontas utilizadas para a irrigação são de grande importância para a limpeza do sistema de canais radiculares. A ponta Endo-Eze Irrigator apresenta um diâmetro de 27 gauges, e as pontas NaviTip e NaviTip FX apresentam um diâmetro de 30 gauges. O pequeno calibre das pontas utilizadas neste estudo facilita sua entrada no canal radicular e faz com que elas possam ser levadas até o comprimento de trabalho. Além disso, as pontas NaviTip FX apresentam cerdas em sua extensão para auxiliar na remoção de *debris* e *smear layer* pela ação mecânica de escovação e as pontas Endo-Eze Irrigator apresentam uma abertura lateral, o que pode melhorar a ação de limpeza pelo maior turbilhonamento do agente irrigante no interior dos canais radiculares (Kahn et al., 1995) e de acordo com o fabricante também promove menor

risco de extravasamento da solução irrigadora na região periapical. Considerando as características de cada ponta de irrigação, o presente estudo teve como objetivo a avaliação e comparação da eficácia dessas pontas na remoção da *smear layer* das paredes dos canais radiculares.

O Hipoclorito de Sódio é o irrigante mais comumente utilizado na instrumentação dos canais radiculares (Stojicic et al., 2010) por possuir muitas propriedades desejáveis: possui baixa tensão superficial, neutraliza produtos tóxicos, possui ação antimicrobiana, pH alcalino, desidrata e solubiliza substâncias protéicas, dissolve material orgânico, é umectante, alvejante e lubrificante e possui ação rápida (Leonardo, Leonardo, 2009). A concentração do Hipoclorito de Sódio varia entre 0,5% e 5,25% (Perez-Heredia et al., 2006), entretanto concentrações muito altas estão relacionadas a toxicidade e foram observadas até mesmo áreas de necrose em tecidos periapicais (Gatot et al., 1991). Por outro lado, concentrações muito baixas reduzem sua propriedade antibacteriana e de dissolução tecidual (Barnhart et al., 2005). Para a realização do presente estudo foi utilizado o Hipoclorito de Sódio 2,5% durante o preparo biomecânico dos canais radiculares, sendo esta uma concentração indicada para casos de necropulpectomia por apresentar capacidade antimicrobiana e de dissolução tecidual (Leonardo e Leonardo, 2009). Durante a irrigação dos canais, foram utilizados 5 mL de Hipoclorito de Sódio 2,5% a cada troca de instrumento, uma vez que a ação mecânica da solução irrigadora pode ser considerada mais importante que suas propriedades químicas (Vinothkumar et al., 2007; Hockett et al., 2008).

O EDTA é usado como quelante em Endodontia, e reage com os íons cálcio dos cristais de hidroxiapatita, removendo-os da dentina (Calt, Serper, 2002). No presente estudo, após a realização do grupo piloto, verificou-se a necessidade da utilização de um agente quelante para que os túbulos dentinários ficassem expostos, permitindo a avaliação pela contagem de túbulos abertos. Vasconcelos et al., 2007 também

observaram que canais irrigados apenas com Hipoclorito de Sódio 2,5% ou com gel de gluconato de clorexidina 2%, sem irrigação final com EDTA 17%, apresentaram espécimes com as entradas dos túbulos dentinários cobertas por *smear layer*, não diferindo estatisticamente do grupo controle negativo, onde foi realizada apenas irrigação com solução salina estéril.

O tempo de aplicação do EDTA foi de 3 minutos, para que ocorresse a remoção da *smear layer* e não houvesse desmineralização dentinária (Calt, Serper, 2002; Scelza et al., 2004; Haapasalo et al., 2010).

Para a análise em MEV, a abertura cervical dos canais foi selada e então realizada a clivagem para impedir que resíduos provenientes do corte permanecessem sobre as paredes dentinárias, prejudicando a qualidade das imagens e análise posterior dos resultados.

Grande parte dos estudos nessa linha realiza a análise das imagens obtidas em MEV por meio de escores (Goel, Tewari, 2009; Sen et al., 2009; Spano et al., 2009; Salman et al., 2010; Felipe et al., 2010; Uroz-Torres et al., 2010; Yamazaki et al., 2010; Zand et al., 2010; Prado et al., 2011). No presente estudo optou-se por realizar a análise das imagens através do método da contagem de túbulos (Carvalho et al., 2008) que tem como vantagem realizar uma análise quantitativa, aumentando a confiabilidade dos resultados.

