

RESSALVA

Atendendo solicitação do(a) autor(a), o texto completo desta dissertação será disponibilizado somente a partir de 17/03/2022.



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



Airton Oliveira Santos Júnior

**Preparo e obturação de canais distais achatados de molares inferiores: análise
por microtomografia computadorizada**

Araraquara

2020



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



Airton Oliveira Santos Júnior

Preparo e obturação de canais distais achatados de molares inferiores: análise por microtomografia computadorizada

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

Orientadora: Profa. Dra. Juliane Maria Guerreiro Tanomaru

Araraquara

2020

Santos Júnior, Airton Oliveira

Preparo e obturação de canais distais achatados de molares inferiores: análise por microtomografia computadorizada / Airton Oliveira Santos Júnior.-- Araraquara: [s.n.], 2020
66 f.; 30 cm.

Dissertação (Mestrado em Odontologia) – Universidade Estadual Paulista, Faculdade de Odontologia

Orientadora: Profa. Dra. Juliane Maria Guerreiro Tanomaru

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

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

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

Serviço Técnico de Biblioteca e Documentação

Airton Oliveira Santos Júnior

**Preparo e obturação de canais distais achatados de molares inferiores: análise
por microtomografia computadorizada**

Comissão Julgadora

Dissertação para obtenção do grau de Mestre em Odontologia

Presidente e Orientadora: Profa. Dra. Juliane Maria Guerreiro Tanomaru

2º Examinador: Prof. Dr. Fuad Jacob Abi Rached Junior

3º Examinador: Profa. Dra. Morgana Rodrigues Guimarães Stabili

Araraquara, 17 de março de 2020.

DADOS CURRICULARES

Airton Oliveira Santos Júnior

NASCIMENTO: 13 de junho de 1993 – Castanhal – Pará

FILIAÇÃO: Airton Oliveira Santos (*In memorian*)
Aurea Cristina de Ataíde Santos

2011 – 2016: Graduação em Odontologia pelo Centro Universitário do Estado do Pará – CESUPA

2016 – 2018: Especialização em Endodontia pelo Hospital de Reabilitação de Anomalias Craniofaciais da Universidade de São Paulo, HRAC – USP

2018 – 2020: Pós-Graduação em Odontologia – Área de Endodontia, Nível Mestrado, na Faculdade de Odontologia de Araraquara, Universidade Estadual Paulista - UNESP

*À minha mãe pelo total apoio e incentivo. Dedico esse trabalho a senhora
com todo amor e admiração do mundo!*

AGRADECIMENTOS

Agradeço primeiramente a Deus por ter me dado saúde, disposição e por iluminar meus passos em todos os momentos. Consigo sentir sua presença em minha vida em todos os momentos, obrigado por cuidar sempre de mim.

À minha mãe Aurea pelo amor maior que possa existir nesse mundo. A senhora que na maioria das vezes me colocou em primeiro lugar diante das suas próprias necessidades e sempre me orientou a seguir o caminho do bem, do respeito e da dignidade. Obrigado por sempre incentivar e valorizar a continuação dos meus estudos, por me oferecer todas as condições possíveis para que os meus sonhos, que na verdade são nossos sonhos, fossem conquistados com muito esforço e amor. Tenho muito orgulho de ser seu filho, te amo além das nossas vidas.

À minha orientadora Profa. Dra. Juliane Maria Guerreiro Tanomaru por ter me recebido com muito acolhimento como seu orientado. Obrigado pela sua disponibilidade, apoio e competência. A senhora fez toda essa caminhada ser mais leve e me ensinou que com trabalho duro e correto conseguimos alcançar nossos objetivos. Foi uma honra ter sido seu orientado e poder conhecer essa grande Professora e Pesquisadora que a senhora é. Muito obrigado por me incentivar a continuar sempre Professora, minha eterna gratidão.

Tenho muito a agradecer ao Prof. Dr. Mario Tanomaru Filho por todo aprendizado e contribuição durante toda minha formação no Mestrado. Sempre muito disponível, atencioso e dedicado com minha dissertação, com os seminários e com tantos outros trabalhos que desenvolvemos. É uma grande honra participar dessa equipe e poder aprender muito todos os dias com o senhor e com a Profa. Juliane Tanomaru. Palavras não são suficientes para expressar o quanto cresci e amadureci com todos os ensinamentos que vocês, Prof. Mario e Profa. Juliane, me proporcionaram.

