UNIVERSIDADE DE SÃO PAULO
FACULDADE DE ODONTOLOGIA DE RIBEIRÃO PRETO
PROGRAMA DE PÓS GRADUAÇÃO EM ODONTOLOGIA RESTAURADORA

LARISSA ERNESTO PEREIRA

**Determinação da área alargada posterior ao retratamento do canal
radicular com instrumentos de níquel-titânio**

Ribeirão Preto

2018

LARISSA ERNESTO PEREIRA

**Determinação da área alargada posterior ao retratamento do canal radicular
com instrumentos de níquel-titânio**

*Dissertação apresentada à Faculdade de Odontologia de
Ribeirão Preto da Universidade de São Paulo para a obtenção
do Título de Mestre em Endodontia junto ao Programa de
Odontologia Restauradora com Área de Concentração em
Endodontia em conjunto com o laboratório de pesquisa da
Faculdade de Odontologia de Goiânia da Universidade Federal
de Goiás*

Orientador: Prof. Dr. Jesus Djalma Pécora

Ribeirão Preto

2018

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

Assinatura do autor: _____ Data: ____/____/2018

FICHA CATALOGRÁFICA

Pereira, Larissa Ernesto

Determinação da área alargada posterior ao retratamento do canal radicular com instrumentos de níquel-titânio. Ribeirão Preto, 2018.

88p.: il.; 30cm

Dissertação de mestrado, apresentada na Faculdade de Odontologia de Ribeirão Preto da Universidade de São Paulo (FORP-USP), área de concentração: Odontologia Restauradora – área Endodontia.

Orientador: Prof. Dr. Jesus Djalma Pécora

1. Preparo do canal radicular. 2. Retratamento endodôntico.
3. Instrumentos de níquel-titânio.
4. Tomografia computadorizada de feixe cônico

PEREIRA, L.E. **Determinação da área alargada posterior retratamento do canal radicular com instrumentos de níquel-titânio.** 2018, 88 p.Dissertação (Mestrado) – Faculdade de Odontologia de Ribeirão Preto, Universidade de São Paulo, Ribeirão Preto, 2018.

Aprovado em:

Banca Examinadora

Prof(a). Dr(a). _____

Instituição: _____

Julgamento: _____

Assinatura: _____

Prof(a). Dr(a). _____

Instituição: _____

Julgamento: _____

Assinatura: _____

Prof(a). Dr(a). _____

Instituição: _____

Julgamento: _____

Assinatura: _____

Este trabalho de pesquisa foi realizado no Laboratório de Pesquisa em Endodontia do Departamento de Odontologia Restauradora da Faculdade de Odontologia de Ribeirão Preto da Universidade de São Paulo e no Laboratório de Pesquisa em Endodontia da Faculdade de Odontologia de Goiânia da Universidade Federal de Goiás com bolsa do Programa de Mestrado da CAPES.

DEDICATÓRIA

À **Deus**, sem ele nada seria possível.

Aos meus pais, **Clayton e Luciana**, que sempre me incentivaram e jamais mediram esforços para poder me proporcionar tudo de melhor. Agradeço pelo apoio incondicional em todos esses anos de estudo fora de casa. Não tenho palavras para agradecer tudo que vocês investiram em mim. Obrigada por acreditarem que todo esforço valeria a pena! Minha gratidão eterna!

Às minhas irmãs, **Rafaela e Camilla**, que sempre me apoiaram e acreditaram no meu esforço!

Ao meu namorado, **João Paulo**, por sempre me incentivar, entender minhas ausências e me apoiar em todos os momentos.

AGRADECIMENTOS

Ao meu orientador, **Prof. Dr. Jesus Djalma Pécora**, por todos os ensinamentos e experiências. Um grande exemplo de pesquisador! Uma mente brilhante.

Ao meu Co-orientador, **Prof. Dr. Manoel Damião de Sousa Neto**, por todas as oportunidades proporcionadas. Agradeço por todas as experiências e incentivo! Obrigada por ter contribuído tanto para o meu crescimento.

Ao querido, **Prof. Dr. Carlos Estrela**, faltam palavras para agradecer. Sem dúvida, um dos meus maiores exemplos na minha trajetória acadêmica. Um exemplo de ser humano, professor, amigo. Pessoa serena que transmite paz. É uma verdadeira ESTRELA. Minha eterna gratidão por todos os ensinamentos, paciência e dedicação!

Aos professores do Departamento de Odontologia Restauradora, **Prof. Dr. Antonio Miranda da Cruz Filho, Prof. Dr. Ricardo Gariba Silva, Prof. Dr. Luiz Pascoal Vansan, Prof. Dr. Ricardo Novak Savioli e Profa. Dra. Regina Guenka Palma Dibb**, pelo convívio agradável e ensinamentos.

Aos professores da Faculdade de Odontologia de Goiânia, **Ana Helena, Júlio Almeida, Daniel, João Batista, Patrícia**, que sempre me receberam tão bem.

Aos amigos da pós-graduação **Rodrigo Dantas Pereira, Amanda Buosi de Biagi, Caroline Borges, Fabiane Carneiro Lopes, Fernanda Plategher, Fillipe Mendes, Isabela Lima, Jacy Ribeiro de Carvalho Junior, Jardel Francisco Mazzi Chaves, Lívia Bueno Campi, Luis Eduardo Souza Flamini, Paulo André Yamin, Rafael Assis, Rafael Camargo, Thais Oliveira, Vanessa Lessa** pela convivência agradável e pelas trocas de experiências e aprendizado a cada conversa.

Aos meus queridos amigos **Igor Petean, Isadora Soares e Bruno Crozeta** que acompanharam toda minha caminhada, e que juntos nunca mediram esforços para me ajudar, que contribuíram MUITO para meu aprendizado e que serei eternamente grata.

Aos amigos que a Faculdade de Odontologia de Goiânia me proporcionou, **Vinicius Caixeta, Iussif Mamede, Luiz, Olavo, Gustavo, Marcela Abrahao, Paulo Otávio, Marco Antônio, Mateus.**

À funcionária **Glaucia** da clínica de Radiologia Ciro em Goiânia, que abriu mão de muitos momentos de “descanso” para me auxiliar nas tomografias.

Aos funcionários, **Reginaldo Santana, Patrícia Marchi, Débora Fernandes Costa Guedes, Juliana Jendiroba Faraoni Romano, Carlos Feitosa dos Santos, Luiza Pitol, Rosângela Angelini, Maria Amália Viesti de Oliveira, Maria Isabel Miguel, Isabel Cristina Sola e Mary Possani Carmessano**, pelo cuidado, presteza e carinho com que me trataram. Muito obrigado!

