

RESSALVA

Atendendo solicitação do(a) autor(a), o texto completo desta dissertação será disponibilizado somente a partir de 20/03/2022.



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



Karina Ines Medina Carita Tavares

**Análise por microtomografia computadorizada do preparo e obturação de
canais radiculares achatados de segundos pré-molares superiores**

Araraquara

2020



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



Karina Ines Medina Carita Tavares

Análise por microtomografia computadorizada do preparo e obturação de canais radiculares achatados de segundos pré-molares superiores

Dissertação apresentada à Universidade Estadual Paulista (Unesp), Faculdade de Odontologia de Araraquara, para obtenção do título de Mestre em Odontologia, na área de Endodontia.

Orientador: Prof. Dr. Mario Tanomaru Filho

Araraquara

2020

Tavares, Karina Ines Medina Carita

Análise por microtomografia computadorizada do preparo e obturação de canais radiculares achatados de segundos pré-molares superiores / Karina Ines Medina Carita Tavares.-- Araraquara: [s.n.], 2020
69 f.; 30 cm.

Dissertação (Mestrado em Odontologia) – Universidade Estadual Paulista, Faculdade de Odontologia
Orientador: Prof. Dr. Mario Tanomaru Filho

1. Preparo de canal radicular 2. Obturação do canal radicular 3. Microtomografia por raio-x I. Título

Karina Ines Medina Carita Tavares

Análise por microtomografia computadorizada do preparo e obturação de canais radiculares achatados de segundos pré-molares superiores

Comissão julgadora

Dissertação para obtenção de título de Mestre em Odontologia

Presidente e orientador: Prof. Dr. Mario Tanomaru Filho

2º Examinador: Prof. Dr. Murilo Priori Alcalde

3º Examinador: Prof. Dr. Rafael Scaf de Molon

Araraquara, 20 de março de 2020

DADOS CURRICULARES

Karina Ines Medina Carita Tavares

NASCIMENTO 28/12/1984 - Arequipa, Peru

FILIAÇÃO Alicia Carita de Medina
Reymundo Lizardo Medina Llerena

2002 – 2006 Graduação em Odontologia na Universidad Católica Santa Maria (UCSM), Arequipa - Peru.

2010 – 2012 Especialização em Endodontia na Universidade de Pernambuco (UPE), Recife, PE - Brasil.

2011 – 2012 Aperfeiçoamento em Implantodontia na Universidade de Pernambuco (UPE), Recife, PE - Brasil.

2018 – 2020 Pós-graduação em Odontologia, Área de Endodontia, nível Mestrado, na Faculdade de Odontologia de Araraquara, Universidade Estadual Paulista – UNESP.

Dedico este trabalho à minha família e meu esposo pelo amor e apoio incondicional, sendo a minha inspiração e fortaleza em cada etapa da minha vida.

AGRADECIMENTOS

Agradeço primeiramente a Deus por me dar saúde, amor, proteção e ser meu guia em todos os momentos da minha vida, pois com Deus tudo posso, sem ele nada sou.

Aos meus pais Lizardo e Alicia por me ensinarem a nunca desistir de meus sonhos e sempre apoiarem as minhas decisões. Apesar da distância, todo o amor, carinho, palavras e conselhos especialmente nos momentos difíceis fizeram me sentir muito querida e diminuir a saudade. Vocês são meu melhor presente, muito obrigada, amo vocês!

A minhas tias Isabel e Dora, minhas segundas mães, pelo apoio incondicional, carinho e ensinamentos, fazendo de mim uma pessoa melhor. Ao meu anjo, minha tia Lucy, espero que você sinta tanto orgulho de mim como eu de você, saudades eternas!

Aos meus tios Enrique, Edgar e Luís Angel por serem parte de meu crescimento tanto pessoal como profissional. Um agradecimento especial para meu tio Enrique por ser meu melhor amigo e confidente. Amo vocês!

A minhas irmãs, Erika e Fiorella, por todos os momentos vividos desde crianças, adolescentes e agora adultas foram os melhores e inesquecíveis. Apesar da distância, o carinho e parceria com cada uma de vocês só se fortaleceu ao longo do tempo. Obrigada por serem parte da minha vida.

Ao meu esposo Everton pelo amor e apoio incondicional em todos os momentos e por nunca ter soltado a minha mão quando mais precisei. Obrigada por embarcar nessa loucura de levar um casamento a distância, mas tenho certeza de que nosso amor vai muito além de todos esses quilômetros que nos separam. Te amo muito meu Gordito!