Aos Professores Rafael Scaf de Molon e Luis Geraldo Vaz que compuseram minha banca de qualificação de mestrado, muito obrigado pelas considerações e sugestões para o crescimento desse trabalho.

Aos Professores Fuad Jacob Abi Rached Junior e Morgana Rodrigues Guimarães Stabili por terem aceito compor minha banca de dissertação de mestrado, discutindo e acrescentando conhecimentos ao meu trabalho.

Aos Professores Idomeo Bonetti Filho, Gisele Faria, Fabio Luiz Camargo Villela Berbert e Índia Olinta de Azevedo Queiroz por todo conhecimento compartilhado. Em especial a Profa. Índia pela amizade, conselhos acadêmicos e tantos pensamentos científicos compartilhados.

Agradeço imensamente ao Doutorando Jáder Camilo Pinto por toda dedicação, contribuição e ajuda durante toda construção desse trabalho. Jáder, você é um exemplo de profissionalismo e dedicação, aprendi muito com você durante esses 02 anos. Obrigado por todas as vezes que me ajudou com o Micro-CT, por todos os finais de semana que esteve comigo na faculdade me ajudando em todas as etapas. A caminhada foi mais fácil com sua dedicação e apoio. Muito obrigado.

À Doutoranda Fernanda Ferrari Esteves Torres por todas as vezes que me ajudou prontamente quando precisei, sempre muito atenciosa e gentil. Por inúmeras vezes me estimulou a continuar trabalhando com seriedade em busca dos meus objetivos. Muito obrigado por tudo, Fer.

À Mariana Mena Barreto Pivoto João por todo conhecimento compartilhado, pela ajuda com o Micro-CT. Agradeço sua disponibilidade desde o início do mestrado com todas as etapas experimentais e o cuidado para que tudo saísse da maneira mais correta possível. Muito obrigado Mari.

À Pós-Doutoranda Gisselle Moraima Chávez Andrade por toda ajuda durante o mestrado. Gi, com certeza seus ensinamentos irei levar comigo sempre, obrigado por tudo.

À minha grande amiga Karina Inês Medina Carita Tavares, você foi um grande presente que o mestrado me deu, com você aprendi a ter muito mais força. Obrigado por todas as vezes que esteve ao meu lado nos momentos felizes e tristes, por ser minha dupla nos atendimentos clínicos, nos seminários, nos almoços, enfim, no nosso dia-a-dia. Te admiro muito por tudo que você é obrigado por me ajudar a evoluir como ser humano. Você é um grande exemplo.

As minhas Professoras da Especialização no HRAC-USP Lidiane de Castro Pinto e Cláudia Ramos Pinheiro pelo apoio para que eu seguisse na carreira acadêmica e por todo conhecimento repassado para que eu me tornasse Endodontista. Obrigado por me apresentarem a FOAr-UNESP, sem dúvida, não poderia ter feito mestrado em outro lugar.

Aos amigos da minha turma de mestrado: Karina, Fernando, Jéssica, Evelin, Maria Luiza e Igma pela convivência e aprendizado durante esses 2 anos.

Aos meus grandes e velhos amigos: Andersson, Juliana, Demi, Larissa, Marcella, Amanda, Raylson, Eduarda e Felipe por estarem, mesmo que de longe, torcendo e me incentivando a continuar sempre. Muito obrigado amigos.

Aos funcionários da Faculdade de Odontologia de Araraquara – UNESP por todo apoio e suporte, em especial a Creuza, Alexandre, Cristiano, Renan e Cida.

Ao CNPq - Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico (Processo nº 133310/2018-3) pelo apoio financeiro essencial para realização dessa pesquisa.

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

* Pessoa F. Livro do desassossego. Lisboa: Ática; 1982. v.2.

Santos Júnior AO. Preparo e obturação de canais distais achatados de molares inferiores: análise por microtomografia computadorizada [dissertação de mestrado]. Araraquara: Faculdade de Odontologia da UNESP; 2020.

RESUMO

Objetivo: Avaliar o preparo com instrumentos de níquel-titânio tratados termicamente em movimento rotatório ou reciprocante e a associação com inserto ultrassônico e capacidade de preenchimento pelas técnicas híbrida de Tagger ou cone único empregando o cimento Bio-C Sealer em canais radiculares achatados.

