

RESSALVA

Atendendo solicitação da
autora, o texto completo desta tese
será disponibilizado somente a partir
de 08/11/2021.



UNESP - Universidade Estadual Paulista
“Júlio de Mesquita Filho”
Faculdade de Odontologia de Araraquara



Mariana Mena Barreto Pivoto João

**Análise do preparo, limpeza, desinfecção e obturação de canais radiculares de
molares inferiores por diferentes protocolos e materiais**

Araraquara
2019



UNESP - Universidade Estadual Paulista
“Júlio de Mesquita Filho”
Faculdade de Odontologia de Araraquara



Mariana Mena Barreto Pivoto João

**Análise do preparo, limpeza, desinfecção e obturação de canais radiculares de
molares inferiores por diferentes protocolos e materiais**

Tese apresentada à Universidade Estadual Paulista (Unesp), Faculdade de Odontologia, Araraquara para obtenção do título de Doutor em Odontologia, na Área de Endodontia

**Orientador: Prof^a. Dra. Juliane Maria
Guerreiro Tanomaru**

Araraquara

2019

João, Mariana Mena Barreto Pivoto

Análise do preparo, limpeza, desinfecção e obturação de canais radiculares de molares inferiores por diferentes protocolos e materiais / Mariana Mena Barreto Pivoto João. -- Araraquara: [s.n.], 2019

130 f.; 30 cm.

Tese (Doutorado em Odontologia) – Universidade Estadual Paulista, Faculdade de Odontologia

Orientadora: Profa. Dra. Juliane Maria Guerreiro Tanomaru

I. Preparo de canal radicular 2. Microtomografia por Raio- X
3. Enterococcus faecalis I. Título

Ficha catalográfica elaborada pela Bibliotecária Marley C. Chiusoli Montagnoli, CRB-8/5646

Universidade Estadual Paulista (Unesp), Faculdade de Odontologia, Araraquara

Serviço Técnico de Biblioteca e Documentação

Mariana Mena Barreto Pivoto João

Análise do preparo, limpeza, desinfecção e obturação de canais radiculares de molares inferiores por diferentes protocolos e materiais

Comissão julgadora

Tese para obtenção do grau de doutor em Odontologia (Endodontia)

Presidente e Orientadora: Prof.^a Dra. Juliane Maria Guerreiro Tanomaru

2º Examinador: Prof. Dr. Joni Augusto Cirelli

3º Examinador: Prof. Dr. Gustavo Sivieri de Araújo

4º Examinador: Prof. Dr. Rodrigo Ricci Vivan

5º Examinador: Prof. Dr. Fuad Jacob Abi Rached Junior

Araraquara, 8 de novembro de 2019.

DADOS CURRICULARES

Mariana Mena Barreto Pivoto João

MASCIMENTO: 17/07/1986 – Manaus – Amazonas

FILIAÇÃO: Ana Mena Barreto Bastos e Mário Rodrigues Bastos Sobrinho

Março 2008 - Maio 2013: Graduação em Odontologia pela Faculdade de Odontologia da Universidade Federal do Amazonas –FAO/UFAM

Julho 2013 - Outubro 2014: Especialização em Endodontia (855 horas) – Grupo de endodontia de Manaus – GEM/UNIP

Março 2014 - Março 2016: Mestrado do programa de Pós-Graduação em Ciências Odontológicas - Odontologia pela Faculdade de Odontologia da Universidade Federal do Amazonas – FAO/UFAM

Abril 2016 – atual - Doutoranda do programa de Pós-Graduação em Odontologia - Endodontia pela Faculdade de Odontologia de Araraquara - UNESP

Aos meus pais, Ana e Mário (*in memoriam*), que sempre me deram apoio, incentivo e amor incondicional. Dedico essa minha conquista com o mais profundo amor e respeito.

AGRADECIMENTOS

Agradeço primeiramente à **Deus** que me concedeu sabedoria e saúde em cada momento da minha vida. Deus me deu o privilégio de nascer em uma família que tem como base o amor. Agradeço imensamente ao meus pais **Mário** (*in memoriam*) e **Ana** que me educaram com todo amor, segurança e bons princípios. Minha eterna gratidão! Preciso destacar que além de mãe, ela também é a **Prof.^a Dra. Ana Mena** que muitos alunos admiram, incluindo a mim. Espero ter o mesmo amor e brilho nos olhos que a senhora tem quando está na sala de aula ou nas pesquisas no laboratório. Você me inspira! Agradeço muito ao meu irmão **Bruno** que me ensinou a ser destemida igual a ele, correr atrás dos meus sonhos. Foi te observando que eu também voei. Agradeço a minha cunhada **Mariana** e meu amado sobrinho **Bernardo** que sempre estão me esperando com muito amor. Para completar a família, Deus colocou em meu caminho, meu marido **Gabriel**. Meu companheiro dessa vida. Serei grata eternamente por você ter me acompanhado por esses anos de doutorado com seu sorriso no rosto e apoio diário. Sei que não foi fácil para você. Obrigada por tanto amor!

Assim que cheguei na FOAr-UNESP, fui recebida com muito acolhimento por minha orientadora **Prof.^a Dra. Juliane Tanomaru** e pelo professor **Prof. Dr. Mário Tanomaru Filho**. Agradeço os professores a oportunidade de fazer doutorado nessa instituição. Obrigada professora Juliane pela orientação, pelos ensinamentos passados e pela construção desse trabalho que me proporcionou tanto conhecimento. A senhora plantou em mim, a vontade de trabalhar mais com microbiologia. Agradeço imensamente ao professor Mário que me ensinou muito sobre endodontia, perseverança e dedicação. Me ajudou com toda sua experiência a construir essa tese com tantos trabalhos promissores. Obrigada aos dois pela convivência, paciência, ensinamentos e amizade. Encerro esse ciclo muito honrada de ter tido o privilégio de ter vocês como meus professores. Obrigada por me ajudarem a conquistar esse título. Espero ter outras oportunidades de trabalhar com vocês.

Tive o privilégio de trabalhar com pessoas dispostas, compromissadas e inteligentes. Agradeço a **Camila Espir**, que me ajudou ao longo da pesquisa com o micro-CT. A Camila, virou uma grande amiga que me inspira com sua generosidade. Tenho que agradecer muito ao **Jáder Camilo** e a **Fernanda Torres**. Obrigada, pela

troca de experiências, ensinamentos e amizade construída ao longo desses anos. Vocês sempre estiveram dispostos a ajudar. Agradeço muito a **Gisselle Andrade**, que me ajudou a todo momento, com sua experiência e disponibilidade em ajudar. Virou uma grande amiga! Gi, obrigada por tudo. Sempre estarei torcendo por você.