Ao meu orientador Prof. Dr. Mario Tanomaru Filho pela oportunidade de trabalhar como sua orientada, pois seus ensinamentos, disponibilidade e conselhos acrescentaram muito ao meu crescimento profissional e pessoal durante o mestrado. Sempre guardarei no meu coração o apoio incondicional em todos os momentos. Muito obrigada!

À Profa. Dra. Juliane Guerreiro Tanomaru pelos ensinamentos, disponibilidade, pelas boas vibrações e cuidado que tem com todos os alunos da graduação e pós-graduação.

Aos professores da Foar-Unesp Gisele Faria, Fábio Berbet e Idomeo Bonetti Filho por todo o conhecimento compartilhado. Um agradecimento especial, à professora Gisele e Elizandra Rodrigues pela contribuição do meu trabalho como banca de qualificação.

Agradeço aos professores que compuseram a banca de defesa, os professores Murilo Priori Alcalde e Rafael Scaf de Molon, pela disponibilidade e contribuição neste trabalho.

Ao meu amigo Jáder pela disponibilidade desde o momento que comecei o mestrado. Seus conhecimentos, humildade e talento enriqueceram o meu trabalho. Obrigada por todo o apoio, pelos conselhos e as boas risadas.

Ao meu amigo Airton por ser minha dupla durante estes dois anos. Obrigada pela parceria, pelos momentos vividos nos finais de semana na faculdade, almoços, trabalhos, atendimentos na clínica, pelos conselhos e por todas as risadas que fez os dias mais leves e tranquilos. Amo você!

À minha amiga Índia pela amizade, conhecimentos e ideias que fizeram muitas vezes deixar meus slides de Power point mais vistosos.

Aos meus amigos Gaby e Willy pela acolhida quando cheguei a Araraquara e pelos momentos bons que passamos juntos.

À minha amiga Giselle pela disponibilidade e disposição em todos os momentos, por ensinar-me que o melhor caminho é Deus, fortalecendo a minha fé.

À minha amiga Fernanda pela disposição e ensinar-me que cada detalhe e cuidado faz diferença.

Aos meus amigos da pós-graduação Evelyn, Jessica, Luís Fernando, Igma, Maria Luiza, Victor, Hernan, Marcela, Lívia, Rafaela pela amizade e companheirismo.

Aos funcionários da faculdade Dona Cida, Vanderlei, Creusa, Cristiano e José Alexandre por serem sempre prestativos em todos os momentos.

Agradeço ao Programa de Pós-Graduação em Odontologia da FOAr-Unesp a acolhida.

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

“Um dia, quando olhares para trás, verás que os dias mais belos foram aqueles em que lutaste.”
Sigmund Freud

Tavares KIMC. Análise em microtomografia computadorizada do preparo e obturação de canais radiculares achatados de segundos pré-molares superiores [dissertação de mestrado]. Araraquara: Faculdade de Odontologia da UNESP; 2020.