A microscopia eletrônica de varredura é considerada útil na análise e avaliação das paredes de canais radiculares utilizando diferentes tipos de instrumentação e sistemas de irrigação (Al-Hadlaq et al., 2006). O uso de pequenos aumentos permite a observação de áreas maiores, porém não permite a análise da superfície em detalhes. O uso de maiores aumentos permite uma observação mais detalhada de uma área limitada da superfície do espécime (Zmener et al., 2009). No presente estudo foram utilizados aumentos de 500x e 2000x. Para realizar as imagens representativas dos espécimes, primeiramente foi avaliado o espécime no aumento de 500x, e depois foram realizadas imagens que

representassem o espécime avaliado, já que a análise em MEV observa pequenas áreas no aumento de 2000x.

6.2 Discussão dos resultados

Os resultados obtidos mostraram melhor limpeza dos canais radiculares em G4 (instrumentação rotatória + irrigação com ponta NaviTip) e G6 (instrumentação rotatória + irrigação com Endo-Eze Irrigator), entretanto não houve diferença estatística significativa desses grupos com G1 (instrumentação oscilatória + irrigação com ponta NaviTip), G2 (instrumentação oscilatória + irrigação com ponta NaviTip FX) e G3 (instrumentação oscilatória + irrigação com ponta Endo-Eze Irrigator). Houve diferença estatisticamente significativa entre os grupos G4 e G6 e o grupo G5 (instrumentação rotatória + irrigação com pontas NaviTip FX) que apresentou a menor porcentagem de túbulos dentinários abertos, ou seja, menor limpeza dos canais radiculares. Entretanto, o resultado do Teste de Tukey, levando em consideração os terços radiculares e os 6 grupos experimentais, mostra que apenas o terço apical do grupo G5 diferiu estatisticamente dos demais grupos, assim como o terço apical do grupo G1. Os terços cervical e médio dos diferentes grupos não apresentaram diferenças estatísticas significantes.

Keir et al., 1990 obtiveram melhor limpeza em toda extensão do canal radicular após o uso de um instrumento com cerdas, o Endobrush, comparado com canais em que foi realizada instrumentação utilizando instrumentos sem cerdas. Da mesma forma, Goel e Tewari, 2009 mostraram que a instrumentação com brocas Gates-Glidden e limas K e irrigação com a ponta NaviTip FX resultou em completa remoção da *smear layer* dos terços cervical, médio e apical, sem diferença estatística entre os terços. Zmener et al., 2009 obtiveram melhores resultados

utilizando limas rotatórias ProTaper e irrigação com pontas NaviTip FX usadas de maneira ativa, ou seja, com movimentos de escovação, comparado a instrumentação da mesma maneira e irrigação com NaviTip FX utilizada de maneira passiva ou pontas NaviTip. No presente estudo as pontas NaviTip FX foram utilizadas realizando movimentos de escovação, entretanto esta ponta não apresentou diferença estatística significativa das demais pontas utilizadas no estudo nos terços cervical e médio, e apresentou menores valores de porcentagem de túbulos dentinários abertos quando utilizada instrumentação rotatória e observado o terço apical. A limpeza do terço apical obtida após instrumentação rotatória e irrigação com ponta NaviTip FX foi semelhante à obtida no terço apical de canais instrumentados com sistema Endo-Eze e irrigados com NaviTip.

Al-Hadlaq et al., 2006 mostraram que após instrumentação dos canais com brocas Gates-Glidden e instrumentos rotatórios ProFile e irrigação com pontas NaviTip FX, apenas o terço cervical apresentou melhor limpeza comparado com canais que tiveram a mesma instrumentação, porém irrigação com pontas NaviTip. No presente estudo, o grupo de canais instrumentados com limas rotatórias ProTaper e irrigados com pontas NaviTip FX apresentou menor limpeza comparados com as pontas NaviTip e pontas Endo-Eze Irrigator. Entre os grupos instrumentados com o sistema oscilatório Endo-Eze não houve diferença estatística significativa entre os espécimes irrigados com as pontas NaviTip, NaviTip FX e Endo-Eze Irrigator. Entretanto, quando foram comparadas todas as condições experimentais foi possível observar que apenas o terço apical do G5 diferiu estatisticamente dos outros grupos, assim como o terço apical do G1, ou seja, nos terços médio e cervical não houve diferença estatística significativa entre as pontas de irrigação utilizadas.

