



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



Jáder Camilo Pinto

**Análise em Microtomografia Computadorizada do preparo e obturação em
canais mesiais de molares inferiores**

Araraquara

2018



UNESP - Universidade Estadual Paulista
Faculdade de Odontologia de Araraquara



Jáder Camilo Pinto

**Análise em Microtomografia Computadorizada do preparo e obturação em
canais mesiais de molares inferiores**

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

2018

Pinto, Jáder Camilo

Análise em Microtomografia Computadorizada do preparo e
obturação em canais mesiais de molares inferiores / Jáder Camilo
Pinto. – Araraquara: [s.n.], 2018
80 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. Microtomografia por raio-X
3. Obturação do canal radicular I. Título

Jáder Camilo Pinto

**Análise em Microtomografia Computadorizada do preparo e obturação em
canais mesiais de molares inferiores**

Comissão julgadora

Dissertação para obtenção de título de Mestre em Odontologia

Presidente e orientador: Prof. Dr. Mario Tanomaru Filho

2º Examinador: Prof. Dr. Rodrigo Ricci Vivan

3º Examinador: Prof. Dr. José Maurício Santos Nunes Reis

Araraquara, 19 de março de 2018

DADOS CURRICULARES

Jáder Camilo Pinto

NASCIMENTO: 16/10/1984, Resende Costa, MG.

FILIAÇÃO: Marieta Dalva de Mendonça Pinto

Vanderlei Camilo Pinto

2004 – 2007 - Graduação em Odontologia no Centro Universitário de Lavras,
UNILAVRAS, Brasil.

2009 – 2011 - Especialização em Endodontia no Centro Universitário de Lavras,
UNILAVRAS, Brasil.

2016 – 2018 - Pós-graduação em Odontologia, Área de Endodontia, nível Mestrado,
na Faculdade de Odontologia de Araraquara, Universidade Estadual Paulista –
UNESP.

À minha esposa Paula pelo carinho, amor e apoio!

AGRADECIMENTOS

Ao término dessa caminhada, gostaria de expor aqui os meus mais sinceros agradecimentos às pessoas e instituições que contribuíram para a finalização do Mestrado.

Em primeiro lugar, gostaria de agradecer ao meu orientador Professor Mario Tanomaru Filho, sempre disponível e disposto a qualquer orientação, em todos os momentos. A presença e o constante estímulo marcaram os anos de minha formação enquanto mestrando e sua inteligência tornou este trabalho muito melhor. Para mim, foi uma honra tê-lo como orientador. Muito obrigado.

Agradeço aos professores que compuseram a banca de defesa, os professores Rodrigo Ricci Vivian e José Maurício Santos Nunes Reis. E ao professor Joni Augusto Cirelli, que compôs a banca de qualificação. Agradeço a disponibilidade em ler e discutir o meu trabalho, tornando-o melhor.

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

Agradeço à CAPES pela a bolsa de estudos concedida durante todo o Mestrado.

Aos meus professores do UNILAVRAS, Marcone Reis Luis e Nemam Jorge Murad o incentivo à prática da endodontia correta e criteriosa, assim como o apoio para que eu seguisse nesta nova etapa da minha vida.

Aos meus professores da Foar-Unesp Juliane Guerreiro Tanomaru, Gisele Faria, Idomeo Bonetti Filho, Fábio Berbet e Renato Leonardo as palavras de incentivo e os ensinamentos passados a mim nestes dois anos de curso. Um agradecimento especial à professora Juliane pela prontidão em sempre me ajudar nas análises em MEV, tão importantes para nossos trabalhos paralelos á esta dissertação.

Agradeço a Luana a boa vontade e presteza nas análises do Micro-CT.

Às amigas que, com seu talento, ajudaram na pesquisa, nas fases experimentais: Camila, Mariana, Fernanda e Gissele. A vocês agradeço o auxílio, o estímulo e as discussões cotidianas acerca do trabalho. E os amigos, Bernardo, Raqueli e Gisele, agradeço por terem me atendido com prontidão nos momentos de dúvidas nas várias etapas de minha formação.

Aos meus amigos brasileiros e estrangeiros por tornarem mais divertidos os dias em Araraquara e mais leve a saudade de Minas Gerais: Alejandro, Hernan, Cristiane, Lucas, Mateus, Victor, Marcela, Luísa, Rafa, Luciana, Lauriê, Ariel, Bárbara, Cristian e Gabi. Sem a amizade e o companheirismo não teria sido legal.

Em especial, gostaria de agradecer à minha esposa Paula, pelo amor, companheirismo e apoio incondicional sem o qual eu não poderia fazer esta pós-graduação.

Agradeço aos meus pais Vanderlei e Dalva, por tudo que me proporcionaram para que pudesse chegar até aqui. Agradecimento especial a Denita, por sempre cuidar de mim.

Aos meus sogros Maria Lúcia e Jorge, que sempre me apoiaram e me incentivaram muito. Aos meus cunhados, Jorge Eduardo e Alcione, Ana Amélia e Hiroshi, pela amizade, carinho, apoio e aceitação.

“Qualquer que seja a duração de nossa vida ela é completa. Sua utilidade não reside na duração e sim no emprego lhe dais. Há quem viveu muito e não viveu. Meditai sobre isso enquanto podeis fazer, pois depende de vós, e não do número de anos, terdes vividos bastante. Imagináveis então nunca chegardes ao ponto para o qual vos dirigíeis? Haverá caminho que não tenha fim? E se de fato de ter companheiros o pode consolar, pensai que o mundo inteiro segue caminhos idênticos.”

Montaigne

Pinto JC. Análise em Microtomografia Computadorizada do preparo e obturação em canais mesiais de molares inferiores [dissertação de mestrado]. Araraquara: Faculdade de Odontologia da UNESP; 2018.

RESUMO

Objetivo: Avaliar preparo e dilatação adicional com instrumentos de NiTi tratados termicamente em movimento rotatório ou recíprocante, capacidade de preenchimento pelas técnicas de onda contínua de condensação (OCC) ou compactação lateral (CL) e por OCC com cimentos AH Plus (AHP) ou Neo MTA Plus (NMTAP) em raízes mesiais de molares inferiores. **Metodologia:** Molares inferiores com dois canais radiculares e curvatura entre 20° e 40° foram preparados (n=24) por ProDesign Logic (PDL) 25.01 e 25.06 em movimento rotatório e ProDesign R (PDR) 25.06 em movimento recíprocante. Dilatação adicional foi realizada com PDL35.01 e PDL35.05 ou PDR35.05. Canais preparados por PDL35.05 foram obturados (n=12) por CL ou OCC, associados a AHP. Canais preparados por PDR35.05 foram obturados por OCC e AHP ou NMTAP. Escaneamentos com 9 µm foram realizados com Micro-CT (SkyScan 1176) antes e após o preparo, após a dilatação adicional e após a obturação. Percentual de aumento volumétrico (%AV), debris (%D) e superfície não instrumentada (%SNI), transporte, centralização e tempo de preparo foram analisados. Análises volumétricas foram realizadas para determinação do percentual de material obturador e de falhas como um todo e em cada terço dos canais radiculares. Os testes estatísticos ANOVA e Tukey ou Kruskal-Wallis e Dunn foram realizados (P<0,05). **Publicação 1 – Resultados:** PDL25.06 promoveu maior %AV no terço apical e menor %D e %SNI em comparação ao PDR25.06 (P<0,05). Após dilatação adicional PDL35.05 e PDR35.05 proporcionaram maior %AV na região apical em relação ao preparo (P<0,5). %D e %SNI foram similares para PDL35.05 e PDR35.05 (P>0,05). Centralização e transporte foram similares entre PDL e PDR (P>0,05). PDR25.06 promoveu menor transporte no terço médio (P<0,05). PDL35.05 ocasionou menor transporte no terço apical na dilatação adicional em relação ao preparo 25.06 e em relação ao canal inicial (P<0,05). O preparo e a dilatação adicional foram realizados em menor tempo com PDR (P<0,05). **Conclusão:** PDL25.06 apresentou maior aumento volumétrico no terço apical, menor percentual de debris e superfície não instrumentada em relação ao preparo PDR25.06. Dilatação dos canais com instrumentos PDL e PDR de 25.06 para 35.05 promoveu maior ampliação apical e diminuiu o percentual de debris. PDL e PDR proporcionaram centralização do canal no preparo e na dilatação adicional. **Publicação 2 – Resultados:** Canais obturados pela técnica de OCC apresentaram menor percentual de falhas e maior percentual de material obturador em sua extensão total e nos terços em relação aos canais obturados por CL (P<0,05). **Conclusão:** Nenhuma das técnicas utilizadas foi capaz de preencher totalmente os canais radiculares. O sistema de onda contínua de condensação promoveu menor percentual de falhas quando comparado à compactação lateral. **Publicação 3 – Resultados:** Os percentuais de preenchimento, bem como de falhas foram semelhantes entre os canais obturados por AHP ou NMTAP. (P>0,05). **Conclusão:** O cimento Neo MTA Plus tem capacidade de preenchimento de canais mesiais de molares inferiores obturados por técnica de onda contínua de condensação semelhante ao cimento AH Plus.

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

Pinto JC. Analysis in computerized microtomography of preparation and obturation in mesial canals of lower molars [dissertação de mestrado]. Araraquara: Faculdade de Odontologia da UNESP; 2018.

ABSTRACT

Introduction: The aim of this study was to evaluate root canal preparation and additional enlargement using NiTi instruments thermally treated in rotary or reciprocating motion, filling capacity by continuous wave of condensation (CWC) or lateral compaction (LC) and CWC using AH Plus (AHP) or Neo MTA Plus (NMTAP) in mesial roots of mandibular molars. **Methods:** Mesial roots of mandibular molars, degree of curvature between 20° and 40°, were prepared (n=24) by ProDesign Logic (PDL) 25.01 and 25.06 in rotating motion or ProDesign R (PDR) 25.06 in reciprocating motion. Additional enlargement was performed using PDL 35.01 and 35.05 or PDR 35.05. Root canals prepared by PDL 35.05 were filled (n=12) by LC or CWC, associated with AHP. Root canals prepared by PDR 35.05 were filled by CWC associated with AHP or NMTAP. Scanning with 9µm resolution were performed by Micro-CT (SkyScan 1176) before and after preparation, after additional enlargement and after filling. Percentage increase in volume (%VI), debris (%D) and uninstrumented surface (%US), root canal transportation, centralization and preparation time were analysed. Volumetric analyzes were performed to determine the percentage of obturator material and voids as a whole and in each third of the root canals. ANOVA and Tukey or Kruskal-Wallis and Dunn tests were used ($\alpha=0.05$). **Publication 1 - Results:** PDL 25.06 promoted higher %VI in the apical third and lower %D and %US compared to PDR 25.06 ($P<0.05$). After additional enlargement, PDL and PDR 35.05 provided higher %VI in the apical ($P<0.5$). %D and %US were similar for PDL 35.05 and PDR 35.05 ($P>0.05$). Centralization and transportation were similar ($P>0.05$). PDR 25.06 promoted lower transport in the middle third ($P<0.05$). PDL 35.05 caused less transport in the apical third after additional enlargement in comparison to first preparation and the initial root canal ($P<0.05$). The preparation and additional enlargement were performed in less time with PDR ($P<0.05$). **Conclusions:** The PDL 25.06 rotatory preparation had a higher volumetric increase in the apical third, lower percentage of debris and uninstrumented surface than the PDR 25.06 reciprocating preparation. Root canal enlargement using PDL and PDR instruments from 25.06 to 35.05 promoted greater apical enlargement and decreased the percentage of debris. PDL and PDR promoted centralized canals after initial preparation and additional enlargement. **Publication 2 - Results:** Root canals filling by the CWC technique presented a lower percentage of failures and a greater percentage of obturator material in its total extension and in the thirds in relation to root canals filled with LT ($P <0.05$). **Conclusions:** None of the techniques used was able to completely fill the root canals. The continuous wave of condensation promoted a lower percentage of voids when compared to lateral compaction. **Publication 3 - Results:** The percentages of filling as well as voids were similar between root canals filled using AHP or NMTAP ($P <0.05$). **Conclusions:** Neo MTA Plus sealer filling capacity of mesial canals of mandibular molars filled by a continuous wave of condensation was similar to AH Plus sealer.

Keywords: Root canal preparation. Root canal filling. X-ray microtomography.

SUMÁRIO

1 INTRODUÇÃO	13
2 PROPOSIÇÃO.....	16
2.1 Proposição Geral.....	16
2.2 Proposição Específica.....	16
3 PUBLICAÇÕES.....	17
3.1 Publicação 1	17
3.2 Publicação 2	36
3.3 Publicação 3.....	49
4 DISCUSSÃO	61
5 CONCLUSÃO	63
REFERÊNCIAS	64
APÊNDICE A - METODOLOGIA EXPANDIDA.....	68
ANEXO A – CEP	78

1 INTRODUÇÃO

O preparo biomecânico visa a limpeza e a conformação do canal radicular, por meio da ação mecânica dos instrumentos e atuações física e química das soluções irrigadoras^{1,2}. A desinfecção e completa limpeza do sistema de canais radiculares é um procedimento complexo³. A evolução dos instrumentos endodônticos fabricados com ligas de Níquel e Titânio usando tratamento térmico permitiu maior resistência à fadiga cíclica e maior flexibilidade⁴⁻⁷, proporcionando preparos centralizados em canais curvos⁸⁻¹¹.

A Easy Equipamentos Odontológicos é uma indústria brasileira que desenvolve sistemas para cinemática rotatória e recíprocante compostos por limas de NiTi com tratamento térmico CM (*controlled memory*). ProDesing Logic segue o conceito de lima única em movimento rotatório após formação de patência. Este sistema apresenta instrumentos para exploração (25/01, 30/01, 35/01 e 40/01), instrumentos para preparo final dos canais radiculares (conicidades 05 e 06) e instrumentos intermediários (conicidades 03 e 04), indicados para canais atresados e curvos.

Yared¹², em 2008, desenvolveu a cinemática recíprocante, na qual o instrumento apresenta maior rotação no sentido de ação de corte, seguido por movimento no sentido contrário que promove a liberação do instrumento. O movimento recíprocante favorece a resistência torcional e a resistência à fadiga cíclica^{8,13,14}. O movimento recíprocante aliado às novas ligas com tratamento térmico promovem maior resistência flexural⁸ e melhor forma de preparo¹⁵. O movimento recíprocante evita o travamento no interior do canal radicular, proporcionando maior segurança no preparo^{8,13,14} possibilitando o uso de único instrumento¹³. A lima ProDesign R (Easy Equipamentos Odontológicos, Brasil) é fabricada em NiTi com tratamento térmico CM para uso em motores endodônticos com cinemática recíprocante anti-horária. A seção transversal desses instrumentos é de dupla hélice e estão disponíveis nos diâmetros 25.06 e 35.05. Maior resistência flexural foi demonstrada para os instrumentos ProDesign R em comparação aos sistemas recíprocos Reciproc, Unicone¹¹, Reciproc Blue e Wave One Gold¹⁶. Estes novos instrumentos fabricados no Brasil apresentam poucos estudos, tornando oportuna a sua avaliação nas diversas etapas do tratamento endodôntico

O preparo com adequada conicidade e manutenção do trajeto original do canal radicular favorece a obturação^{2,17-19}. Uma obturação correta pode impedir a reinfecção do sistema de canais radicular e o desenvolvimento da lesão periapical. Os métodos termoplásticos de obturação dos canais radiculares promovem massa homogênea capaz de preencher as irregularidades do canal^{20,21}. O sistema termoplástico Termo Pack II (Easy Equipamentos Odontológicos, Brasil) apresenta ponta para aquecimento e condensação do cone de guta percha no terço apical. Após a remoção do material obturador do terço médio e cervical, a ponta injetora é usada para injeção de guta percha aquecida no restante do canal radicular, preenchendo irregularidades em associação ao cimento². Dentre as técnicas preconizadas, a compactação lateral é considerada um método de simples execução, de baixo custo e boa capacidade seladora³⁰, apresentando menores taxas de sobre-obturaçã²².

As técnicas de obturação necessitam de cimentos endodônticos para o preenchimento entre a guta percha e a parede do canal²³. O cimento AH Plus é um material endodôntico à base de resina epóxi que apresenta boas propriedades físico-químicas como resistência e união e estabilidade dimensional²⁴ favorecendo o preenchimento e selamento do sistema de canais radiculares²⁵. O Mineral Trióxido Agregado (MTA) é um cimento reparador à base de silicato de cálcio, com excelentes propriedades biológicas²⁶. O MTA Plus tem formulação à base de silicato de cálcio com tamanho de partículas menores e apresenta um gel para manipulação que permite seu uso como material obturador de canal radicular^{27,28}, assim como o cimento Neo MTA Plus^{29,30}. O cimento Neo MTA Plus, também a base de silicato de cálcio, é semelhante ao MTA Plus, no entanto, o radiopacificador óxido de bismuto foi substituído pelo óxido de tântalo, que não interfere com a hidratação e não ocasiona mudanças de coloração⁴³. Neo MTA Plus promove formação de hidróxido de cálcio, sendo adequado para tratamentos de dentes imaturos²⁸, é biocompatível e bioativo, induzindo formação de nódulos mineralizados³¹.

A microtomografia computadorizada (Micro-CT) é um método eficaz para a avaliação das diversas etapas do tratamento endodôntico, sendo possível avaliar o percentual de aumento volumétrico, debris e área não tocada após o preparo³⁶; centralização e desvios^{37,38} e ainda realizar análises volumétricas e de percentual de debris após dilatações adicionais³⁹. Esta metodologia também tem sido empregada para avaliar a capacidade de preenchimento de diferentes técnicas e

materiais obturadores^{37,28,39,40,41}, permitindo análises quantitativas e qualitativas nos canais radiculares³⁶. Vários estudos utilizaram Micro-CT para comparar diferentes técnicas e materiais obturadores^{37,38,29,41}. Contudo, poucos estudos compararam por Micro-CT o percentual de falhas em diferentes técnicas em canais curvos^{42,43,44}.

O Micro-CT é uma ferramenta importante para análise do preparo e obturação em canais radiculares curvos de molares. O desenvolvimento de novos instrumentos de NiTi com tratamento térmico CM para uso em cinemáticas rotatória e reciprocante, além dos novos sistemas de obturação termoplásticos e materiais obturadores tornam importante a realização de estudos em canais radiculares curvos. Desta forma o presente estudo teve o intuito de avaliar por meio de Micro-CT, com resolução de 9 µm, o preparo e a dilatação apical em canais curvos, preparados por instrumentos de NiTi com tratamento térmico CM em movimento rotatório (ProDesign Logic) ou reciprocante (ProDesign R). Além disso, comparar a capacidade de preenchimento de técnicas obturadoras, onda contínua de condensação e compactação lateral e dos cimentos endodônticos AH Plus e Neo MTA Plus em canais curvos.

2 PROPOSIÇÃO

2.1 Proposição Geral

Avaliar, empregando microtomografia computadorizada (Micro-CT), o preparo e a obturação de canais mesiais de molares inferiores com diferentes técnicas e materiais.

2.2 Proposição Específica

- (1) Avaliar, por meio de Micro-CT, o preparo e a dilatação adicional em canais curvos com instrumentos de NiTi com tratamento térmico em movimento rotatório ou recíprocante.
- (2) Comparar, por meio de Micro-CT, a capacidade de preenchimento de canais mesiais de molares inferiores, obturados pelas técnicas de compactação lateral ou onda contínua de condensação.
- (3) Comparar, por meio de Micro-CT, a capacidade de preenchimento de canais mesiais de molares inferiores pelos cimentos AH Plus ou Neo MTA Plus, obturados por onda contínua de condensação.

3 PUBLICAÇÕES

3.1 Publicação 1*

Micro-CT evaluation of preparation and additional enlargement of molar root canals with use of rotary and reciprocating heat treated NiTi instruments

Abstract

Introduction: The preparation and additional enlargement of curved root canals were evaluated using rotary or reciprocating heated treated NiTi instruments.

Methodology: Mesial root canals (n=48) of mandibular molars, with curvature between 20° and 40° were prepared by using ProDesign Logic (PDL) 25.01 and 25.06 in rotary motion or ProDesign R (PDR) 25.06 in reciprocating motion. Additional enlargement was performed with PDL35.01 and PDL35.05 or PDR35.05. Scanning with 9 µm resolution was performed before and after preparation, and after additional enlargement by using Micro-CT. Percentage increase in volume (%IV), debris (%D) and untouched surface (%UNTS), transportation, centralization and preparation time were analyzed. ANOVA and Tukey or Kruskal-Wallis and Dunn statistical tests were performed (P<0.05).