À **CAPES – Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior**, pelo apoio financeiro.

RESUMO

PEREIRA, L.E. **Determinação da área alargada posterior ao retratamento do canal radicular com instrumentos de níquel-titânio.** 88 p. Dissertação (Mestrado) – Faculdade de Odontologia de Ribeirão Preto, Universidade de São Paulo, Ribeirão Preto, 2018.

O objetivo do presente estudo foi determinar a área alargada posterior ao retratamento do canal radicular com instrumentos de níquel-titânio em imagens de tomografia computadorizada de feixe cônico. Sessenta raízes mesiais de molares inferiores foram selecionadas e submetidas a tomografia computadorizada de feixe cônico (TCFC) em 4 períodos de: antes do preparo (T1), após o preparo (T2), após o retratamento (T3) e após a complementação do retratamento (T4). Após a TCFC inicial (T1), os dentes foram submetidos ao protocolo de abertura coronária e exploração dos canais com lima manual tipo K n.15, preparados com instrumentos ProTaper Next (até X3: # 30.07), e submetidos novamente a TCFC (T2); A seguir foram obturados pela técnica híbrida de Tagger com cimento AH Plus, e submetidos a 1000 ciclos de termociclagem simulando um período de 12 meses. Subsequentemente, os espécimes foram distribuídos de acordo com os protocolos de desobturação do canal radicular, em três grupos (n=10): G1- Protaper Universal Retratamento (D1: #30.09; D2: #25.08; D3: #20.07;); G2- Mtwo Retratamento (# 25.05) e G3- DRaCe (DR1: #30.10; DR2: #25.04). Após a desobturação, os espécimes foram submetidos novamente à TCFC (T3). Em seguida, foram submetidos ao protocolo de complementação para remoção do material obturador, em três grupos (n=10): G1, G2 e G3: PT next X4: #40.06. A seguir os espécimes foram submetidos novamente à TCFC (T4) para avaliação da área alargada do canal radicular. A média e o desvio padrão das variáveis quantitativas foram obtidas. A normalidade dos dados foi avaliada pelo teste de Kolmogorov-Smirnov. As variáveis foram avaliadas pelo Teste-t para amostras pareadas para avaliar a diferença entre a área desgastada entre o preparo (Tomografia 2) e o retratamento (Tomografia 4). As variáveis foram avaliadas pelo Teste de Análise de Variância (ANOVA) *post hoc* Tukey para a comparação entre Protaper-R (grupo 1), Mtwo-R (grupo 2) e D- Race (grupo 3). Foram considerados significativos valores de $p < 0,05$. A análise de variância evidenciou diferença estatisticamente significativa em relação aos grupos em canal mesiovestibular em nível 2 mm abaixo de furca $p < 0,038$ e em canal mesiovestibular em nível 4 mm abaixo de furca $p < 0,005$. Evidenciou também diferença estatisticamente significativa em relação aos grupos 1, 2 e 3 em canal mesiovestibular em nível 2 mm abaixo de furca após o retratamento $p < 0,028$. A diferença média da área alargada entre o preparo e o retratamento em canais mesiovestibulares comparando os grupos Protaper-R, Mtwo-R e D-race evidenciou diferença estatisticamente significativa em todos os grupos ($p < 0,000$ e $p < 0,029$) e em canais mesiolinguais valores entre $p < 0,000$ e $p < 0,029$. Conclui-se que as técnicas de complementação avaliadas aumentaram a área do canal radicular, contribuindo para a remoção do remanescente de material obturador, sendo que o sistema Protaper-R ® permitiu maior desgaste. Embora tenha havido ampliação da área do canal radicular em níveis determinados, nenhuma das técnicas avaliadas foram capazes de remover completamente o material obturador dos canais radiculares.

Palavras chaves: Preparo do canal radicular, retratamento endodôntico, instrumentos de níquel-titânio, tomografia computadorizada de feixe cônico.

ABSTRACT

PEREIRA, L.E. Determination of the enlarged area after retreatment of the root canal with nickel-titanium instruments 2018, 88 p. Dissertation (Master degree) – Faculty of Dentistry of Ribeirão Preto, University of São Paulo, Ribeirão Preto, 2018

The objective of the present study was to determine the enlarged area after retreatment of the root canal with nickel-titanium instruments in conical beam computed tomography images. Sixty mesial roots of mandibular molars were selected and submitted to concomitant computed tomography (CBCT) in 4 periods of: before preparation (T1), after preparation (T2), after retreatment (T3) and after completing retreatment (T4). After the initial CBCT (T1), the teeth were submitted to the protocol of coronary opening and exploration of channels with manual file type K n.15, prepared with ProTaper Next instruments (up to X3: # 30.07), and again submitted to CBCT; They were then filled by the Tagger hybrid technique with AH Plus cement and submitted to 1000 cycles of thermocycling simulating a period of 12 months. Subsequently, the specimens were distributed according to root canal clearance protocols, in three groups (n = 10): G1 Protaper Universal Retreatment (D1: # 30.09; D2: # 25.08; D3: # 20.07;); G2- Mtwo Retreatment (# 25.05) and G3- DRaCe (DR1: # 30.10; DR2: # 25.04). After disintegration, the specimens were again submitted to TCFC (T3). Afterwards, they were submitted to the complementation protocol to remove the obturator material, in three groups (n = 10): G1, G2 and G3: PT next X4: # 40.06. Afterwards the specimens were again submitted to TCFC (T4) for evaluation of the enlarged area of the root canal. The mean and standard deviation of the quantitative variables were obtained. The normality of the data was evaluated by the Kolmogorov-Smirnov test. The variables were evaluated by the t-Test for paired samples to evaluate the difference between the worn area between the preparation (Tomography 2) and the retreatment (Tomography 4). The variables were evaluated by the Tukey post-hoc ANOVA for the comparison between Protaper-R (group 1), Mtwo-R (group 2) and D-Race (group 3). Values of $p < 0.05$ were considered significant. The analysis of variance showed a statistically significant difference in relation to the groups in mesiobuccal channel at level 2 mm below furca $p < 0.038$ and in mesiobuccal channel at level 4 mm below furca $p < 0.005$. There was also a statistically significant difference in relation to groups 1, 2 and 3 in mesiobuccal channel at level 2 mm below furcation after retreatment $p < 0.028$. The mean difference in the wide area between preparation and retreatment in mesiobuccal canals comparing the Protaper-R, Mtwo-R and D-race groups showed a statistically significant difference in all groups ($p < 0.000$ and $p < 0.029$) and in mesiolinguistic channels values between $p < 0.000$ and $p < 0.029$. It was concluded that the complementation techniques evaluated increased the root canal area, contributing to the removal of the remainder of the obturator material, and the Protaper-R® system allowed for greater wear. Although there was enlargement of the root canal area at determined levels, none of the techniques evaluated were able to completely remove the obturator material from the root canals.