Tem sido sugerido que as pontas com abertura lateral, como a Endo-Eze Irrigator, podem ser mais eficientes na remoção de

corantes e bactérias dos canais radiculares por sua maior ação de turbilhonamento do irrigante dentro do canal radicular (Boutsioukis et al., 2008). Entretanto, o corante e as bactérias estavam em suspensão, diferente da *smear layer* que está aderida à parede do canal radicular. De acordo com o fabricante, as pontas Endo-Eze Irrigator também proporcionam menor risco de extravasamento da solução irrigadora para a região periapical, minimizando a possibilidade de necrose dos tecidos periapicais em casos de irrigação com Hipoclorito de Sódio em altas concentrações (Gatot et al., 1991). No presente estudo verificou-se que as pontas Endo-Eze Irrigator associadas à instrumentação rotatória ou oscilatória apresentaram resultados semelhantes às pontas NaviTip, rotineiramente usadas na prática clínica, quanto à limpeza do canal radicular. Desta maneira, a indicação das pontas Endo-Eze Irrigator para o uso em canais com risco de extravasamento da solução irrigadora pode ser realizada sem comprometer a limpeza desses canais.

Nordmeyer et al., 2011 não observaram diferenças estatísticas significantes entre o sistema rotatório FlexMaster e o sistema oscilatório Endo-Eze nos terços apical e médio, mas foi observada uma maior limpeza do terço cervical quando utilizado o sistema rotatório FlexMaster. Ruttermann et al., 2007 também compararam os sistemas FlexMaster e Endo-Eze em preparos de canais ovais e não encontraram diferenças significantes entre eles, entretanto foi avaliado apenas o terço médio do canal, e de acordo com os autores nenhuma das instrumentações foi capaz de promover limpeza total dos canais radiculares ovais.

Zmener et al., 2005 obtiveram melhor limpeza de canais radiculares ovais após instrumentação oscilatória com sistema Endo-Eze comparado ao sistema rotatório ProFile e instrumentação manual nos terços cervical, médio e apical. No presente estudo, quando consideradas as mesmas pontas de irrigação e o mesmo terço radicular não houve diferença estatística significativa entre as instrumentações com ProTaper

e Endo-Eze. Essa diferença dos resultados pode ser explicada pela forma dos canais, como o sistema Endo-Eze se adapta melhor à anatomia dos canais radiculares ele pode ser bem indicado para a instrumentação de canais ovais, já que os sistemas rotatórios tendem a confeccionar um preparo de forma arredondada (Zmener et al., 2005).

Ahlquist et al., 2001 observaram maior quantidade de *smear layer* no terço apical de canais preparados com a técnica rotatória ProFile comparados a canais preparados com instrumentos manuais. No presente estudo, os grupos que apresentaram os maiores valores percentuais de túbulos dentinários abertos (G4 e G6) foram instrumentados com a técnica rotatória, entretanto não houve diferença estatística significativa entre os grupos que tiveram os terços cervical e médio preparados com sistema Endo-Eze e o terço apical preparado com instrumentos manuais.

Os espécimes utilizados no presente estudo não apresentavam forma ovalada, talvez por esse motivo os grupos que apresentaram melhores resultados de limpeza (G4 e G6) foram os instrumentados com o sistema rotatório ProTaper. Além disso, a ampliação dos canais no comprimento de trabalho com as limas de acabamento até a F3, que tem uma conicidade de 9% na porção apical e 5% no restante do instrumento, pode contribuir para uma melhor penetração da ponta de irrigação até o comprimento de trabalho (Zmener et al., 2009).

Os resultados deste estudo mostraram que independentemente da técnica de instrumentação ou irrigação, a porção apical foi a que mostrou menor limpeza. O terço apical diferiu estatisticamente dos terços cervical e médio somente nos grupos G5 e G1. Esse resultado concorda com grande parte dos estudos realizados a respeito de remoção da *smear layer*, onde o terço apical é o mais difícil para se obter limpeza (Zmener et al., 2005; Al-Hadlaq et al., 2006; Ballal

et al., 2009; Goel, Tewari, 2009; Zmener et al., 2009; Nordmeyer et al., 2011).