RESUMO

Objetivo: Avaliar o preparo empregando dois sistemas rotatórios de níquel-titânio tratados termicamente e efeito do novo inserto ultrassônico e instrumento de menor diâmetro e a capacidade de preenchimento dos cimentos Bio-C Sealer ou AH Plus pela técnica de cone único em canais radiculares achatados de segundos pré-molares superiores. **Metodologia:** Canais radiculares achatados de segundos pré-molares superiores humanos com diâmetro vestibulo-lingual igual ou maior que 4 vezes o diâmetro mesio-distal foram preparados com sistemas rotatórios(n=16): ProDesign Logic (PDL) 30.01 e 30.05 ou HyFlex EDM (HEDM) 10.05 e 25.08. Etapa do preparo complementar foi realizada com inserto ultrassônico Flatsonic (terço cervical e médio) e PDL 25.03 (terço apical) (FPDL) em ambos os grupos. Os canais radiculares foram obturados (n=16) com o cimento Bio-C Sealer ou AH Plus pela técnica de cone único. Escaneamentos em resolução de 8,74 µm foram realizados em microtomografia computadorizada (micro-CT) antes e após as etapas experimentais. Percentual de aumento volumétrico, debris e superfície não instrumentada foram analisados para as etapas de preparo e percentual de falhas para obturação. Os testes estatísticos específicos para o preparo e obturação foram realizados com nível de significância de 5%. **Publicação 1 – Resultados:** Não houve diferença estatística entre PDL e HEDM para o aumento de volume, debris e superfície não instrumentada no canal como um todo ($P>0,05$). PDL obteve maior percentual de debris no terço médio e apical em relação a HEDM ($P<0,05$). O protocolo FPDL obteve uma diminuição significativa de debris e superfície não instrumentada após preparo com PDL ou HEDM ($P<0,05$). O protocolo FPDL obteve menor debris no terço médio e apical e menor porcentagem de superfície instrumentada no terço apical quando associado a HEDM ($P<0,05$). **Conclusão:** O preparo de canais radiculares achatados empregando ProDesign Logic ou Hyflex EDM apresentou grande percentual de debris e superfície não instrumentada. A associação do inserto ultrassônico Flatsonic e instrumento de menor diâmetro melhorou significativamente a limpeza de canais radiculares achatados. O protocolo HEDM e FPDL apresentou melhor limpeza que o protocolo PDL e FPDL nos canais radiculares achatados. **Publicação 2 – Resultados:** O percentual de falhas nos terços cervical/médio e terço apical não apresentou diferença estatística significativa entre o Bio-C Sealer e AH Plus ($P>0,05$) **Conclusão:** Bio-C Sealer e AH Plus permitem presença de falhas pela técnica de cone único. Ambos cimentos apresentaram capacidade de preenchimento semelhante nos canais radiculares achatados.

Palavras-Chave: Preparo de Canal Radicular. Obturação do Canal Radicular. Microtomografia por Raio-X.

Tavares KIMC. Analyze in computerized microtomography of preparation and obturation in flattened root canals of maxillary second premolars [dissertação de mestrado]. Araraquara: Faculdade de Odontologia da UNESP; 2020.

ABSTRACT

Objective: The aim of this study was to evaluate root canal preparation using two rotary nickel-titanium systems thermally treated and the effect of ultrasonic tip and small diameter instrument; and the filling capacity of sealers Bio-C Sealer and AH Plus by single cone technique in flattened root canals of maxillary second premolars.

Methods: Flattened root canals of human maxillary second premolars with buccolingual diameter 4 or more times larger than the mesiodistal diameter were prepared with rotary systems (n=16): ProDesign Logic (PDL) 30.01 e 30.05 or HyFlex EDM (HEDM) 10.05 e 25.08. Complementary preparation step was performed with ultrasonic tip Flatsonic (cervical and middle thirds) and PDL 25.03 (apical third) (FPDL) in both groups. The root canals were filled (n=16) with Bio-C Sealer or AH Plus by single cone technique. Scanning in resolution of 8,74 μm were performed by microcomputed tomography (micro-CT) before and after the experimental steps. Percentage of increase in volume, debris and uninstrumented surface were analysed for the preparation steps and percentage of voids for obturation. The statistical tests specific to preparation and obturation analyses were performed with a significance level of 5%.

Publication 1 - Results: There was no statistically difference between PDL and HEDM for volume increase, debris and uninstrumented surface, in entire canal ($P>0,05$). PDL showed higher debris in the middle and apical thirds than HEDM ($P<0,05$). The FPDL protocol promoted significant decrease of debris and uninstrumented surface for PDL and HEDM ($P<0,05$). FPDL protocol obtained the lowest debris in middle and apical thirds and the lowest percentage of uninstrumented surface in the apical third when associated to HEDM ($P<0,05$).

Conclusions: Preparation of flattened root canals using ProDesign or Hyflex EDM presented high percentage of debris and uninstrumented surface. Association of Flatsonic ultrasonic tip and small diameter instrument improved cleaning in flattened areas of the root canal. Hyflex EDM and FPDL protocol presented better results of cleaning than PDL and FPDL protocol in flattened root canals.

Publication 2 - Results: The percentage of voids in the cervical/middle thirds and apical third showed not significantly different between Bio-C Sealer and AH Plus ($P>0,05$).

Conclusions: Bio-C Sealer and AH Plus provided presence of voids by using single cone technique. Both sealers had similar filling capacity in flattened root canals.

Keywords: Root canal preparation. Root canal obturation. X-Ray microtomography.