Results: PDL25.06 promoted higher apical %IV, lower %D and %UNTS than PDR25.06 (P<0.05). After additional enlargement PDL35.05 and PDR35.05 produced higher %IV in the apical region in relation to the initial preparation (P<0.5). %D and %UNTS were similar for PDL35.05 and PDR35.05 (P>0.05). Centralization and transportation were similar after both preparation and additional enlargement (P>0.05). PDR25.06 promoted less transportation in the middle third (P<0.05). PDL35.05 caused less apical transportation in the additional enlargement in comparison with the preparation and the initial canal (P<0.05). The preparation and additional enlargement were performed in less time with PDR (P<0.05).

Conclusion: PDL25.06 promotes higher increase in volume in the apical third, lower percentage of debris and untouched area in comparison with PDR25.06. Root canal enlargement with PDL and PDR instruments from 25.06 to 35.05 promote greater apical enlargement and decrease the percentage of debris. PDL and PDR produce centralization of the root canal after initial preparation and additional enlargement.

Key Words: Endodontics, Instrumentation, X-ray Microtomography.

* Article in accordance with guidelines of the *International Endodontic Journal*

Introduction

In root canal preparation, apical enlargement favors cleaning resulting from the removal of a larger amount of infected dentin (De-Deus *et al.* 2015a) and action of the irrigant solution (Srikanth *et al.* 2015). However, additional apical enlargement may favor root canal transportation, due the flexibility of the instruments that decreases for larger diameter (Gagliardi *et al.* 2015). Also, the removal of a larger quantity of dentin may harm the strength of the tooth (Sant'Anna Júnior *et al.* 2014).

The use of NiTi instruments favors apical enlargement by maintaining the trajectory of root canals (Sant'Anna Júnior *et al.* 2014). Heat treated NiTi instruments have better mechanical behavior, flexibility and cyclic fatigue resistance in comparison with conventional Nickel Titanium instruments (Alcalde *et al.* 2017a, Alcalde *et al.* 2017b), producing a centralized preparation in curved canals (Zhao *et al.* 2013, Burklein *et al.* 2014, Marceliano-Alves *et al.* 2015, Pinheiro *et al.* 2017, Alcalde *et al.* 2017a). The motion of reciprocating instrumentation favors safety during preparation (De-Deus *et al.* 2013). Furthermore, it is possible to perform preparations more rapidly and with shaping similar to that achieved with rotary systems (De-Deus *et al.* 2013, Robinson *et al.* 2013).

Micro-CT is used for comparing the preparation of different motion and Nickel Titanium instruments (Kin *et al.* 2013, Robson *et al.* 2013, De-Deus *et al.* 2015a, Espir *et al.* 2017). The increases in canal volume and transportation values in mandibular molars were similar between the rotary and reciprocating instruments (Kin *et al.* 2013). Nevertheless, the reciprocating system could promote a larger quantity of impacted debris from the mesial canals of mandibular molars (Robinson *et al.* 2013).

Easy Equipamentos Odontológicos is a Brazilian industry that develops rotary and reciprocating systems of NiTi instruments with CM (*controlled memory*) heat treatment. ProDesign Logic (Easy Equipamentos Odontológicos, Brazil) follows the concept of use of a single rotary file after patency. This system presents instruments for exploring .01 taper, and instruments for final preparation with .05 and .06 tapers. The ProDesign R instruments (Easy Equipamentos Odontológicos, Brazil) are manufactured from NiTi with CM (*controlled memory*) heat treatment for anti-clockwise reciprocating motion, and are available in the diameters 25.06 and 35.05. The ProDesign reciprocating systems have demonstrated a higher level of flexional

fatigue resistance than Reciproc and Unicone (Alcalde *et al.* 2017a). Prodesign R has also presented better flexional resistance in comparison with the Reciproc Blue and WaveOne Gold reciprocating systems (Alcalde *et al.*, 2017b).

The aim of this study was to evaluate the increase in volume, debris, untouched surface, transportation and centralization of root canals in the mesial roots of mandibular molars, after preparation 25.06 with the ProDesign Logic rotary, or ProDesign R reciprocating system, and after additional dilation 35.05. The null hypothesis was that there would be no difference in the capacity for initial preparation and additional enlargement of the rotary and reciprocating instruments made of heat treated Nickel and Titanium.

Materials and Methods*

Selection of teeth

After approval from the Institutional Ethics Committee (CEP No. 6473611.40000.5416), mesio-buccal (MB) and mesio-lingual (ML) root canals from mandibular molars were selected. Complete apical formation, absence of root fractures, angle of curvature between 20° and 40° and radius of curvature smaller than 10 mm, were observed. The length of the roots was standardized with a variation of ± 2 mm ($n = 48$ canals). In addition to the digital radiography system (Kodak RVG 6100), scanning was performed at 35 μm , using SkyScan 1176 (Skyscan 1176, Bruker-MicroCT, Kontich, Belgium) microtomograph to confirm the inclusion criteria and homogeneous distribution of the samples. The root canals selected were stored in a 0.1% Thymol solution at 5 ° C.

For initial scanning, the following parameters were used: Cu + Al filter, exposure time of 87 ms, frame 3, rotation of 360°, 80 kV, 300 μA , and voxel size of 35 μm . For volumetric analysis of the canals, the specimens were distributed into the experimental groups with similar volumetric measurements.

After washing in water for 48 hours, access to the canals was obtained with a high speed bur (n.2, KG Sorensen, São Paulo, Brazil) and the canals were explored using K #10 files (Dentsply Sirona, Ballaigues, Switzerland) up to the apical foramen.

* APÊNDICE A

The working length was established 1 mm short of the apex, and patency was established at this length. The roots were embedded in condensation silicone (Oranwash, Zhermack SpA, Badia Polesine, Italy) to simulate the periodontal ligament. After this, a single, experienced operator performed the root canal preparations.

Root Canal Preparation with ProDesign Logic

ProDesign Logic Instruments size 25 taper .01 were activated by an electric motor (VDW.SILVER, VDW GmbH, Munich, Germany) in rotary motion at 350 rpm in accordance with the manufacturer's specifications, with in-and-out movements up to the working length. After this, ProDesign Logic instrument size 25, taper .06 was used at 600 rpm, with movements in the apical direction up to the working length. Brushing motion was performed in the safety zone (mesial wall) with a mean amplitude of 3 mm, totaling three movements: mesial, mesio-buccal and mesio-lingual. After scanning by Micro-CT with a resolution of 9 μm , additional enlargement was performed, as described above, with the ProDesign Logic instrument size 35, taper .01, and ProDesign Logic instrument size 35, taper .06.

Root Canal Preparation with ProDesign R

The ProDesign R instruments size 25, taper .06 were activated by electric motor (VDW.SILVER, VDW GmbH, Munich, Germany) in reciprocating adjustment "RECIPROC" in accordance with the manufacturer's specifications. The instruments were inserted into the root canal by thirds (cervical, middle and apical) with smooth in-and-out movements, up to the working length. A brushing motion was performed in the safety zone (mesial wall) with a mean amplitude of 3 mm, totaling three movements: mesial, mesio-vestibular and mesio-buccal. After scanning by Micro-CT with a resolution of 9 μm , additional preparation was performed, as described above, with the ProDesign R instrument size 35, taper .05

Each canal was irrigated with 5 ml of 2.5% sodium hypochlorite. Final irrigation was performed with 2.5 ml EDTA under agitation for 3 minutes, and afterwards, irrigation with 5 mL of 0.5% sodium hypochlorite. The preparation time was also recorded.

Analysis by Micro-CT

The samples were scanned using a computerized microtomograph (SkyScan 1176; Bruker Micro-CT, Kontich, Belgium) before and after preparation, and after the additional enlargement. The teeth were positioned in a standardized manner, in the same position during scanning procedures. The following parameters were used: Cu + Al filter; 90 kV power; 278 mA energy; evolution cycle 180° and rotation 0.5, with voxel size 9 µm. The post-preparation and post-filling images obtained were reconstructed using NRecon software, and superimposed with geometric alignment in the Data Viewer software (Data Viewer v.1.5.1, Bruker Micro-CT). Quantitative analyses were then made using the CTAn software (CTAn v.1.14.4, Bruker Micro-CT) by applying task lists, and arithmetic and logic operations between the superimposed sections.

Initial Volume (IV) and Final Volume (FV) - after preparation - were obtained. Based on these values, the percentage increase in volume was calculated, using the formula $[(FV*100/IV)-100]$. The percentage of debris (material with density similar to that of dentin, previously occupied by air) and the percentage of uninstrumented surface were obtained using specific formulae: % Debris = Final Volume of debris x 100 / Final Volume; % Uninstrumented surface = Uninstrumented surface x 100 / Final surface, respectively.

The analyses of root canal transportation and centralization were made from the superimposed images, using the CTAn software, as previously described. The shortest distance between the mesial edge of the root and the canal before instrumentation (X1), to the shortest distance between the mesial edge of the root and the instrumented canal (X2), to the shortest distance between the distal edge of the root and the canal before instrumentation (Y1) and the shortest distance between the distal edge of the root and the instrumented canal (Y2) were measured, in accordance with Pinheiro *et al.* 2017 (Figure 1). For each third (cervical, middle and apical) five cross-sections were measured, and were determined by the arithmetical mean value. The thirds corresponded to 3, 6 and 9 mm from the anatomic apex, with each third covering 3 mm of the extension of the canal. The degree of canal centralization was obtained by means of the following equation: $(X1-X2) / (Y1-Y2)$ and the root canal transportation was obtained by means of the following equation:

$(X1-X2) - (Y1-Y2)$ (Do Amaral *et al.* 2016). The centralization data were ordered from 0 to 1, with values closest to 1 being completely centralized, and those closest to zero being completely outside of centralization. For the data relative to deviation, the closer the values were to zero, the smaller would be the deviation. Negative numbers represented deviation in the mesial direction, and positive numbers, in the distal direction.

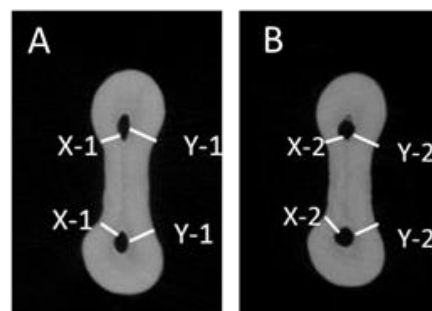


Figure 1 - Representative images of the cross-sections A, initial, and B, after preparation.

Statistical Evaluation

The data obtained for increase in volume; debris; untouched surface; transportation of the preparation, and additional dilation were submitted to Kreskas-Wallis tests, complemented by the Dunn test with $\alpha=0.05$. The data obtained for the relationship of canal centralization, preparation time and additional dilation were submitted to the ANOVA and Tukey tests ($\alpha = 0.05$).

Results

Volume

There was no significant difference in increase in total volume between the ProDesign Logic and Prodesign R instruments, for both preparation 25.06, and additional enlargement 35.05 ($P > 0.05$). ProDesign Logic Instruments 25.06 presented higher increase in volume values in the apical third ($P < 0.05$) (Table 1, Figure 2). When additional enlargement was compared with the initial canal, ProDesign Logic presented higher increase in volume values in the middle and apical thirds in comparison with those of ProDesign R ($P < 0.05$) (Table 2, Figure 2). In

Preparation 25.06, ProDesign R promoted lower percentage increase in volume values in the apical third ($P < 0.05$) (Table 1, Figure 2). When compared with preparation 25.06, the additional enlargement showed a higher percentage increase in volume values of the apical region for ProDesign Logic and ProDesign R ($P < 0.05$) (Table1, Figure 2).

Debris

ProDesign R 25.06 presented a higher percentage value of total debris in all the thirds, in comparison with ProDesign Logic 25.06 ($P < 0.05$). After additional enlargement there was no significant difference between the preparations ($P > 0.05$) (Table 1 and 2, Figure 2). ProDesign R 26.06 promoted a larger quantity of debris in the apical third in comparison with the cervical third ($P < 0.05$) (Table 1, Figure 2). ProDesign Logic produced a higher percentage of debris then the other thirds in the additional enlargement (35.05), in comparison with the initial canal (Table 2, Figure 2).

Untouched Surface

ProDesign Logic 25.06 presented a lower percentage value of untouched surface in all the thirds in comparison with ProDesign R ($P < 0.05$). After additional enlargement, there was no difference in untouched surface between the ProDesign Logic 35.05 and ProDesign R 35.05 instruments ($P > 0.05$) (Table 1, Figure 2). Prodesign Logic 35.05 presented a lower percentage value of untouched surface in the apical third than ProDesign R 35.05, when the additional enlargement was compared with the initial canal ($P < 0.05$) (Table 2).

Centralization and Transportation

There was no significant difference in centralization and transportation, after both preparation (25.06), and after additional enlargement (35.05) ($P > 0.05$) (Table 1 and 2, Figure 2). ProDesign R produced less transportation in the middle third in comparison with the cervical third in preparation 25.06 ($P > 0.05$) (Table 1, Figure 2). In additional enlargement, the ProDesign Logic system produced lower transportation

values in the apical, in comparison with the cervical third ($P > 0.05$) (Table 1, Figure 2). When the additional enlargement was compared with the initial canal, lower transportation values were observed in the apical, in comparison with the other thirds in the canals instrumented with the ProDesign Logic system ($P > 0.05$) (Table 2, Figure2).

Preparation Time

Both preparation (25.06) and additional enlargement (35.05) were performed more rapidly with the ProDesign R reciprocating instruments ($P < 0.05$) (Table 1).

Table 1 - Canal volume (%), Debris (%), untouched surface (%), centralization, transport and preparation time after preparation and additional dilation. For the non-parametric data, median, maximum and minimum values (Kruskal–Wallis** and Dunn, 5% significance). For mean and standard deviation parametric data (ANOVA and Tukey Tests, 5% significance).

		Preparation with instruments 25.06 in relation to the canal		Additional enlargement with 35.05 instruments in relation to preparation 25/06	
		ProDesign Logic 25.06	ProDesign R 25.06	ProDesign Logic 35.05	ProDesign R 35.05
Increase in Volume (%)	Total	65.88 (20.33-329.6) ^a	56.65 (14.34-167.1) ^a	20.40 (6,208-34.63) ^a	18.73 (9.75-35.46) ^a
	Cervical	75.25 (22.52-388.9) ^{aA}	66.92 (8.361-203.3) ^{aA}	11.37 (2.318-45.05) ^{aB}	11.92 (2.743-35.67) ^{aB}
	Middle	63.43 (8.463-724.0) ^{aA}	54.76 (7.754-196.4) ^{aAC}	13.87 (0.2609-47.37) ^{aB}	17.43 (4.274-38.44) ^{aB}
	Apical	66.15 (2.165-339.0) ^{aA}	33.15 (0.5198-143.3) ^{bBC}	36.87 (11.75-92.34) ^{aA}	39.30 (10.66-88.32) ^{aA}
Debris (%)	Total	3.974 (0.08753-13.03) ^b	8.760 (2,702-17.29) ^a	3.301 (1,002-9.33) ^a	3.362 (0.1281-27.89) ^a
	Cervical	3.470 (0.06563-12.10) ^{bA}	7.116 (3.117 -14.90) ^{aAC}	5.742 (0.04883-11.70) ^{aA}	3.765 (0.4804-21.82) ^{aA}
	Middle	2.238 (0.05340-17.47) ^{bA}	6.278 (0.1008-15.10) ^{aBC}	2.806 (0.008569-8,987) ^{aA}	1.542 (0.1077-21.33) ^{aA}
	Apical	4.205 (0.08676-15.66) ^{bA}	12.21 (1.533-17.87) ^{aA}	3.001 (0.1735-18.35) ^{aA}	3.985 (0.2915-19.32) ^{aA}
Untouched surface (%)	Total	22.51 (1.262-62.62) ^b	50.36 (17.70-76.12) ^a	34.16 (10.75-57.53) ^a	31.17 (5.423-59.91) ^a
	Cervical	23.46 (1.488-49.11) ^{bA}	36.04 (4.287-60.57) ^{aA}	42.37 (3.742-66.88) ^{aA}	30.17 (4.461-66.11) ^{aA}
	Middle	22.82 (0.8117-47.83) ^{bA}	47.77 (5.685-60.66) ^{aA}	30.33 (6.360-67.24) ^{aA}	20.39 (2.620-53.44) ^{aA}
	Apical	21.34 (2.019-54.19) ^{bA}	48.53 (17.58-67.65) ^{aA}	25.39 (4.830-62.75) ^{aA}	21.87 (0.8340-63.46) ^{aA}
Centralization	Cervical	0.5836 ±0.2643 ^{aA}	0.6132±2773 ^{aA}	0.6100 ±0.2419 ^{aA}	0.5733 ±0.2197 ^{aA}
	Middle	0.5362 ±0.2546 ^{aA}	0.6270±0.2188 ^{aA}	0.5905 ±0.6792 ^{aA}	0.5130 ±6940 ^{aA}
	Apical	0.5688 ±0.2273 ^{aA}	0.5880±0.1810 ^{aA}	0.5801 ±0.2364 ^{aA}	0.5998 ±0.2497 ^{aA}
Transport	Cervical	0.0572 (-0.3126-0.5854) ^{aA}	0.03137 (-0.1440-0.3046) ^{aA}	0.0384 (-0.05-0.2108) ^{aA}	0.0142 (-0.134-3448) ^{aA}
	Middle	0.0190 (-0.1194-3.3124) ^{aA}	-0.0170 (-0.0908-0.2360) ^{aBC}	-0.0020 (-0.7886 -0.0882) ^{aAC}	0.0064 (-0.0376-0.1766) ^{aA}
	Apical	0.00535 (-0.07726-0.1738) ^{aA}	0.02405 (-0.0726 -0.1738) ^{aAC}	-0.0114 (-0.6068-0.2478) ^{aBC}	0.0156 (-0.9596-0.2466) ^{aA}
Preparation Time (S)	Total	85.47±25.81 ^a	35.50±9.523 ^b	87.37±19.64 ^a	32.44±4.927 ^a

Different superscript lower case letters on the same line indicate statistical difference between the groups corresponding to the same preparation size (25.06 and 35.05) . Superscript capital letters in the same column indicate statistical difference between the thirds of the same preparation for each analysis.

Table 2 Canal volume (%); Debris (%); untouched surface (%); centralization and transport after additional enlargement in relation to the initial samples. For the non-parametric data, median, maximum and minimum values (Kruskal–Wallis** and Dunn, 5% significance). For mean and standard deviation parametric data (ANOVA and Tukey Tests, 5% significance).

		Additional enlargement with 35.05 instruments in relation to root canal	
		ProDesign Logic 35.05	ProDesign R 35.05
Increase in Volume (%)	Total	107.5 (39.11-398.3) ^a	93.49 (37.99-184.4) ^a
	Cervical	115.8 (37.49-238) ^{aA}	106.4 (23,36-256) ^{aA}
	Middle	105.9 (26.01-477.5) ^{aA}	78.3 (16.31-210.9) ^{bA}
	Apical	183.3 (27.74-433.2) ^{aA}	84.0 (8.4432-176.2) ^{bA}
Debris (%)	Total	0.9775 (0.1480-0.917) ^a	1.844 (0.1776-17.76) ^a
	Cervical	1.013 (0.03765-9.986) ^{aB}	1.722 (0.05758-9.330) ^{aA}
	Middle	0.9207 (0.02368-9.964) ^{aB}	1.685 (0.1986-9.964) ^{aA}
	Apical	2.765 (0.01939-12.90) ^{aA}	2.010 (0.07440-14.90) ^{aA}
Untouched surface (%)	Total	24.49 (2.565-53.57) ^a	27.23 (7.026-49.64) ^a
	Cervical	21.24 (4.142-47.42) ^{aA}	24.56 (4.619-56.97) ^{aA}
	Middle	21.97 (2.399-45.28) ^{aA}	26.53 (0.4849-53.11) ^{aA}
	Apical	20.03 (0.5991-55.86) ^{bA}	31.53 (4.341-54.02) ^{aA}
Centralization	Cervical	0.5444±0.2405 ^{aA}	0.5885±0.2398 ^{aA}
	Middle	0.5785±0.2163 ^{aA}	0.6018 ±0.1861 ^{aA}
	Apical	0.5990±0.2551 ^{aA}	0.5873±0.2690 ^{aA}
Transportation	Cervical	0.01736 (-0.993-0.1820) ^{aA}	0.01345 (-0.8278-0.1958) ^{aA}
	Middle	0.05815 (-0.7358-0.8768) ^{aA}	-0.0193 (-0.1268-0.8810) ^{aA}
	Apical	-0.0143 (-0.9596-0.2466) ^{aB}	0.0020 (-0.7064-0.9040) ^{aA}

Different superscript lower case letters in same line indicate statistical difference among the groups.