Os resultados desta pesquisa são concordantes com outras realizadas anteriormente, pois nenhum dos sistemas de instrumentação ou pontas de irrigação avaliadas foi capaz de promover canais completamente limpos e livres de *smear layer* (Zmener et al., 2005; Ruttermann et al., 2007; Nordmeyer et al., 2011).

7 CONCLUSÃO

Considerando os resultados obtidos nas condições em que o estudo foi realizado, pode-se concluir que:

- a) a limpeza obtida no terço apical foi inferior em todos os grupos, entretanto diferiu estatisticamente apenas em G1 e G5;
- b) quando consideradas as mesmas pontas de irrigação e o mesmo terço radicular não houve diferença estatística significativa entre as instrumentações com ProTaper e Endo-Eze;
- c) nenhuma técnica de instrumentação ou ponta de irrigação foi capaz de promover a remoção total da *smear layer* das paredes do canal radicular.

7 REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS¹

Ahlquist M, Henningsson O, Hultenby K, Ohlin J. The effectiveness of manual and rotary techniques in the cleaning of root canals: a scanning electron microscopy study. *Int Endod J*. 2001 Oct;34(7):533-7.

Al-Hadlaq SM, Al-Turaiki SA, Al-Sulami U, Saad AY. Efficacy of a new brush-covered irrigation needle in removing root canal debris: a scanning electron microscopic study. *J Endod*. 2006 Dec;32(12):1181-4.

Ari H, Erdemir A, Belli S. Evaluation of the effect of endodontic irrigation solutions on the microhardness and the roughness of root canal dentin. *J Endod*. 2004 Nov;30(11):792-5.

Arruda MP, Carvalho Junior JR, Miranda CE, Paschoalato C, Silva SR. Cleaning of flattened root canals with different irrigating solutions and nickel-titanium rotary instrumentation. *Braz Dent J*. 2009;20(4):284-9.

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

Barnhart BD, Chuang A, Lucca JJ, Roberts S, Liewehr F, Joyce AP. An in vitro evaluation of the cytotoxicity of various endodontic irrigants on human gingival fibroblasts. *J Endod*. 2005 Aug;31(8):613-5.

Boutsioukis C, Noula G, Lambrianidis T. Ex vivo study of the efficiency of two techniques for the removal of mineral trioxide aggregate used as a root canal filling material. *J Endod*. 2008 Oct;34(10):1239-42.

¹ Baseado em:

International Committee of Medical Journal Editors Uniform Requirements for Manuscripts Submitted to Biomedical Journals: Sample References [homepage na Internet]. Bethesda: US NLM; c2003 [disponibilidade em 2010 set; citado em 14 set.] Disponível em: http://nlm.nih.gov/bsd/uniform_requirements.html

Burklein S, Hiller C, Huda M, Schafer E. Shaping ability and cleaning effectiveness of Mtwo versus coated and uncoated EasyShape instruments in severely curved root canals of extracted teeth. *Int Endod J*. 2011 Jan 44(5):447-57.

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

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

Carvalho AS, Camargo CH, Valera MC, Camargo SE, Mancini MN. Smear layer removal by auxiliary chemical substances in biomechanical preparation: a scanning electron microscope study. *J Endod*. 2008 Nov;34(11):1396-400.

Clark-Holke D, Drake D, Walton R, Rivera E, Guthmiller JM. Bacterial penetration through canals of endodontically treated teeth in the presence or absence of the smear layer. *J Dent*. 2003 May;31(4):275-81.

Cohen S, Burns RC. *Caminhos da polpa*. Rio de Janeiro: Ed. Guanabara Koogan; 2000.

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

Divito E, Peters OA, Olivi G. Effectiveness of the erbium:YAG laser and new design radial and stripped tips in removing the smear layer after root canal instrumentation. *Lasers Med Sci*. 2010 Dec 1 [Epub ahead of print].

Eldeniz AU, Erdemir A, Belli S. Shear bond strength of three resin based sealers to dentin with and without the smear layer. *J Endod*. 2005 Apr;31(4):293-6.

Felippe MCS, Moresco CV, Stolf SC, Felipe WT. Removal of intracanal smear layer by doxycycline: SEM analysis. *Aust Endod J*. 2010 Aug;36(2):64-9.