O doutorado me proporcionou amizades que levarei para vida toda. **Cristiane Lopes, Maria Luiza Gioster e Kennia Scapin**, minhas amigas tão queridas! Elas estiveram sempre ali para tirar minhas dúvidas e me ajudar nesse trabalho. Agradeço pela amizade construída, pelo apoio e incentivo diário. A Cris trouxe para o nosso convívio o **João**, que se tornou nosso querido amigo e de presente veio a **Laurinha**, a mascotinha do grupo. **Lauriê, Tiago, Vinícius, Luana e Camila**, obrigada por estarem sempre presentes. Graças a Deus, passamos muitos momentos especiais juntos. A todos vocês, sentirei muitas saudades, mas levo-os em meu coração.

Agradeço imensamente o **Prof. Dr. Emílio Sponchiado** e **Prof.^a Dra. Aida Hanan**. Foi observando eles durante a graduação e mestrado na FAO-UFAM que surgiu o amor pela endodontia e me fez acreditar que seguir a área acadêmica valia a pena. São professores compromissados, dedicados e generosos. Agradeço todas as oportunidades que vocês me deram e tenho muito orgulho de enfatizar que fui aluna de vocês. Obrigada pelas conversas, conselhos e amizade construída.

Graças a Deus sempre fui cercada de amizades fiéis e tenho que destacar minhas amadas amigas de Manaus, **Márcia Oliveira, Aline Carlos**, minha prima-irmã **Ana Alice** e **Gabriela Peixoto** que mesmo estando longe, me apoiaram e incentivaram com todo amor.

Agradeço a professora **Dra. Gisele Faria** e os professores, **Dr. Fabio Berbert** e **Dr. Idomeo Bonetti Filho**, pela oportunidade de conviver com vocês e pelos ensinamentos compartilhados.

Obrigada a todos os alunos da pós-graduação em Odontologia (área-Endodontia) pela boa convivência diária e conversas na salinha do café.

Obrigada aos professores que compuseram a banca da tese de doutorado, **Prof. Dr. Joni Augusto Cirelli, Prof. Dr. Gustavo Sivieri de Araújo, Prof. Dr. Rodrigo Ricc Vivan, Prof. Dr. Fuad Jacob Abi Rached Junior** pela disponibilidade em lerem a minha tese e contribuírem para melhorá-la.

Agradeço a **CAPES**: O presente trabalho foi realizado com o apoio da Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior – Brasil (CAPES) – Código de financiamento 001.

João MMBP. Análise do preparo, limpeza, desinfecção e obturação de canais radiculares de molares inferiores por diferentes protocolos e materiais [tese de doutorado]. Araraquara: Faculdade de Odontologia da UNESP; 2019.

RESUMO

Este estudo avaliou o preparo, limpeza e obturação de canais radiculares de molares inferiores por diferentes protocolos e materiais. Canais mesiais (n=48) de molares inferiores curvos (20°- 40°) foram preparados usando ProDesign Logic (PDL) até 25/.06 ou HyFlex EDM (HFEDM) 25/.08, e até PDL-40/.05 ou HFEDM-40/.04 na ampliação (Publicação 1). A irrigação final foi realizada com irrigação ultrassônica passiva-PUI ou easy clean-EC, hipoclorito de Sódio-NaOCl ou clorexidina-CLX ou água destilada (n=8): PUI/NaOCl 2,5%; EC/NaOCl 2,5%; EC/água destilada; PUI/CLX 2%; PUI/NaOCl 1%; PUI/NaOCl 2,5% (Publicação 2). A obturação foi realizada por condensação lateral-CL ou Termo Pack II e AHP (Publicação 3); cone único (CU) com nMTAP ou TFBC (Publicação 4). Escaneamentos (9 µm) foram realizados antes e após cada etapa experimental. Percentual de aumento volumétrico (%AV), debris (%D), redução de debris (%RD), superfície não instrumentada (%SNI), centralização, material obturador (%MO) e falhas (%F) foram analisados em toda a extensão do canal (total) e nos terços dos canais radiculares. Testes ANOVA e Tukey ou Kruskal-Wallis e Dunn, e T Pareado foram realizados ($\alpha = 0,05$). HFEDM-25/.08 promoveu maior % AV. Após a dilatação, HFEDM apresentou maior volume ($P < 0,05$) e houve redução de %D e %SNI. Os sistemas produziram canais centralizados (Publicação 1). Houve diminuição do percentual e volume de debris acumulados após as técnicas e entre o PUI com diferentes soluções irrigantes. EC/NaOCl proporcionou maior %RD no terço apical que PUI/NaCl e EC/H₂O. PUI/CHX 2% promoveu maior percentual de debris acumulados em relação ao PUI/ NaOCl 1% e PUI/NaOCl 2,5% nos terços cervical/médio, sendo similares no terço apical. Canais preenchidos por (OCC) apresentaram menor %F, e maior %MO no total e terço apical (Publicação 3). nMATP mostrou maior %F e menor %MO no total em comparação com o cimento TFBC. O terço apical obteve %F e %MO similar entre os grupos (Publicação 4). Canais ovais de molares inferiores (n = 50) foram contaminados (*E. faecalis*) por 21 dias e utilizado o protocolo: PDL ou HFEDM com NaOCl ou SS. Após coletas microbiológicas (C1-inicial, C2-pós-instrumentação e C3-final), foi realizada UFC-mL⁻¹log10 e análise em MCVL. Os dados foram analisados estatisticamente ($\alpha = 0,05$). Na C1, a contaminação foi similar para os grupos. Na C2, PDL/NaOCl e HFEDM/NaOCl promoveram eliminação microbiana; PDL/SS e HFEDM/SS mostraram crescimento bacteriano similar e menor que C+ que mostrou maior contagem bacteriana. C3, os grupos experimentais foram similares ao C+. HFEDM/NaOCl e PDL/NaOCl apresentou escore 2, HFEDM/SS e PDL/SS, escore 0 e 1 e no grupo controle escore 0 (Publicação 5). Assim, os sistemas rotatórios tratados permitem o aumento apical promovendo menor quantidade de debris e superfície intocada. Quando associados a NaOCl promoveram desinfecção do canal radicular após preparo, mas não foram efetivos sobre *E. faecalis* do SCR. PUI é efetivo com substâncias antibacterianas e que dissolvem matéria orgânica e EC é adequado para limpeza do terço apical. Houve melhores resultados para Termo Pack-II e TFBC, exceto no terço apical na obturação de canais curvos de molares inferiores.

Palavras chave: Preparo de canal radicular. Microtomografia por Raio-x. *Enterococcus faecalis*.

João MMBP. Análise do preparo, limpeza, desinfecção e obturação de canais radiculares de molares inferiores por diferentes protocolos e materiais [tese de doutorado]. Araraquara: Faculdade de Odontologia da UNESP; 2019.