Key words: Root canal preparation, endodontic retreatment, nickel-titanium instruments, conical beam computed tomography.

SUMÁRIO

SUMÁRIO

Introdução	29
Proposição.....	35
Materiais e Métodos.....	39
Resultados.....	51
Discussão	59
Conclusão.....	69
Referências	73
Anexos	85

INTRODUÇÃO

O insucesso do tratamento endodôntico está relacionado à reinfecção microbiana do sistema de canais radiculares como consequência da limpeza e desinfecção incompleta durante o preparo químico- mecânico, bem como a falhas na obturação ou no tratamento restaurador. Este aspecto induz, a necessidade de procedimento operatório não cirúrgico (retratamento endodôntico) ou cirurgia periapical. (SIQUEIRA & RÔÇAS, 2008; WANG et al., 2012; ESTRELA et al., 2014; CRAVEIRO et al., 2015; PEDRO et al., 2016). A opção terapêutica de primeira escolha é a mais oportuna por ser um tratamento conservador. A cirurgia periapical está indicada para os casos em que o acesso coronário ao canal não é possível por razões anatômicas, calcificações, instrumentos fraturados e retentores intrarradiculares de difícil remoção (HEPWORTH; FRIEDMAN, 1997).

O retratamento endodôntico consiste na remoção do material obturador, controle microbiano e debris a fim de sanificar o sistema de canais radiculares por meio do novo acesso ao canal radicular, e nova modelagem (STABHOLTZ; FRIEDMAN, 1998; SILVA et al., 2012; CROZETA et al., 2016). Torna-se assim, essencial conservar o máximo de estrutura dentária radicular no intuito de evitar o desgaste exagerado, que poderá implicar em fratura radicular (YAMIN et al., 2016).

Desta forma, diferentes estratégias terapêuticas têm sido propostas para o retratamento endodôntico, visando um tratamento conservador e com prognóstico favorável. Diferentes técnicas e instrumentos para a remoção do material obturador durante o retratamento estão disponíveis, desde o uso de instrumentos manuais, associadas ou não à aplicação de solventes (WILCOX et al., 1987; IMURA et al., 2000; TEIXEIRA; TROPE, 2004), rotatórios de níquel-titânio (PETERS, 2004; OLIVEIRA et al., 2006; SCHIRRMMEISTER et al., 2006; YARED et al., 2008; TAKAHASHI et al., 2009; BRAMANTE et al., 2010; RÖDIG et al., 2012;

RÖDIG et al., 2014; CAPAR et al., 2014; TOPÇUOĞLU et al., 2014; SYDNEY et al., 2008), sistemas reciprocantes (ZUOLO et al., 2013; FRUCHILDE et al., 2014; CROZETA et al., 2016), além de insertos ultrassônicos (PIRANI et al., 2009) e laser (FARGE; NAHAS; BONIN, 1998; KELES et al., 2015) que complementam os instrumentos rotatórios.

Os instrumentos em aço inoxidável não apresentam flexibilidade necessária para a manutenção do trajeto original do canal radicular, podendo ser responsáveis por alterações morfológicas, como degraus, desvios e/ou perfurações radiculares (LOPES et al., 1998; PETERS, 2004). Os instrumentos rotatórios de níquel-titânio permitiram avanço no retratamento endodôntico, uma vez que apresentam eficiência de corte e flexibilidade (KAZEMI et al., 1996) o que permite a manutenção do formato original do canal radicular durante o reparo além da redução do tempo clínico (KUHN et al., 1997; REDDY; HICKS, 1998; FERRAZ et al., 2001, PETTIETTE et al., 2001; SAAD, AL-HADLAQ; AL-KATHEERI, 2006).

Atualmente estão disponíveis no mercado diferentes sistemas mecanizados para o retratamento endodôntico, tais como: Protaper Universal Retratamento® (Dentsply/Maillefer, Ballaigues, Suíça), Mtwo retratamento® (VDW Dental Munique, Alemanha) e DRaCe® (FKG Dentaire, La Chaux de Fonds, Suíça). O primeiro sistema apresenta três instrumentos (D1-D3), fabricados por usinagem de uma haste metálica de níquel- titânio, com seções transversais convexas e triangulares e têm o objetivo de remover o material obturador no interior do canal radicular por terços. Apresentam três comprimentos e três conicidades crescentes que se adequam a cada terço do canal radicular (cervical médio e apical). O instrumento D1 tem uma ponta de trabalho ativa com duas superfícies achatadas e convergentes semelhante a uma chave de fenda facilitando a penetração no material obturador para sua

remoção no terço cervical, com o diâmetro da ponta igual a 0,30mm (TAKAHASHI et al., 2009; BRAMANTE et al., 2010; RÖDIG et al., 2012). O instrumento D2 é indicado para a remoção do material obturador do terço médio do canal radicular e o diâmetro de ponta mede 0,25mm com guia de penetração inativa com o intuito de preservar o formato original do canal, finalizando o sistema. O instrumento D3 é empregado na remoção do material obturador do terço apical com diâmetro de ponta de 0,20mm e guia de penetração inativa. O sistema Mtwo retratamento possui dois instrumentos com pontas de corte em um ângulo helicoidal constante com calibre 0.15 e 0.25 e conicidade de 0,05 mm/mm. As pontas dos instrumentos são facetadas para favorecer a penetração do instrumento na massa obturadora presente no interior do canal radicular (LOPES & SIQUEIRA, 2010; BRAMANTE et al., 2012) e haste em forma em “S” com duas arestas laterais de corte. O sistema D-Race apresenta 2 instrumentos (DR1 e DR2) com arestas de corte alternadas e seções transversais triangulares. O instrumento DR1 apresenta uma ponta de trabalho ativa que favorece a penetração do instrumento no material obturador (RÖDIG et al., 2012).