SUMÁRIO

1 INTRODUÇÃO	9
2 PROPOSIÇÃO	12
2.1 Objetivo Geral.....	12
2.2 Objetivos Específicos.....	12
3 PUBLICAÇÕES	13
3.1 Publicação 1	13
3.2 Publicação 2	32
4 DISCUSSÃO	46
5 CONCLUSÃO	48
REFERÊNCIAS	49
APÊNDICE A	55
ANEXO A.....	66
ANEXO B.....	68
ANEXO C.....	69

1 INTRODUÇÃO

O sucesso do tratamento endodôntico depende da limpeza e desinfecção dos canais radiculares¹⁻³ proporcionando condições para a obturação tridimensional^{4,5}, que deve prevenir a reinfecção do canal radicular⁶. Complexidades anatômicas representam um desafio durante o tratamento endodôntico⁷⁻¹¹. Canais achatados apresentam diâmetro vestibulo-lingual igual ou maior que 4 vezes o diâmetro mesio-distal¹², dificultando a limpeza e remoção de dentina infectada em sentido vestibulo-lingual^{8,9,13}. Os segundos pré-molares superiores apresentam uma morfologia variada¹⁴ e considerável percentual de canal oval-longo e achatado¹⁵.

Novos instrumentos de níquel-titânio (NiTi) com diferentes tratamentos térmicos e design foram propostos para otimizar o preparo dos canais radiculares^{13,16,17}. Instrumentos NiTi com tratamento térmico *Control Memory* (CM) apresentam maior flexibilidade e resistência à fadiga cíclica em comparação aos instrumentos NiTi convencionais¹⁸ proporcionando preparos efetivos e seguros¹⁹. ProDesign Logic (Easy Equipamentos Odontológicos, Belo Horizonte, MG, Brasil) é um sistema rotatório de NiTi com tratamento CM. Este sistema apresenta seção transversal em forma de S modificada e ponta inativa²⁰. ProDesign Logic possui instrumentos de exploração (taper 01) e modelagem (taper 06 ou 05) assim como instrumentos intermediárias (taper 03 ou 04) em caso de canais constrictos e curvaturas muito acentuadas. ProDesign Logic mostrou capacidade de preparo semelhante ao sistema Reciproc, Protaper Next e Waveone Gold²¹. O Sistema HyFlex EDM (Coltene / Whaledent, Altstätten, Suíça) é fabricado com liga de NiTi com tratamento CM e processo de usinagem por descarga elétrica (EDM). Este sistema apresenta diferentes seções transversais e conicidades ao longo do instrumento²² e permite melhor centralização sem transporte no canal radicular²³.

Os instrumentos de NiTi não são capazes de atingir todas as paredes do canal radicular²⁴⁻²⁷ principalmente em áreas de achatamento^{8,9,13}. A forma circular obtida durante o preparo com instrumentos de NiTi não permite o contato com as extensões vestibulo-linguais²⁸⁻³⁰ favorecendo superfícies não instrumentadas e debris^{31,32}. A ativação ultrassônica é considerada um meio auxiliar para limpeza², desinfecção³ e remoção de debris³³ durante o preparo dos canais radiculares. No entanto, insertos ultrassônicos com ação mecânica são propostos permitindo o contato com as áreas de achatamento e resultados favoráveis^{30,34}. Recentemente, o

inserto ultrassônico Flatsonic (Helse Ultrasonic, Santa Rosa de Viterbo, São Paulo, SP, Brasil) foi proposto como meio auxiliar para o preparo de canais achatados. Este inserto é fabricado em aço inoxidável, com formato de flecha invertida e menor diâmetro de 0,25mm e superfície lisa. Eficácia do inserto Flatsonic na limpeza e diminuição de superfícies não instrumentadas foi demonstrada em canais ovais³⁰. No entanto, a ação mecânica desses insertos ultrassônicos não foram avaliados em canais achatados.

A obturação dos canais radiculares é uma etapa importante do tratamento endodôntico pois, promove o selamento tridimensional e favorece o reparo dos tecidos periapicais^{6,35,36}. A qualidade da obturação depende do preparo adequado do canal radicular^{37,38} assim como das propriedades do cimento e técnicas de obturação³⁹⁻⁴¹. A técnica de cone único é empregada em função da facilidade e baixo custo⁴². Em canais com seções transversais circulares, a técnica de cone único preenche adequadamente os canais radiculares^{5,43,44}. Já em canais com seções transversais achatadas, a presença de falhas é maior em direção cervical devido a prevalência das extensões vestibulo-linguais nessa região^{36,45}. Quando a técnica de cone único é empregada as propriedades físico-químicas dos cimentos tornam-se mais críticas, uma vez que apenas um cone de guta-percha será usado⁴¹.