Metodologia: Canais distais achatados de molares inferiores com diâmetro vestibulo-lingual igual ou maior que 4 vezes o diâmetro méso-distal foram preparados (n=12) por Reciproc Blue (RB) R40 em movimento reciprocante ou ProDesign Logic (PDL) 40.01 e 40.05 em movimento rotatório. Etapa complementar de instrumentação foi realizada com inserto ultrassônico Flatsonic nos dois grupos. Os canais foram obturados (n=12) pela técnica híbrida de Tagger ou cone único com o cimento Bio-C Sealer. Escaneamentos em resolução de 8,74 µm foram realizados em microtomografia computadorizada (micro-CT) antes e após todas 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. Testes estatísticos ANOVA e Tukey, teste t pareado e não pareado foram realizados com nível de significância de 5%. **Publicação 1 – Resultados:** O percentual de aumento volumétrico, debris e superfície não instrumentada foi semelhante entre RB e PDL na extensão total do canal ($P>0,05$). PDL promoveu menor percentual de debris no terço cervical e menor percentual de aumento volumétrico no terço apical em relação a RB ($P<0,05$). Flatsonic diminuiu debris e superfície não instrumentada após o preparo com RB e PDL ($P<0,05$). **Conclusão:** O preparo com RB e PDL promoveu alto percentual de debris e superfície não instrumentada. Inserto ultrassônico Flatsonic melhorou significativamente a limpeza em canais radiculares achatados. **Publicação 2 – Resultados:** A técnica híbrida de Tagger ocasionou menor percentual de falhas do que a técnica de cone único nos terços cervical/médio ($P<0,05$). Não houve diferença entre as técnicas no terço apical ($P>0,05$). **Conclusão:** A obturação de canais achatados apresentou maior preenchimento para a técnica híbrida de Tagger nos terços cervical/médio em comparação a técnica de cone único. No terço apical as técnicas apresentaram preenchimento semelhante.

Palavras chave: Preparo de canal radicular. Obturação do canal radicular. Microtomografia por Raio-X.

Santos Júnior AO. Preparation and obturation of flattened distal canals of mandibular molars: micro-computed tomographic analyze [dissertação de mestrado]. Araraquara: Faculdade de Odontologia da UNESP; 2020.

ABSTRACT

Objective: The aim of this study was to analyze of preparation with nickel-titanium instruments thermally treated in rotary or reciprocating motion and association with ultrasonic tip and filling capacity by Tagger's hybrid technique and single cone using Bio-C Sealer in flattened root canals. **Methods:** Flattened distal canals of mandibular molars with buccolingual diameter 4 or more times larger than the mesiodistal diameter were prepared (n=12) by Reciproc Blue (RB) R40 in reciprocating motion or ProDesign Logic (PDL) 40.01 e 40.05 in rotary motion. Complementary instrumentation step was performed with ultrasonic tip Flatsonic in both groups. The root canals were filled (n=12) by Tagger's hybrid technique or single cone with Bio-C Sealer. Scanning in resolution of 8,74 μm were performed by micro-computed 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. ANOVA and Tukey, paired and unpaired t-test were performed with a significance level of 5%. **Publication 1 - Results:** Percentage of increase in volume, debris and uninstrumented surface was similar between RB and PDL in entire canal ($P>0,05$). PDL obtained lower percentage of debris in the cervical third and lower percentage of volumetric increase in the apical third in relation to RB ($P<0,05$). Flatsonic decreased debris and uninstrumented surface after preparation with RB and PDL ($P<0,05$). **Conclusions:** The preparation with RB and PDL promoted high percentage of debris and uninstrumented surface. Flatsonic ultrasonic tip significantly improved cleaning of flattened root canals. **Publication 2 - Results:** The Tagger's hybrid technique caused a lower percentage of voids than the single cone ($P<0,05$). There was not different between the techniques in the apical third ($P>0,05$). **Conclusions:** The obturation of flattened canals showed higher filling for Tagger's hybrid technique in the cervical/middle thirds compared to the single cone. In the apical third, the techniques showed similar filling.