Garcia F, Murray PE, Garcia-Godoy F, Namerow KN. Effect of Aquatine Endodontic Cleanser on smear layer removal in the root canals of ex vivo human teeth. *J Appl Oral Sci.* 2010 Jul-Aug;18(4):403-8.

Garip Y, Sazak H, Gunday M, Hatipoglu S. Evaluation of smear layer removal after use of a canal brush: an SEM study. *Oral Surg Oral Med Oral Pathol Oral Radiol Endod.* 2010 Aug;110(2):e62-6.

Gatot A, Arbelle J, Leiberman A, Yanai-Inbar I. Effects of sodium hypochlorite on soft tissues after its inadvertent injection beyond the root apex. *J Endod.* 1991 Nov;17(11):573-4.

George R, Meyers IA, Walsh LJ. Laser activation of endodontic irrigants with improved conical laser fiber tips for removing smear layer in the apical third of the root canal. *J Endod.* 2008 Dec;34(12):1524-7.

George R, Walsh LJ. Apical extrusion of root canal irrigants when using Er:YAG and Er,Cr:YSGG lasers with optical fibers: an in vitro dye study. *J Endod.* 2008 Jun;34(6):706-8.

Ghodduji J, Rohani A, Rashed T, Ghaziani P, Akbari M. An evaluation of microbial leakage after using MTAD as a final irrigation. *J Endod.* 2007 Feb;33(2):173-6.

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

Gomes BP, Ferraz CC, Vianna ME, Berber VB, Teixeira FB, Souza-Filho FJ. In vitro antimicrobial activity of several concentrations of sodium hypochlorite and chlorhexidine gluconate in the elimination of *Enterococcus faecalis*. *Int Endod J.* 2001 Sep;34(6):424-8.

Groot SD, Verhaagen B, Versluis M, Wu MK, Wesselink PR, van der Sluis LW. Laser-activated irrigation within root canals: cleaning efficacy and flow visualization. *Int Endod J.* 2009 Dec;42(12):1077-83.

Haapasalo M, Shen Y, Qian W, Gao Y. Irrigation in endodontics. *Dent Clin North Am.* 2010 Apr;54(2):291-312.

Hayashi M, Takahashi Y, Hirai M, Iwami Y, Imazato S, Ebisu S. Effect of endodontic irrigation on bonding of resin cement to radicular dentin. *Eur J Oral Sci.* 2005 Feb;113(1):70-6.

Hockett JL, Dommisch JK, Johnson JD, Cohenca N. Antimicrobial efficacy of two irrigation techniques in tapered and nontapered canal preparations: an in vitro study. *J Endod.* 2008 Nov;34(11):1374-7.

Jeansonne MJ, White RR. A comparison of 2.0% chlorhexidine gluconate and 5.25% sodium hypochlorite as antimicrobial endodontic irrigants. *J Endod.* 1994 Jun;20(6):276-8.

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

Jiang LM, Verhaagen B, Versluis M, van der Sluis LW. Evaluation of a sonic device designed to activate irrigant in the root canal. *J Endod.* 2010 Jan;36(1):143-6.

Jodway B, Hulsmann M. A comparative study of root canal preparation with NiTi-TEE and K3 rotary Ni-Ti instruments. *Int Endod J.* 2006 Jan;39(1):71-80.

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

Kakoli P, Nandakumar R, Romberg E, Arola D, Fouad AF. The effect of age on bacterial penetration of radicular dentin. *J Endod.* 2009 Jan;35(1):78-81.

Keir DM, Senia ES, Montgomery S. Effectiveness of a brush in removing postinstrumentation canal debris. *J Endod.* 1990 Jul;16(7):323-7.

Kimura Y, Yonaga K, Yokoyama K, Kinoshita J, Ogata Y, Matsumoto K. Root surface temperature increase during Er:YAG laser irradiation of root canals. *J Endod.* 2002 Feb;28(2):76-8.

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

Kum KY, Kazemi RB, Cha BY, Zhu Q. Smear layer production of K3 and ProFile Ni-Ti rotary instruments in curved root canals: a comparative SEM study. *Oral Surg Oral Med Oral Pathol Oral Radiol Endod.* 2006 Apr;101(4):536-41.

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

Lopes HP, Siqueira Jr JF. *Endodontia: Biologia e técnica.* Rio de Janeiro: Ed. Médica e Científica; 1999.