Superscript capital letters in the same column indicate statistical difference between the thirds of the same preparation for each analysis.

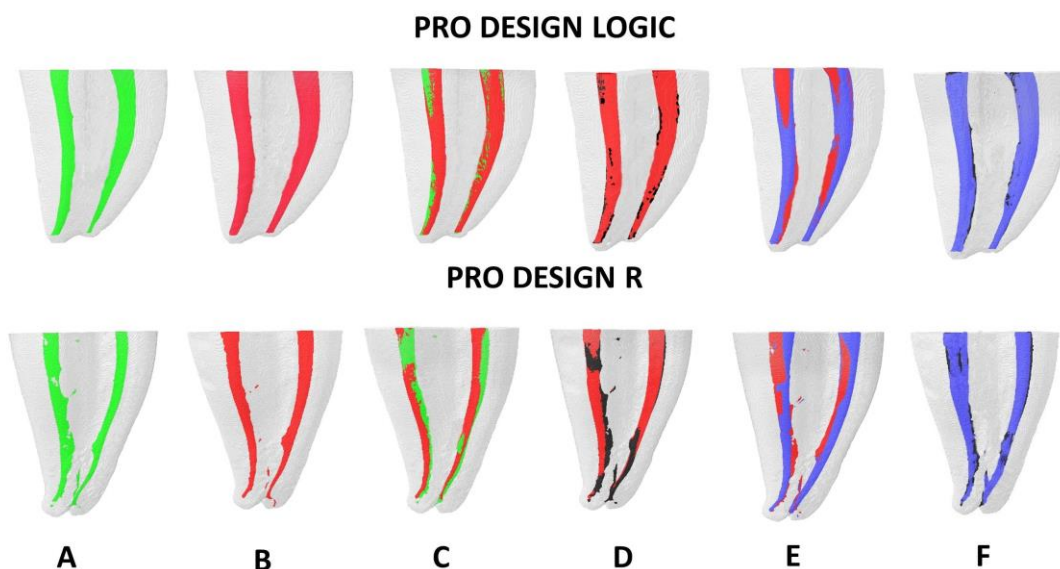


Figure - 2 Tridimensional reconstructions of images obtained by Micro-CT of mandibular molar mesial canals prepared by using ProDesign Logic and ProDesign R, showing initial canal (A), Preparation (B), superimposition of preparation on initial canal (C), prepared with Debris (D), superimposition of the additional enlargement on preparation (E) and additional enlargement with debris (F). The colors are represented as follows: green - initial canal, red – preparation, black - debris and purple - additional dilation.

Discussion

The ProDesign Logic rotary system promoted the largest increase in volume in the apical third after the initial preparation (25.06) (Table1). After additional enlargement, in comparison with the original canal, ProDesign Logic presented the largest increase in the middle and apical thirds (Table 2) compared with the ProDesign R reciprocating system.

Considering that heat treated Nickel Titanium instruments have lower hardness than that of the conventional Nickel Titanium instruments (Otsuka and Wayman 1998), the higher rotational speed recommended by the manufacturer (600 to 950 rpm) for rotary instruments could favor their cutting efficiency. In the present study, ProDesign Logic 25.06 and 35.05 were used at 600 rpm. However, the ProDesign R instruments were activated in “RECIPROC ALL” motion powered by the VDW Silver motor, in accordance with the manufacturer’s specifications. This movement rotates 150° in the anti-clockwise direction, followed by 30° in the clockwise direction, at a mean speed of 300 rpm (Plotino *et al.* 2014). The lateral cutting efficiency of Nickel Titanium instruments is related to the higher rotational

speed (Morgental *et al.* 2013, Peters *et al.* 2014). Thus, the lower rotational speed of the instrument in reciprocating motion could have contributed to lower enlargement, values for the instrument with CM heat treatment. Another factor that could be related to the increase in volume was the kinematics of brush-stroke movements performed on conclusion of the preparation. Although performed in a standardized manner for the techniques, the lateral cutting efficiency of the instruments was favored by the increase in speed (Peters *et al.* 2014), which was higher (600 rpm) for the rotary instruments.

Initial preparation with ProDesign R (25.06) produced a lower increase in volume in the apical third, in comparison to cervical third (Table 1). The use of a single reciprocating instrument without creating a glide path may harm its apical cutting efficiency in comparison to techniques performed with a sequence of instruments. Considering that the apical part of mechanized Nickel Titanium instruments undergoes greater mechanical stress (Shen *et al.* 2013, Berutti *et al.* 2004), creation of a Glide Path could favor the action of subsequent instruments (Berutti *et al.* 2004, Shen *et al.* 2013, Menezes *et al.* 2017). Instruments with CM heat treatment, such as those used in the present study, undergo less angular deflection in comparison with conventional Nickel Titanium instruments (Park *et al.* 2010). Therefore, HyFlex CM heat treated Nickel Titanium instruments have shown plastic deformation after the preparation of curved canals in molars (Peters *et al.* 2012, Zhao *et al.* 2013, Burklein *et al.* 2014), especially smaller diameter instruments (Peters *et al.* 2012, Burklein *et al.* 2014). The ProDesign R instrument has a larger deformation capacity in comparison with the WaveOne Gold and Reciproc Blue instruments, with a lower torsional load (Alcalde *et al.* 2017b). Therefore, an initial pathway in the root canal could reduce the torsional stress (Alcalde *et al.* 2017b).

After additional enlargement, the two preparation systems presented higher increase in apical volume values, and minimal increase in the cervical and middle thirds in comparison with the initial preparation (Tables 1 and 2). This occurred because, in spite of the increase in diameter of the tip the tapers used were smaller (ProDesign Logic and ProDesign R, 25.06 and 35.05). Considering the tip diameter and taper, at 10 mm from the tip (D10), the instruments 0.35 and 0.25 presented the same diameter of 0.85 mm. Sant'Anna Júnior *et al.* 2014 evaluated apical enlargement with rotary (MTwo 25.06 and 40.04), and reciprocating (Reciproc 25.08

and 40.06) instruments. The authors verified a larger increase in the apical third, and minimal dentin wear in the cervical and middle thirds.

The presence of debris in the root canal makes it difficult to disinfect (Paqué *et al.* 2001) and to obtain filling cement adhesion to the dentinal tubules (Metzger *et al.* 2010, Freire *et al.* 2015). Micro-CT allowed quantitative evaluation of debris inside the root canal (De-Deus *et al.* 2015a, Freire *et al.* 2015) and to obtain the percentage volume of debris after preparation (Freire *et al.* 2015).

After enlargement 25.06, a lower percentage of debris was observed for the ProDesign Logic 25.06 preparation in the total root canal extension and in all the thirds (cervical, middle and apical) in comparison with the values for ProDesign R 25.06 (Table 1). The use of rotary systems with a sequence of instruments promoted a larger amount of debris removal (De-Deus *et al.* 2010, Koçak *et al.* 2013, Ronbison *et al.* 2013, Espir *et al.* 2017). The continuous movement of rotary instruments favored the removal of debris through the areas of escape of the instruments, while the reciprocating motion may lead to the retention of debris (De Deus *et al.* 2010, Ronbison *et al.* 2013).

The ProDesign R 25.06 preparation promoted a higher percentage value of debris in the apical third (12.21%), in comparison with the middle third, and this was higher than ProDesign Logic (4.20%) (Table1). Moreover, higher apical enlargement were promoted by the ProDesign Logic system in comparison with the ProDesign R system. The smallest enlargement of the apical third of the ProDesign R system contributed to the accumulation of debris, harming the physical action of the irrigant substances (Sant'Anna Júnior *et al.* 2014, De-Deus *et al.* 2015^a, Srikanth *et al.* 2015). The use of a single reciprocating instrument could favor debris accumulation in the apical region (Gambarini *et al.* 2013, Coelho *et al.* 2017).

After the additional enlargement, the systems presented a small quantity of debris, with similar values (Tables 1 and 2). A lower volume of debris was observed in the root canal after preparation with tip 40 instruments (Reciproc, BioRace and WaveOne) in comparison with the same instruments with tip 25 (De-Deus *et al.* 2015a). Enlargement of the apical stop favored the physical action of the irrigant substances and removal of debris (Sant'Anna Júnior *et al.* 2014, De-Deus *et al.* 2015^a, Srikanth *et al.* 2015). In addition, the use of sequences or association of instruments favored the cleaning and removal of debris from root canals, particularly

in regions to which access was difficult (Busquim *et al.* 2015, Amoroso-Silva *et al.* 2017).

A higher percentage of untouched surface was observed for the ProDesign R 25.06 reciprocating system, with a total median of 50.36%, double the percentage value of untouched area of the ProDesign Logic system (22.57%) (Table 1). In disagreement with the present study, a similar percentage of untouched surfaces was observed in the mesial roots of mandibular molars, for rotary and reciprocating instruments, by De-Deus *et al.* 2015b. However, the reciprocating instruments used had larger tapers than those of the rotary instruments (De-Deus *et al.* 2015b). In the present study, the rotary instruments ProDesign Logic (25.06 and 35.05) and the reciprocating instruments ProDesign R (25.06 and 35.05) had the same diameter and taper, enabling a comparison between the motions.

However, after additional enlargement the percentage of surface untouched by the ProDesign R Instrument diminished to median values of 31.17% and 27.23%, respectively for additional enlargement in comparison with preparation 25.06 and with the initial canal, and was similar to ProDesign Logic (Tables 1 and 2). Significant reduction in untouched surface was observed with the enlargement of apical preparation (De-Deus *et al.* 2015b). Irrespective of the system used, studies that used Micro-CT have demonstrated a high percentage value of untouched walls, due to anatomical complexities (Siqueira *et al.* 2013, Versiani *et al.* 2013, Zhao *et al.* 2013).

In general, the two preparations were rapidly performed. However, the preparation with ProDesign R instruments was faster than that performed with ProDesign Logic in both the initial instrumentation and in additional enlargement (Tables 1 and 2), in agreement with different studies that compared rotary instrumentation with the reciprocating type (De-Deus *et al.* 2013, Robinson *et al.* 2013). This occurred because the ProDesign R reciprocating system is composed of only one instrument, while the ProDesign Logic system is composed of two instruments, one for patency and a second for shaping. In disagreement with the present study, Menezes *et al.* 2017 showed a shorter instrumentation time for ProDesign Logic compared to ProDesign R. However, in that study acrylic resin artificial canals were used, whereas in the present study, extracted human mandibular molars were used.

Transportation and centralization could be quantified by means of superimposed images of the canal (Marceliano-Alves *et al.* 2014, Pinheiro *et al.* 2017). In the present study, even in additional enlargement, the two groups were capable of maintaining the canal centralized, without deviations (Tables 1 and 2). The mean transportation observed in the present study ranged between -0.002 and 0.0581 mm and 0.15 mm and could be considered acceptable (Peters 2004). Heat treated Nickel Titanium instruments are more flexible, and therefore have greater capacity to maintain the canal more centralized (Gagliardi *et al.* 2015) with less transportation of the root canal (Zhao *et al.* 2013, Burklein *et al.* 2014, Marceliano-Alves *et al.* 2014, Pinheiro *et al.* 2017, Alcalde *et al.* 2017b).

ProDesign R produced less transportation in the middle third in comparison with the cervical third in preparation 25.06 (Table 1). ProDesign Logic promoted lower transportation in the apical third in comparison with the cervical third in the additional enlargement; and lower transportation in the apical third in comparison with the other thirds when the additional enlargement was compared with the original canal (Table 2). Evaluation by Micro-CT of apical transportation and centralization in the mesial roots of mandibular molars demonstrated lower transportation for HyFlex CM and ProDesign Logic in comparison with the ProTaper Gold, ProDesign S, and HyFlex EDM instruments (Pinheiro *et al.* 2017). The higher transportation in the cervical third, although small, could be related to the Nickel Titanium alloy with CM heat treatment. This treatment makes the Nickel Titanium instruments more flexible, promoting lower apical transportation (Zhao *et al.* 2013, Pinheiro *et al.* 2017). The cervical part of the instrument has a larger diameter due to the taper and increase in mass (Gagliardi *et al.* 2015). Moreover, the action of the anti-curvature brushing motion was greater in the cervical thirds and could promote greater wear, however, without compromising the zone of risk.

Conclusions

ProDesign Logic 25.06 rotary instruments showed higher increase in the apical third, lower percentage of debris and untouched surface in comparison to ProDesign R reciprocating instruments. Enlargement with the ProDesign Logic rotary instruments and ProDesign R reciprocating instruments 25.06 to 35.05 produced higher

enlargement in the apical third, preserved the middle and cervical thirds, and promoted higher debris removal. Both the ProDesign Logic and ProDesign R instruments produced centralized preparations in the initial preparation and additional enlargement.

References

- Alcalde MP, Tanomaru-Filho M, Bramante CM, *et al.* (2017a) Cyclic and torsional fatigue resistance of reciprocating single files manufactured by different nickel-titanium alloys. *Journal of Endodontics* **45**, 1186-90.
- Alcalde MP, Duarte MAH, Bramante CM, *et al.* (2017b). Cyclic fatigue and torsional strength of three different thermally treated reciprocating nickel-titanium instruments. *Clinical oral investigations*, 1-7.
- Amoroso-Silva P, Alcalde MP, Duarte MA *et al.* (2017) Effect of finishing instrumentation using niti hand files on volume, surface area and uninstrumented surfaces in C-shaped root canal systems. *International Endodontic Journal* **50**, 604-11.
- Berutti E, Negro AR, Lendini M, *et al.* (2004). Influence of manual preflaring and torque on the failure rate of ProTaper rotary instruments. *Journal of Endodontics* **30**, 228-30.
- Burklein S, Borjes L, Schafer E. (2014) Comparison of preparation of curved root canals with Hyflex CM and Revo-S rotary nickel-titanium instruments. *International Endodontic Journal* **47**, 470–6.
- Busquim S, Cunha RS, Freire L, Gavini G, *et al.* (2015) A micro-computed tomography evaluation of long-oval canal preparation using reciprocating or rotary systems. *International Endodontic Journal* **48**, 1001-6.
- Coelho BS, Amaral ROJFD, Leonardi DP, *et al.* (2016). Performance of three single instrument systems in the preparation of long oval canals. *Brazilian dental journal* **27**, 217-22.
- De-Deus G, Barino B, Zamolyi RQ, *et al.* (2010) Suboptimal debridement quality produced by the single-file F2 ProTaper technique in oval-shaped canals. *Journal of Endodontics* **36**, 1897–900.
- De-Deus G, Arruda TE, Souza EM, *et al.* (2013) The ability of the Reciproc R25 instrument to reach the full root canal working length without a glide path. *International Endodontic Journal* **46**, 993–8.

- De-Deus G, Marins J, Silva EJ, *et al.*(2015a) Accumulated hard tissue debris produced during reciprocating and rotary nickel-titanium canal preparation. *Journal of Endodontics* **41**, 676-81.
- De-Deus G, Belladonna FG, Silva EJNL, *et al.* (2015b) Micro-CT evaluation of non-instrumented canal areas with different enlargements performed by NiTi systems. *Brazilian Dental Journal* **26**, 624-9.
- De Menezes SEAC, Batista SM, Lira JOP, *et al.* (2017). Cyclic Fatigue Resistance of WaveOne Gold, ProDesign R and ProDesign Logic Files in Curved Canals In Vitro. *Iranian endodontic journal* **12**, 468-73.
- Do Amaral ROJF, Leonardi DP, Gabardo MCL, *et al.* (2016). Influence of cervical and apical enlargement associated with the WaveOne system on the transportation and centralization of endodontic preparations. *Journal of Endodontics* **42**, 626-31.
- Espir CG, Nascimento-Mendes CA, Guerreiro-Tanomaru JM, *et al.* (2017) Counterclockwise or clockwise reciprocating motion for oval root canal preparation: a micro-CT analysis. *International Endodontic Journal* doi:10.1111/iej.12776 [Epub ahead of print].
- Freire LG, Iglecias EF, Cunha RS, *et al.* (2015) Micro-Computed Tomographic Evaluation of Hard Tissue Debris Removal after Different Irrigation Methods and Its Influence on the Filling of Curved Canals. *Journal of Endodontics* **41**,1660-6
- Gagliardi J, Versani M, Sousa-Neto MD, *et al.* (2015) Evaluation of the shaping characteristics of ProTaper Gold, ProTaper Next and ProTaper Universal in curved canal. *Journal of Endodontics* **41**, 1718-24.
- Gambarini G, Testarelli L, De Luca M., Milana, *et al.* (2013). The influence of three different instrumentation techniques on the incidence of postoperative pain after endodontic treatment. *Annali di stomatologia* **4**, 152-5.
- Kim HC, Hwang YJ, Jung DW, *et al.* (2013). Micro-Computed Tomography and Scanning Electron Microscopy Comparisons of Two Nickel–Titanium Rotary Root Canal Instruments Used With Reciprocating Motion. *Scanning* **35**, 112-118.
- Koçak S, Koçak MM, Sağlam BC, *et al.* (2013) Apical extrusion of debris using self-adjusting file, reciprocating single-file, and 2 rotary instrumentation systems. *Journal of Endodontics* **39**,1278–80.
- Marceliano-Alves MF, Sousa-Neto MD, Fidel SR *et al.* (2015) Shaping ability of single-file reciprocating and heat-treated multifile rotary systems: a micro-CT study. *International Endodontic Journal* **48**,1129-36.

- Metzger Z, Zary R, Cohen R, *et al.* (2010). 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. *Journal of Endodontics* **36**, 1569-1573.
- Morgental RD, Vier-Pelisser FV, Kopper PM, *et al.* (2013) Cutting efficiency of conventional and martensitic nickel-titanium instruments for coronal flaring. *Journal of Endodontics* **39**, 1634–8.
- Otsuka K, Wayman CM. (1998) Shape memory materials, 1st ed. Cambridge, UK: Cambridge University Press.
- Park SY, Cheung GS, Yum J, *et al.* (2010) Dynamic torsional resistance of nickel-titanium rotary instruments. *Journal of Endodontics* **36**, 1200-4.
- Peters OA (2004). Current challenges and concepts in the preparation of root canal systems: a review. *Journal of endodontics* **30**, 559-567.
- Peters OA, Gluskin AK, Weiss RA, *et al.* (2012). An in vitro assessment of the physical properties of novel Hyflex nickel–titanium rotary instruments. *International endodontic journal* **45**, 1027-34.
- Peters OA, Morgental RD, Schulze KA, *et al.* (2014). Determining cutting efficiency of nickel-titanium coronal flaring instruments used in lateral action. *International Endodontic Journal* **47**, 505-13.
- Paque F, Zehnder M, De-Deus G. (2001) Microtomography-based comparison of reciprocating single-file F2 ProTaper technique versus rotary full sequence. *Journal of Endodontics* **37**, 1394-7.
- Plotino G, Rubini AG, Grande NM, *et al.* (2014). Cutting efficiency of Reciproc and WaveOne reciprocating instruments. *Journal of endodontics* **40**, 1228-30.
- Robinson JP, Lumley PJ, Cooper PR, *et al.* (2013) Reciprocating root canal technique induces greater debris accumulation than a continuous rotary technique as assessed by 3-dimensional micro-computed tomography. *Journal of Endodontics* **39**, 1067-70.
- Pinheiro SR, Alcalde MP, Vivacqua-Gomes N. *et al.* (2017). Evaluation of apical transportation and centring ability of five thermally treated NiTi rotary systems. *International endodontic journal* **22**, 1-9.
- Sant'Anna Júnior A, Cavenago BC, Ordinola-Zapata R, *et al.* (2014) Bramante CM, Duarte MA. The effect of larger apical preparations in the danger zone of lower

- molars prepared using the Mtwo and Reciproc systems. *Journal of Endodontics* **40**, 1855-9.
- Shen Y, Coil JM, Zhou H, *et al.* (2013). HyFlex nickel–titanium rotary instruments after clinical use: metallurgical properties. *International endodontic journal* **46**, 720-9.
- Siqueira JF Jr, Alves FR, Versiani MA *et al.* (2013) Correlative bacteriologic and micro-computed tomographic analysis of mandibular molar mesial canals prepared by Self- Adjusting File, Reciproc, and Twisted File systems. *Journal of Endodontics* **39**, 1044–50.
- Srikanth P, Krishna AG, Srinivas, *et al.* (2015) Aravelli S. Minimal Apical Enlargement for Penetration of Irrigants to the Apical Third of Root Canal System: A *Scanning Electron Microscope Study*. *J Int Oral Health* **7**, 92-6.
- Versiani MA, Leoni GB, Steier L *et al.* (2013) Micro-computed tomography study of oval-shaped canals prepared with the self-adjusting file, Reciproc, WaveOne, and ProTaper universal systems. *Journal of Endodontics* **39**, 1060-6.
- Zhao D, Shen Y, Peng B, *et al.* (2013) Micro-computed tomography evaluation of the preparation of mesiobuccalroot canals in maxillary first molars with HyflexCM, Twisted Files, and K3 instruments. *Journal of Endodontics* **39**, 385–8.