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

SUMÁRIO

1 INTRODUÇÃO	13
2 PROPOSIÇÃO	16
2.1 Objetivo Geral.....	16
2.2 Objetivos Específicos	16
3 PUBLICAÇÕES	17
3.1 Publicação 1	17
3.2 Publicação 2	31
4 DISCUSSÃO	44
5 CONCLUSÃO	46
REFERÊNCIAS	47
APÊNDICE A	51
ANEXO A.....	61
ANEXO B	65
ANEXO C	66

1 INTRODUÇÃO

A limpeza e modelagem do sistema de canais radiculares são essenciais para o sucesso do tratamento endodôntico¹. O preparo do canal visa eliminar microrganismos², favorecer a ação da substância irrigadora³ e possibilitar o preenchimento pelo material obturador⁴. Novos instrumentos de níquel-titânio (NiTi) são propostos para um preparo mais rápido e seguro^{5,6}. No entanto, o preparo é influenciado negativamente pela complexa anatomia do canal radicular, especialmente em canais com grandes extensões vestibulo-lingual⁷⁻⁹. A centralização do preparo com instrumentos de NiTi possibilita a manutenção de dentina infectada e debris em áreas de achatamentos dos canais radiculares^{10,11}, favorecendo o fracasso do tratamento endodôntico^{7,9}. Canais achatados apresentam diâmetro vestibulo-lingual igual ou maior que 4 vezes o diâmetro mesio-distal^{12,13}. Nos molares inferiores, a raiz distal apresenta predominantemente único canal¹⁴ com prevalência de 20,25% de canais achatados¹⁵.

O tratamento térmico aplicado aos instrumentos de NiTi aumenta a flexibilidade e a resistência à fadiga cíclica¹⁶. Reciproc Blue (RB) (VDW GmbH, Munique, Alemanha) é um sistema mecanizado de NiTi para movimentação reciprocante com design e características semelhantes ao Reciproc M-Wire. No entanto, RB apresenta tratamento térmico Blue-Wire, que promoveu uma coloração azul pela incorporação de uma camada de óxido de titânio a sua superfície¹⁷. Esse tratamento térmico proporcionou maior resistência à fadiga cíclica e flexibilidade quando comparados aos instrumentos Reciproc M-Wire¹⁷. Mesmo apresentando maior flexibilidade, RB apresentou resultados semelhantes em relação à modelagem de canais mesiais de molares inferiores quando comparado ao sistema Reciproc M-Wire⁵.

ProDesign Logic (PDL) (Easy Equipamentos Odontológicos, Belo Horizonte, MG, Brasil) é um sistema rotatório de NiTi com tratamento térmico Control Memory. PDL apresenta instrumentos para exploração (25.01, 30.01, 35.01 e 40.01) e para o preparo final dos canais radiculares (conicidades .05 e .06), além de instrumentos intermediários (conicidades .03 e .04). O sistema PDL apresentou maior centralização no terço cervical de canais curvos quando comparado aos sistemas ProTaper Gold, ProDesign S e HyFlex EDM¹⁸ e capacidade de preparo semelhante aos instrumentos Reciproc, ProTaper Next e WaveOne Gold⁶.

Após o preparo dos canais radiculares utilizando instrumentos mecanizados de NiTi, independente da cinemática empregada, percentual considerável de superfície não instrumentada tem sido observado em canais com achatamentos^{7,19-21,8,9}. A desinfecção do sistema de canais radiculares é uma fase crítica para endodontia que depende das etapas de instrumentação e irrigação dos canais radiculares²². Somente a irrigação não é eficaz na neutralização bacteriana, a remoção de uma camada de dentina infectada é necessária⁸.

Métodos de limpeza complementar, como a utilização de insertos ultrassônicos, são empregados em canais que apresentam achatamentos^{22,8,9}. O inserto ultrassônico Clearsonic foi significativamente mais efetivo na diminuição de superfície não instrumentada quando comparado com o instrumento Reciproc R40 no preparo de canais ovais longos⁹. Maior redução de *Enterococcus faecalis* foi alcançada quando associados instrumentos mecanizados de NiTi com o inserto ultrassônico Irrisonic na desinfecção de canais ovais²². O inserto ultrassônico Flatsonic (Helse Ultrasonic, Santa Rosa de Viterbo, São Paulo, SP, Brasil) foi proposto como meio mecânico auxiliar no preparo e retratamento de canais radiculares achatados. Flatsonic é fabricado em aço inoxidável, com desenho de ponta em formato de flecha invertida achatada com menor diâmetro de 0,25 mm. A combinação de instrumentos rotatórios com Flatsonic no preparo de canais ovais promoveu redução significativa na porcentagem de superfície não instrumentada⁸. Todavia, o desempenho de Flatsonic no preparo de canais radiculares achatados ainda não foi avaliado.