Marques AA, Marchesan MA, Sousa-Filho CB, Silva-Sousa YT, Sousa-Neto MD, Cruz-Filho AM. Smear layer removal and chelated calcium ion quantification of three irrigating solutions. *Braz Dent J.* 2006;17(4):306-9.

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

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

Menezes AC, Zanet CG, Valera MC. Smear layer removal capacity of disinfectant solutions used with and without EDTA for the irrigation of canals: a SEM study. *Pesqui Odontol Bras.* 2003 Oct-Dec;17(4):349-55.

Monika CM, Froner IC. A scanning electron microscopic evaluation of different root canal irrigation regimens. *Braz Oral Res.* 2006 Jul-Sep;20(3):235-40.

Nadalín MR, Perez DE, Vansan LP, Paschoala C, Souza-Neto MD, Saquy PC. Effectiveness of different final irrigation protocols in removing debris in flattened root canals. *Braz Dent J.* 2009;20(3):211-4.

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

Nordmeyer S, Schnell V, Hulsmann M. Comparison of root canal preparation using Flex Master Ni-Ti and Endo-Eze AET stainless steel instruments. *Oral Surg Oral Med Oral Pathol Oral Radiol Endod*. 2011 Feb;111(2):251-9.

Okino LA, Siqueira EL, Santos M, Bombana AC, Figueiredo JA. Dissolution of pulp tissue by aqueous solution of chlorhexidine digluconate and chlorhexidine digluconate gel. *Int Endod J*. 2004 Jan;37(1):38-41.

Paque F, Boessler C, Zehnder M. Accumulated hard tissue debris levels in mesial roots of mandibular molars after sequential irrigation steps. *Int Endod J*. 2011 Feb;44(2):148-53.

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

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

Ribeiro RG, Marchesan MA, Silva RG, Sousa-Neto MD, Pecora JD. Dentin permeability of the apical third in different groups of teeth. *Braz Dent J*. 2010;21(3):216-9.

Rodig T, Sedghi M, Konietschke F, Lange K, Ziebolz D, Hulsmann M. Efficacy of syringe irrigation, RinsEndo and passive ultrasonic irrigation in removing debris from irregularities in root canals with different apical sizes. *Int Endod J*. 2010a Jul;43(7):581-9.

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

Ruttermann S, Virtej A, Janda R, Raab WH. Preparation of the coronal and middle third of oval root canals with a rotary or an oscillating system. *Oral Surg Oral Med Oral Pathol Oral Radiol Endod.* 2007 Dec;104(6):852-6.

Salman MI, Baumann MA, Hellmich M, Roggendorf MJ, Termaat S. SEM evaluation of root canal debridement with Sonicare CanalBrush irrigation. *Int Endod J.* 2010 May;43(5):363-9.

Scelza MF, Pierro V, Scelza P, Pereira M. Effect of three different time periods of irrigation with EDTA-T, EDTA, and citric acid on smear layer removal. *Oral Surg Oral Med Oral Pathol Oral Radiol Endod.* 2004 Oct;98(4):499-503.

Schafer E, Erlen M, Dammaschke T. Comparative study on the shaping ability and cleaning efficiency of rotary Mtwo instruments. Part 2. Cleaning effectiveness and shaping ability in severely curved root canals of extracted teeth. *Int Endod J.* 2006 Mar;39(3):203-12.

Schafer E, Schlingemann R. Efficiency of rotary nickel-titanium K3 instruments compared with stainless steel hand K-Flexofile. Part 2. Cleaning effectiveness and shaping ability in severely curved root canals of extracted teeth. *Int Endod J.* 2003 Mar;36(3):208-17.

Schafer E, Vlassis M. Comparative investigation of two rotary nickel-titanium instruments: ProTaper versus RaCe. Part 2. Cleaning effectiveness and shaping ability in severely curved root canals of extracted teeth. *Int Endod J.* 2004 Apr;37(4):239-48.

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

Silva LA, Sanguino AC, Rocha CT, Leonardo MR, Silva RA. Scanning electron microscopic preliminary study of the efficacy of SmearClear and EDTA for smear layer removal after root canal instrumentation in permanent teeth. *J Endod.* 2008 Dec;34(12):1541-4.

Spano JC, Silva RG, Guedes DF, Sousa-Neto MD, Estrela C, Pecora JD. Atomic absorption spectrometry and scanning electron microscopy

evaluation of concentration of calcium ions and smear layer removal with root canal chelators. *J Endod.* 2009 May;35(5):727-30.