AH Plus (Dentsply De Trey, Konstanz, Alemanha) é um cimento obturador à base de resina epóxi, considerado padrão ouro devido as excelentes propriedades físico-químicas como escoamento e estabilidade dimensional⁴⁶ que favorecem o preenchimento do canal radicular^{44,47}. No entanto, não apresenta propriedades bioativas⁴⁸. Os cimentos à base de silicato de cálcio apresentam biocompatibilidade, pH altamente alcalino, radiopacidade adequada⁴⁹ e bioatividade que estimula reparação por tecido mineralizado⁵⁰. Bio-C Sealer (Angelus, Londrina, PR, Brasil) é um novo cimento pronto para uso composto por silicato de cálcio, aluminato de cálcio, óxido de cálcio, óxido de zircônia, óxido de ferro, dióxido de silício e agente dispersante. Bio-C Sealer apresenta capacidade de alcalinização e adequado escoamento e radiopacidade⁵¹ além de citocompatibilidade e capacidade de induzir mineralização⁵². No entanto, nenhum estudo avaliou a capacidade de preenchimento de Bio-C Sealer em canais radiculares achatados.

A microtomografia computadorizada (micro-CT) é um método de análise não destrutivo, que permite avaliar um mesmo espécime em várias etapas operatórias. Micro-CT possibilita a avaliação de características morfológicas detalhadas do canal

radicular^{45,53}, comparações antes e após a instrumentação^{9,16,27,29} e obturação^{5,36,40,54} e retratamento de canais radiculares^{34,55-57}.

Canais radiculares achatados apresentam extensões vestibulo-linguais que dificultam o preparo e obturação. A introdução de novos instrumentos e cimentos obturadores possibilita o desenvolvimento de novos protocolos que possam contribuir com o tratamento de canais radiculares com as complexidades anatômicas como achatamentos.

5 CONCLUSÃO

De acordo com as publicações do presente estudo, pode-se concluir que:

1. O preparo de canais radiculares achatados empregando ProDesign Logic ou Hyflex EDM apresentou grande percentual de debris e superfície não instrumentada. A associação do inserto ultrassônico Flatsonic e instrumento de menor diâmetro melhorou significativamente a limpeza de canais radiculares achatados. O protocolo HEDM e FPDL apresentou melhor limpeza que o protocolo PDL e FPDL nos canais radiculares achatados.

2. Bio-C Sealer e AH Plus permitem presença de falhas pela técnica de cone único. Ambos cimentos apresentaram capacidade de preenchimento semelhante nos canais radiculares achatados.

REFERÊNCIAS*

1. Schilder H. Cleaning and shaping the root canal. *D Clin Amer*. 1974; 18(2): 269-96.
2. Versiani MA, Alves FR, Andrade-Junior CV, Marceliano-Alves MF, Provenzano JC, Rôças IN et al. Micro-CT evaluation of the efficacy of hard-tissue removal from the root canal and isthmus area by positive and negative pressure irrigation systems. *Int Endod J*. 2016; 49(11): 1079-87.
3. Vasconcelos LRSM, Midená RZ, Minotti PG, Pereira TC, Duarte MAH, Andrade FB. Effect of ultrasound streaming on the disinfection of flattened root canals prepared by rotary and reciprocating systems. *J Appl Oral Sci*. 2017; 25(5): 477–82.
4. Schilder H. Filling root canals in three dimensions. *Dent Clin North Am*. 1967 Nov; 723-44.
5. 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.
6. Ricucci D, Lin LM, Spangberg LS. Wound healing of apical tissues after root canal therapy: a long-term clinical, radiographic, and histopathologic observation study. *Oral Surg Oral Med Oral Pathol Oral Radiol Endod*. 2009; 108(4): 609–21.
7. Wu MK, van der Sluis LW, Wesselink PR. The capability of two hand instrumentation techniques to remove the inner layer of dentine in oval canals. *Int Endod J*. 2003; 36(3): 218-24.
8. Barbizam JV, Fariniuk LF, Marchesan MA, Pecora JD, Sousa-Neto MD. Effectiveness of manual and rotary instrumentation techniques for cleaning flattened root canals. *J Endod*. 2002; 28(5): 365-6.
9. Versiani MA, Pécora JD, de Sousa-Neto MD. Flat-oval root canal preparation with self-adjusting file instrument: a micro-computed tomography study. *J Endod*. 2011; 37(7): 1002-7.
10. Rechenberg DK, Paqué F. Impact of cross-sectional root canal shape on filled canal volume and remaining root filling material after retreatment. *Int Endod J*. 2013; 46(6): 547-55.
11. De-Deus G, Belladonna FG, Zuolo AS, Cavalcante DM, Simões Carvalho M, Marinho A et al. 3-dimensional ability assessment in removing root filling material from pair-matched oval-shaped canals using thermal-treated instruments. *J Endod*. 2019; 45(9): 1135-41.