3.2 Publicação 2*

Obturação de canais radiculares de molares inferiores por onda contínua de condensação e compactação lateral. Análise em Micro-CT.

Resumo

Introdução: Este estudo comparou o preenchimento de canais mesiais de molares inferiores obturados pelas técnicas de condensação lateral ou onda contínua de condensação.

Métodos: Canais radiculares (n = 24) de raízes mesiais de molares inferiores com grau de curvatura entre 20° e 40° foram preparados com o sistema ProDesign Logic até instrumento tamanho 35, taper .05. Os canais foram obturados (n = 12) por técnica de compactação lateral ou onda contínua de condensação (Termo Pack II, Easy Equipamentos Odontológicos, Brasil) e cimento AH Plus. Escaneamentos a 9 µm foram realizados após o preparo e após a obturação utilizando SkyScan 1176. O percentual volumétrico de material obturador e de falhas no canal em toda extensão e em cada terço foi calculado. Testes estatísticos ANOVA e Tukey foram realizados com nível de significância de 5%.

Resultados: O volume dos canais preparados foi similar para realização das técnicas de obturação (P > .05). Os canais obturados pela técnica de onda contínua de condensação apresentaram menor percentual de falhas e maior percentual de material obturador em sua extensão total e nos terços (cervical, médio e apical) em relação aos canais obturados por compactação lateral (P < .05).

Conclusão: Nenhuma das técnicas utilizadas foi capaz de preencher totalmente os canais radiculares. O sistema de onda contínua de condensação promoveu menor percentual de falhas quando comparado à compactação lateral.

Palavras-chave: endodontia, obturação do canal radicular, microtomografia por raio-X.

* Artigo nas normas do periódico *Journal of Endodontics*

Introdução

A técnica de obturação ideal deve preencher tridimensionalmente o canal radicular, evitando falhas (1), mesmo em áreas de difícil acesso, como irregularidades e istmos (2), favorecendo um melhor prognóstico (3). Todavia, nenhuma técnica de obturação dos canais radiculares é capaz de preencher totalmente o sistema de canais radiculares (1,4).

A compactação lateral é considerada um método de obturação simples, de baixo custo e apresenta capacidade seladora (5) com menor probabilidade de sobre-obturação (3). No entanto, a guta percha fria pode não apresentar adaptação nas irregularidades dos canais radiculares, ocasionando falhas entre cones e na interface com a parede do canal (6). Os métodos termoplásticos de obturação dos canais radiculares promovem massa homogênea de material obturador capaz de preencher irregularidades (1, 7, 8, 9, 10).

Métodos de termocompactação, com condensação vertical da guta percha na região apical e posterior injeção de guta percha aquecida promovem adequado preenchimento dos canais radiculares (1). No entanto, esta técnica usada em canais curvos depende da dilatação do canal e da penetração apical da ponta termocompactadora próxima ao comprimento de preparo (1). A técnica de onda contínua de condensação promove o preenchimento adequado dos canais radiculares, usando diferentes dispositivos como: Sistema B (1, 11, 12), Obtura II (5, 8) e outros (10, 13, 14)

Recentemente introduzido no mercado, o sistema Thermo Pack II (Easy Dental Equipments, Brasil) apresenta compactador termoplástico, que realiza aquecimento até 200°C e realiza a compactação da guta-percha. Sua ponta tem tamanho 50 e é usada para compactação apical de guta-percha. O injetor térmico do sistema Thermo Pack II possui guta-percha na fase Alfa, injetada com agulhas maleáveis, produzidas em cobre com revestimento de prata para manter a temperatura da guta-percha. Não há estudos usando o sistema Termo Pack II como uma técnica de onda de condensação contínua.

Microtomografia computadorizada (micro-CT) é utilizada para analisar quantitativamente as técnicas de obturação do canal radicular (5). Poucos estudos utilizaram raízes curvas para avaliar a técnica obturadora de onda contínua de condensação. Alguns estudos utilizaram raízes mesiais de molares inferiores para

comparar a técnica de onda contínua de condensação com a técnica de compactação lateral (10, 13) e cone único (14). A maioria dos estudos utilizou resoluções entre 14, 87 e 17,42 μm para escaneamento (10, 14, 15).

O objetivo deste estudo foi comparar a capacidade de preenchimento de canais mesiais de molares inferiores com um grau de curvatura entre 20 ° e 40 °, preparados até o tamanho do instrumento 35, conicidade 0,05, e obturados por uma onda contínua de condensação ou compactação lateral. Escaneamentos em Micro-CT com 9 μm de tamanho de voxel foram utilizados para avaliar a qualidade de preenchimento dos canais radiculares obturados.

Materiais e métodos*

Seleção e preparo das amostras

Após aprovação no Comitê de Ética Institucional (CEP nº 6473611.40000.5416), foram selecionados molares inferiores com raízes mesiais que apresentaram canais MV e ML distintos, completa formação apical, ausência de fraturas radiculares, curvatura entre 20° e 40° e raio de curvatura menor que 10 mm (n = 24). Além da utilização do sistema de radiografia digital (Kodak RVG 6100), foi realizado escaneamento a 35 μm , utilizando o microtomógrafo SkyScan 1176 (Skyscan 1176, Bruker-Micro-CT, Kontich, Bélgica) para confirmação dos critérios de inclusão e distribuição homogênea das amostras. Os canais radiculares selecionados foram armazenados em 0,1% de solução de timol a 5° C.

Após a lavagem em água durante 48 h, o acesso aos canais radiculares foi realizado utilizando fresa de alta rotação (n.2, KG Sorensen, Sao Paulo, Brazil) e os canais radiculares foram explorados usando lima K tamanho 10 (Dentsply Sirona, Ballaigues, Suíça) até o forame apical. O comprimento de trabalho foi estabelecido recuando 1 mm do ápice. O *glide path* foi estabelecido utilizando lima Kerr tamanho 10. As raízes foram montadas em dispositivo de resina acrílica e foram incluídas em silicone de condensação (Oranwash, Zhermack SpA, Badia Polesine, Itália) para

* APÊNDICE A

simular o ligamento periodontal. Em seguida um único operador com experiência realizou o preparo dos canais radiculares.

Preparo do canal radicular

Instrumentos ProDesign Logic (Easy Equipamentos Odontológicos, Brasil.) tamanho 25, taper .01 foram acionados em motor elétrico (VDW.SILVER, VDW GmbH, Munique, Alemanha) em movimento rotatório a 350 rpm, de acordo com as especificações do fabricante. Suaves movimentos de entrada e retirada até o comprimento de trabalho foram preconizados. Em seguida, instrumentos ProDesign Logic tamanho 25, taper .06 foram empregados a 600 rpm, com movimentos de entrada e remoção com amplitude média de 3 mm. O pincelamento foi realizado na parede mesial, mesio-vestibular e mesio-lingual com amplitude média de 3 mm, totalizando três movimentos para cada direção. O canal foi ampliado com os instrumentos ProDesign Logic tamanho 35, taper .01 e tamanho 35, taper .05, como descrito acima. A cada instrumento utilizado, foi realizada irrigação com 5 ml de hipoclorito de sódio a 2,5%. A irrigação final foi realizada com 2,5 ml de EDTA com agitação por três minutos e posterior irrigação com 5 ml de hipoclorito de sódio a 0,5%.

Obturação pela técnica de onda contínua de condensação:

Foram utilizados cones de guta percha tamanho 35, taper .05 (Tanari Indústria Ltda., São Paulo, Brasil). Os cones de guta percha foram selecionados segundo tamanho da ponta e conicidade por meio de mensurações em aparelho Perfilômetro (Profile Projector Nikon modelo 6C-2). Após a prova radiográfica da adaptação do cone de guta percha selecionado, o cimento obturador AH Plus (Dentsply, GmbH, Ballaigues, Alemanha) foi levado ao canal radicular com auxílio de instrumento Lentulo 35 (Dentsply Maillefer, Ballaigues, Switzerland) e lima manual tipo Kerr 35 pré-curvada (Dentsply Maillefer, Ballaigues, Switzerland). Em seguida, o cone de guta percha envolto em cimento endodôntico foi levado ao canal. A ponta termoplastificadora do sistema Termo Pack II (Easy Equipamentos Odontológicos, Brasil) foi utilizada para plastificação, corte e compactação da guta percha no interior dos canais radiculares (*Downpacck*) até 3 mm do comprimento de trabalho. Em

seguida, o injetor térmico do mesmo sistema foi usado para injeção de guta percha aquecida, que foi compactada. A compactação foi realizada com condensadores de Níquel e Titânio (Easy Equipamentos Odontológicos, Brasil). Uma radiografia comprobatória foi realizada para averiguar a qualidade da obturação.

Obturação pela técnica de compactação lateral:

Cones de guta percha tamanho 35, taper .02 (Tanari Indústria Ltda., São Paulo, Brasil), também selecionado após mensuração em Perfilômetro (Profile Projector Nikon modelo 6C-2) foram utilizados. O cimento obturador AH Plus (Dentsply, GmbH, Ballaigues, Alemanha) foi levado ao canal radicular com auxílio de um instrumento Lentulo 35 (Dentsply Maillefer, Ballaigues, Switzerland) e de lima manual Kerr 35 pré-curvada (Dentsply Maillefer, Ballaigues, Switzerland). Em seguida, o cone de guta percha envolto em cimento endodôntico foi levado ao canal. Foi utilizado o espaçador digital B (Dentsply Maillefer, Ballaigues, Switzerland) para inserção de cones auxiliares XF (Tanari Indústria Ltda., São Paulo, Brasil) no terço apical. Posteriormente, foi utilizado o espaçador digital C (Dentsply Maillefer, Ballaigues, Switzerland) para inserção de cones de guta percha auxiliares FF (Tanari Indústria Ltda., São Paulo, Brasil) nos terços médio e cervical. A compactação lateral foi realizada em uma balança de precisão, para controlar a força aplicada, não ultrapassando 1,5 kg. Radiografia comprobatória foi realizada para averiguar a qualidade da obturação.

Após a obturação dos canais radiculares, foi realizado selamento coronário com material restaurador provisório Coltosol (Vigodent, Rio de Janeiro, Brasil) e as raízes foram mantidas em estufa a temperatura de 37° C e umidade 95%, por três dias para garantir a presa do cimento obturador.

Análises por Micro-CT

As amostras foram escaneadas utilizando microtomografia computadorizada (SkyScan 1176; Bruker Micro-CT, Kontich, Bélgica) após preparo e após obturação dos canais radiculares. Os dentes foram posicionados de forma padronizada, permitindo a manutenção das raízes sempre na mesma posição durante os escaneamentos. Os parâmetros utilizados foram: 90 kV de potência, energia de 278

mA, ciclo de evolução 180°, rotação de 0.5, filtro de Cu + Al e tamanho de voxel de 9 µm. As imagens obtidas pós-preparo e pós-obturação foram reconstruídas utilizando o *software* NRecon e sobrepostas através de um alinhamento geométrico no *software* Data Viewer (Data Viewer v.1.5.1, Bruker Micro-CT). Análises quantitativas foram realizadas utilizando o *software* CTAn (CTAn v.1.14.4, Bruker Micro-CT) aplicando *task lists* e opera es aritméticas e lógicas entre as sec es sobrepostas. As porcentagens de material obturador tomaram como base o volume do canal pós-preparo, sendo obtido o percentual de falhas na obtura o [(volume do canal - volume do material obturador) x 100 / volume do canal] dentre as técnicas de obtura o preconizadas.

Análise estatística

Dados obtidos para volume dos canais após preparo, percentual de material obturador e percentual de falhas foram submetidos ao teste ANOVA e Tukey ($\alpha = 0.05$).

Resultados

O volume dos canais preparados pelo sistema ProDesign logic 35.05 na extensão total e terços (cervical, médio e apical) foi similar para as duas técnicas de obtura o ($P > .05$) (Tabela 1). Canais obturados pela técnica de compacta o lateral apresentaram maior percentual de falhas que os canais obturados por onda contínua de condensac o (Tabela 2, Figura 1) ($P < .05$). Maior percentual de material obturador foi obtido para os canais obturados pela técnica de onda contínua de condensac o ($P < .05$) (Tabela 2, Figura 1).

Tabela 1 – Volume (mm³) total e por terços dos canais após preparo. Média e desvio padrão (Teste ANOVA e TuKey com 5% de significância).

		GRUPOS EXPERIMENTAIS	
		Onda contínua de condensac�o (Easy Termo Pack)	Compacta�o Lateral
Volume após preparo (mm³)	Total	3,858±0,5620	3,573±0,5012
	Cervical	2,086±0,3060	1,951±0,2561
	Médio	1,121±0,1953	1,079±0,1486
	Apical	0,5960±,1057	0,5442±0,08950

Não houve diferença estatística entre os grupos.

Tabela 2 – Percentual de falhas e material obturador na obturação após emprego de compactação lateral e onda contínua de condensação. Teste ANOVA e Tukey com 5% de significância.

		GRUPOS EXPERIMENTAIS	
		Onda contínua de condensação (Easy Termo Pack)	Compactação Lateral
% de falhas	Total	7,777±2,232 ^b	18,21±4,495 ^a
	Cervical	10,06±4,092 ^{bA}	17,07±4,433 ^{aA}
	Médio	5,878±2,606 ^{bB}	20,16±7,770 ^{aA}
	Apical	2,923±1,124 ^{bC}	18,43±4,433 ^{aA}
% de material obturador	Total	92,22±2,323 ^b	81,79±4,495 ^a
	Cervical	89,94±4,092 ^{bA}	82,93±4,433 ^{aA}
	Médio	94,12±2,606 ^{bB}	74,84±7,770 ^{aA}
	Apical	96,27±1,124 ^{bC}	81,57±4,433 ^{aA}

Letras minúsculas subscritas na mesma linha indicam diferença estatística.

Letras maiúscula subscritas na mesma coluna indicam diferença estatística.

COMPACTAÇÃO LATERAL



A1



A2



A3



A4

ONDA CONTÍNUA DE CONDENSAÇÃO



B1



B2



B3



B4

Figura 1: Reconstruções tridimensionais de imagens obtidas por Micro-CT de canais mesiais de molares inferiores obturados por compactação lateral (A1) e onda contínua de condensação (B1).

Secções axiais de raízes mesiais de molares inferiores obturadas respectivamente por compactação lateral e onda contínua de condensação nos terços: cervical (A2, B2), médio (A3, B3) e apical (A4, B4). A guta percha é representada pela cor rosa e o cimento por branco.

Discussão

Nenhuma técnica foi capaz de preencher totalmente os canais radiculares, concordando com estudos prévios (4, 8, 9, 14-16). A compactação lateral pode ser associada à fratura vertical, em casos de força excessiva para inserção dos espaçadores digitais (9,13). Neste estudo, a compactação lateral foi realizada em uma balança de precisão, e não excedeu 1,5 kg de força, pois esta força promove a penetração adequada do espaçador digital, sem riscos de causar qualquer fratura radicular (17). Uma maior porcentagem de material obturador e menor incidência de vazios foram observados para a onda contínua de condensação do Sistema Termo Pack II em comparação com a compactação lateral. Observou-se preenchimento adequado para onda contínua de condensação, em análises por Micro-CT, em canais radiculares mesiais de molares inferiores (10, 13) e pré-molares mandibulares (4, 5, 18).

No presente estudo foi observado 92,22% de preenchimento por material obturador para onda contínua de condensação e 81,79% para compactação lateral em raízes mesiais de molares (Tabela 2). Maior preenchimento para onda contínua de condensação (99,72%) e para a técnica de compactação lateral (99,22%) foi observado em raízes mesiais de molares inferiores, em estudo com resolução de 17,42 μm nos escaneamentos por Micro-CT (10). Ainda, Iglecias et al. (14), encontraram 3,91% de falhas e Freire et al. (15) mostraram 93,94% de preenchimento para a técnica de onda contínua de condensação em raízes mesiais de inferiores empregando 14,87 e 17,42 μm de resolução de escaneamento em Micro-CT respectivamente. As resoluções utilizadas nestes estudos podem ter diminuído a capacidade de distinção de falhas nas obturações. Desta forma, Ho et al. (13), encontraram 88,91% de preenchimento nos canais obturados pela técnica de onda contínua de condensação e 68,51% para compactação lateral empregando maior resolução de escaneamento em Micro-CT, com 7,9 μm de tamanho de voxel.

As imagens transversais em Micro-CT (Figuras 1) mostram cones de guta percha envoltos por cimento nos canais obturados pela compactação lateral e a

massa uniforme de material obturador para obturação por onda contínua de condensação, como observado por Ho et al. (13). Guta percha fria demonstra ser incapaz de preencher irregularidades artificiais em incisivos inferiores (6). Tendo em vista que a guta percha é um material dimensionalmente estável (4, 19, 20) e cimentos são passíveis de solubilização, maior proporção de guta percha na região apical em relação ao cimento pode favorecer o prognóstico em longo prazo (21).

Cimentos endodônticos devem preencher irregularidades e áreas de difícil acesso (22). AH Plus apresenta capacidade seladora (23) e escoamento (24), além de ser compatível com técnicas de compactação térmica (25). Contudo, a comparação por Micro-CT do volume de preenchimento em canais ovais (pré-molares inferiores) após técnicas de compactação lateral demonstrou que os espaçadores podem deixar espaços na guta percha, que são ocupados por cimento (AH Plus) ou permanecem vazios (4). A técnica de onda contínua de condensação permite plastificação da guta percha em toda a extensão do canal e promove uma massa homogênea capaz de preencher irregularidades dos canais (4, 11, 14) consequentemente diminuindo a camada de cimento e a formação de falhas.

Considerando que a qualidade das obturações endodônticas pode ser influenciada pelo preparo e dilatação dos canais radiculares (4), no presente estudo, os canais foram preparados com o sistema rotatório de Níquel e Titânio ProDesign Logic até dilatação final 35.05. Esta ampliação favorece a ação de substâncias irrigadoras (26) e possibilita que a ponta termocompactadora seja inserida até 3 mm do comprimento de trabalho na técnica de onda contínua de condensação (1). A dilatação e conicidade apropriados permitem a inserção dos espaçadores e cones acessórios para a compactação lateral (27). Os instrumentos ProDesign Logic são tratados termicamente e apresentam flexibilidade e resistência flexural (28). A padronização volumétrica após o preparo (Tabela 1) demonstra volume similar dos canais preparados para os diferentes grupos experimentais.

Microtomografia computadorizada (Micro-CT) tem sido utilizada como método de avaliação da capacidade de preenchimento das obturações endodônticas (5, 8,9,16,18). A maioria dos estudos com Micro-CT para comparação entre técnicas de obturação utilizaram canais retos (1, 4, 5, 11, 12, 18). No presente estudo, raízes mesiais de molares inferiores com curvatura entre 20° e 40° foram utilizadas, visando a avaliação de técnicas obturadoras em canais curvos (27).

O terço apical é considerado crítico para o sucesso endodôntico (30) e controle da reinfecção (31). Nossos resultados mostraram que os canais obturados com o sistema de onda contínua de condensação obtiveram menor percentual de falhas que canais obturados pela técnica de compactação lateral na região apical. Estes resultados corroboram com resultados prévios que compararam a qualidade do preenchimento da região apical em raízes mesiais de molares inferiores, preparadas até o instrumento ProTaper Next X4 e obturadas por onda contínua de condensação ou compactação lateral (10).