ABSTRACT

This study evaluated the preparation, cleaning and obturation of lower molar root canals by different protocols and materials. Mesial root canals ($n = 48$) of curved mandibular molars ($20^\circ - 40^\circ$) were prepared using ProDesign Logic (PDL) up to 25/.06 or HyFlex EDM (HFEDM) 25/.08 and up to PDL-40/.05 or HFEDM-40/.04 in the enlargement step (Publication 1). Final irrigation was performed with passive ultrasonic irrigation-PUI or easy clean-EC, sodium hypochlorite-NaOCl or chlorhexidine-CLX or distilled water ($n=8$): PUI/NaOCl 2,5%; EC/NaOCl 2,5%; EC/distilled water; PUI/CLX 2%; PUI/NaOCl 1%; PUI/NaOCl 2,5% (Publication 2). The obturation was performed by using lateral compaction-LC or Termo Pack II and AHP (Publication 3); single cone-SC with nMTAP or TFBC (Publication 4). Scanning ($9 \mu\text{m}$) was performed before and after each experimental stage. Percentage of volume increase (%VI), debris (%D), reduction of debris (%RD) and untouched root canal surface (%SNI), centering ability, percentage of filling material (%FM) and percentage of voids (%V) was determined throughout the entire root canal extension (total) and thirds of roots canals. Data were submitted to ANOVA and Tukey or Kruskal-Wallis and Dunn, and paired t ($\alpha = 0,05$). HFEDM 25/.08 resulted in higher %VI. After apical enlargement, HFEDM presented higher volume with reduction of debris and untouched surface. The systems promoted centered canals (Publication 1). There was a decrease in the percentage and volume of debris accumulated after the techniques and between the PUI with different irrigating solutions. EC/NaOCl promoted higher %RD in the apical third than PUI/NaOCl and EC/H₂O. PUI/CHX 2% promoted higher percentage of accumulated debris than PUI/ NaOCl 1% and PUI/NaOCl 2,5% in the cervical / middle thirds, and similar in the apical third. Obturated canals with CWC presented smaller %V and higher %FM in the entire extension and apical third (Publication 3). nMATP presented higher %V and smaller %FM in the entire extension than TFBC sealer. The apical third showed similar percentage of voids (Publication 4). Oval-shaped mandibular molar canals ($n=50$) were inoculated (*E. faecalis*) and prepared using PDL or HFEDM with NaOCl ou SS. After microbiological collections (C1-initial, C2-post-instrumentation and C3-final), UFC-mL⁻¹log10 was performed and evaluated by CLSM. Data were submitted to statistical tests ($\alpha = 0,05$). In C1, the contamination was similar between groups. In C2, PDL/NaOCl and HFEDM/NaOCl presented microbial elimination; PDL/SS e HFEDM/SS showed bacterial growth similar and smaller than C+ that showed higher bacterial count. Considering C3, the experimental groups were similar to C+. HFEDM/NaOCl and PDL/NaOCl presented score 2, HFEDM/SS and PDL/SS, score 0 and 1 and in the control group, score 0 (Publication 5). Thus, the treated rotary systems allow apical increase and smaller amount of debris and untouched surface. When associated with NaOCl these systems promote root canal disinfection after preparation, which was not effective on *E. faecalis* from SCR. PUI is effective with antibacterial substances that dissolve organic matter. EC is appropriate for apical third cleaning. There were better results for Term Pack-II and TFBC, except for the apical third in the obturation of mesial root canals of curved mandibular molars.

Keywords: Root canal preparation. X-Ray Microtomography. *Enterococcus faecalis*.

SUMÁRIO

1 INTRODUÇÃO	13
2 PROPOSIÇÃO	18
2.1 Proposição Geral.....	18
2.2 Proposições Específicas.....	18
3 PUBLICAÇÕES	19
3.1 Publicação 1	19
3.2 Publicação 2	37
3.3 Publicação 3	53
3.4 Publicação 4	67
3.5 Publicação 5	80
4 DISCUSSÃO	97
5 CONCLUSÃO	102
REFERÊNCIAS	103
APÊNDICE A- Metodologia Detalhada.....	111
ANEXO A- Aprovação do Comitê de Ética em Pesquisa.....	128

1 INTRODUÇÃO

O preparo dos canais radiculares visa limpeza e modelagem do sistema de canais radiculares (SCR), possibilitando posteriormente o adequado preenchimento com material obturador¹. O acúmulo de debris é frequente em função do preparo e da complexa anatomia do SCR^{2,3}. A utilização de instrumentos flexíveis evita acidentes como desvio do trajeto original e fratura de instrumentos em canais curvos^{4,5}. A dilatação apical remove maior quantidade de dentina infectada⁶ e promove menor porcentagem de superfícies não instrumentadas no canal radicular⁷. Também, favorece o efeito da irrigação e limpeza do canal radicular na porção apical⁶.

As propriedades mecânicas dos instrumentos de níquel e titânio (NiTi), são aperfeiçoadas por tratamentos termomecânicos no processo de fabricação⁸. Tratamentos térmicos promovem maior flexibilidade e resistência à fadiga cíclica aos instrumentos de NiTi^{9,10}, permitindo preparos centralizados em canais curvos^{11,12}, sem a remoção excessiva da dentina¹³.

Os instrumentos HyFlex EDM (HFEDM; Coltene-Whaledent, Altstätten, Suíça) são fabricados a partir da liga CM (memória controlada) e recebem tratamento de superfície por um processo de usinagem por descarga elétrica (EDM)^{14,15}. Esse processo proporciona ao instrumento uma superfície dura e melhor propriedade mecânica^{14,15,16}, além de flexibilidade e resistência à fadiga cíclica¹⁶. Os instrumentos HyFlex EDM apresentam 3 secções transversais diferentes ao longo do instrumento; quadrangular na região apical, trapezoidal na parte média e triangular na região coronal do instrumento^{14,17,18}. O tratamento superficial constitui uma inovação em comparação com as limas de NiTi convencionais, promovendo maior resistência à fadiga cíclica^{14,16}. Instrumentos HyFlex EDM apresentaram maior resistência à fadiga cíclica do que as limas OneShape, Reciproc Blue e WaveOne Gold¹⁹.

ProDesign Logic (PDL; Easy Equipamentos Odontológicos, BH, MG, Brasil) são instrumentos rotatórios NiTi fabricados com tratamento térmico CM, composto por instrumentos *glide Path* com conicidade de 0,01 mm, e instrumentos de preparo de conicidade 0,03 até 0,06. Instrumentos PDL produzem preparo centralizado e menor transporte apical²⁰. ProDesign Logic e ProDesign R apresentam maior resistência à fadiga cíclica do que os instrumentos WaveOne²¹.