Stojcic S, Zivkovic S, Qian W, Zhang H, Haapasalo M. Tissue dissolution by sodium hypochlorite: effect of concentration, temperature, agitation, and surfactant. *J Endod.* 2010 Sep;36(9):1558-62.

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

Tzanetakis GN, Kakavetsos VD, Kontakiotis EG. Impact of smear layer on sealing property of root canal obturation using 3 different techniques and sealers. Part I. *Oral Surg Oral Med Oral Pathol Oral Radiol Endod.* 2010 Feb;109(2):e145-53.

Uroz-Torres D, Gonzalez-Rodriguez MP, Ferrer-Luque CM. Effectiveness of the EndoActivator System in removing the smear layer after root canal instrumentation. *J Endod.* 2010 Feb;36(2):308-11.

Valera MC, Chung A, Menezes MM, Fernandes CE, Carvalho CA, Camargo SE, et al. Scanning electron microscope evaluation of chlorhexidine gel and liquid associated with sodium hypochlorite cleaning on the root canal walls. *Oral Surg Oral Med Oral Pathol Oral Radiol Endod.* 2010 Nov;110(5):e82-7.

Vasconcelos BC, Luna-Cruz SM, De-Deus G, de Moraes IG, Maniglia-Ferreira C, Gurgel-Filho ED. Cleaning ability of chlorhexidine gel and sodium hypochlorite associated or not with EDTA as root canal irrigants: a scanning electron microscopy study. *J Appl Oral Sci.* 2007 Oct;15(5):387-91.

Vinothkumar TS, Kavitha S, Lakshminarayanan L, Gomathi NS, Kumar V. Influence of irrigating needle-tip designs in removing bacteria inoculated into instrumented root canals measured using single-tube luminometer. *J Endod.* 2007 Jun;33(6):746-8.

Violich DR, Chandler NP. The smear layer in endodontics - a review. *Int Endod J.* 2010 Jan;43(1):2-15.

Walters JD, Rawal SY. Severe periodontal damage by an ultrasonic endodontic device: a case report. *Dent Traumatol.* 2007 Apr;23(2):123-7.

White RR, Hays GL, Janer LR. Residual antimicrobial activity after canal irrigation with chlorhexidine. *J Endod.* 1997 Apr;23(4):229-31.

Yamazaki AK, Moura-Netto C, Salgado RJ, Kleine BM, Prokopowitsch I. Ex vivo analysis of root canal cleaning using Endo-PTC associated to NaOCl and different irrigant solutions. *Braz Oral Res.* 2010 Mar;24(1):15-20.

Zand V, Lotfi M, Rahimi S, Mokhtari H, Kazemi A, Sakhamanesh V. A comparative scanning electron microscopic investigation of the smear layer after the use of sodium hypochlorite gel and solution forms as root canal irrigants. *J Endod.* 2010 Jul;36(7):1234-7.

Zmener O, Pameijer CH, Banegas G. Effectiveness in cleaning oval-shaped root canals using Anatomic Endodontic Technology, ProFile and manual instrumentation: a scanning electron microscopic study. *Int Endod J.* 2005 Jun;38(6):356-63.

Zmener O, Pameijer CH, Serrano SA, Palo RM, Iglesias EF. Efficacy of the NaviTip FX irrigation needle in removing post instrumentation canal smear layer and debris in curved root canals. *J Endod.* 2009 Sep;35(9):1270-3.

APÊNDICE A - Dados de porcentagem de túbulos dentinários abertos

Tabela 8 - Valores de distribuição relativa (%) do número de túbulos abertos no Grupo 1 (Oscilatório + NaviTip)

Cervical	Médio	Apical
69,56	67,67	65,82
48,14	79,48	35,00
68,64	82,88	42,10
67,08	55,31	46,42
73,52	79,12	20,40
89,88	90,08	80,43
77,41	70,67	8,10
72,72	81,55	65,27
55,44	76,11	66,66
90,75	66,66	62,85

Tabela 9 - Valores de distribuição relativa (%) do número de túbulos abertos no Grupo (Oscilatório + NaviTip FX)

Cervical	Médio	Apical
94,44	91,07	58,97
57,14	65,95	55,76
91,25	55,26	57,01
16,39	63,63	55,10
87,50	74,54	78,99
59,21	73,46	64,51
82,99	73,72	94,59
91,94	95,74	62,50
76,19	63,15	16,36
89,36	53,19	75,36