A literatura evidencia que o retratamento endodôntico, requer maior atuação mecânica dos instrumentos nas paredes do canal radicular, quando comparados com o preparo inicial, ocorrendo inevitavelmente um maior alargamento apical para o controle bacteriano, e remoção do material presente (PÉCORA et al., 2006; RODRIGUES et al., 2017).

Diferentes exames por imagem são relatados na literatura para o estudo do retratamento endodôntico, tais como tomadas radiográficas, microtomografia computadorizada e TCFC. As tomadas radiográficas, apesar de ser um método muito utilizado, apresentam limitações devido a reprodução de uma imagem

bidimensional de um objeto tridimensional (ESTRELA et al., 2008a; ESTRELA et al., 2008b; FERNÁNDEZ et al., 2013; ESTRELA et al., 2014). A microtomografia computadorizada consiste em um método laboratorial não-destrutivo de alta resolução e acuidade, que permite análise qualitativa e quantitativa do remanescente de material obturador após diferentes etapas sequenciais do retratamento (LEONI et al., 2016; VERSIANI et al., 2016; CROZETA et al., 2016). A TCFC trata-se de um método avançado de imagem de uso laboratorial e clínico, que a partir de secção da estrutura de interesse produz imagens com uma sequência de cortes finos, ausência de sobreposições, sensibilidade acurada e fácil manipulação da imagem, o que permite completa visualização da anatomia do canal radicular e da área circundante, além de fornecer informações importantes para o diagnóstico e planejamento, viabilizando um tratamento mais previsível (TACHIBANA & MATSUMOTO, 1990; PATEL et al., 2007; RAYMUNDO-JÚNIOR et al. 2007; ESTRELA et al., 2008a; ESTRELA et al., 2008b; CHENG et al., 2011; COTTI, 2010; NEELAKANTAN et al., 2010; CHENG et al., 2011; SIOTA et al., 2011; DURACK et al., 2012; COHENCA & SHEMESH et al., 2015).

Sendo assim, torna-se justificável e oportuno a análise do comportamento de instrumentos de níquel-titânio em relação ao preparo do canal radicular inicial e posterior ao retratamento, uma vez que o terço apical da raiz é descrito como zona crítica e de complexa anatomia para o tratamento endodôntico. O objetivo deste estudo é determinar a área alargada do canal radicular antes e após o retratamento, utilizando instrumentos de níquel-titânio de rotação contínua em imagens de TCFC.

P

ROPOSIÇÃO

Objetivo geral:

Avaliar a área alargada posterior ao retratamento do canal radicular em raízes mesiais de molares inferiores (primeiro e segundo) com instrumentos de níquel-titânio utilizando imagens de TCFC.

Objetivos específicos:

Verificar a área alargada após o preparo e retratamento do canal radicular nos terços coronal, médio e apical, em níveis de 2, 3 e 4 mm aquém do vértice radicular e 2, 3 e 4 mm abaixo da furca.

MATERIAIS E MÉTODOS

Delineamento experimental

Figura 1. Fluxograma da sequência metodológica utilizada nas etapas do presente estudo. MI: molares inferiores; TCFC: tomografia computadorizada de feixe cônico; CR: canal radicular; PT Next: Protaper Next; PTU: Protaper Universal

Seleção da amostra

Trinta molares inferiores humanos (primeiro e segundo) extraídos por doenças periodontais foram obtidos da clínica de urgência da Faculdade de Odontologia da Universidade Federal de Goiás, GO, Brasil e armazenados em estufa em recipientes com timol a 0,2%, (Fitofarma, Lt. 20442, Goiânia, GO, Brasil). Os dentes foram doados por pacientes após à leitura, compreensão e assinatura do Termo de Consentimento Livre e Esclarecido (Anexo A) pelo mesmo, maior de 18 anos, o qual resguarda o sigilo quanto à sua privacidade e confidencialidade. O estudo foi apreciado pelo comitê de ética em pesquisa da Faculdade de Odontologia da UFG.

Tomografia inicial (T1)

Imagens iniciais de TCFC foram adquiridas em tomógrafo *Prexion 3D scanner* (PreXion 3D Inc., San Mateo, EUA). Estas imagens foram capturadas antes de qualquer intervenção operatória nos espécimes, utilizadas como parâmetro de avaliação da seleção dos dentes que foram submetidos ao protocolo de preparo e retratamento dos canais radiculares, denominadas imagens da tomografia inicial.

Como critério de inclusão, os dentes apresentavam raízes mesiais com rizogênese completa, dois canais radiculares independentes, estrutura radicular hígida, padronização do grau de curvatura maior que 4mm e menor que 8 mm (ESTRELA et al., 2008 a,b) e padronização do diâmetro anatômico. Como critérios de exclusão foram adotados dentes com presença de reabsorções radiculares internas e/ou externas, fraturas radiculares, canais radiculares obliterados, presença de calcificações e rizogênese incompleta.

As imagens foram capturadas com espessura de 0,110 mm (dimensões de 1,170 X 1,570 X 1,925 mm), FOV de 81,00 X 75 mm, voxel de 0,100 mm, em 33,5 s (1.024 visualizações de imagens). A voltagem do tubo será de 90 KVP e a corrente do tubo de 4 mA. Para a análise das imagens, foi utilizado o *software* Osirix Dicom Viewer (Prexion 3D Viewer, TeraRecon Inc, Foster City, EUA) em uma estação de trabalho PC com o *MacBook* (Apple Inc., San Bernardino, EUA).

Aquisição das imagens pela TCFC

Os espécimes foram posicionados no centro de uma plataforma preenchida com água para simular tecidos moles, baseado em modelos de estudo prévios com as faces dentárias identificadas. As imagens da TCFC foram adquiridas empregando o aparelho PreXion 3D scanner (PreXion Inc, San Mateo, CA), com as seguintes configurações: espessura, 0.100 mm; dimensões, 1.170 mm x 1.570 mm x 1.925 mm; campo de visão, 56.00 mm; voxel, 0.100 mm, 33.5 segundos (1024 visualizações); tensão de tubo, kVp; corrente de tubos, 4 mA; e tempo de exposição, 33.5 seconds.

Preparo dos canais radiculares

Os dentes foram removidos da solução de armazenamento de timol a 0,2% e imersos em hipoclorito de sódio a 5% (Fitofarma, Lt. 20442, Goiânia, GO, Brasil) por 30 minutos com a finalidade de se remover o tecido orgânico remanescente.