Além disso, a onda contínua de condensação Easy Termo-Pack II apresentou menor percentual de falhas no terço apical que nos demais terços. Outros estudos que avaliaram sistemas de onda contínua de condensação obtiveram melhores resultados no terço cervical (4, 14). Segundo Iglecias et al. (14), isto ocorre porque na técnica de onda contínua de condensação o terço cervical recebe a força de compactação mais diretamente (14). No entanto, Iglecias et al. (14) utilizaram raízes mesiais de molares inferiores preparadas com Reciproc R25 e observaram no terço apical um percentual de falhas de $4,93 \pm 1,9$. No presente estudo, os canais foram preparados até com instrumento final ProDesign Logic 35.05 com menor percentual de falhas no terço apical, $2,923 \pm 1,124$. A ampliação apical favorece compactação do material obturador nesta região. Além disso, a guta percha empregada para termocompactação pode afetar os resultados (32). A guta percha aquecida pode sofrer alterações volumétricas com o aquecimento (3, 16). Assim, diferentes composições da guta percha e temperaturas de técnicas termo injetoras podem influenciar o preenchimento.

Conclusão

Nenhuma das técnicas utilizadas neste estudo foi capaz de preencher totalmente os canais radiculares. O sistema de onda contínua de condensação, Termo Pack II, proporcionou maior percentual de material obturador e menor incidência de falhas quando comparado com a técnica de compactação lateral.

Referências Bibliográficas

1. Somma F, Cretella G, Carotenuto M, et al. Quality of thermoplasticized and single point root fillings assessed by micro-computed tomography. *Int Endod J* 2011;44:362–9.
2. Wolf M, Kupper K, Reimann S, et al. 3D analyses of interface voids in root canals filled with different sealer materials in combination with warm gutta-percha technique. *Clin Oral Investig* 2014;18:155–61.
3. Peng L, Ye L, Tan H, Zhou X. Outcome of root canal obturation by warm guttapercha versus cold lateral condensation: a meta-analysis. *J Endod* 2007;33:106–109.
4. Keleş A, Alcin H, Kamalak A, Versiani MA. Micro-CT evaluation of root filling quality in oval-shaped canals. *Int Endod J* 2014;47:1177-84.
5. Kierklo A, Tabor Z, Pawińska M, Jaworska M. A microcomputed tomographybased comparison of root canal filling quality following different instrumentation and obturation techniques. *Med Princ Pract* 2015;24:84-91.
6. Collins J, Walker MP, Kulild J, Lee C. A comparison of three gutta-percha obturation techniques to replicate canal irregularities. *J Endod* 2006;32:762-765.
7. Tanomaru-Filho M, Bosso R, Sant`Anna-Júnior A, Berbert FLCV, Guerreiro-Tanomaru JM. Effectiveness of gutta-percha and Resilon in filling lateral root canals using thermomechanical technique. *Rev Odontol UNESP* 2013;42: 37-41.
8. Naseri M, Kangarlou A, Khavid A, et al. Evaluation of the quality of four root canal obturation techniques using micro-computed tomography. *Iran Endod J* 2013;8:89–93.
9. Celikten B, F Uzuntas C, I Orhan A, Tufenkci P, Misirli M, O Demiralp K, Orhan K. Micro-CT assessment of the sealing ability of three root canal filling techniques. *J Oral Sci* 2015; 57:361-6.
10. Oh S, Perinpanayagam H, Kum DJ, Lim, et al. Evaluation of three obturation techniques in the apical third of mandibular first molar mesial root canals using micro-computed tomography. *J Dent Sci* 2016;11:95-102.
11. Mirfendereski M, Roth K, Fan B et al. Technique acquisition in the use of two thermoplasticized root filling methods by inexperienced dental students: a microcomputed tomography analysis. *J Endod* 2009;35:1512–7.

12. Angerame D, De Biasi M, Pecci R, et al. Analysis of single point and continuous wave of condensation root filling techniques by micro-computed tomography. *Ann Ist Super Sanita* 2012;48:35-41.
13. Ho ESS, Chang JWW, Cheung GSP. Quality of root canal fillings using three gutta-percha obturation techniques. *Restor Dent Endod* 2016;41: 22-8.
14. Iglecias EF, Freire LG, de Miranda Candeiro GT, et al. Presence of Voids after Continuous Wave of Condensation and Single-cone Obturation in Mandibular Molars: A Micro-computed Tomography Analysis. 2017; *J Endod* 43:638-642.
15. Freire LG, Iglecias EF, Cunha RS, et al. Micro-Computed Tomographic Evaluation of Hard Tissue Debris Removal after Different Irrigation Methods and Its Influence on the Filling of Curved Canals. *J Endod* 2015;41:1660-6.
16. Moeller L, Wenzel A, Wegge-Larsen AM, et al. Quality of root fillings performed with two root filling techniques: an in vitro study using micro-CT. *Acta Odontol Scand* 2013;71:689–96.
17. Tanomaru-Filho M, Trindade DVB, de Almeida LT. et al. Effect of ProTaper and Reciproc preparation and gutta-percha cone on cold lateral compaction. *J Conserv Dent* 2016;19:410-13.
18. Eren SK, 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;43:1152-6.
19. Lea CS, Apicella MJ, Mines P, Yancich PP, Parker H. Comparison of the obturation density of cold lateral compaction versus warm vertical compaction using the continuous wave of condensation technique. *J Endod* 2005;3:37–9.
20. Brian L, James BL, Brown CR, et al. An in vitro evaluation of the contents of root canals obturated with gutta percha and AH-26 sealer or resilon and epiphany sealer. *J Endod* 2007;33:1359-63.
21. Wu M, van der Sluis LW, Wesselink PR. A preliminary study of the percentage of gutta-percha-filled area in the apical canal filled with vertically compacted warm gutta-percha. *Int Endod J* 2002;35:527–35.
22. Sant’Anna-Júnior A, Tanomaru-Filho M, Duarte MAH, et al. Filling of simulated lateral canals with gutta percha or resilon when using thermomechanical compaction. *Rev Odontol UNESP. Rev Odontol UNESP* 2013;42:37-41.

23. Oliveira AC, Tanomaru JM, Faria-Junior N, Tanomaru-Filho M. Bacterial leakage in root canals filled with conventional and MTA-based sealers. *Int Endod J* 2011;44:370-5.
24. Viapiana R, Moizadeh AT, Camilleri L, Wesselink PR, Tanomaru Filho M, Camilleri J. Porosity and sealing ability of root fillings with gutta-percha and BioRoot RCS or AH Plus sealers. Evaluation by three ex vivo methods. *Int Endod J* 2016; 49:774-82.
25. Qu W, Bai W, Liang YH, et al. Influence of Warm Vertical Compaction Technique on Physical Properties of Root Canal Sealers. *J Endod* 2016; 42:1829-33.
26. Srikanth P, Krishna AG, Srinivas S, Reddy ES, Battu S, Aravelli S. Minimal Apical Enlargement for Penetration of Irrigants to the Apical Third of Root Canal System: A Scanning Electron Microscope Study. *J Int Oral Health* 2015;7:92-6.
27. Schafer E, Nelius B, Bürklein S. A comparative evaluation of gutta-percha filled areas in curved root canals obturated with different techniques. *Clin Oral Investig* 2012;16:225–30.
28. Alcalde MP, Tanomaru-Filho M, Bramante CM, et al. Cyclic and torsional fatigue resistance of reciprocating single files manufactured by different nickel-titanium alloys. *J Endod* 2017;45:1186-90.
29. Pinheiro SR, Alcalde MP, Vivacqua-Gomes N. et al. Evaluation of apical transportation and centring ability of five thermally treated NiTi rotary systems. *Int Endod J* 2017;22:1-9.
30. Saunders WP, Saunders EM, Herd D, Stephens E. The use of glass ionomer as a root canal sealer: a pilot study. *Int Endod J* 1992;25:238-44.
31. De-Deus G, Gurgel-Filho ED, Magalhães KM, Coutinho-Filho T. A laboratory analysis of gutta-percha-filled area obtained using Thermafil, System B and lateral condensation. *Int Endod J* 2006;39:378-83.
32. Moon HJ, Lee JH, Ahn JH, et al. Temperature-dependent rheological property changes of thermoplastic gutta-percha root filling materials. *Int Endod J* 2015; 48:556-563.

3.3 Publicação 3*

Efeito do cimento endodôntico na obturação de canais radiculares de molares inferiores por técnica de Onda Contínua de Condensação. Análise em Micro-CT

Resumo

Objetivo: Comparar o preenchimento de canais mesiais de molares inferiores obturados por onda contínua de condensação com cimentos AH Plus ou Neo MTA Plus.

Metodologia: Foram selecionados 12 molares inferiores com dois canais mesiais distintos e grau de curvatura entre 20° e 40°. Os canais radiculares foram preparados com o sistema ProDesign R até tamanho 35.05. Os canais (n = 12) foram divididos e obturados por técnica de onda contínua de condensação, utilizando o sistema Termo Pack II (Easy Equipamentos Odontológicos, Brasil), com os cimentos AH Plus ou Neo MTA Plus. Os dentes foram escaneados em microtomógrafo computadorizado (SkyScan 1176; Bruker Micro-CT, Kontich, Bélgica) com resolução de 9 µm, após o preparo e após a obturação. O percentual volumétrico de material obturador e de falhas no canal em toda extensão e em cada terço foi calculado. Os dados foram submetidos ao teste ANOVA e Tukey com 5% de significância.

Resultados: Os canais preparados apresentaram volume similar antes das técnicas de obturação (P > .05). Os percentuais de preenchimento, bem como de falhas foram semelhantes entre os canais obturados pelo cimento AH Plus ou Neo MTA Plus (P > .05).

Conclusão: O cimento Neo MTA Plus tem capacidade de preenchimento de canais mesiais de molares inferiores obturados por técnica de onda contínua de condensação semelhante ao cimento AH Plus.

Palavras-chave: endodontia, obturação do canal radicular, microtomografia por raio-X.

* Artigo nas normas do periódico *Journal of Endodontics*

Introdução

A obturação tridimensional do canal radicular contribui para o controle da infecção e prevenção da reinfecção (1). Técnicas de obturação termoplásticas foram propostas para diminuir a espessura de cimento e aumentar o volume de guta percha na obturação (2, 3), uma vez que a guta percha é um material estável, com radiopacidade e de fácil inserção e remoção (4,5). A técnica de onda contínua de condensação promove a compactação vertical da guta percha na região apical e posterior injeção de guta percha aquecida, promovendo preenchimento dos canais radiculares (6). Alguns estudos avaliaram esta técnica por análise em Micro-CT, em raízes mesiais de molares inferiores, indicando capacidade de preenchimento (6-8). Todavia, as técnicas de obturação necessitam de cimentos endodônticos para o preenchimento entre a guta percha e a parede do canal (9), ou mesmo, das irregularidades e áreas de difícil acesso (10).

O cimento AH Plus (Dentsply, GmbH, Ballaigues, Alemanha) é um material à base de resina epóxi, que apresenta boa capacidade seladora (11), bom escoamento, baixa solubilidade (12) e baixa citotoxicidade (13), além de apresentar propriedades favoráveis quando usado em técnicas de compactação térmica, mantendo suas propriedades em alta temperatura (9). Cimentos endodônticos à base de trissilicato de cálcio são propostos por apresentam capacidade de induzir diferenciação celular (14,15) e apresentarem bioatividade, estimulando a mineralização (16,17).

O cimento Neo MTA Plus (NEO; Avalon Biomed Inc), à base de silicato de cálcio, é semelhante ao MTA Plus, composto por um pó fino de silicato tricálcico, silicato dicálcico e sulfato de cálcio (Tabela 1). No entanto, o radiopacificador óxido de bismuto, presente na composição do MTA Plus, foi substituído pelo óxido de tântalo, não interferindo com a hidratação e não ocasionando mudanças de coloração (18). Neo MTA Plus é biocompatível e bioativo, induz a formação de nódulos mineralizados (17,18) e apresenta radiopacidade e prolongada liberação de íons cálcio quando comparado ao cimento MTA Plus (19). Neo MTA Plus apresentou maior adesão á dentina quando comparado aos cimentos à base de trissilicato de cálcio ProRoot MTA e Biodentine (20). A sua manipulação pode apresentar variação da relação de pó e gel permitindo a utilização como material obturador (19, 21). O pequeno tamanho das partículas associado a menor proporção entre pó e gel,

proporciona penetrabilidade nos túbulos dentinários (21). O cimento Neo MTA Plus é demonstrado adequadas propriedades biológicas (17,18) e físico-químicas (18,19,20,21). Não existem estudos que compararam a capacidade de preenchimento do cimento Neo MTA Plus, em canais radiculares curvos.

O Micro-CT é um método usado para comparação entre a capacidade de preenchimento de diferentes técnicas e materiais obturadores (22). Os canais radiculares podem ser avaliados quantitativa e qualitativamente (23). AH Plus é utilizado como padrão para avaliações em análises por Micro-CT do percentual de falhas em relação aos cimentos de trissilicato de cálcio, em canais unirradiculares achatados (23,24). Celikten et al. (23) concluíram que os cimentos EndoSequence, BC Sealer, Smartpaste bio e ActiV GP preenchem de forma satisfatória os canais radiculares com percentual de falhas semelhante ao AH Plus.

O objetivo deste estudo foi comparar por Micro-CT, com a resolução de 9 µm, a capacidade de preenchimento de canais mesiais de molares inferiores obturados por onda contínua de condensação com os cimentos AH Plus ou Neo MTA Plus. A hipótese nula é que não existe diferença significativa quanto à capacidade de preenchimento em canais obturados pela técnica de onda contínua de condensação entre os cimentos AH Plus e Neo MTA Plus.

Materiais e métodos*

Após aprovação pelo Comitê de Ética CEP n.º 6473611.40000.5416 (Anexo 1), foram selecionados molares inferiores que apresentaram raízes mesiais com canais MV e ML distintos, completa formação apical, ausência de fraturas radiculares, curvatura entre 20° e 40° e raio de curvatura menor que 10 mm (n = 24). Para a seleção dos espécimes, além da utilização do sistema de radiografia digital (Kodak RVG 6100), foi realizado escaneamento a 35 µm, utilizando o microtomógrafo SkyScan 1176 (Skyscan 1176, Bruker-Micro-CT, Kontich, Bélgica). Os molares selecionados foram armazenados em solução de timol 0,1% a 5° C. Após a lavagem em água durante 48 h, o acesso aos canais radiculares foi realizado utilizando fresa de alta rotação (n.2, KG Sorensen, Sao Paulo, SP, Brazil) e os canais radiculares foram explorados usando um tamanho K # 10 (Dentsply Sirona,

* Apêndice A

Ballaigues, Suíça) até o forame apical. O comprimento de trabalho foi estabelecido recuando 1 mm do ápice. As raízes foram montadas em dispositivo de resina acrílica e foram incluídas em silicone de condensação (Oranwash, Zhermack SpA, Badia Polesine, Itália) para simular o ligamento periodontal. Em seguida, um único operador com experiência realizou o preparo dos canais radiculares.

Preparo do canal radicular

Os instrumentos ProDesign R tamanho 25, taper .06 foram acionados em motor elétrico (VDW.SILVER, VDW GmbH, Munique, Alemanha) em ajuste recíprocante "RECIPROC" seguindo as especificações do fabricante. Os instrumentos foram inseridos no interior do canal radicular por terços (cervical, médio e apical), com suaves movimentos de introdução e retirada até o comprimento de trabalho. Ao final, o pincelamento foi realizado na zona de segurança (parede mesial), com amplitude média de 3 mm, totalizando três movimentos: mesial, mesio-vestibular e mesio-lingual. Os canais foram ampliados com os instrumentos ProDesign R tamanho 35, taper .05 como descrito acima.

A cada instrumento utilizado, foi realizada irrigação com 5 ml de hipoclorito de sódio a 2,5%. A irrigação final foi realizada com 2,5 ml de EDTA com agitação por 3 minutos e posterior irrigação com 5 ml de hipoclorito de sódio a 0,5%. O tempo de preparo também foi registrado.

Obturação

Após o preparo os canais radiculares foram divididos em dois grupos (n = 12), obturados com o cimento AH Plus (Dentsply, GmbH, Ballaigues, Alemanha) e o cimento Neo MTA Plus (NEO; Avalon Biomed Inc) (Tabela 1). Todas as raízes foram obturadas pela técnica de onda contínua de condensação Termo Pack II (Easy Equipamentos Odontológicos, Brasil).

Tabela 1 – Materiais e proporções utilizadas

MATERIAIS	FABRICAÇÃO	PROPORÇÃO
AH Plus	Dentsply DeTrey GmbH, Konstanz, Alemanha: Resina epoxi bisfenol-A e bisfenol-F, tungstato de cálcio, óxido de zircônio, sílica, pigmentos de ferro, dibenzildiamida, aminoadamantano, óleo de silicone.	Comprimentos iguais das duas pastas
Neo MTA Plus	Avalon Biomed Inc, Bradenton, FL : Pó: silicato tricálcico, silicato dicálcico, tântalo óxido, aluminato tricálcico e sulfato de cálcio. Líquido: gel à base de água com espessante agentes e polímeros solúveis em água.	1 dose pó: 1 gota gel (0,33g: 150uL)

Obturação pela técnica de onda contínua de condensação

Foram utilizados cones de guta percha #35, taper 5 (Tanari Indústria Ltda., São Paulo, Brasil). Os cones de guta percha foram selecionados segundo tamanho da ponta e conicidade mensurados em aparelho Perfilômetro (Profile Projector Nikon modelo 6C-2). Após a prova radiográfica da adaptação do cone de guta percha selecionado, o cimento obturador foi levado ao canal radicular com auxílio de instrumento Lentulo 35 (Dentsply Maillefer, Ballaigues, Switzerland) e lima manual tipo Kerr 35 pré-curvada (Dentsply Maillefer, Ballaigues, Switzerland). Em seguida, o cone de guta percha envolto em cimento endodôntico foi levado ao canal. A caneta termoplastificadora do sistema Termo Pack II (Easy Equipamentos Odontológicos, Brasil) foi utilizada para plastificação, corte e compactação da guta percha no interior dos canais radiculares (*Downpacck*) até 3 mm do comprimento de trabalho. Em seguida, o injetor térmico do mesmo sistema foi usado para injeção de guta percha aquecida que foi condensada (*Repacking* ou *Back Fill*). A compactação foi realizada com condensadores de Níquel e Titânio (Easy Equipamentos Odontológicos, Brasil). Uma radiografia comprobatória foi realizada para averiguar a qualidade da obturação.

Após a obturação dos canais radiculares, cada amostra foi selada com o material restaurador provisório Coltosol (Vigodent, Rio de Janeiro, Brasil) e mantidos em estufa a temperatura de 37° C, em umidade a 95%, por três dias.

Análises por Micro-CT

As raízes foram escaneadas por Micro-CT (SkyScan 1176; Bruker Micro-CT, Kontich, Bélgica) após o preparo e após a obturação. Os dentes utilizados foram posicionados de forma padronizada, permitindo que os espécimes fiquem sempre na

mesma posição durante os escaneamentos. Os parâmetros utilizados foram: 90 kV de potência, energia de 278 mA, ciclo de evolução 180°, rotação de 0.5, filtro Cu + Al e tamanho de voxel de 9 µm. As imagens obtidas pós-preparo e pós-obturação foram reconstruídas utilizando o *software* NRecon.

As imagens reconstruídas foram sobrepostas através de um alinhamento geométrico no *software* Data Viewer (Data Viewer v.1.5.1, Bruker aswqMicro-CT). Análises quantitativas foram, então, realizadas utilizando o *software* CTAn (CTAn v.1.14.4, Bruker Micro-CT), aplicando *task lists* e opera es aritméticas e lógicas entre as sec es sobrepostas. Um histograma de densidade com valores em média de 255-110 para Neo MTA Plus e 255-74 para AH Plus foi usado em um método de limite global. As porcentagens de material obturador foram tomadas como base no volume do canal pós-preparo, sendo obtido o percentual de falhas na obtura o $[(\text{volume do canal} - \text{volume do material obturador}) \times 100 / \text{volume do canal}]$ dentre as técnicas de obtura o preconizadas. Análises qualitativas foram realizadas através dos modelos obtidos pelo uso do *software* CTVol. (CTVol v.2.3.1.0, Bruker Micro-CT).