Micro-organismos e tecido necrótico permanecem em áreas não tocadas pelo preparo²², dificultando a desinfecção dos canais radiculares²³. A irrigação com soluções irrigantes com efeito bactericida e de dissolução de tecido orgânico favorece a remoção do biofilme^{24,25}. O hipoclorito de sódio (NaOCl) é um irrigante bastante utilizado na desinfecção de canais radiculares, porém quando usado isolado é ineficaz na remoção da camada de *smear layer*. A adição de 17% de ácido etilenodiaminatetracético (EDTA) ao protocolo de irrigação é recomendado para a remoção dessa camada²⁶. A Clorexidina (CHX) é outro irrigante frequentemente utilizado devido às suas propriedades antimicrobianas e de substantividade²⁷ mas não apresenta atuação como solvente de tecido orgânico²⁸. O preparo com instrumentos de NiTi associado com soluções antimicrobianas reduz ou elimina bactérias dos canais radiculares²⁹. Redução do número de *Streptococcus* e *E. faecalis* foi observada logo após preparo com instrumentos de NiTi manual tamanho #40 em movimento oscilatório associado com NaOCl a 1%³⁰. Foi observado 99% de redução bacteriana realizando análise imediatamente após preparo Reciproc/NaOCl a 2,5% e BioRace/NaOCl a 2,5%³¹. Porém, a coleta bacteriana com cones de papel, permite a recuperação de bactérias presentes apenas na luz do canal radicular^{32,33-35} sendo importante a avaliação da infecção residual no sistema de canais radiculares após preparo³⁶.

Considerando que a técnica de irrigação convencional pode apresentar eficácia limitada na eliminação de biofilmes microbianos e tecidos orgânicos em áreas anatômicas complexas³⁷, métodos de agitação da solução irrigante na limpeza final são propostos³⁸. A aplicação de fluxo contínuo de soluções irrigadoras ativadas por ultrassom, melhoram a remoção de debris dentinários³⁹. A técnica de irrigação ultrassônica passiva (PUI) foi proposta para limpeza de áreas não tocadas pelos instrumentos, pela ativação da solução irrigante com um inserto ultrassônico⁴⁰. O sistema de irrigação easy clean (EC; Easy Equipamentos Odontológicos, Belo Horizonte, MG, Brasil) é composto por um instrumento #25/.04, acoplado a um motor elétrico usando cinemática recíprocante ou rotatória. EC associado ao NaOCl a 2,5% promoveu remoção de debris de forma mais eficaz no terço apical de canais curvos quando comparado ao PUI³⁸.

O preparo biomecânico dos canais radiculares visa, além de limpeza, proporcionar conformação cônica adequada para a obturação do canal⁴¹ e o sucesso do tratamento endodôntico está relacionado ao correto selamento dos SCR.

A qualidade da obturação dos canais radiculares⁴², pode ser influenciada pelo preparo com diferentes sistemas e protocolos de instrumentação⁴³, e técnicas de obturação⁴⁴. Várias técnicas são recomendadas para promover o preenchimento completo do sistema de canais radiculares⁴⁵. Porém, nenhuma técnica de obturação é capaz de promover preenchimento completo⁴⁶. A técnica de compactação lateral é considerada simples, e com boa relação custo-benefício⁴⁷, promovendo menor índice de sobre-obturação⁴⁸. Porém pode apresentar falhas na adaptação do material obturador à parede do canal radicular, risco de fratura radicular e falta de homogeneidade^{48,49}.

Técnicas de termoplastificação da guta percha como a de onda contínua de condensação são utilizadas por meio de dispositivos que injetam guta percha aquecida após compactação vertical no terço apical^{45-47,50}, obtendo melhor preenchimento do SCR⁴⁵. A técnica de obturação por onda contínua de condensação Termo Pack II (Easy, Equipamentos Odontológicos, Brasil) apresenta condensador para fase Downpack de aquecimento e condensação da guta percha apical, e o injetor de guta percha aquecida para a fase Back Fill. Esse sistema é semelhante a outros sistemas de onda contínua de condensação como BeeFill 2 in 1 (VDW, München, Germany)^{51,52}.

A combinação do diâmetro do cone principal adequado ao preparo proporciona para técnica do cone único maior volume de guta percha no canal radicular⁵³. A técnica de cone único é favorecida por cimento com capacidade de escoamento, a fim de preencher espaços entre o cone e a dentina e promover adequado selamento⁵⁴. A qualidade da obturação está associada ao adequado preparo do canal radicular⁵⁵. A dilatação do canal radicular, promove melhor desinfecção, aumenta ação do irrigante e consequentemente limpeza apical⁶. A dilatação apical do canal radicular também pode influenciar na eficácia da técnica de obturação em canais curvos pelas técnicas de compactação térmica⁴⁵, pois favorece a penetração do plugger até a região apical⁴⁶.

As técnicas de obturação dos canais radiculares necessitam de cimentos endodônticos para o preenchimento entre a guta percha e a parede do canal⁵⁶. AH Plus é um material endodôntico à base de resina epóxica que apresenta propriedade seladora⁵⁷. O cimento AH Plus apresenta propriedades físicas satisfatórias e proporciona preenchimento adequado quando comparado com outros materiais⁵⁸.

Os cimentos biocerâmicos apresentam propriedades físico-químicas adequadas e capacidade de induzir mineralização⁵⁹. O cimento NeoMTA Plus (nMTAP; Avalon Biomed Inc., Bradenton, FL, USA) é um cimento de silicato de cálcio composto por pó e gel e com óxido de tântalo (Ta₂O₅) como radiopacificador. O nMTAP apresenta capacidade de induzir formação de tecido mineralizado e não promove descoloração dentária^{60,61}. Esse cimento apresenta capacidade de selamento e menor extrusão para região periapical⁵⁴. O cimento nMTAP produziu penetração tubular a 5mm do ápice com a técnica de obturação com cone único⁶². TotalFill BC sealer (TFBC; FKG, La Chaux-de-Fonds, Switzerland; Brasseler, Savannah, Georgia, USA) é um cimento biocerâmico, pré-misturado e pronto para uso⁶³. De acordo com o fabricante, é composto por silicato de cálcio, fosfato de cálcio, hidróxido de cálcio, óxido de zircônio e agentes espessantes. TFBC promoveu maior escoamento em relação ao cimento AHPlus e GuttaFlow Bioseal⁶⁴ e boa adaptação à dentina⁶⁵.