A obturação dos canais radiculares é uma etapa crítica para o tratamento endodôntico⁴. A presença de falhas na obturação pode permitir a reinfecção e prejudicar o prognóstico da terapia endodôntica^{23,24}. Nenhuma técnica de obturação preenche totalmente o canal radicular, especialmente em canais com grandes extensões vestíbulo-lingual^{23,25,26}. A técnica híbrida de Tagger consiste na associação da condensação lateral ativa no terço apical e da compactação termomecânica do material obturador nos terços cervical e médio por meio do compactador de McSpadden em baixa rotação²⁷. Técnicas obturadoras termoplásticas são associadas a melhor capacidade preenchimento em canais com achatamentos, por permitirem que a guta-percha aquecida preencha áreas de irregularidades do canal radicular²³. Por outro lado, essas técnicas foram associadas a maiores índices de extravasamento de material obturador^{28,29}. A técnica de cone

único é frequentemente empregada para obturação dos canais radiculares por ser rápida e de baixo custo^{30,31}, além de apresentar menor dependência do operador³². Essa técnica mostrou capacidade de preenchimento adequado em canais arredondados³³. No entanto, nenhum estudo avaliou a obturação por cone único em canais radiculares achatados.

Além das técnicas empregadas, o cimento obturador desempenha papel fundamental para um adequado selamento dos canais radiculares³¹. O cimento à base de silicato de cálcio Bio-C Sealer (Angelus, Londrina, PR, Brasil) apresenta adequada radiopacidade, escoamento e capacidade de alcalinização³⁴, além de baixo percentual de falhas após imersão em diferentes meios de armazenamento³⁵. Cimentos à base de silicato de cálcio apresentam compatibilidade com técnicas obturadoras termoplásticas^{36,37} e preenchem adequadamente os canais radiculares^{24,32,31}.

A microtomografia computadorizada (micro-CT) é um método eficaz para avaliação das diversas etapas do tratamento endodôntico. Diversos estudos empregaram micro-CT para avaliar o preparo de canais radiculares quanto ao percentual de aumento volumétrico^{19,20,8}, quantidade de debris^{38,4,19,20}, superfície não instrumentada^{19,20,8}, como também a qualidade de preenchimento após a obturação^{33,23,24,31}.

A secção transversal achatada dos canais radiculares dificulta a adequada execução das diferentes etapas do tratamento endodôntico, porém essa anatomia é pouco estudada na literatura. Dessa forma, são necessários estudos que avaliem o preparo e a obturação com o intuito de determinar novos protocolos clínicos que melhorem o prognóstico da terapia endodôntica em canais radiculares achatados.

5 CONCLUSÃO

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

1- O preparo com os sistemas Reciproc Blue ou ProDesign Logic promovem alto percentual de debris e superfície não instrumentada em canais achatados. O inserto Flatsonic, utilizado como meio complementar ao preparo, melhora significativamente a limpeza em canais achatados.

2- A técnica híbrida de Tagger demonstra melhor capacidade de preenchimento nos terços cervical/médio em relação a técnica de cone único em canais achatados. No terço apical, não foram encontradas diferenças entre as duas técnicas de obturação.

REFERÊNCIAS*

1. Schilder H. Cleaning and shaping the root canal. *Dent Clin North Am.* 1974; 18(2): 269-96.
2. Violich DR, Chandler NP. The smear layer in endodontics: a review. *Int Endod J.* 2010; 43(1): 2-15.
3. Rodrigues RCV, Zandi H, Kristoffersen AK, Enersen M, Mdala I, Ørstavik D et al. 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.
4. 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.
5. Belladonna FG, Carvalho MS, Cavalcante DM, Fernandes JT, de Carvalho Maciel AC, Oliveira HE et al. Micro-computed tomography shaping ability assessment of the new blue thermal treated Reciproc instrument. *J Endod.* 2018; 44(7): 1146-50.
6. 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.
7. 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.
8. 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 Feb; 33: e011.
9. 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.* 2020; 53(3): 410-20.
10. Rödig T, Hülsmann M, Mühge M, Schäfers F. Quality of preparation of oval distal root canals in mandibular molars using nickel-titanium instruments. *Int Endod J.* 2002; 35(11): 919-28.
11. 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.
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.