Avalia o estatística

Dados obtidos para volume dos canais após preparo, percentual de material obturador e percentual de falhas foram submetidos ao teste ANOVA e Tukey ($\alpha = 0.05$).

Resultados

O volume dos canais preparados pelo sistema ProDesign R 35.05 na extensão total e terços (cervical, médio e apical) foi similar para os dois grupos experimentais de avalia o dos cimentos obturadores ($P > .05$) (Tabela 2). Não houve diferença significativa com rela o ao percentual de falhas e preenchimento entre os canais obturados pela técnica de onda contínua de condensac o com os cimentos AH Plus ou Neo MTA Plus ($P > .05$) (Tabela 3, Figura 1).

Tabela 2 – Volume (mm³) total e por terços dos canais após preparo. Média e desvio padrão (Teste ANOVA e TuKey com 5% de significância).

		GRUPOS EXPERIMENTAIS	
		Cimento AH Plus	Cimento Neo MTA Plus
Volume após preparo (mm ³)	Total	3.112±0,5354	3.068±0,5531
	Cervical	1.662±0,3740	1.615±0.3480
	Médio	0.9890±0,2690	0.9778±0.1563
	Apical	0.3919±,0.09927	0.4000±0.07555

Não houve diferença estatística entre os grupos.

Tabela 3 – Percentual de falhas e material obturador na obturação após emprego de compactação lateral e onda contínua de condensação. Teste ANOVA e Tukey com 5% de significância.

		GRUPOS EXPERIMENTAIS	
		Cimento AH Plus	Cimento Neo MTA Plus
% de falhas	Total	8.733±6.586	8.049±4.481
	Cervical	8.550±6.744	6.293±3.221
	Médio	10.41±7.492	8.835±6.687
	Apical	7.066±3.408	8.916±5.009
% de material obturador	Total	91.27±6.585	92.33±4.01
	Cervical	91.45±6.744	93.27±3.319
	Médio	89.59±7.492	90.96±6.528
	Apical	92.93±3.408	91.30±5.125

Não houve diferença estatística entre os grupos.

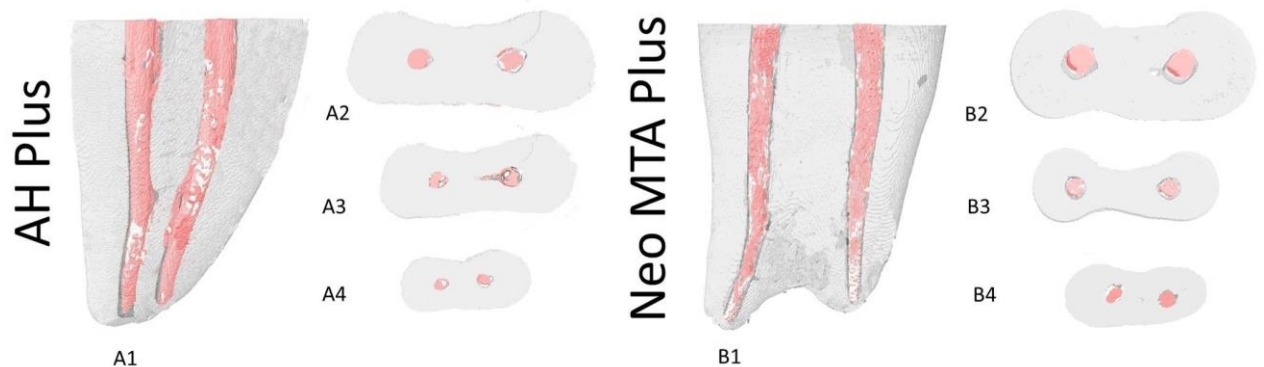


Figura 1: Reconstruções tridimensionais de imagens obtidas por Micro-CT de canais mesiais de molares inferiores obturados por onda contínua de condensação com o cimento AH Plus (A1) ou Neo MTA Plus (B1). Secções axiais de raízes mesiais de molares inferiores obturadas por onda contínua de condensação associada, respectivamente, aos cimentos AH Plus ou Neo MTA Plus nos terços: cervical (A2, B2), médio (A3, B3) e apical (A4, B4). A gutta percha é representada pela cor rosa e o cimento por branco.

Discussão

No presente estudo, confirmando a hipótese nula, a capacidade de preenchimento em canais radiculares curvos obturados com os cimentos AH Plus ou Neo MTA Plus foi similar. Quanto ao percentual médio de preenchimento dos canais radiculares, os resultados do presente estudo mostraram 91,27% para AH Plus e 92,33 % para Neo MTA Plus (Tabela 3, Figura 1). Maior percentual de preenchimento para a técnica de onda contínua de condensação e cimento AH Plus em raízes mesiais de molares inferiores foi observado por Oh et al. (7), com 99,72% de preenchimento. Também, um percentual de falhas 3,91% foi observado por Iglecias et al. (8).

Todavia, estes estudos foram realizados em Micro-CT em menor resolução de escaneamento, respectivamente 17,42 μm e 14,87 μm de tamanho de voxel. No presente estudo, resolução de 9 μm foi usada para escaneamento, podendo sugerir maior capacidade de detectar a presença de falhas. Concordando com esta afirmativa, Ho et al. (6) avaliaram a capacidade de preenchimento pela técnica de onda contínua de condensação, compactação lateral e compactação lateral ultrassônica em raízes mesiais de molares inferiores. Os autores utilizaram uma resolução de 7,9 μm de tamanho de voxel e encontraram o percentual de 88,91% de preenchimento nos canais obturados pela técnica de onda contínua de condensação. Freire et al. (25) compararam por Micro-CT a influência de diferentes métodos de irrigação na remoção de detritos e na obturação de canais mesiais de molares inferiores, realizaram escaneamentos com tamanho de voxel 17,42 μm e chegaram a o percentual de preenchimento dos canais radiculares de 93,94%.

Para realização da técnica de onda contínua de condensação é necessário um preparo com tamanho compatível com a ponta termocompactora, visando a sua inserção até próximo a 3 mm do comprimento de trabalho (26). Canais radiculares no presente estudo foram preparados com o sistema rotatório de Níquel e Titânio ProDesign R até dilatação final 35.05. A Tabela 2 confirma que os preparos foram realizados de forma padronizada, uma vez que não existe diferença entre canais preparados para os dois grupos experimentais. Estes instrumentos apresentam grande flexibilidade e resistência flexural (27), auxiliando em preparos centrados e sem complicações (28). O diâmetro final do preparo 35.05 parece ser apropriado, já que possibilita atuação de substâncias irrigadoras (29).

Raízes mesiais de molares inferiores com curvatura entre 20° e 40° foram utilizadas, uma vez que a avaliação de técnicas de obturação em canais curvos é limitada (30). O preparo e obturação de canais com complexidade anatômica apresentam maior dificuldade (31). No presente estudo, a técnica de onda contínua de condensação, usada na obturação, permitiu a plastificação da guta percha ao longo de toda a extensão do canal (5), promovendo massa homogênea capaz de preencher irregularidades dos canais (32). Sendo assim, a onda contínua de condensação pode ser considerada uma técnica apropriada para obturações em raízes mesiais de molares inferiores (8).

Os cimentos endodônticos devem preencher espaços entre a guta percha e a parede do canal (9), sendo associados à qualidade final do preenchimento dos canais radiculares (10). AH Plus é um cimento obturador à base de resina epóxi, considerado padrão ouro devido suas excelentes propriedades físico-químicas (33). No entanto, o cimento Neo MTA Plus por ter sido introduzido no mercado recentemente apresenta poucos estudos avaliando suas propriedades físico-químicas (19,20, 21). Nossos resultados mostraram valores semelhantes para AH Plus e Neo MTA Plus, que apresentaram adequados percentuais de preenchimento em toda extensão do canal radicular, bem como na avaliação por terços (cervical, médio e apical). Esses resultados podem ser associados à capacidade de penetração no interior dos túbulos dentinários observada para o cimento (21).

Tendo em vista que a obturação que apresenta lacunas e falhas apresenta maior possibilidade de fracasso do tratamento endodôntico (34), o cimento endodôntico Neo MTA Plus mostrou adequada capacidade de preenchimento em canais curvos, quando utilizado em associação com a técnica obturadora de onda contínua de condensação. Neo MTA Plus mostrou resultados semelhantes ao cimento AH-Plus, reconhecido pelas suas excelentes propriedades físico-químicas (12, 13). Desta forma o cimento Neo MTA Plus pode ser considerado como alternativa, como cimento endodôntico, para obturação do sistema de canais radiculares.

Conclusão

Nenhum dos materiais obturadores foi capaz de preencher totalmente os canais radiculares empregando técnica de Onda Contínua de Condensação. O

cimento Neo MTA Plus tem capacidade de preenchimento de canais mesiais de molares inferiores semelhante ao cimento AH Plus.

Referências Bibliográficas

- 1- Tavares PB, Bonte E, Boukpeso T, et al. Prevalence of apical periodontitis in root canal-treated teeth from an urban French population: influence of the quality of root canal fillings and coronal restorations. *J Endod* 2009;35:810–3.
- 2- Venturi M. Evaluation of canal filling after using two warm vertical gutta-percha compaction techniques in vivo: a preliminary study. *Int Endod J* 2006;39:538–46.
- 3- Pane ES, Palamara JEA, Messer HH. Behavior of resin-based endodontic sealer cements in thin and thick films. *Dent Mater* 2012;28:150-9.
- 4- Brian L, James BL, Brown CR, et al. An in vitro evaluation of the contents of root canals obturated with gutta percha and AH-26 sealer or resilon and epiphany sealer. *J Endod* 2007;33:1359-63.
- 5- Keleş A, Alcin H, Kamalak A, et al. Micro-CT evaluation of root filling quality in oval-shaped canals. *Int Endod J* 2014;47:1177-84.
- 6- Ho ESS, Chang JWW, Cheung GSP. Quality of root canal fillings using three gutta-percha obturation techniques. *Restor Dent Endod* 2016;41:22-28.
- 7- OH S, Perinpanayagam H, Kum DJ, et al. Evaluation of three obturation techniques in the apical third of mandibular first molar mesial root canals using micro-computed tomography. *J Dent Sci* 2016;11:95-102.
- 8- Iglecias EF, Freire LG, de Miranda Candeiro GT, et al. Presence of Voids after Continuous Wave of Condensation and Single-cone Obturation in Mandibular Molars: A Micro-computed Tomography Analysis. *J Endod* 2017;43:638-42.
- 9- Qu W, Bai W, Liang YH, et al. Influence of Warm Vertical Compaction Technique on Physical Properties of Root Canal Sealers. *Endod J* 2016;42:1829-33.
- 10-Sant’Anna-Júnior A, Tanomaru-Filho M, Duarte MAH, et al. Filling of simulated lateral canals with gutta percha or resilon when using thermomechanical compaction. *Rev Odontol UNESP* 2015;42:37-41.
- 11-Oliveira AC, Tanomaru JM, Faria-Junior N, et al. Bacterial leakage in root canals filled with conventional and MTA-based sealers. *Int Endod J* 2011;44:370-5.

- 12-Viapiana R, Moinzadeh AT, Camilleri L, et al. Porosity and sealing ability of root fillings with gutta-percha and BioRoot RCS or AH Plus sealers. Evaluation by three ex vivo methods. *Int Endod J* 2016;49:774-82.
- 13-Collado-González M, Tomás-Catalá CJ, Oñate-Sánchez RE, et al. Cytotoxicity of GuttaFlow Bioseal, GuttaFlow2, MTA Fillapex, and AH Plus on Human Periodontal Ligament Stem Cells. *J Endod* 2017;43:816-22.
- 14-Peng W, Liu W, Zhai W et al. Effect of tricalcium silicate on the proliferation and odontogenic differentiation of human dental pulp cells. *J Endod* 2011;37:1240-6.
- 15-Camilleri J. Characterization and hydration kinetics of tricalcium silicate cement for use as a dental biomaterial. *Dent Mat* 2011;27:836-44.
- 16-Gandolfi MG, Siboni F, Botero T, et al. Calcium silicate and calcium hydroxide materials for pulp capping: biointeractivity, porosity, solubility and bioactivity of current formulations. *J Appl Biomater Funct Mater* 2015;13:43-60.
- 17-Tanomaru-Filho M, Andrade AS, Rodrigues EM, et al. Biocompatibility and mineralized nodule formation of Neo MTA Plus and an experimental tricalcium silicate cement containing tantalum oxide. *Int Endod J* 2017;50:31-9.
- 18-Camilleri J. Staining potential of Neo MTA Plus, MTA Plus and Biodentine used for pulpotomy procedures. *J Endod* 2015;41:1139-45.
- 19-Siboni F, Taddei P, Prat, C, et al. Properties of NeoMTA Plus and MTA Plus cements for endodontics. *Int Endod J* 2017; doi:10.1111/iej.12787. [Epub ahead of print]
- 20- Aktemur Türker S, Uzunoğlu E, Bilgin B. Comparative evaluation of push-out bond strength of Neo MTA Plus with Biodentine and white ProRoot MTA. *J Adhes Sci Technol* 2017;31:502-8.
- 21-McMichael GE, Primus CM, Opperman LA. Dentinal tubule penetration of tricalcium silicate sealers. *J Endod* 2016;42:632-6.
- 22-Kierklo A, Tabor Z, Pawińska M, et al. A microcomputed tomographybased comparison of root canal filling quality following different instrumentation and obturation techniques. *Med Princ Pract* 2015;24:84-91.
- 23-Celikten B, Uzuntas CF, Orhan AI, 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* 2015;38:133-40.

- 24-Kim JA, Hwang YC, Rosa V, Yu, et al. Root Canal Filling Quality of a Premixed Calcium Silicate Endodontic Sealer Applied Using Gutta-percha Cone-mediated Ultrasonic Activation. *J Endod* 2018;44:133-8.
- 25-Freire LG, Iglecias EF, Cunha RS, et al. Micro-Computed Tomographic Evaluation of Hard Tissue Debris Removal after Different Irrigation Methods and Its Influence on the Filling of Curved Canals. *J Endod* 2015;41:1660-6.
- 26-Somma F, Cretella G, Carotenuto M, et al. Quality of thermoplasticized and single point root fillings assessed by micro-computed tomography. *Int Endod J* 2011;44:362-9.
- 27-Alcalde MP, Tanomaru-Filho M, Bramante CM, et al. Cyclic and torsional fatigue resistance of reciprocating single files manufactured by different nickel-titanium alloys. *J Endod* 2017;45:1186-90.
- 28-Pinheiro SR, Alcalde MP, Vivacqua-Gomes N, et al. Evaluation of apical transportation and centring ability of five thermally treated NiTi rotary systems. *Int Endod J* 2017;doi:10.1111/iej.12881. [Epub ahead of print]
- 29-Srikanth P, Krishna AG, Srinivas S, et al. Minimal Apical Enlargement for Penetration of Irrigants to the Apical Third of Root Canal System: A Scanning Electron Microscope Study. *J Int Oral Health* 2015;7:92-6.
- 30-Schafer E, Nelius B, B€urklein S. A comparative evaluation of gutta-percha filled areas in curved root canals obturated with different techniques. *Clin Oral Investig*. 2012;16:225–30.
- 31-Kandaswamy D, Venkateshbabu N, Gogulnath D, et al. Dentinal tubule disinfection with 2% chlorhexidine gel, propolis, morinda citrifolia juice, 2% povidone iodine, and calcium hydroxide. *International. J Endod* 2010;43:419-23.
- 32-Mirfendereski M, Roth K, Fan B, et al. Technique acquisition in the use of two thermoplasticized root filling methods by inexperienced dental students: a microcomputed tomography analysis. *J Endod* 2009;35:1512-7.
- 33-Almeida LH S, Moraes RR, Morgental RD, et al. Are Premixed Calcium Silicate-based Endodontic Sealers Comparable to Conventional Materials? A Systematic Review of In Vitro Studies. *J Endod* 2017;43:527-35.
- 34-Donnermeyer D, Bunne C, Schäferl, et al. Retreatability of three calcium silicate-containing sealers and one epoxy resin-based root canal sealer with four different root canal instruments. *Clin Oral Investig* 2018;22:811-7

4 DISCUSSÃO

Nos resultados da publicação 1, os instrumentos rotatórios ProDesign Logic 25.06 obtiveram maior percentual de aumento volumétrico no terço apical em relação aos reciprocantes ProDesign R 25.06 (Tabela 1, Publicação 1). Estes resultados foram relacionados à liga de Níquel e Titânio (CM) e às diferentes velocidades entre os instrumentos na movimentação rotatória e reciprocante. Contudo, estudos mais conclusivos podem ser necessários, como a comparação por Micro-CT da capacidade de preparo entre instrumentos reciprocantes de Níquel e Titânio com tratamento térmico em sua velocidade reciprocante recomendada (300 rpm) e/ou com velocidade reciprocante aumentada. Motores ajustáveis quanto aos ângulos horário e anti-horário e velocidade do movimento reciprocante podem ser usados como, por exemplo, o Endo Dual (Satelec, By Dental srl, Pistoia, Italy). Todavia, o aumento da velocidade de rotação dos instrumentos rotatórios de Níquel e Titânio pode diminuir seu tempo de resistência à fadiga cíclica⁴⁵. A diminuição da resistência flexural pode ser diferenciada durante o movimento reciprocante, que pode reduzir a fadiga⁴⁶.

Com relação à comparação entre técnicas obturadoras, nossos resultados revelaram maior percentual de material obturador e menor incidência de falhas para a técnica de termoplastificação por onda contínua em comparação a compactação lateral, corroborando com estudos semelhantes que utilizaram Micro-CT para comparar a capacidade de preenchimento das técnicas de compactação lateral e termoplastificação por onda contínua em raízes mesiais de molares inferiores^{43,44} e pré-molares inferiores^{20,40,47}. Não houve diferença quando comparado a técnica de onda contínua de condensação variando o cimento, AH Plus ou Neo MTA Plus. Tendo em vista que cimento AH Plus é considerado padrão ouro devido suas excelentes propriedades físico-químicas⁴⁸, os resultados foram favoráveis para o cimento Neo MTA Plus, que é biocompatível e bioativo^{28,31}. Ainda apresenta bons resultados nos testes físico-químicos²⁸⁻³⁰. Podemos considerar o cimento Neo MTA Plus como uma boa alternativa como cimento obturador.

Houve diferença no percentual de falhas na obturação por onda contínua de condensação realizadas com cimento AH Plus para a publicação 2 (2,92%) e a publicação 3 (7,06%). Os canais utilizados para avaliação das obturações na publicação 2 foram preparados pelos instrumentos rotatórios ProDesign Logic 35.05

e os da publicação 3, foram preparados pelos instrumentos reciprocantes ProDesign R 35.05. Os canais preparados pelo sistema rotatório ProDesign Logic apresentaram maior percentual de aumento volumétrico no terço médio e apical quando comparados aos preparados pelos instrumentos ProDesign R, na dilatação adicional comparada ao canal inicial (Tabela 2, Publicação 1). Dados referentes aos volumes dos canais preparados mostram que o sistema ProDesign Logic 35.05 proporcionou média volumétrica nos terços médios e apicais, respectivamente de 1,121 mm³ e 0,5960 mm³ (Tabela 1, Publicação 2) e o sistema ProDesign R proporcionou média volumétrica nos terços médios e apicais de respectivamente 0,9890 mm³ e 0,3919 mm³ (Tabela 2, Publicação 3). A qualidade das obturações endodônticas pode ser influenciada pelo preparo e dilatação dos canais radiculares²⁰ e a técnica de onda contínua de condensação necessita de espaço para que a ponta termocompactadora seja inserida até próximo a três milímetros aquém do comprimento de trabalho⁴⁹. Assim, podemos sugerir que a maior dilatação dos terços médio e apical ocasionada pelo sistema ProDesign Logic 35.05 contribuiu para melhor adaptação do material obturador no terço apical de raízes mesiais de molares inferiores pra técnica de onda contínua de condensação e cimento AH Plus.

Os instrumentos de Níquel e Titânio com tratamento térmico (ProDesign Logic e ProDesign R) proporcionaram a manutenção da trajetória de canais curvos, mesmo após dilatação adicional (35.05). Além disso, a ampliação de 25.06 para 35.05 não promoveu grande desgaste dentínario nos terços mais cervicais. Estes fatos tornam importante na indicação de preparos em dentes com infecção endodôntica com maior dilatação apical favorecendo a ação das substâncias irrigadoras e da medicação intracanal. Outra consideração importante para novas avaliações relaciona-se às técnicas de instrumentação recíproca de lima única, que foram associadas à maior compactação de debris.