A microtomografia computadorizada (micro-CT) é uma ferramenta que permite a avaliação ex vivo e in vivo da morfologia do canal radicular. Micro-CT é utilizado para estudar a qualidade de preparo dos instrumentos^{11,66,67}, permite a análise volumétrica⁶⁶ e de superfície não tocada^{68,69}. Micro-CT possibilita avaliar o preenchimento por diferentes técnicas e cimentos obturadores⁷⁰. O volume de falhas detectadas pode estar relacionado ao tamanho do voxel das imagens de micro-TC, e falhas muito pequenas não são detectados em resoluções menores⁷¹. A Microscopia confocal a laser (MCVL), é uma ferramenta que auxilia no estudo de biofilmes dentinários tornando a análise mais fiel dos componentes do biofilme e da relação entre o biofilme e o substrato⁷². O emprego de uma substância como irrigante e como medicação intracanal sobre biofilme de *E. faecalis* foi avaliada por MEV e MCVL⁷³. A desinfecção do sistema de canais radiculares pode ser avaliada por método de coleta por contagem de UFC mL⁻¹ log 10, logo após o preparo com instrumentos rotatórios de NiTi^{31,74} e após 7 dias do preparo^{33,75}.

A avaliação da capacidade de preparo de instrumentos de NiTi com tratamento térmico CM, protocolos de irrigação para limpeza final, além de novos sistemas de obturação termoplásticos e materiais obturadores, tornam-se importantes em canais radiculares curvos com maior dilatação apical, e empregando maior resolução de escaneamento. Também, é relevante avaliar o efeito dos protocolos de preparo na eliminação de microrganismos do SCR.

Sendo assim, foi proposto nesse estudo a análise do preparo de molares inferiores empregando diferentes sistemas, limpeza final com diferentes técnicas e soluções irrigantes e a obturação com diferentes técnicas e materiais, além da avaliação da efetividade dos instrumentos de NiTi na desinfecção de microrganismos do SCR.

5 CONCLUSÃO

De acordo com os capítulos do presente estudo, pode-se concluir que:

1. Dilatação apical produziu menos debris e superfícies não tocadas, e manteve a centralização para ambos os instrumentos avaliados. Os sistemas rotatórios com tratamento térmico CM testados, permitem dilatação do preparo apical em canais curvos, promovendo menor quantidade de debris e menor área de superfície não tocada, o que pode favorecer o prognóstico do tratamento endodôntico.
2. Nenhuma técnica de irrigação complementar e solução irrigante foi capaz de eliminar totalmente os debris dos canais radiculares. Easy Clean associado ao NaOCl a 2,5% promoveu maior limpeza do terço apical do que a irrigação ultrassônica passiva. As diferentes soluções irrigadoras associadas ao uso do PUI promoveram percentual de redução de debris similar dos canais radiculares.
3. A técnica de onda contínua de condensação (Termo Pack II) e compactação lateral produziram falhas nos canais radiculares obturados. O sistema de onda contínua de condensação Termo Pack II promove maior preenchimento de canais radiculares curvos que a compactação lateral.
4. O cimento TotalFill BC Sealer apresentou melhor capacidade de preenchimento dos canais mesiais de molares inferiores obturados pela técnica de cone único em relação ao cimento NeoMTA Plus. No terço apical, os cimentos proporcionaram preenchimento similar dos canais radiculares.
5. Os instrumentos ProDesign Logic ou HyFlex EDM associados com NaOCl promovem completa desinfecção do canal radicular imediatamente após preparo. Porém, não foi efetivo na eliminação de *E. faecalis* do sistema de canais radiculares em canais distais ovais de molares inferiores, sendo importante a utilização de uma medicação intracanal com efeito antimicrobiano.

REFERÊNCIAS*

1. Burklein S, Hinschitza K, Dammaschke T, Schäfer E. Shaping ability and cleaning effectiveness of two single-file systems in severely curved root canals of extracted teeth: Reciproc and WaveOne versus Mtwo and ProTaper. *Int End J*. 2012; 45(5): 449- 61.
2. Paqué F, Laib A, Gautschi H, Zehnder M. Hard-tissue debris accumulation analysis by high-resolution computed tomography scans. *J Endod*. 2009; 35(7): 1044–7.
3. De-Deus G, Marins J, Silva EJ, Souza E, Belladonna FG, Reis C et al. Accumulated hard-tissue debris produced during reciprocating and rotary nickel-titanium canal preparation. *J Endod*. 2015; 4(5): 676-81.
4. Cruz Filho AM, Alencar CSM, Carvalho Júnior JR, Borges AH, Baratto Filho F. Análise ex vivo do desvio apical em canais radiculares curvos por meio de tomografia computadorizada cone beam 3D. *Rev Sul-Bras Odontol*. 2009; 6(4): 353- 9.
5. Lopes HP, Elias CN, Vieira MV, Siqueira JF Jr, Mangelli M, Lopes WS et al. Fatigue life of Reciproc and Mtwo instruments subjected to static and dynamic tests. *J Endod*. 2013; 39(5): 693-6.
6. Marinho AC, Martinho FC, Zaia AA, Ferraz CC, Gomes BP. Influence of the apical enlargement size on the endotoxin level reduction of dental root canals. *J Appl Oral Sci*. 2012; 20(6) 661- 6.
7. Pérez AR, Alves FRF, Marceliano-Alves MF, Provenzano JC, Gonçalves LS, Neves AA et al. Effects of increased apical enlargement on the amount of unprepared areas and coronal dentine removal: a micro-computed tomography study. *Int Endod J*. 2018; 51(6): 684-90.
8. Johnson E, Lloyd A, Kuttler S, Namerow K. Comparison between a novel nickel-titanium alloy and 508 nitinol on the cyclic fatigue life of ProFile 25/.04 rotary instruments. *J Endod*. 2008; 34(11): 1406-9.
9. Zhao D, Shen Y, Peng B, Haapasalo M. Effect of autoclave sterilization on the cyclic fatigue resistance of thermally treated Nickel-Titanium instruments. *Int Endod J*. 2015; 49(10): 990-5.
10. Alcalde MP, Duarte MAH, Bramante CM, de Vasconcelos BC, Tanomaru-Filho M, Guerreiro-Tanomaru JM et al. Cyclic fatigue and torsional strength of three different thermally treated reciprocating nickel-titanium instruments. *Clin Oral Investig*. 2018; 22(4): 1865-71.