As aberturas coronárias foram realizadas com broca carbide esférica 1014 (FG Maillefer/Dentsply) e broca Endo Z (Dentsply/Maillefer), ambas sob refrigeração e em alta rotação. Subsequentemente, os canais mesiais foram explorados e esvaziados com auxílio de lima manual de aço inoxidável tipo K números 10 e 15

(#10 e #15) (Dentsply/Maillefer). O preparo do terço cervical foi realizado com a utilização dos instrumentos do sistema destinados para esta função. O comprimento de trabalho foi determinado com auxílio de lima tipo K #15 (Dentsply/Maillefer, Suíça) ultrapassando o forame apical e determinando visualmente o comprimento de trabalho em 1mm aquém da saída foraminal.

A técnica de preparo do canal radicular obedeceu a orientação do fabricante do sistema Protaper Next X1:17:04, X2: 25.06 e X3: 30.07. Todos os instrumentos foram acionados pelo motor X-Smart Plus® (Dentsply/Maillefer). Os canais radiculares foram irrigados com hipoclorito de sódio a 2,5% (Rioquímica, São José do Rio Preto, SP, Brasil), utilizando-se a seringa Ultradent 5mL e agulha de irrigação Navitip (Ultradent, South Jordan, UT) com diâmetro de 0,30mm a 2 mm do comprimento de trabalho. Durante o processo de sanificação do canal radicular foi utilizado 30 mL de solução irrigante para cada espécime. Após o último instrumento ter alcançado o comprimento de trabalho em rotação livre, este foi removido, e considerado finalizado o preparo. A patência foi verificada utilizando-se uma lima K #15 (Dentsply/Maillefer, Suíça). Seguido da conclusão da instrumentação, os canais radiculares foram secos com pontas de papel (Dentsply/Maillefer) referentes à lima final do sistema e irrigados com 5 mL de EDTA 17% (F&A Laboratório Farmacêutico Ltda, São Paulo, SP, Brasil) que permaneceu por 3 minutos para remoção da camada de *smear*. Para finalização do preparo foi feita uma irrigação com 5mL de água destilada, e assim os canais foram secos com cone de papel absorvente de calibre correspondente ao último instrumento utilizado (MASIERO; BARLETTA 2005 ; TAKAHASHI et al., 2009; BRAMENTE et al., 2010).

TCFC após preparo dos canais radiculares (T2)

Finalizado todo procedimento de preparo dos canais radiculares, novas imagens de tomografia computadorizada de feixe cônico foram obtidas para a análise da área alargada do canal após o preparo do canal radicular seguindo o mesmo protocolo descrito anteriormente para a aquisição das imagens iniciais e a ferramenta de sincronização de imagens do *software* Osirix Dicom Viewer (Prexion 3D Viewer, TeraRecon Inc, Foster City, EUA). Uma estação de trabalho, PC com o *MacBook* (Apple Inc., San Bernardino, EUA) foi utilizada para análise das imagens em planos axial, coronal e sagital, sendo para sincronização das imagens e posterior análise.

Obturação dos canais radiculares

A obturação dos canais radiculares foi realizada após a TCFC 2, pela técnica de condensação lateral utilizando-se cone principal de guta percha correspondente ao último instrumento e com cimento AH Plus (Dentsply/Maillefer, Suíça). Após a obturação, os espécimes foram selados com cimento obturador provisório Coltosol (Vigodent, Ulm, Baden Wuerttemberg, Germany) e mantidos em estufa à temperatura de 37°C e 100% de umidade relativa por um período correspondente à 3 vezes ao tempo de endurecimento (24 horas) do cimento obturador.

Envelhecimento por ciclagem térmica das amostras

Após a obturação, os espécimes foram submetidos ao envelhecimento térmico. Este envolve banhos de água, entre 5°C e 55°C na máquina de termociclagem (Ética Equip. Científicos S/A, São Paulo, SP, Brasil), com tempo de espera de 30 segundos e tempo de transferência de 2 segundos entre cada banho. Projetados 1000 ciclos de temperatura entre 5° e 55°C, para simulação de um período de 12 meses (TONOMARU-FILHO et al., 2009; BORSATTO et al., 2013; SAGHIRI, et al., 2013).

Retratamento endodôntico

Os espécimes foram desobturados de acordo com o protocolo para retratamento: Grupo 1(G1) – Protaper Universal Retratamento® (Dentsply/Maillefer); Grupos 2 (G2) - Mtwo retratamento® (VDW Dental), Grupo 3(G3)- DRaCe® (FKG Dentaire) (Tabela I).

Como forma de padronização da técnica, todas as amostras foram fixadas na mesma posição em uma prensa morsa de bancada, sendo todos os procedimentos realizados por um mesmo operador especialista. Para todos os grupos, entre cada etapa da remoção do material obturador, foi realizada a irrigação com 5 mL de NaOCl a 2,5% com seringas descartáveis e agulhas NaviTip 30-G (Ultradent, South Jordan, UT, USA) a 2 mm do comprimento de trabalho. A remoção foi considerada completa quando não houve mais evidência clínica de material obturador no interior do canal radicular e na superfície do instrumento. Cada instrumento foi utilizado para preparar 5 espécimes, de acordo com os seguintes protocolos:

Grupo 1 – Protaper Universal retratamento® (Grupo PTUR)

Neste grupo, foram utilizados os instrumentos D1, D2 e D3 respectivamente. Foram acionados em rotação contínua no sentido horário em movimento de “bicada” com velocidade de 500 rpm e torque de 2N/cm pelo motor X-Smart Plus® (Dentsply/Maillefer). O primeiro instrumento a ser introduzido foi o D1 (30.09) e foi utilizado para a remoção da obturação do terço cervical, seguido do instrumento D2 (25.08) para o terço médio. Por fim, o instrumento D3 (20.07) foi utilizado no comprimento de trabalho para completa remoção do material obturador.

Grupo 2- Mtwo retratamento® (Grupo MTWOR)

Para a remoção do material obturador foram utilizados instrumentos do sistema de acordo com as instruções do fabricante. O instrumento Mtwo R2 (25.05) foi utilizado em todos os terços até o comprimento de trabalho acionados a uma velocidade de 300 rpm e um torque de $1,2 \text{ N cm}^{-1}$, pelo motor X-Smart Plus® (Dentsply/Maillefer).

Grupo 3 - DRaCe®

Os instrumentos de retratamento D-RaCe foram utilizados de acordo com as instruções do fabricante (velocidade e torque). Primeiramente o instrumento DR1 (#30.10) a uma velocidade de 1000 rpm e torque de $1,5 \text{ N cm}^{-1}$ para o terço cervical e início do terço médio seguido pelo instrumento DR2 (#25.04) com uma velocidade de 600 rpm e torque de $0,7 \text{ N cm}^{-1}$ no comprimento de trabalho, acionados pelo motor X-Smart Plus® (Dentsply/Maillefer).