* 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>

12. Jou YT, Karabucak B, Levin J, Liu D. Endodontic working width: current concepts and techniques. *Dent Clin North Am.* 2004; 48(1): 323–35.
13. Moura-Netto C, Palo RM, Pinto LF, Mello-Moura AC, Daltoé G, Wilhelmsen NS. CT study of the performance of reciprocating and oscillatory motions in flattened root canal areas. *Braz Oral Res.* 2015; 29(1): 1–6.
14. Vertucci F, Seelig A, Gillis R. Root canal morphology of the human maxillary second premolar. *Oral Surg Oral Med Oral Pathol.* 1974; 38(3): 456–64.
15. Wu MK, R'oris A, Barkis D, Wesselink PR. Prevalence and extent of long oval canals in the apical third. *Oral Surg Oral Med Oral Pathol Oral Radiol Endod.* 2000; 89(6): 739–43.
16. 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; 41(5): 676–81.
17. Üreyen Kaya B, Erik CE, Sesli Çetin E, Köle M, Maden M. Mechanical reduction in intracanal *Enterococcus faecalis* when using three different single-file systems: an ex vivo comparative study. *Int Endod J.* 2019; 52(1): 77–85.
18. Goo HJ, Kwak SW, Ha JH, Pedullà E, Kim HC. Mechanical properties of various heat-treated nickel-titanium rotary instruments. *J Endod.* 2017; 43(11): 1872–7.
19. Coelho BS, Amaral RO, Leonardi DP, Marques-da-Silva B, Silva-Sousa YT, Carvalho FM et al. Performance of three single instrument systems in the preparation of long oval canals. *Braz Dent J.* 2016; 27(2): 217–22.
20. Tanomaru-Filho M, Galletti Espir C, Carolina Venção A, Macedo-Serrano N, Camilo-Pinto J, Guerreiro-Tanomaru J. Cyclic fatigue resistance of heat-treated nickel-titanium instruments. *Iran Endod J.* 2018; 13(3): 312-7.
21. Stringheta CP, Bueno CES, Kato AS, Freire LG, Iglecias EF, Santos M et al. Micro-computed tomographic evaluation of the shaping ability of four instrumentation systems in curved root canals. *Int Endod J.* 2019; 52(6): 908–16.
22. Pedulla E, Lo Savio F, Boninelli S. Torsional and cyclic fatigue resistance of a new nickel-titanium instrument manufactured by electrical discharge machining. *J Endod.* 2016; 42(1): 156–9.
23. Venino PM, Citterio CL, Pellegatta A, Ciccarelli M, 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.
24. Paqué F, Balmer M, Attin T, Peters OA. Preparation of oval-shaped root canals in mandibular molars using nickel-titanium rotary instruments: a micro-computed tomography study. *J Endod.* 2010; 36(4): 703-7.