* De acordo com o Guia de Trabalhos Acadêmicos da FOAr, adaptado das Normas Vancouver. Disponível no site da Biblioteca: <http://www.foar.unesp.br/Home/Biblioteca/guia-de-normalizacao-atualizado.pdf>

11. Marceliano-Alves MF, Sousa-Neto MD, Fidel SR, Steier L, Robinson JP, Pécora JD et al. Shaping ability of single-file reciprocating and heat-treated multifile rotary systems: a micro-CT study. *Int Endod J*. 2015; 48(12): 1129-36.
12. Jatahy Ferreira do Amaral RO, Leonardi DP, Gabardo MC, Coelho BS, Oliveira KV, Baratto Filho F. Influence of cervical and apical enlargement associated with the WaveOne System on the transportation and centralization of endodontic preparations. *J Endod*. 2016; 42(4): 626-31.
13. Sant'Anna Júnior A, Cavenago BC, Ordinola-Zapata R, De-Deus G, Bramante CM, Duarte MA. The effect of larger apical preparations in the danger zone of lower molars prepared using the Mtwo and Reciproc systems. *J Endod*. 2014; 40(11): 1855–9.
14. Pedullà E, Plotino G, Grande NM, Avarotti G, Gambarini G, Rapisarda E et al. Shaping ability of two nickel titanium instruments activated by continuous rotation or adaptive motion: a micro-computed tomography study. *Clin Oral Investig*. 2016; 20(8): 2227-33.
15. Iacono F, Pirani C, Generali L, Bolelli G, Sassatelli P, Lusvarghi L et al. Structural analysis of HyFlex EDM instruments. *Inter Endod J*. 2017; 50(3): 303-13.
16. Pirani C, Iacono F, Generali L, Sassatelli, Nucci C, Lusvarghi L et al. HyFlex EDM: superficial features, metallurgical analysis and fatigue resistance of innovative electro discharge machined NiTi rotary instruments. *Int Endod J*. 2016; 49(5): 483-93.
17. Venino PM, Citterio CL, Pellegatta A, Marta Ciccarelli, Marcello Maddalone M. A Micro-computed Tomography evaluation of the shaping ability of two nickel-titanium instruments, HyFlex EDM and ProTaper Next. *J Endod*. 2017; 43(4): 628-32.
18. Mandava J, Yelisela RK, Arikatla SK, Ravi RC. Micro-computed tomographic evaluation of dentinal defects after root canal preparation with HyFlex EDM and Vortex Blue rotary systems. *J Clin Exp Dent*. 2018; 10(9): e844-51.
19. Gündogar M, Özyürek T. Cyclic Fatigue Resistance of OneShape, HyFlex EDM, WaveOne Gold, and Reciproc Blue Nickel-titanium instruments. *J Endod*. 2017; 43(7): 1192-96.
20. Pinheiro SR, Alcalde MP, Vivacqua-Gomes N, Bramante CM, Vivan RR, Duarte MAH et al. Evaluation of apical transportation and centring ability of five thermally treated NiTi rotary systems. *Inter Endod J*. 2018; 51(6): 705-13.
21. de Menezes SEAC, Batista SM, Lira JOP, Monteiro GQM. Cyclic Fatigue resistance of Waveone Gold, Prodesign R and Prodesign logic files in curved canals in vitro. *Iran Endod J*. 2017; 12(4): 468-73.
22. Ricucci D, Siqueira JF Jr, Bate AL, Pitt Ford TR. Histologic investigation of root canal-treated teeth with apical periodontitis: a retrospective study from twenty-four patients. *J Endod*. 2009; 35(4): 493-502.

23. Alves FR, Almeida BM, Neves MA, Moreno JO, Rôças IN, Siqueira JF Jr. Disinfecting oval-shaped root canals: effectiveness of different supplementary approaches. *J Endod.* 2011; 37(4): 496-501.
24. Haapasalo M, Shen Y, Wang Z, Gao Y. Irrigation in endodontics. *Br dent J.* 2014; 216(6): 299-303.
25. Del Carpio-Perochena A, Bramante CM, de Andrade FB, Maliza AGA, Cavenago BC, Marciano MA et al. Antibacterial and dissolution ability of sodium hypochlorite in different pHs on multi-species biofilms. *Clin Oral Invest.* 2015; 19(8): 2067-73.
26. Peters OA, Barbakow F. Effects of irrigation on debris and smear layer on canal walls prepared by two rotary techniques: a scanning electron microscopic study. *J Endod.* 2000; 26(1): 6-10.
27. Di Hipólito V, Rodrigues FP, Piveta FB, Azevedo LC, Bruschi Alonso RC, Silikas N et al. Effectiveness of self-adhesive luting cements in bonding to chlorhexidine-treated dentin. *Dent Mater.* 2012; 28(5): 495-501.
28. Wagner MH, da Rosa RA, de Figueiredo JAP, Duarte MAH, Pereira JR, Só MVR. Final irrigation protocols may affect intraradicular dentin ultrastructure. *Clin Oral Invest.* 2017; 21(7): 2173-82.
29. Siqueira JF Jr, Rôças IN, Santos SR, Lima KC, Magalhães FA, De Uzeda M. Efficacy of instrumentations techniques and irrigation regimens in reducing the bacterial population within root canals. *J Endod.* 2012; 28(3): 181-4.
30. Zandi H, Rodrigues RC, Kristoffersen AK, Enersen M, Mdala I, Ørstavik D, Rôças IN et al. Antibacterial effectiveness of 2 root canal irrigants in root-filled teeth with infection: a randomized clinical trial. *J Endod.* 2016; 42(9): 1307-13.
31. Alves FRF, Rôças IN, Almeida BM, Neves MAS, Zoffoli J, Siqueira Jr JF. Quantitative molecular and culture analyses of bacterial elimination in oval-shaped root canals by a single-file instrumentation technique. *Int Endod J.* 2012; 45(9): 871-7.
32. Alves FR, Siqueira JF Jr, Carmo FL, Santos AL, Peixoto RS, Rôças IN et al. Bacterial community profiling of cryogenically ground samples from the apical and coronal root segments of teeth with apical periodontitis. *J Endod.* 2009; 35(4): 486-92.
33. Aranda-Garcia AR, Guerreiro-Tanomaru JM, Faria-Júnior NB, Chavez-Andrade GM, Leonardo RT, Tanomaru-Filho M et al. Antibacterial effectiveness of several irrigating solutions and the Endox Plus system: an ex vivo study. *Int Endod J.* 2012; 45(12): 1091-6.
34. Guerreiro-Tanomaru JM, Chavez-Andrade, GM, de Faria-Junior NB, Watanabe E, Tanomaru-Filho M. Effect of passive ultrasonic irrigation on enterococcus faecalis from root canals: an ex vivo study. *Braz Dent J.* 2015; 26(4): 342- 6.