Tabela I: Divisão dos grupos de acordo com os protocolos utilizados para retratamento e seus respectivos fabricantes.

Grupos	Sistemas	Último instrumento para desobturação	Fabricante
G1 (n=10)	Protaper Universal Retratamento®	D3: 20.07	Dentsply/Maillefer, Ballaigues, Suíça
G2(n=10)	Mtwo retratamento®	R2: 25.05	VDW Dental Munique, Alemanha
G3(n=10)	DRaCe®	DR2: #25.04	FKG Dentaire, La Chaux de Fonds, Suíça

TCFC após retratamento dos canais radiculares (T3)

Concluído o procedimento de retratamento dos canais radiculares, novas imagens de tomografia computadorizada de feixe cônico foram obtidas para a verificação da área alargada do canal após o reparo, seguindo o mesmo protocolo descrito anteriormente para a aquisição das imagens iniciais. A ferramenta de sincronização de imagens foi utilizada com o *software* Osirix Dicom Viewer (Prexion 3D Viewer, TeraRecon Inc, Foster City, EUA) em uma estação de trabalho PC com o *MacBook* (Apple Inc., San Bernardino, EUA) será aplicada nos planos axial, coronal e sagital para sincronização das imagens.

Complementação para remoção do material obturador

Após a desobturação, os espécimes foram submetidos ao protocolo de complementação de acordo com os instrumentos: X4 #40.06, Protaper Next® (Dentsply/Maillefer).

TCFC após complementação do retratamento dos canais radiculares (T4)

Concluído o procedimento de complementação ao reparo dos canais radiculares, novas imagens de TCFC foram obtidas para a verificação da área alargada do canal após a complementação da desobturação dos canais radiculares seguindo o mesmo protocolo descrito anteriormente para a aquisição das imagens iniciais e a ferramenta de sincronização do *software* Osirix Dicom Viewer (Prexion 3D Viewer, TeraRecon Inc, Foster City, EUA) .

Análise das imagens da tomografia computadorizada de feixe cônico

A mensuração da área alargada após o retratamento do canal radicular foi feita em imagens de tomografia computadorizada de feixe cônico e foram mensuradas por dois especialistas em Radiologia, previamente calibrados, utilizando a ferramenta de medição do *software* Osirix Dicom Viewer (Prexion 3D Viewer, TeraRecon Inc, Foster City, EUA) em uma estação de trabalho PC com o *MacBook* (Apple Inc., San Bernardino, EUA). Todas as imagens foram reformatadas utilizando-se espessura de corte de 0,1 mm. As comparações das medidas da área alargada das paredes dentinárias dos canais radiculares em imagens de tomografia computadorizada de feixe cônico foram realizadas nos mesmos planos de corte dos espécimes.

Cálculo da área inicial e final após o preparo e retratamento do canal radicular

O cálculo da diferença entre a área final e inicial (em μm^2) do canal radicular foi realizado mediante as imagens obtidas em tomografia computadorizada de feixe cônico pelo *software* Osirix Dicom Viewer (Prexion 3D Viewer, TeraRecon Inc, Foster City, EUA) em uma estação de trabalho PC com o *MacBook* (Apple Inc., San Bernardino, EUA).

Para tanto, foram estabelecidos seis níveis específicos para comparação da área antes e após o retratamento, sendo eles: 2, 3 e 4mm abaixo da furca, e 2, 3 e 4 mm aquém do vértice radicular, correspondentes aos terços cervical, médio e apical. O *software* reproduziu as imagens tridimensionais do espaço do canal radicular para cada dente dos grupos experimentais em cortes transversais para a análise da área de dentina removida de um procedimento ao outro, valendo-se dos mesmos parâmetros para visualizar o canal radicular após o preparo e após o retratamento.

Figura 2: Imagem em tomografia de feixe cônico representando análise de área do canal radicular.

Análise estatística

A média e o desvio padrão das variáveis quantitativas foram obtidas. A normalidade dos dados foi avaliada pelo teste de Kolmogorov-Smirnov. As variáveis foram avaliadas pelo Teste-t para amostras pareadas para avaliar a diferença entre a área desgastada dos canais mesiovestibulares e mesiolinguais entre o preparo (tomografia 2) e o retratamento somado a sua complementação (tomografia 4). As variáveis foram avaliadas pelo Teste de Análise de Variância (ANOVA) *post hoc* Tukey para a comparação entre Protaper retratamento (grupo 1), MTWO retratamento (grupo 2) e D- Race (grupo 3). Foram considerados significativos valores de $p < 0,05$. A análise estatística foi realizada utilizando o software Statistical Package for the Social Sciences, versão 20 (SPSS, Chicago, IL).

RESULTADOS

Tabela II. Comparação entre o desgaste ocorrido em níveis 2, 3 e 4 mm abaixo de furca e 2, 3 e 4 mm aquém do vértice radicular em canais radiculares mesiovestibular e mesiolingual após o preparo dos canais radiculares (Tomografia 2).