* 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>

13. 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.
14. Vertucci FJ. Root canal anatomy of the human permanent teeth. *Oral Surg Oral Med Oral Pathol*. 1984; 58(5): 589-99.
15. 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.
16. 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.
17. De-Deus G, Silva EJ, Vieira VT, Belladonna FG, Elias CN, Plotino G et al. Blue thermomechanical treatment optimizes fatigue resistance and flexibility of the reciproc files. *J Endod*. 2017; 43(3): 462-6.
18. 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. *Int Endod J*. 2018; 51(6): 705-13.
19. 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.
20. 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.
21. 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.
22. Vasconcelos LRSM, Midena 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.
23. 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.
24. Celikten B, Uzuntas CF, Orhan AI, Orhan K, Tufenkci P, Kursun S et al. 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.

25. Farias AB, Pereira KF, Beraldo DZ, Yoshinari 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.
26. Pereira RD, Brito-Júnior M, Leoni GB, Estrela C, de Sousa-Neto MD. Evaluation of bond strength in single-cone fillings of canals with different cross-sections. *Int Endod J*. 2017; 50(2): 177-83.
27. Tagger M, Tamse A, Katz A, Korzen BH. Evaluation of the apical seal produced by a hybrid root canal filling method, combining lateral condensation and thermatic compaction. *J Endod*. 1984; 10(7): 299-303.
28. Clinton K, Van Himel T. Comparison of a warm gutta-percha obturation technique and lateral condensation. *J Endod*. 2001; 27(11): 692-5.
29. Da Silva D, Endal U, Reynaud A, Portenier I, Orstavik D, Haapasalo M. A comparative study of lateral condensation, heat-softened gutta-percha, and a modified master cone heat-softened backfilling technique. *Int Endod J*. 2002; 35(12): 1005-11.
30. 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
31. Heran J, Khalid S, Albaaj F, Tomson PL, Camilleri J. The single cone obturation technique with a modified warm filler. *J Dent*. 2019 Oct; 89. doi: 10.1016/j.jdent.2019.103181.
32. Huang Y, Celikten B, de Faria Vasconcelos K, Ferreira Pinheiro Nicolielo L et al. Micro-CT and nano-CT analysis of filling quality of three different endodontic sealers. *Dentomaxillofac Radiol*. 2017; 46(8): 20170223.
33. 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.
34. 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.
35. 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*. 2020; 53(3): 385-91.
36. Viapiana R, Baluci CA, Tanomaru-Filho M, Camilleri J. Investigation of chemical changes in sealers during application of the warm vertical compaction technique. *Int Endod J*. 2015; 48(1): 16-27.
37. Atmeh AR, AlShwaimi E. The effect of heating time and temperature on epoxy resin and calcium silicate-based endodontic sealers. *J Endod*. 2017; 43(12): 2112-8.

38. Robinson JP, Lumley PJ, Cooper PR, Grover LM, Walmsley AD. Reciprocating root canal technique induces greater debris accumulation than a continuous rotary technique as assessed by 3-dimensional micro-computed tomography. *J Endod*. 2013; 39(8): 1067-70.
39. 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.
40. 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.
41. Siqueira Junior JF, Rôças IDN, Marceliano-Alves MF, Pérez AR, Ricucci D. Unprepared root canal surface areas: causes, clinical implications, and therapeutic strategies. *Braz Oral Res*. 2018; 18(32): e65.
42. Corsentino G, Pedullà E, Castelli L, Liguori M, Spicciarelli V, Martignoni M et al. Influence of access cavity preparation and remaining tooth substance on fracture strength of endodontically treated teeth. *J Endod*. 2018; 44(9): 1416-21.
43. 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.
44. Küçükkaya Eren S, Örs SA, Yılmaz Z. Effect of post space preparation on apical obturation quality of teeth obturated with different techniques: a micro-computed tomographic study. *J Endod* 2017; 43(7): 1152-6.