25. Versiani MA, Steier L, De-Deus G, Tassani S, Pecora JD, Sousa-Neto MD. Micro-computed tomography study of oval-shaped canals prepared with the self-adjusting file, Reciproc, WaveOne, and Protaper Universal systems. *J Endod.* 2013; 39(8): 1060–6.
26. Zuolo ML, Zaia AA, Belladonna FG, Silva EJNL, Sousa EM, Versiani MA et al. Micro-CT assessment of the shaping ability of four root canal instrumentation systems in oval-shaped canals. *Int Endod J.* 2017; 51(5): 564–71.
27. Espir CG, Nascimento-Mendes CA, Guerreiro-Tanomaru JM, Cavenago BC, Hungaro Duarte MA, 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.
28. Coniglio I, Carvalho CA, Magni E, Cantoro A, Ferrari M. Post space debridement in oval-shaped canals: the use of a new ultrasonic tip with oval section. *J Endod.* 2008; 34(6): 752-5.
29. Lacerda MFLS, Marceliano-Alves MF, Pérez AR, Provenzano JC, Neves MAS, Pires FR et al. Cleaning and Shaping Oval Canals with 3 Instrumentation Systems: A Correlative Micro-computed Tomographic and Histologic Study. *J Endod.* 2017; 43(11): 1878–84.
30. Rivera-Peña ME, Duarte MAH, Alcalde MP, Furlan RD, Só MVR, Vivan RR. Ultrasonic tips as an auxiliary method for the instrumentation of oval-shaped root canals. *Braz Oral Res.* 2019; 33: e011.
31. Siqueira JF Jr, Pérez AR, Marceliano-Alves MF, Provenzano JC, Silva SG, Pires FR et al. 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.
32. Lopes RMV, Marins FC, Belladonna FG, Souza EM, De-Deus G, Lopes RT et al. Untouched canal areas and debris accumulation after root canal preparation with rotary and adaptive systems. *Aust Endod J.* 2018; 44(3): 260–6.
33. De-Deus G, Belladonna FG, de Siqueira Zuolo A, Perez R, Carvalho MS, Souza EM et al. Micro-CT comparison of XP-endo Finisher and passive ultrasonic irrigation as final irrigation protocols on the removal of accumulated hard-tissue debris from oval shaped-canals. *Clin Oral Investig.* 2019; 23(7): 3087–93.
34. De-Deus G, Carvalho MS, Belladonna FG, Cavalcante DM, Portugal LS, Prado CG et al. Arrowhead design ultrasonic tip as a supplementary tool for canal debridement. *Int Endod J.* 2019. doi:10.1111/iej.13236.
35. Keleş A, Alcin H, Kamalak A, Versiani MA. Micro-CT evaluation of root filling quality in oval-shaped canals. *Int Endod J.* 2014; 47(12): 1177-84.
36. Celikten B, Uzuntas CF, Orhan AI, Orhan K, Tufenkci P, Kursun S. Evaluation of root canal sealer filling quality using a single-cone technique in oval shaped canals: an In vitro Micro-CT study. *Scanning.* 2016; 38(2): 133-40.

37. Wu MK, Wesselink PR. A primary observation on the preparation and obturation of oval canals. *Int Endod J.* 2001; 34(2): 137-41.
38. Metzger Z, Zary R, Cohen R, Teperovich E, Paqué F. The quality of root canal preparation and root canal obturation in canals treated with rotary versus self-adjusting files: a three-dimensional micro-computed tomographic study. *J Endod.* 2010; 36(9): 1569-73.
39. Schäfer E, Schrenker C, Zupanc J, Bürklein S. Percentage of Gutta-percha Filled Areas in Canals Obturated with Cross-linked Gutta-percha Core-carrier Systems, Single-Cone and Lateral Compaction Technique. *J Endod.* 2016; 42(2): 294-8
40. Huang Y, Celikten B, de Faria Vasconcelos K, Nicolielo LFP, Lippiatt N, Buyuksungur A et al. Micro-CT and nano-CT analysis of filling quality of three different endodontic sealers. *Dentomaxillofac Radiol.* 2017; 46(8): 20170223.
41. Heran J, Khalid S, Albaaj F, Tomson PL, Camilleri J. The single cone obturation technique with a modified warm filler. *J Dent.* 2019; 89: 103181.
42. Cavenago BC, Duarte MA, Ordinola-Zapata R, Marciano MA, Carpio-Perochena AE, Bramante CM. 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.
43. 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.
44. Wang Y, Liu S, Dong Y. In vitro study of dentinal tubule penetration and filling quality of bioceramic sealer. *PLoS One.* 2018; 13(2): e0192248.
45. Filpo-Perez C, Bramante CM, Villas-Boas MH, Húngaro Duarte MA, Versiani MA, Ordinola-Zapata R. Micro-computed tomographic analysis of the root canal morphology of the distal root of mandibular first molar. *J Endod.* 2015; 41(2): 231-6.
46. Silva Almeida LH, Moraes RR, Morgental RD, Pappen FG. Are premixed calcium silicate–based endodontic sealers comparable to conventional materials? a systematic review of in vitro studies. *J Endod.* 2017; 43(4): 527-35.
47. 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.
48. Giacomino CM, Wealleans JA, Kuhn N, Diogenes A. Comparative biocompatibility and osteogenic potential of two bioceramic sealers. *J Endod.* 2019; 45(1): 51–6.
49. Donnermeyer D, Bürklein S, Dammaschke T, Schäfer E. Endodontic sealers based on calcium silicates: a systematic review. *Odontology.* 2019; 107(4): 421-36.