35. Chávez-Andrade GM, Tanomaru-Filho M, Rodrigues EM, Gomes-Cornélio AL, Faria G, Bernardi MIB et al. Cytotoxicity, genotoxicity and antibacterial activity of poly(vinyl alcohol)-coated silver nanoparticles and farnesol as irrigating solutions. *Arch Oral Biol*. 2017; 84: 89-93.
36. Tennert C, Fuhrmann M, Wittmer A, Karygianni L, Altenburger MJ, Pelz K et al. New bacterial composition in primary and persistent/secondary endodontic infections with respect to clinical and radiographic findings. *J Endod*. 2014; 40(5): 670-7.
37. Vera J, Siqueira JF, Jr, Ricucci D, Loghin S, Fernández N, Flores B et al. One-versus two-visit endodontic treatment of teeth with apical periodontitis: a histobacteriologic study. *J Endod*. 2012; 38(8): 1040-52.
38. Kato AS; Cunha RS, Bueno C E S, Pelegriane RA, Fontana CE, Martin AS. Investigation of the efficacy of passive ultrasonic irrigation with reciprocating activation: an environmental scanning electron microscopic study. *J Endod*. 2016; 42(4): 659-63.
39. Jiang, LM, Verhaagen B, Versluis M, Langedijk J, Wesselink P, Van der Sluis, LWM. The influence of the ultrasonic intensity on the cleaning efficacy of passive ultrasonic irrigation. *J Endod*. 2011; 37(5): 688-92.
40. Van der Sluis LWM, Verluis M, Wu MK, Wesselink PR. Passive ultrasonic irrigation of the root canal: a review of the literature. *Int Endod J*. 2007; 40(6): 415-26.
41. Schilder H. Cleaning and shaping the root canal. *Dent Clin North Am*. 1974; 18(2): 269-96.
42. Keleş A, Alçın H, Kamalak A, Versiani MA. Micro-CT evaluation of root filling quality in oval-shaped canals. *Int Endod J*. 2014; 47(12): 1177-84.
43. Keçeci AD, Celik Unal G, Sen BH. Comparison of cold lateral compaction and continuous wave of obturation techniques following manual or rotary instrumentation. *Int Endod J*. 2005; 38(6): 381-8.
44. Alshehri M, Alamri HM, Alshwaimi E, Kujan O. Micro-computed tomographic assessment of quality of obturation in the apical third with continuous wave vertical compaction and single match taper sized cone obturation techniques. *Scanning*. 2016; 38(4): 352-6.
45. Atav Ates A, Dumani A, Yoldas O, Unal I. Post-obturation pain following the use of carrier-based system with AHPlus or iRoot SP sealers: a randomized controlled clinical trial. *Clin Oral Investig*. 2018; 5. doi: 10.1007/s00784-018-2721-6. Epub ahead of print.
46. Somma F, Cretella G, Carotenuto M, Pecci R, Bedini R, De Biasi M et al. Quality of thermoplasticized and single point root fillings assessed by micro-computed tomography. *Int Endod J*. 2011; 44(4): 362-9.

47. Hale R, Gatti R, Glickman GN, Opperman LA. Comparative analysis of carrier-based obturation and lateral compaction: a retrospective clinical outcomes study. *Int J Dent*. 2012; 2012: 954675. doi: 10.1155/2012/954675.
48. Gordon MP, Love RM, Chandler NP. An evaluation of .06 tapered gutta-percha cones for filling of .06 taper prepared curved root canals. *Int Endod J*. 2005; 38(2): 87-96.
49. Whitworth J. Methods of filling root canals: principles and practices. *Endodontic Topics*. 2005; 12(1): 2-24.
50. Iglecias EF, Freire LG, de Miranda Candeiro GT, Dos Santos M, Antoniazzi JH, Gavini G. Presence of voids after continuous wave of condensation and single-cone obturation in mandibular molars: a micro-computed tomography analysis. *J Endod*. 2017; 43(4): 638-42.
51. Wolf M, Küpper K, Reimann S, Bourauel C, Frentzen M. 3D analyses of interface voids in root canals filled with different sealer materials in combination with warm gutta-percha technique. *Clin Oral Invest*. 2014; 18(1): 155-61.
52. Faus-Llácer V, Collado-Castellanos N, Alegre-Domingo T, Dolz-Solsona M, Faus-Matoses V. Measurement of the percentage of root filling in oval-shaped canals obturated with Thermafil Obturators and Beefill 2in1: in vitro study. *J Clin Exp Dent*. 2015; 7(2): e299-303.
53. Romania C, Beltes P, Boutsoukis C, Dandakia C. Ex-vivo area-metric analysis of root canal obturation using gutta-percha cones of different taper. *Int Endod J* 2009; 42(6): 491-8.
54. Tran D, He J, Glickman GN, Woodmansey KF. Comparative analysis of calcium silicate-based root filling materials using an open apex model. *J Endod*. 2016; 42(4): 654-8.
55. Schäfer E, Köster M, Bürklein S. Percentage of gutta-percha-filled areas in canals instrumented with nickel-titanium systems and obturated with matching single cones. *J Endod* 2013; 39(7): 924-8.
56. Qu W, Bai W, Liang YH, Gao XJ. Influence of warm vertical compaction technique on physical properties of root canal sealers. *Endod J*. 2016; 42(12): 1829-33.
57. Carvalho Junior JR, Correr Sobrinho L, Correr AB, Sinhoreti MAC, Consani S, Sousa Neto M. Solubility and dimensional change after setting of root canal sealers: a proposal for smaller dimensions of test samples. *J Endod*. 2007; 33(9): 1110-6.
58. Silva RV, Silveira FF, Horta MC, Duarte MA, Cavenago BC, Morais IG, Nunes E. Filling effectiveness and dentinal penetration of endodontic sealers: a stereo and confocal laser scanning microscopy study. *Braz Dent J*. 2015; 26(5): 541-6.

59. Peng W, Liu W, Zhai W, Jiang L, Li L, Chang J et al. Effect of tricalcium silicate on the proliferation and odontogenic differentiation of human dental pulp cells. *J Endod*. 2011; 37(9): 1240-6.
60. Camilleri J. Staining potential of Neo MTA Plus, MTA Plus, an Biodentine used for pulpotomy procedures. *J Endod*. 2015; 41(7): 1139-45.
61. Tanomaru-Filho M, Andrade AS, Rodrigues EM, Viola KS, Faria G, Camilleri J et al. Biocompatibility and mineralized nodule formation of Neo MTA Plus and an experimental tricalcium silicate cement containing tantalum oxide. *Int Endod J*. 2017; 50(2): 31-9.
62. McMichael GE, Primus CM, Opperman LA. Dentinal tubule penetration of tricalcium silicate sealers. *J Endod*. 2016; 42(4): 632-6.
63. Hess D, Solomon E, Spears R, He J. Retreatability of a bioceramic root canal sealing material. *J Endod*. 2011; 37(11): 1547-9.
64. Tanomaru-Filho M, Torres FFE, Chávez-Andrade GM, de Almeida M, Navarro LG2, Steier L et al. Physicochemical properties and volumetric change of silicone/bioactive glass and calcium silicate-based endodontic sealers. *J Endod*. 2017; 43(12): 2097-2101.
65. Agrafioti A, Koursoumis AD, Kontakiotis EG. Re-establishing apical patency after obturation with gutta-percha and two novel calcium silicate-based sealers. *Eur J Dent*. 2015; 9(4): 457-61.
66. Espir CG, Nascimento-Mendes CA, Guerreiro-Tanomaru JM, Cavenago BC, Duarte MAH, Tanomaru-Filho M. Shaping ability of rotary or reciprocating systems for oval root canal preparation: a micro-computed tomography study. *Clin Oral Investig*. 2018; 22(9): 3189-94
67. Espir CG, Nascimento-Mendes CA, Guerreiro-Tanomaru JM, Freire LG, Gavini G, Tanomaru-Filho M. Counterclockwise or clockwise reciprocating motion for oval root canal preparation: a micro-CT analysis. *Int Endod J*. 2018; 51(5): 541-8.
68. Kierklo A, Tabor Z, Pawińska M, Jaworska M. A microcomputed tomography-based comparison of root canal filling quality following different instrumentation and obturation techniques. *Med Princ Pract*. 2015; 24(1): 84-91.
69. Siqueira JF Jr, Pérez AR, Marceliano-Alves MF. What happens to unprepared root canal walls: a correlative analysis using micro-computed tomography and histology/scanning electron microscopy. *Int Endod J*. 2018; 51(5): 501-8.
70. Jung M, Lommel D, Klimek J. The imaging of root canal obturation using micro-CT. *Int Endod J*. 2005; 38(9): 617-26.
71. Kim JA, Hwang YC, Rosa V, Yu MK, Lee KW, Min KS. Root canal filling quality of a premixed calcium silicate endodontic sealer applied using gutta-percha cone-mediated ultrasonic activation. *J Endod*. 2018; 44(1): 133-8.