Uma vez que a obturação endodôntica deve ser realizada de forma mais completa possível com intuito de evitar reinfecção bacteriana, técnicas de termoplastificação da guta percha demonstram ser ótima opção.

5 CONCLUSÃO

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

1. Os instrumentos rotatórios ProDesign Logic 25.06 mostraram maior aumento volumétrico no terço apical, menor percentual de debris e superfície instrumentada em comparação com os instrumentos reciprocantes ProDesign R 25.06. A dilatação apical com instrumentos rotatórios ProDesign Logic e reciprocantes ProDesign R de 25.06 para 35.05 ocasionou maior ampliação do terço apical e promoveu maior remoção de debris. Os instrumentos ProDesign Logic como ProDesign R proporcionam preparo centralizado após preparo 25.06 para 35.05. O sistema reciprocante ProDesign R é capaz de realizar os preparos em menor tempo que o sistema rotatório ProDesign Logic.

2. Nenhuma das técnicas obturadoras utilizadas neste estudo foi capaz de preencher totalmente os canais radiculares. O sistema de onda contínua de condensação, Termo Pack II, obteve maior percentual de material obturador no interior dos canais e conseqüentemente menor incidência de falhas quando comparado com a técnica de compactação lateral.

3. O cimento AH Plus apresentou resultados semelhantes ao cimento Neo MTA Plus no preenchimento de canais mesiais de molares inferiores pela técnica de onda contínua de condensação.

REFERÊNCIAS*

1. Schilder H. Cleaning and shaping the root canal. *Dent Clin North Amer.* 1974; 18: 269-96.
2. Leonardo M, Leonardo RT. Tratamento de canais radiculares: avanços tecnológicos de uma endodontia minimamente invasiva e reparadora. São Paulo: Artes Médicas; 2012. 472p.
3. Venturi, M. Evaluation of canal filling after using two warm vertical gutta-percha compaction techniques in vivo: a preliminary study. *Int Endod J.* 2006; 39(7): 538-46.
4. Elnaghy AM. Cyclic fatigue resistance of ProTaper Next Nickel-Titanium rotary files. *Int Endod J.* 2014; 47 (11): 1034-9.
5. Hieawy A, Haapasalo M, Zhou H, Wang Z, Shen Y. Phase transformation behavior and resistance to bending and cyclic fatigue of ProTaper Gold and ProTaper Universal instruments. *J Endod.* 2015; 41 (7):1134-8.
6. 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.
7. Elnaghy AM, Elsaka E. Mechanical properties of ProTaper Gold Nickel Titanium rotary instruments. *Int Endod J.* 2016; 49(11): 1073-8.
8. Pedulla E, Lo Savio FL, Boninell S, Plotino G, Grande NM, Rapisarda E, et al. Influence of cyclic torcional preloading on cyclic fatigue resistance of Nickel-Titanium instruments. *Int Endod J.* 2015; 48 (11): 1043-50.
9. Gagliardi J, Versani M, Sousa-Neto MD, Plazas-Garzon A, Basrani B. Evaluation of the shaping characteristics of ProTaper Gold, ProTaper Next and ProTaper Universal in curved canal. *J Endod.* 2015; 41(10): 1718-24.
10. Saber SEDM, Nagy MM, Schafer E. Comparative evaluation of the shaping ability of ProTaper Next, RaCe and Hyflex CM Rotary NITI files in severely curved root canals. *Int Endod J.* 2015; 48(2): 131-6.
11. Alcalde MP, Tanomaru-Filho M, Bramante CM, Húngaro-Duarte MA, Guerreiro-Tanomaru JM, Camilo-Pinto J, et al. Cyclic and torsional fatigue resistance of reciprocating single files manufactured by different nickel-titanium alloys. *J Endod.* 2017; 43(7): 1186-91.
12. Yared G. Canal preparation using only one Ni-Ti rotary instrument: preliminary observations. *Int Endod J.* 2008; 41(4): 339-44.

* 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. You SY, Bae KS, Baek SH, Kum KY, Shon WJ, Lee W. Lifespan of one nickel-titanium rotary file with reciprocating motion in curved root canals. *J Endod.* 2010; 36(12):1991–4.
14. De-Deus G, Moreira EJ, Lopes HP, Elias CN. Extended cyclic fatigue life of F2 Pro-Taper instruments used in reciprocating movement. *Int Endod J.* 2010; 43(12): 1063–8.
15. Giuliani V, Di Nasso L, Pace R, Pagavino G. Shaping ability of waveone primary reciprocating files and protaper system used in continuous and reciprocating motion. *J Endod.* 2014; 40(9):1468-71.
16. Alcalde MP, Duarte MAH, Bramante CM, de Vasconcelos BC, Tanomaru-Filho, M., Guerreiro-Tanomaru, et al. Cyclic fatigue and torsional strength of three different thermally treated reciprocating nickel-titanium instruments. *Clin Oral Investig.* 2017 Dec 26. [Epub ahead of print]
17. Torabinejad M, Walton RE. *Endodontia: princípios e prática.* 4. ed. Rio de Janeiro: Elsevier; 2010.
18. Hargreave KM, Cohen S. *Caminhos da polpa.* 10. ed. Rio de Janeiro: Elsevier; 2011.
19. Lopes HP, Siqueira Jr JF. *Endodontia biologia e técnica.* 3. ed. Rio de Janeiro: Guanabara Koogan; 2013.
20. Keles A, Alcin H, Kamalak A, Versani MA. Micro-CT evaluation of filling quality in oval shaped canal. *Int Endod J.* 2014; 47(12): 1177-84.
21. Tanomaru-Filho M, Bosso R, Sant`Anna-Júnior A, Berbert FLCV, Guerreiro-Tanomaru JM. Effectiveness of gutta-percha and Resilon in filling lateral root canals using thermomechanical technique. *Rev Odontol UNESP.* 2013; 42(1): 37-41.
22. Peng L, Ye L, Tan H, Zhou X. Outcome of root canal obturation by warm guttapercha versus cold lateral condensation: a meta-analysis. *J Endod.* 2007 33(2): 106–9.
23. 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.
24. Haddad Filho MS, *Endodontia de vanguarda: mais fácil mais rápida e mais segura.* Nova Odessa, SP: Napoleão; 2015.
25. Carvalho-Júnior JR, Correr-Sobrinho L, Sinhoret 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.
26. Aggarwal V, Singla M, Miglani S, Kohli S. Comparative evaluation of push-out bond strength of ProRoot MTA, Biodentine, and MTA Plus in furcation perforation repair. *J Conserv Dent.* 2013; 11(5): 141-3.

27. Camilleri J. Staining potential of Neo MTA Plus, MTA Plus and Biodentine used for pulpotomy procedures. *J Endod* 2015; 41(7): 1139–45.
28. McMichael GE, Primus CM, Opperman LA. Dentinal tubule penetration of tricalcium silicate sealers. *Endod J.* 2016; 42(4): 632-6.
29. Siboni F, Taddei P, Prat, C, Gandolfi MG. Properties of NeoMTA Plus and MTA Plus cements for endodontics. *Int Endod J.* 2017; 51(2):e83-e94.
30. 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): 31-40.
31. 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.* 2017; 51(5): 541-8.
32. Pasqualini D, Alovisei M, Cemenasco A, Mancini L, Paolino DS, Bianchi CC, et al. Micro-computed tomography evaluation of protaper next and biorace shaping outcomes in maxillary first molar curved canals. *J Endod.* 2015; 41 (10): 1706-10.
33. Amoroso-Silva P, Alcalde MP, Duarte H, De-Deus G, Ordinola-Zapata R, Freire, et al. Effect of finishing instrumentation using NiTi hand files on volume, surface area and uninstrumented surfaces in C-shaped root canal systems. *Int Endod J.* 2017; 50(6): 604-11.
34. De-Deus G, Belladonna FG, Silva EJNL, Marins JR, Souza EM, Perez R, et al. Micro-CT evaluation of non-instrumented canal areas with different enlargements performed by NiTi systems. *Braz Dent J.* 2015; 26(6): 624-9.
35. 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.
36. 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 Investig.* 2014; 18(1): 155-61.
37. Araújo CCC, Brito-Junior M, Pereira RD, Silva-Sousa YT, Cruz-Filho AM, Sousa-Neto MD. Root filling bond strength using reciprocating file-matched single-cones with different sealers. *Pesqui Odontol Bras.* 2016; 30(1): 1-10.
38. Moinzadeh AT, Zerbst W, Boutsoukis C, Shemesh H, Zaslansky P. Porosity distribution in root canals filled with gutta percha and calcium silicate cement. *Dent Mater.* 2015; 31(9), 1100-8.
39. 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.

40. 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.
41. 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.
42. OH S, Perinpanayagam H, Kum DJ, Lim SM, Yoo YJ, Chang SW, et al. Evaluation of three obturation techniques in the apical third of mandibular first molar mesial root canals using micro-computed tomography. *J Dent Sci.* 2016; 11(1): 95-102.
43. 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.
44. Lopes HP, Ferreira AA, Elias CN, Moreira EJ, de Oliveira JC, Siqueira JF Jr. Influence of rotational speed on the cyclic fatigue of rotary nickel-titanium endodontic instruments. *J Endod.* 2009; 35(7): 1013–6.
45. Rubini AG, Sannino G, Pongione G, Al Sudani D, Jantarat J, De Luca M, et al. Influence of file motion on cyclic fatigue of new nickel titanium instruments. *Ann Stomatol.* 2013; 4(1): 149–51.
46. Eren SK, 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.
47. Almeida LHS, Moraes RR, Morgental RD, Pappen FG. Are premixed calcium silicate-based endodontic sealers comparable to conventional materials? A systematic review of In vitro studies. *Endod J.* 2017;43(4): 527-35.
48. 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.

APÊNDICE A – METODOLOGIA EXPANDIDA

Seleção dos dentes

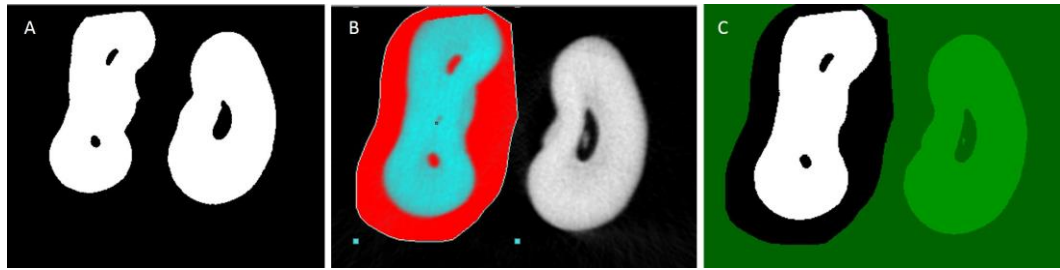
Após aprovação no Comitê de Ética Institucional (CEP nº 6473611.40000.5416), foram selecionados molares inferiores com raízes mesiais tendo canais mesio-vestibular (MV) e mesio-lingual (ML) distintos. Para a seleção dos espécimes, além da utilização do sistema de radiografia digital, foi realizado escaneamento inicial a 35 μ m utilizando o microtomógrafo SkyScan 1176 (Skyscan 1176, Bruker-microCT, Konttich, Bélgica) (Figuras A1, A2 e A3). Nesta etapa, por meio de estudos pilotos, foram definidos parâmetros de escaneamento: filtro Cu + Al, tempo de 87 ms de exposição, frame 3, rotação de 360°, 80 kV e 300 μ A. Após reconstrução e análise inicial das imagens obtidas, selecionamos 24 raízes mesiais de molares inferiores, apresentando canais MV e ML distintos, completa formação apical, ausência de fraturas radiculares e reabsorções. Foram selecionadas as raízes que apresentaram ângulo de curvatura entre 20° e 40° e raio de curvatura menor que 10 mm. O comprimento das raízes foi padronizado com uma variação de ± 2 mm. Uma amostragem de n = 48 canais radiculares foi obtida.

Figura A1- Imagem representativa da análise inicial para seleção dos espécimes (escaneamento a 35 μ m)



Fonte: Arquivo pessoal do autor.

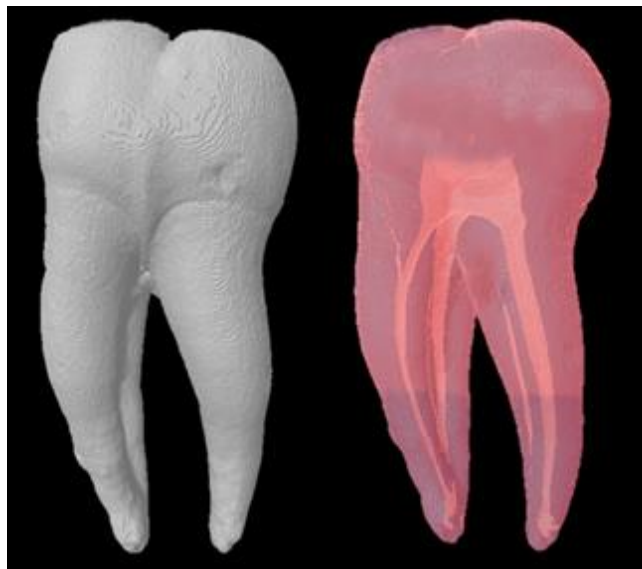
Figura A2 - Imagem representativa das análises em CTAn da amostra piloto



Através da binarização pelo histograma, observa-se a segmentação dos 3 canais (A), seguida da definição dos canais MV e ML como região de interesse (B) e a binarização apenas destes canais (C).

Fonte: Arquivo pessoal do autor.

Figura A3 - Modelos tridimensionais dos espécimes pilotos obtidos a partir da utilização do software CTVol



Fonte: Arquivo pessoal do autor.

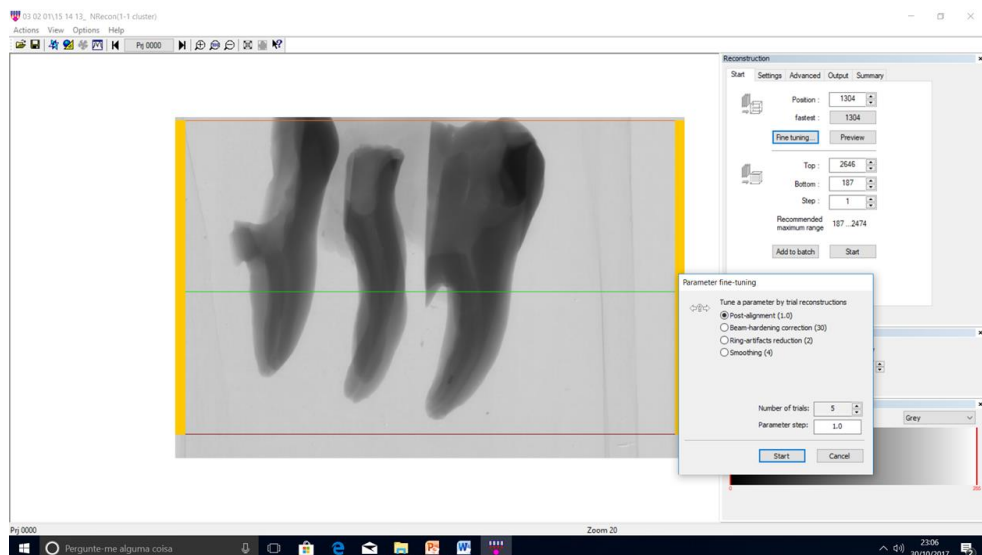
Avaliação por Micro-CT

Para a avaliação de todas as etapas propostas no presente estudo, os canais radiculares selecionados foram escaneados utilizando o microtomógrafo SkyScan 1176 (SkyScan 1176, Bruker-MicroCT, Kontich, Bélgica). Para captura das imagens, após cada etapa experimental, os espécimes foram posicionados na horizontal, com as coroas dos dentes voltadas para o mesmo lado. Baseado em estudos pilotos e em estudos prévios, os parâmetros para escaneamento foram definidos, sendo: 90

kV de potência, energia de 278 mA, ciclo de evolução de 180° e rotação de 0.5 e tamanho de voxel de 9 µm. O filtro utilizado foi Cu + Al.

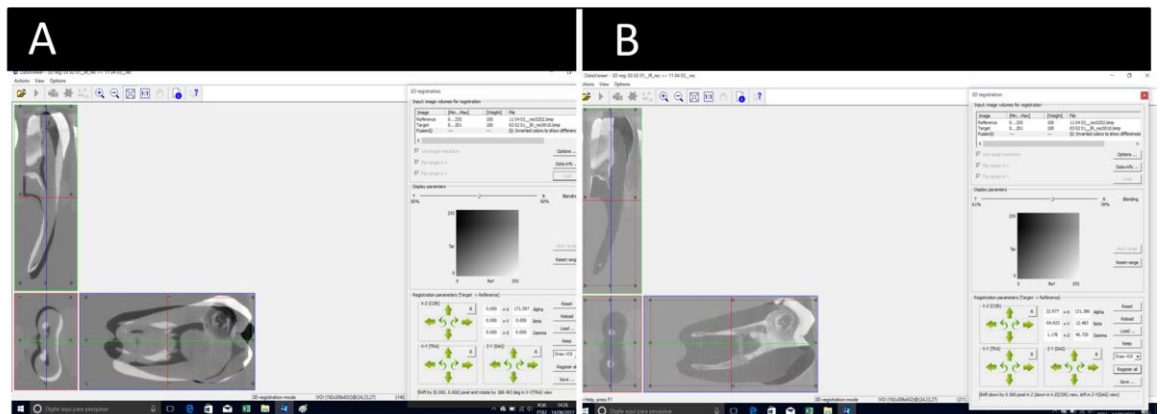
A reconstrução das imagens foi realizada por meio do *software* NRecon (V1.6.4,7; SkyScan, Bélgica) (Figura A4). Para cada amostra, foram definidos valores de correção de artefatos, como regularização de radiação, nitidez e histograma. Em seguida, o *software* Data Viewer (V1.5.1.2; Sky Scan, Bélgica) foi utilizado, a fim de obter a sobreposição das imagens. Através destes registros, os *datasets* obtidos foram analisados na mesma posição, permitindo que a mesma região fosse analisada nas diferentes etapas experimentais (Figura A5). Para análise e obtenção dos dados, utilizamos o *software* CTAn (V1.11.8; SkyScan, Bélgica) (Figura A6). A ferramenta “*custom processing*” destes *softwares* foi utilizada, permitindo que *task lists* elaborados através de cálculos matemáticos fossem empregados para os diferentes resultados a serem obtidos (volume inicial, volume pós-preparo, quantificação de debris e superfície não tocada e volume de material obturador) (Figura A7). Além disso, análises qualitativas foram realizadas através dos modelos obtidos pelo uso do *software* CTVol.

Figura A4 - Imagem representativas das imagens obtidas pelo Micro-CT no software NRecon para serem reconstruídas



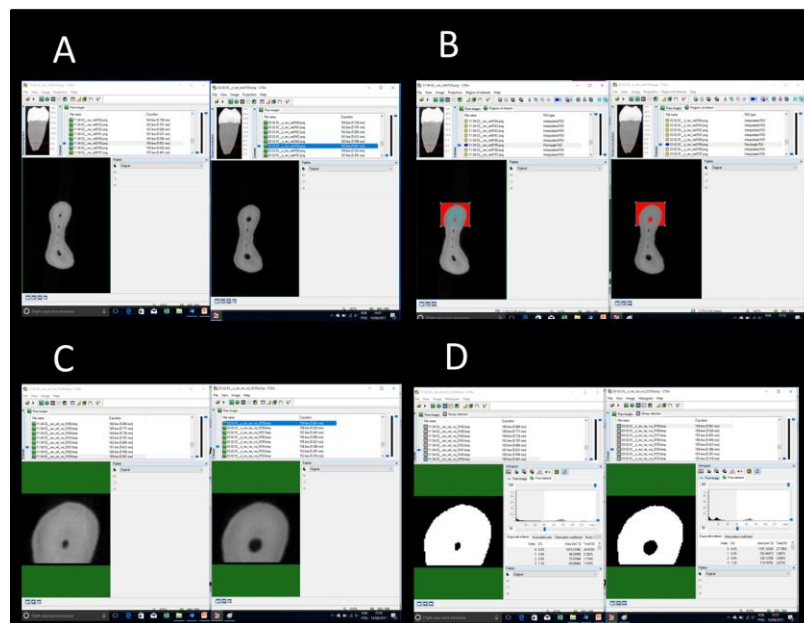
Fonte: Arquivo pessoal do autor.