50. 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 Suppl 2: e31-e39.
51. Zordan-Bronzel CL, Esteves Torres FF, Tanomaru-Filho M, Chávez-Andrade GM, Bosso-Martelo R, Guerreiro-Tanomaru JM. Evaluation of physicochemical properties of a new calcium silicate-based sealer, Bio-C sealer. *J Endod.* 2019; 45(10): 1248-52.
52. López-García S, Pecci-Lloret MR, Guerrero-Gironés J, Pecci-Lloret MP, Lozano A, Llena C et al. Comparative cytocompatibility and mineralization potential of Bio-C sealer and TotalFill BC sealer. *Materials (Basel).* 2019; 12(19): 3087.
53. Espir CG, Nascimento CA, Guerreiro-Tanomaru JM, Bonetti-Filho I, Tanomaru-Filho M. Radiographic and micro-computed tomography classification of root canal morphology and dentin thickness of mandibular incisors. *J Conserv Dent.* 2018; 21(1): 57-62.
54. Celikten B, F Uzuntas C, I Orhan A, Tufenkci P, Misirli M, O Demiralp K et al. Micro-CT assessment of the sealing ability of three root canal filling techniques. *J Oral Sci.* 2015; 57(4): 361-6.
55. Crozeta BM, Silva-Sousa YT, Leoni GB, Mazzi-Chaves JF, Fantinato T, Baratto-Filho F et al. Micro-computed tomography study of filling material removal from oval-shaped canals by using rotary, reciprocating, and adaptive motion systems. *J Endod.* 2016; 42(5): 793-7.
56. Bernardes RA, Duarte MA, Vivan RR, Alcalde MP, Vasconcelos BC, Bramante CM. Comparison of three retreatment techniques with ultrasonic activation in flattened canals using micro-computed tomography and scanning electron microscopy. *Int Endod J.* 2016; 49(9): 890-7.
57. Rivera-Peña ME, Duarte MAH, Alcalde MP, DE Andrade FB, Vivan RR. A novel ultrasonic tip for removal of filling material in flattened/oval-shaped root canals: a microCT study. *Braz Oral Res.* 2018; 32: e88.
58. Li YH, Bao SJ, Yang XW, Tian XM, Wei B, Zheng YL. Symmetry of root anatomy and root canal morphology in maxillary premolars analyzed using cone-beam computed tomography. *Arch Oral Biol.* 2018; 94: 84–92.
59. Farias AB, Pereira KF, Beraldo DZ, Yoshinri FM, Arashiro FN, Zafalon EJ. Efficacy of three thermoplastic obturation techniques in filling oval-shaped root canals. *Acta Odontol Latinoam.* 2016; 29(1): 76-81.
60. Torres FFE, Zordan-Bronzel CL, Guerreiro-Tanomaru JM, Chávez-Andrade GM, Pinto JC, Tanomaru-Filho M. Effect of immersion in distilled water or phosphate-buffered saline on the solubility, volumetric change and presence of voids within new calcium silicate-based root canal sealers. *Int Endod J.* 2019. doi.org/10.1111/iej.13225.

61. Torres FFE, Guerreiro-Tanomaru JM, Bosso-Martelo R, Chavez-Andrade GM, Tanomaru Filho M. Solubility, porosity and fluid uptake of calcium silicate-based cements. *J Appl Oral Sci.* 2018; 26: e20170465.
62. Urban K, Neuhaus J, Donnermeyer D, Schafer E, Dammaschke T. Solubility and pH value of 3 different root canal sealers: a long-term investigation. *J Endod.* 2018; 44(11): 1736-40.
63. Grech L, Mallia B, Camilleri J. Investigation of the physical properties of tricalcium silicate cementbasedroot-end filling materials. *Dent Mater.* 2013; 29(2): e20-8.