Tabela 10 - Valores de distribuição relativa (%) do número de túbulos abertos no Grupo 3 (Oscilatório + Endo-Eze irrigator)

Cervical	Médio	Apical
76,47	52,00	82,60
95,38	47,50	50,00
25,00	29,53	35,48
91,05	65,92	62,79
91,57	72,36	44,18
85,39	81,05	86,56
76,66	58,97	59,09
93,39	78,37	84,21
88,73	72,80	78,94
88,88	93,15	30,97

Tabela 11 - Valores de distribuição relativa (%) do número de túbulos abertos no Grupo 4 (Rotatório + NaviTip)

Cervical	Médio	Apical
89,73	90,83	43,24
70,00	70,32	51,74
88,57	98,52	85,71
88,70	69,90	64,78
87,62	83,15	67,56
92,41	93,44	61,53
95,34	83,33	87,50
80,00	94,17	76,54
68,18	60,00	20,83
85,57	89,28	47,72

Tabela 12 - Valores de distribuição relativa (%) do número de túbulos abertos no Grupo 5 (Rotatório + Navitip FX)

Cervical	Médio	Apical
42,85	74,46	30,00
56,43	88,42	81,66
85,34	53,73	69,41
14,89	65,62	22,95
15,55	70,00	76,82
50,00	38,70	13,95
62,06	18,18	55,55
90,19	82,45	37,50
78,82	90,75	32,00
89,30	82,55	45,83

Tabela 13 - Valores de distribuição relativa (%) do número de túbulos abertos no Grupo 6 (Rotatório + Endo-Eze Irrigator)

Cervical	Médio	Apical
91,89	88,46	79,50
88,09	83,78	74,11
90,51	73,68	58,82
89,65	79,24	9,43
60,25	88,23	92,72
89,74	85,71	78,12
85,55	82,05	72,52
88,52	71,95	58,45
87,09	77,67	13,55
59,52	85,13	88,52

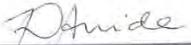
ANEXO A – Certificado do comitê de ética em pesquisa

  UNIVERSIDADE ESTADUAL PAULISTA
CAMPUS DE SÃO JOSÉ DOS CAMPOS
FACULDADE DE ODONTOLOGIA
Av. Eng. Francisco José Longo, 777 – Jd. São Dimas
CEP 12201-970 – F. (12) 3947-9028
Fax (12) 3947-9010 / janete@fosjc.unesp.br



CERTIFICAMOS, que o protocolo nº **066/2009-PH/CEP**, sobre “**Avaliação da remoção da Smear Layer das paredes do canal radicular após instrumentação manual ou rotatória e emprego de diferentes agulhas de irrigação**”, sob a responsabilidade de **NÁDIA DE SOUZA FERREIRA**, tendo como orientadora a Professora Dr. Ana Paula Martins Gomes, está de acordo com os Princípios Éticos, seguindo diretrizes e normas regulamentadoras de pesquisa, com seres humanos, conforme Resolução nº 196/96 do Conselho Nacional de Saúde e foi aprovado por este Comitê de Ética em Pesquisa.

São José dos Campos, 13 de outubro de 2009



Profa. Adjunto **JANETE DIAS ALMEIDA**
Coordenadora

ANEXO B – Certificado do comitê de ética em pesquisa



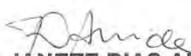
Comitê de Ética em Pesquisa Com Seres Humanos

São José dos Campos, 30 de março de 2011

Ofício nº 011/10-CEP

Prezado(a) Sr.(a)	NÁDIA DE SOUZA FERREIRA
Projeto	Avaliação da remoção da Smear Layer das paredes do canal radicular após instrumentação manual ou rotatória e emprego de diferentes agulhas de irrigação
PARECER	
<p>Por solicitação da Pesquisadora Responsável, foi alterado o título do Projeto acima mencionado, passando para "Avaliação da remoção da smear layer das paredes do canal radicular após instrumentação oscilatória ou rotatória e emprego de diferentes pontas de irrigação". Convalidando dessa forma o Protocolo nº 066/2009-PH/CEP de 13/10/2009</p>	

Atenciosamente,


Profa. Adjunto JANETE DIAS ALMEIDA
Coordenadora