Figura A5 - Imagens representativas da sobreposição das imagens obtidas antes e após cada procedimento experimental



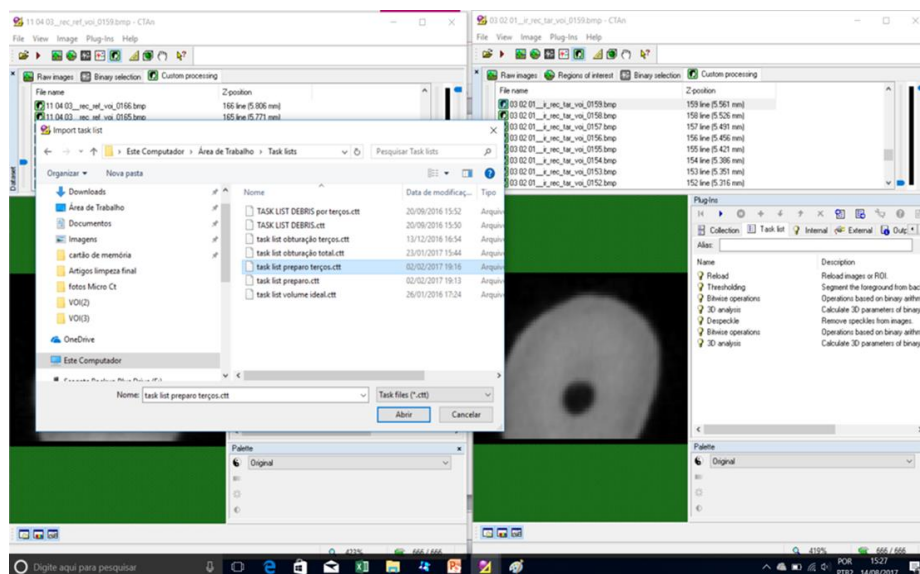
A, antes dos ajustes de sobreposição e B, após os ajustes de sobreposição.
Fonte: Arquivo pessoal do autor.

Figura A6- Imagem representativa das análises volumétricas das imagens, antes e após cada fase experimental, no software CTAn



A, *Reference* e *target* mostrando o espécime antes e após a fase experimental. B, definição do *Roi*, área de interesse. C, *Voi*, área de interesse salva para análises volumétricas. D, binarização das imagens para análise volumétrica.
Fonte: Arquivo pessoal do autor.

Figura A7 - Imagem representativa da utilização do *task lists*, no *software* CTAn para realização de análises volumétricas



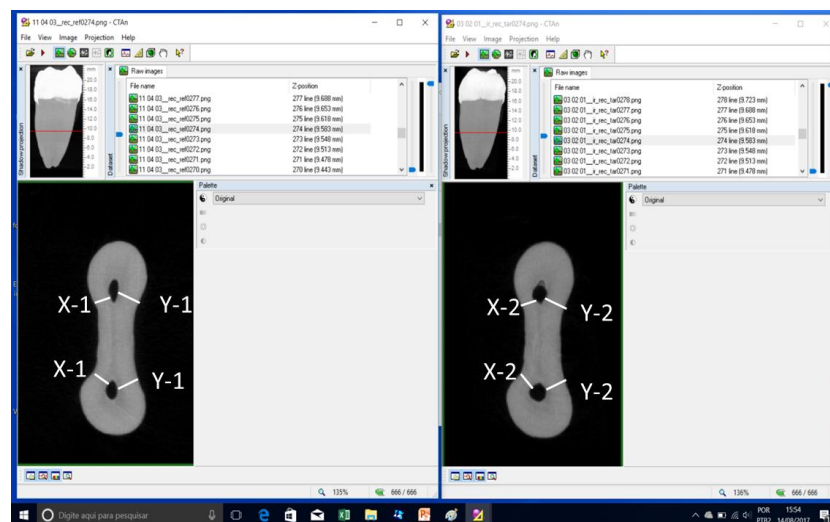
Fonte: Arquivo pessoal do autor.

O volume inicial (VI) e o volume final (VF) – após preparo – foram obtidos. Baseado nesses valores, a porcentagem de aumento de volume, usando a fórmula $[(VF \cdot 100 / VI) - 100]$, foi calculada. A porcentagem de debris (material com densidade similar à dentina, previamente ocupado por ar) e a porcentagem de superfície não instrumentada foram obtidas usando fórmulas específicas: % Debris = Volume de debris final x 100 / Volume final; % superfície não instrumentada = Área não instrumentada x 100 / Área final, respectivamente. As porcentagens de material obturador tomaram como base o volume do canal pós-preparo, sendo obtido o percentual de falhas na obturação $[(\text{volume do canal} - \text{volume do material obturador}) \cdot 100 / \text{volume do canal}]$ dentre as técnicas de obturação preconizadas.

As análises de transporte e centralização do canal radicular foram realizadas utilizando o *software* CTAn a partir das imagens sobrepostas, como descrito anteriormente. Foram mensuradas a distância mais curta entre a borda mesial da raiz e o canal antes da instrumentação (X1), a distância mais curta entre a borda mesial da raiz e o canal instrumentado (X2), a distância mais curta entre a borda distal da raiz e o canal antes da instrumentação (Y1) e a distância mais curta entre a borda distal da raiz e o canal instrumentado (Y2) (Figura A8). Para cada terço (cervical, médio e apical), cinco secções transversais foram medidas, sendo determinadas através de média aritmética. Os terços corresponderam a 3, 6 e 9 mm do ápice anatômico, cada terço abrangendo 3 mm da extensão do canal. O grau de

centralização do canal foi obtido pela seguinte equação: $(X1-X2) / (Y1-Y2)$ e o transporte do canal radicular foi obtido pela seguinte equação: $(X1-X2) - (Y1-Y2)$. Os dados de centralização foram ordenados de 0 a 1 sendo: mais próximo de 1 totalmente centralizado, e mais próximo a zero totalmente fora de centralização. Para os dados relativos ao desvio, quanto mais próximos a zero menor desvio. Números negativos foram usados para o desvio para mesial, e números positivos para o desvio para distal.

Figura A8 - Imagem representativa do *software* CTAn, mostrando o reference e target para mensuração do limite do canal, antes do preparo e preparado, até a borda mais próxima da raiz

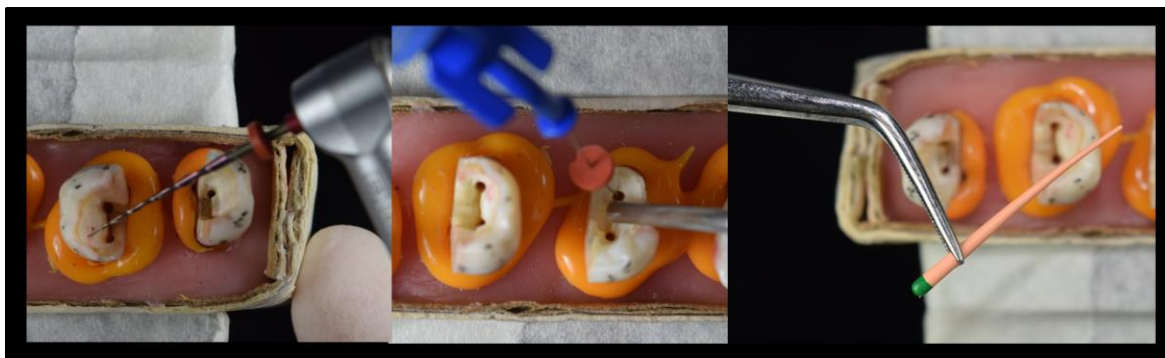


Fonte: Arquivo pessoal do autor.

Preparo das amostras

Para a exploração inicial dos canais radiculares, foram utilizadas limas tipo Kerr #08 e #10 (Dentsply, Maillefer, Suíça) introduzidos no canal radicular até o forame apical. O comprimento de trabalho foi definido a 1 mm desta extensão. A solução irrigadora utilizada foi hipoclorito de sódio a 2,5%, em seringa com agulha 29 G Navip (Endo Eze NaviTip, Ultradent, Brasil). Ainda foi realizada uma irrigação com 3 ml de EDTA a 17% e 5 ml de hipoclorito de sódio a 0,5%. Visando simular o ligamento periodontal para a execução das técnicas, os espécimes foram montados em aparatos com resina acrílica. Cada dente foi moldado com silicone de condensação (Oranwash, Zhermack SpA, Badia Polesine, Itália) para simulação do ligamento periodontal (Figura A9).

Figura A9 - Raízes mesiais de molares inferiores incluídas em silicone de condensação, nas fases experimentais de preparo e obturação



Fonte: Arquivo pessoal do autor.

Na primeira fase de preparo biomecânico, foram definidos dois grupos experimentais:

a) Preparo do canal radicular com ProDesign Logic

Instrumentos ProDesign Logic tamanho 25 taper .01 foram acionados em motor elétrico (VDW.SILVER, VDW GmbH, Munique, Alemanha) em movimento rotatório a 350 rpm de acordo com as especificações do fabricante, com suaves movimentos de entrada e retirada até o comprimento de trabalho. Em seguida, instrumento ProDesign Logic tamanho 25, taper .06 foi empregado a 600 rpm com suaves movimentos em direção apical até o comprimento de trabalho. O pincelamento foi realizado na zona de segurança (parede mesial), com amplitude média de 3 mm, totalizando três movimentos: mesial, mesio-vestibular e mesio-lingual.

b) Preparo do canal radicular com ProDesign R

Os instrumentos ProDesign R tamanho 25, taper .06 foram acionados em motor elétrico (VDW.SILVER, VDW GmbH, Munique, Alemanha) em ajuste recíprocante "RECIPROC" seguindo as especificações do fabricante. Os instrumentos foram inseridos no interior do canal radicular por terços (cervical, médio e apical), com suaves movimentos de introdução e retirada até o comprimento de trabalho. Ao final, o pincelamento foi realizado na zona de segurança (parede mesial), com amplitude média de 3 mm, totalizando três movimentos: mesial, mesio-vestibular e mesio-lingual.

A cada canal, foi realizada irrigação com 5 ml de hipoclorito de sódio a 2,5%. A irrigação final foi realizada com 2,5 mL de EDTA com agitação por 3 minutos e

posterior irrigação com 5 ml de hipoclorito de sódio a 0,5%. O tempo de preparo também foi registrado.

Concluído o preparo inicial dos canais radiculares, os espécimes foram submetidos ao escaneamento por Micro-CT, com resolução de 9 μm , para comparações das imagens pré e pós-operatórias. Foram avaliados o transporte e a centralização do canal, o κ percentual de aumento volumétrico, as superfícies não tocadas e debris para cada sistema utilizado. Após as análises propostas, as amostras foram novamente preparadas.

Na segunda fase de preparo biomecânico, foram definidos dois grupos experimentais de acordo com o preparo complementar:

a) ProDesign Logic 35.01 e 35.05 (n = 24 canais). Os canais preparados com os instrumentos ProDesign Logic 25.01 e 25.06 foram preparados com instrumentos de maior calibre 35.01 (350 rpm) e 35.05 (600 rpm) de forma semelhante ao descrito anteriormente.

b) ProDesing R 35.06 (n = 24 canais). Os canais preparados com os instrumentos ProDesign R 25.06 foram preparados com instrumentos de maior calibre 35.05 de forma semelhante ao descrito anteriormente.

Concluído o novo preparo, os espécimes foram novamente analisados em Micro-CT, como resolução de 9 μm , seguindo os parâmetros descritos anteriormente.

Obturação dos canais radiculares

Nesta etapa, foram utilizados os espécimes preparados subdivididos conforme Tabela A1, para avaliação da qualidade da obturação dos canais radiculares, utilizando diferentes técnicas e materiais obturadores (Tabela A2).

Tabela A1 – Subdivisão dos grupos experimentais para a etapa da obturação dos canais radiculares.

PREPARO COM SISTEMA PRODESIGN LOGIC	
Técnica de Obturação	Cimento
Onda contínua de condensação	AH Plus
Compactação lateral	AH Plus
PREPARO COM SISTEMA PRODESIGN R	
Técnica de Obturação	Cimento
Onda contínua de condensação	AH Plus
Onda contínua de condensação	Neo MTA Plus

Fonte: Elaboração própria.

Tabela 2 – Materiais e proporções utilizadas.

MATERIAIS	FABRICAÇÃO	PROPORÇÃO
AH Plus	Dentsply DeTrey GmbH, Konstanz, Alemanha: Resina epoxi bisfenol-A e bisfenol-F, tungstato de cálcio, óxido de zircônio, sílica, pigmentos de ferro, dibenzildiamida, aminoadamantano, óleo de silicone.	Comprimentos iguais das duas pastas
Neo MTA Plus	Avalon Biomed Inc, Bradenton, FL : Pó: silicato tricálcico, silicato dicálcico, tântalo óxido, aluminato tricálcico e sulfato de cálcio. Líquido: gel à base de água com espessante agentes e polímeros solúveis em água.	1 dose pó: 1 gota gel (0,33g: 150uL)

Fonte: Elaboração própria.

a) Obturação pela técnica de onda contínua de condensação:

Foram utilizados cones de guta percha tamanho 35, taper .05 (Tanari Indústria Ltda., São Paulo, Brasil). Os cones de guta percha foram selecionados segundo tamanho da ponta e conicidade por meio de mensurações em aparelho Perfilômetro (Profile Projector Nikon modelo 6C-2). Após a prova radiográfica da adaptação do cone de guta percha selecionado, o cimento obturador foi levado ao canal radicular com auxílio de instrumento Lentulo 35 (Dentsply Maillefer, Ballaigues, Switzerland) e lima manual tipo Kerr 35 pré-curvada (Dentsply Maillefer, Ballaigues, Switzerland). Em seguida, o cone de guta percha envolto em cimento endodôntico foi levado ao canal. A caneta termoplastificadora do sistema Termo Pack II (Easy Equipamentos Odontológicos, Brasil) foi utilizada para plastificação, corte e compactação da guta percha no interior dos canais radiculares (*Downpacck*) até 3 mm do comprimento de trabalho. Em seguida o injetor térmico do mesmo sistema foi

usado na injeção de guta percha aquecida, que foi compactada. Esta segunda fase é chamada de *Repacking* ou *Back Fill*. A compactação foi realizada com condensadores de Níquel e Titânio (Easy Equipamentos Odontológicos, Brasil). Uma radiografia comprobatória foi realizada para averiguar a qualidade da obturação.

b) Obturação pela técnica de compactação lateral:

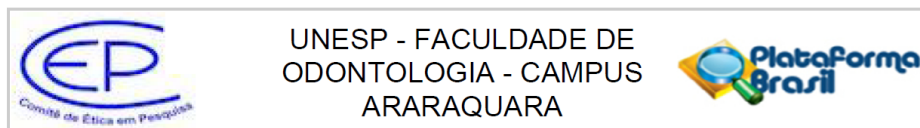
Cones de guta percha tamanho 35, taper .02 (Tanari Indústria Ltda., São Paulo, Brasil), também selecionado após mensuração em Perfilômetro (Profile Projector Nikon modelo 6C-2) foram utilizados. O cimento obturador foi levado ao canal radicular com auxílio de um instrumento Lentulo 35 (Dentsply Maillefer, Ballaigues, Swtzerland) e de lima manual Kerr 35 pré-curvada (Dentsply Maillefer, Ballaigues, Swtzerland). Em seguida, o cone de guta percha envolto em cimento endodôntico foi levado ao canal. Foi utilizado o espaçador digital B (Dentsply Maillefer, Ballaigues, Swtzerland) para inserção de cones auxiliares XF (Tanari Indústria Ltda., São Paulo, Brasil) no terço apical. Posteriormente foi utilizado o espaçador digital C (Dentsply Maillefer, Ballaigues, Swtzerland) para inserção de cones de guta percha auxiliares FF (Tanari Indústria Ltda., São Paulo, Brasil) nos terços médio e cervical. A compactação lateral foi realizada em uma balança de precisão, para controlar a força aplicada, não ultrapassando 1,5 kg. Radiografia comprobatória foi realizada para averiguar a qualidade da obturação.

Após a obturação dos canais radiculares, foi realizado selamento coronário com material restaurador provisório Coltosol (Vigodent, Rio de Janeiro, Brasil) e as raízes foram mantidas em estufa a temperatura de 37° C e umidade 95%, por três dias para a presa final do cimento obturador.

Os espécimes foram novamente escaneados em Micro-CT de acordo com os parâmetros já definidos e padronizados. Nesta etapa, as análises da qualidade de obturação, bem como a presença de possíveis falhas foram realizadas.

ANEXO A – CEP

Aprovação do Comitê de ética em pesquisa em seres humanos - CEP
CAAE:6473611.40000.5416.



PARECER CONSUBSTANCIADO DO CEP

DADOS DO PROJETO DE PESQUISA

Título da Pesquisa: Resistência à fadiga cíclica de instrumentos de Níquel e Titânio rotatórios e reciprocantes com tratamento térmico e análise em Microtomografia Computadorizada do preparo, obturação e retratamento em canais mesiais de molares inferiores.

Pesquisador: Mario Tanomaru Filho

Área Temática:

Versão: 1

CAAE: 64736116.4.0000.5416

Instituição Proponente: Faculdade de Odontologia de Araraquara - UNESP

Patrocinador Principal: FUND COORD DE APERFEICOAMENTO DE PESSOAL DE NIVEL SUP

DADOS DO PARECER

Número do Parecer: 1.968.137

Apresentação do Projeto:

O projeto está apresentado de modo adequado com as informações necessárias para avaliação deste

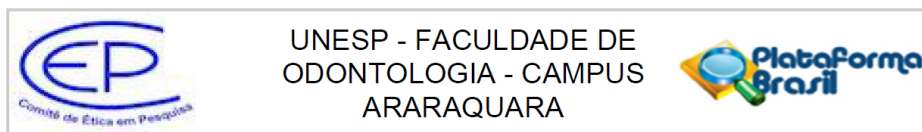
Objetivo da Pesquisa:

Os objetivos desse estudo serão: 1 - Verificar a limpeza de canais radiculares, utilizando diferentes métodos de instrumentação, associadas ou não à cinemática de pincelamento por análise microtomográfica com complementação histológica; 2 - Avaliar diferentes técnicas de obturação por análise microtomográfica; 3 - Análise de diferentes cimentos obturadores, utilizando microtomografia e infiltração bacteriana; 4 - Analisar técnicas de retratamento por microtomografia.

Avaliação dos Riscos e Benefícios:

Riscos: Os riscos envolvem os pesquisadores que serão submetidos à radiação uma vez que durante a seleção dos dentes será necessário realizar tomadas radiográficas para padronizar os espécimes, dessa maneira, será utilizado um sistema radiográfico digital (menor tempo de exposição) com utilização de uma caixa de chumbo que evitará a propagação da radiação e protegerá o operador. Nos laboratórios de Ensaios Microbiológicos e Cultura de Células, os

Endereço: HUMAITA 1680
Bairro: CENTRO CEP: 14.801-903
UF: SP Município: ARARAQUARA
Telefone: (16)3301-6459 E-mail: cep@foar.unesp.br



Continuação do Parecer: 1.968.137

/ Brochura Investigador	Projeto.pdf	11:00:16	Filho	Aceito
Outros	Detalhamento_das_despesas_do_projeto.pdf	31/10/2016 10:52:22	Mario Tanomaru Filho	Aceito
Outros	Termo_consentimento_livre_e_esclarecido.pdf	31/10/2016 10:50:04	Mario Tanomaru Filho	Aceito
Outros	Termo_de_compromisso.pdf	31/10/2016 10:20:54	Mario Tanomaru Filho	Aceito
Folha de Rosto	Folha_de_rosto.pdf	31/10/2016 10:19:22	Mario Tanomaru Filho	Aceito

Situação do Parecer:

Aprovado

Necessita Apreciação da CONEP:

Não

ARARAQUARA, 16 de Março de 2017

Assinado por:
Lígia Antunes Pereira Pinelli
(Coordenador)

Não autorizo a reprodução deste trabalho até 19 de março de 2020

(Direitos de publicação reservado ao autor)

Araraquara, 19 de Março de 2018

Jáder Camilo Pinto