Tomografia 2	Grupo 1 $\bar{X} \pm S$	Grupo 2 $\bar{X} \pm S$	Grupo 3 $\bar{X} \pm S$	p^*
Mesiovestibular (2mm abaixo de furca)	361930,41 $\pm$ 82884,68 ^a	429865,33 $\pm$ 61187,07 ^{a,b}	465402,39 $\pm$ 109071,33 ^b	0,038
Mesiovestibular (3mm abaixo de furca)	334966,07 $\pm$ 50196,86 ^a	391531,46 $\pm$ 63200,91 ^a	406629,27 $\pm$ 108455,14 ^a	0,115
Mesiovestibular (4mm abaixo de furca)	251185,30 $\pm$ 62617,44 ^a	354972,75 $\pm$ 61330,09 ^b	347005,60 $\pm$ 86821,24 ^b	0,005
Mesiovestibular (2 mm aquém do vértice radicular)	167763,21 $\pm$ 52044,21 ^a	163740,86 $\pm$ 21723,94 ^a	160832,75 $\pm$ 47287,26 ^a	0,935
Mesiovestibular (3mm aquém do vértice radicular)	187924,68 $\pm$ 53510,31 ^a	182819,88 $\pm$ 25705,36 ^a	200751,21 $\pm$ 48807,84 ^a	0,653
Mesiovestibular (4mm aquém do vértice radicular)	212128,17 $\pm$ 47369,75 ^a	217713,01 $\pm$ 27761,14 ^a	237142,69 $\pm$ 41387,86 ^a	0,349
Mesiolingual (2mm abaixo de furca)	362849,27 $\pm$ 128073,89 ^a	460953,81 $\pm$ 97919,62 ^a	494344,15 $\pm$ 141244,75 ^a	0,064
Mesiolingual (3mm abaixo de furca)	351718,98 $\pm$ 55266,54 ^a	410495,04 $\pm$ 93474,03 ^a	396435,80 $\pm$ 106933,67 ^a	0,312
Mesiolingual (4mm abaixo de furca)	307559,19 $\pm$ 81542,43 ^a	381631,39 $\pm$ 93455,02 ^a	321597,40 $\pm$ 79962,95 ^a	0,138
Mesiolingual (2 mm aquém do vértice radicular)	169620,90 $\pm$ 40571,31 ^a	172792,35 $\pm$ 34040,00 ^a	174652,75 $\pm$ 67256,43 ^a	0,974
Mesiolingual (3mm aquém do vértice radicular)	192205,91 $\pm$ 54101,46 ^a	191815,48 $\pm$ 37095,57 ^a	183656,02 $\pm$ 53096,26 ^a	0,907
Mesiolingual (4mm aquém do vértice radicular)	210651,51 $\pm$ 50112,54 ^a	214115,61 $\pm$ 38121,29 ^a	223417,32 $\pm$ 62558,72 ^a	0,848

$\bar{X}$: média. S: desvio padrão. *ANOVA *post hoc* Tukey. Letras iguais nas linhas indicam que não há diferença significativa entre os grupos ($p > 0,05$). Letras diferentes nas linhas indicam diferença significativa entre os grupos ($p < 0,05$).

A análise de variância evidenciou diferença estatisticamente significativa em relação aos grupos em canal mesiovestibular em nível 2 mm abaixo de furca $p < 0,038$ e em canal mesiovestibular em nível 4 mm abaixo de furca $p < 0,005$ (tabela II).

Tabela III. Comparação entre o desgaste ocorrido em níveis 2,3 e 4 mm abaixo de furca e 2,3 e 4 mm aquém do vértice radicular dos canais radiculares mesiovestibular e mesiolingual, entre os sistemas Protaper-R, Mtwo-R e D-Race após o retratamento (Tomografia 4).

Tomografia 4	Protaper-R $\bar{X} \pm S$	Mtwo-R $\bar{X} \pm S$	D-Race $\bar{X} \pm S$	p^*
Mesiovestibular (2mm abaixo de furca)	634242,94 $\pm$ 99851,53 ^a	526464,14 $\pm$ 65634,24 ^b	570237,33 $\pm$ 84772,32 ^{a,b}	0,028
Mesiovestibular (3mm abaixo de furca)	505147,39 $\pm$ 124728,42 ^a	475231,59 $\pm$ 77413,07 ^a	478402,75 $\pm$ 80105,80 ^a	0,751
Mesiovestibular (4mm abaixo de furca)	431354,08 $\pm$ 117216,45 ^a	415925,45 $\pm$ 72850,23 ^a	427156,81 $\pm$ 89336,64 ^a	0,932
Mesiovestibular (2 mm aquém do vértice radicular)	277880,16 $\pm$ 114787,74 ^a	222111,01 $\pm$ 22649,85 ^a	207002,89 $\pm$ 48356,38 ^a	0,092
Mesiovestibular (3mm aquém do vértice radicular)	303579,06 $\pm$ 116025,52 ^a	239818,36 $\pm$ 26277,91 ^a	241247,48 $\pm$ 41813,36 ^a	0,101
Mesiovestibular (4mm aquém do vértice radicular)	329165,93 $\pm$ 126962,55 ^a	265454,10 $\pm$ 34224,96 ^a	287087,95 $\pm$ 32572,34 ^a	0,199
Mesiolingual (2mm abaixo de furca)	642112,83 $\pm$ 117012,97 ^a	557317,10 $\pm$ 97471,92 ^a	603025,40 $\pm$ 87805,21 ^a	0,193
Mesiolingual (3mm abaixo de furca)	529722,40 $\pm$ 137239,71 ^a	504521,07 $\pm$ 103844,87 ^a	511126,28 $\pm$ 93223,04 ^a	0,875
Mesiolingual (4mm abaixo de furca)	440112,32 $\pm$ 102538,28 ^a	452359,47 $\pm$ 97303,53 ^a	841562,93 $\pm$ 1318533,27 ^a	0,423
Mesiolingual (2 mm aquém do vértice radicular)	285398,13 $\pm$ 134112,05 ^a	244601,95 $\pm$ 51901,57 ^a	239061,01 $\pm$ 48152,82 ^a	0,445
Mesiolingual (3mm aquém do vértice radicular)	324516,87 $\pm$ 149432,76 ^a	259532,46 $\pm$ 52046,60 ^a	478827,51 $\pm$ 695953,58 ^a	0,483
Mesiolingual (4mm aquém do vértice radicular)	359955,05 $\pm$ 140863,11 ^a	293647,33 $\pm$ 45085,72 ^a	283638,26 $\pm$ 41549,49 ^a	0,132

$\bar{X}$: média. S: desvio padrão. *ANOVA *post hoc* Tukey. Letras iguais nas linhas indicam que não há diferença significativa entre os grupos ($p > 0,05$). Letras diferentes nas linhas indicam diferença significativa entre os grupos ($p < 0,05$).

A análise de variância evidenciou diferença estatisticamente significativa em relação aos grupos 1, 2 e 3 em canal mesiovestibular em nível 2 mm abaixo de furca após o retratamento $p < 0,028$ (tabela III).

Tabela IV. Comparação entre o desgaste ocorrido em níveis 2, 3 e 4 mm abaixo de furca e 2,3 e 4 mm aquém do vértice radicular dos canais radiculares mesiovestibulares entre os sistemas Protaper-R, Mtwo-R e D-Race após o preparo (tomografia 2) e o retratamento (Tomografia 4).