72. Konish N, Torii Y, Kurasaki A, Takatsuka T, Itota T, Yashima. Confocal laser scanning microscopic analysis of early plaque formed on resin composite and human enamel. *J Oral Rehabil.* 2003; 30(8): 790-5.
73. Wu D, Fan W, Kishen A, Gutmann JL, Fan B. Evaluation of the antibacterial efficacy of silver nanoparticles against *Enterococcus faecalis* biofilm. *J Endod.* 2014; 40(2): 285-90.
74. Marinho ACS, Martinho FC, Gonçalves LM, Rabang HRC, Gomes BPFA. Does the Reciproc file remove root canal bacteria and endotoxins as effectively as multifile rotary systems? *Int Endod J.* 2015; 48(6): 542-8.
75. Machado ME, Nabeshima CK, Leonardo MF, Reis FA, Britto ML, Cai S. Influence of reciprocating single file and rotary instrumentation on bacterial reduction on infected root canals. *Int Endod J.* 2013; 46(11): 1083-7.
76. Siqueira JF Jr, Lopes HP. Chemomechanical preparation. In: Siqueira Jr JF, ed. *Treatment of endodontic infections.* London: Quintessence Publishing; 2011. p. 236–84.
77. Siqueira JF Jr, Alves FR, Versiani MA, Rôças IN, Almeida BM, Neves MA, Sousa-Neto MD. Correlative bacteriologic and micro-computed tomographic analysis of mandibular molar mesial canals prepared by selfadjusting file, Reciproc, and Twisted File systems. *J Endod.* 2013; 39(8): 1044–50.
78. Nair PN, Henry S, Cano V, Vera J. Microbial status of apical root canal system of human mandibular first molars with primary apical periodontitis after “one-visit” endodontic treatment. *Oral Surg Oral Med Oral Pathol Oral Radiol and Endod.* 2005; 99(2): 231–52.
79. Siqueira JF Jr, Rôças IN, Santos SR, Lima KC, Magalhães FA, De Uzeda M. Efficacy of instrumentation techniques and irrigation regimens in reducing the bacterial population within root canals. *J Endod* 2002; 28(3):181–4.
80. Duque JA, Duarte MA, Canali LC, Zancan RF, Vivan RR, Bernardes RA et al. Comparative effectiveness of new mechanical irrigant agitating devices for debris removal from the canal and isthmus of mesial roots of mandibular molars. *J Endod.* 2017; 43(2): 326-31.
81. de Gregorio C, Estevez R, Cisneros R, Paranjpe A, Cohenca N. Efficacy of different irrigation and activation systems on the penetration of sodium hypochlorite into simulated lateral canals and up to working length: an in vitro study. *J Endod.* 2010; 36(7): 1216-21.
82. Freire LG, Iglecias EF, Cunha RS, Dos Santos M, Gavini G. Micro-computed tomographic evaluation of hard tissue debris removal after different irrigation methods and its influence on the filling of curved canals. *J Endod.* 2015; 41(10): 1660-6.
83. Rodrigues RCV, Zandi H, Kristoffersen AK. Influence of the apical preparation size and the irrigant type on bacterial reduction in root canal–treated teeth with apical periodontitis. *J Endod.* 2017; 43(7): 1058–63.

84. Ferraz CCR, Gomes BPFA, Zaia AA, Teixeira FB, Souza-Filho FJ. In vitro assessment of the antimicrobial action and the mechanical ability of chlorhexidine gel as an endodontic irrigant. *J Endod*. 2001; 27(7): 452-5.
85. Wagner MH, da Rosa RA, de Figueiredo JAP, Duarte MAH, Pereira JR, Só MVR. Final irrigation protocols may affect intraradicular dentin ultrastructure. *Clin Oral Invest*. 2017; 21(7): 2173-82.
86. Vivan RR, Duque JA, Alcalde MP, Só MV, Bramante CM, Duarte MA. Evaluation of different passive ultrasonic irrigation protocols on the removal of dentinal debris from artificial grooves. *Braz Dent J*. 2016; 27(5): 568-72.
87. Ng YL, Mann V, Rahbaran S, Lewsey J, Gulabivala K. Outcome of primary root canal treatment: systematic review of the literature-part 2: influence of clinical factors. *Int Endod J*. 2008; 41(1): 6-31.
88. Hammad M, Qualtrough A, Silikas N. Evaluation of root canal obturation: a three dimensional in vitro study. *J Endod*. 2009; 35(4): 541-4.
89. Ho ESS, Chang JWW, Cheung GSP. Quality of root canal fillings using three gutta-percha obturation techniques. *Restor Dent Endod*. 2016; 41(1): 22-8.
90. Schilder H. Filling root canals in three dimensions. *Dent Clin North Am*. 1967: 723-44.
91. Cavenago BC, Duarte MA, Ordinola-Zapata R, Marciano MA, Carpio-Perochena AE, Bramante C. Interfacial adaptation of an epoxy-resin sealer and a self-etch sealer to root canal dentin using the System B or the single cone technique. *Braz Dent J*. 2012; 23(3): 205-11.
92. Chesler MB, TordiK PA, Imamura GM, Goodell GG. Intramanufacturer diameter and taper variability of rotary instruments and their corresponding Gutta-Percha cones. *J Endod*. 2013; 39(4): 538-41.