Instrumentos/ Níveis	Tomografia 2 $\bar{X} \pm S$	Tomografia 4 $\bar{X} \pm S$	%	p*
Protaper-R (2mm abaixo de furca)	361930,41 $\pm$ 82884,68	634242,94 $\pm$ 99851,53	75,24	0,000
Mtwo-R (2mm abaixo de furca)	429865,33 $\pm$ 61187,07	526464,14 $\pm$ 65634,24	22,47	0,000
D-Race (2mm abaixo de furca)	465402,39 $\pm$ 109071,33	570237,33 $\pm$ 84772,32	22,53	0,002
Protaper-R (3mm abaixo de furca)	334966,07 $\pm$ 50196,86	505147,39 $\pm$ 124728,42	50,81	0,003
Mtwo-R (3mm abaixo de furca)	391531,46 $\pm$ 63200,91	475231,59 $\pm$ 77413,07	21,38	0,000
D-Race (3mm abaixo de furca)	406629,27 $\pm$ 108455,14	478402,75 $\pm$ 80105,80	17,65	0,013
Protaper-R (4mm abaixo de furca)	251185,30 $\pm$ 62617,44	431354,08 $\pm$ 117216,45	71,73	0,005
Mtwo-R (4mm abaixo de furca)	354972,75 $\pm$ 61330,09	415925,45 $\pm$ 72850,23	17,17	0,000
D-Race (4mm abaixo de furca)	347005,60 $\pm$ 86821,24	427156,81 $\pm$ 89336,64	23,10	0,001
Protaper-R (2mm aquém do vértice radicular)	167763,21 $\pm$ 52044,21	277880,16 $\pm$ 114787,74	65,64	0,029
Mtwo-R (2mm aquém do vértice radicular)	163740,86 $\pm$ 21723,94	222111,01 $\pm$ 22649,85	35,65	0,000
D-Race (2mm aquém do vértice radicular)	160832,75 $\pm$ 47287,26	207002,89 $\pm$ 48356,38	28,71	0,009
Protaper-R (3mm aquém do vértice radicular)	187924,68 $\pm$ 53510,31	303579,06 $\pm$ 116025,52	61,54	0,021
Mtwo-R (3mm aquém do vértice radicular)	182819,88 $\pm$ 25705,36	239818,36 $\pm$ 26277,91	31,18	0,002
D-Race (3mm aquém do vértice radicular)	200751,21 $\pm$ 48807,84	241247,48 $\pm$ 41813,36	20,17	0,003
Protaper-R (4mm aquém do vértice radicular)	212128,17 $\pm$ 47369,75	329165,93 $\pm$ 126962,55	55,17	0,015
Mtwo-R (4mm aquém do vértice radicular)	217713,01 $\pm$ 27761,14	265454,10 $\pm$ 34224,96	21,93	0,003
D-Race (4mm aquém do vértice radicular)	237142,69 $\pm$ 41387,86	287087,95 $\pm$ 32572,34	21,06	0,000

$\bar{X}$: média. S: desvio padrão. % Diferença média entre a tomografia após o preparo (tomografia 2) e tomografia após o retratamento (Tomografia 4). *Teste-t para amostras pareadas.

A diferença média da área alargada entre o preparo e o retratamento em canais mesiovestibulares comparando os grupos Protaper-R, Mtwo-R e D-race evidenciou diferença estatisticamente significativa em todos os grupos ($p < 0,000$ e $p < 0,029$) (tabela IV).

Considera-se que o sistema Protaper-R foi o que promoveu maior desgaste de área em todos os níveis estabelecidos nos canais mesiovestibulares. Apresenta 75,24% em nível de 2 mm abaixo de furca, 50,81% em 3 mm abaixo de furca, 71,73% em 4 mm abaixo de furca, 65,64% em 2 mm aquém do vértice radicular, 61,54% em 3 mm aquém do vértice radicular e 55,17% em 4 mm aquém do vértice radicular (tabela IV).

Tabela V. Comparação entre o desgaste ocorrido em níveis 2,3 e 4 mm abaixo de furca e 2,3 e 4 mm aquém do vértice radicular dos canais radiculares mesiolinguais entre os sistemas Protaper-R, Mtwo-R e D-Race após o preparo (tomografia 2) e o retratamento (Tomografia 4).

Instrumentos/ Níveis	Tomografia 2 $\bar{X} \pm S$	Tomografia 4 $\bar{X} \pm S$	%	<i>p</i>*
Protaper-R (2mm abaixo de furca)	362849,27 ± 128073,89	642112,83 ± 117012,97	76,96	0,001
Mtwo-R (2mm abaixo de furca)	460953,81 ± 97919,62	557317,10 ± 97471,92	20,91	0,003
D-Race (2mm abaixo de furca)	494344,15 ± 141244,75	603025,40 ± 87805,21	21,98	0,006
Protaper-R (3mm abaixo de furca)	351718,98 ± 55266,54	529722,40 ± 137239,71	50,61	0,003
Mtwo-R (3mm abaixo de furca)	410495,04 ± 93474,03	504521,07 ± 103844,87	22,91	0,001
D-Race (3mm abaixo de furca)	396435,80 ± 106933,67	511126,28 ± 93223,04	28,93	0,001
Protaper-R (4mm abaixo de furca)	307559,19 ± 81542,43	440112,32 ± 102538,28	43,10	0,002
Mtwo-R (4mm abaixo de furca)	381631,39 ± 93455,02	452359,47 ± 97303,53	18,53	0,010
D-Race (4mm abaixo de furca)	321597,40 ± 79962,95	841562,93 ± 1318533,27	61,68	0,005
Protaper-R (2mm aquém do vértice radicular)	169620,90 ± 40571,31	285398,13 ± 134112,05	68,26	0,007
Mtwo-R (2mm aquém do vértice radicular)	172792,35 ± 34040,00	244601,95 ± 51901,57	41,56	0,000
D-Race (2mm aquém do vértice radicular)	174652,75 ± 67256,43	239061,01 ± 48152,82	36,88	0,003
Protaper-R (3mm aquém do vértice radicular)	192205,91 ± 54101,46	324516,87 ± 149432,76	68,84	0,029
Mtwo-R (3mm aquém do vértice radicular)	191815,48 ± 37095,57	259532,46 ± 52046,60	35,30	0,000
D-Race (3mm aquém do vértice radicular)	183656,02 ± 53096,26	478827,51 ± 695953,58	60,72	0,005
Protaper-R (4mm aquém do vértice radicular)	210651,51 ± 50112,54	359955,05 ± 140863,11	70,88	0,017
Mtwo-R (4mm aquém do vértice radicular)	214115,61 ± 38121,29	293647,33 ± 45085,72	37,14	0,000
D-Race (4mm aquém do vértice radicular)	223417,32 ± 62558,72	283638,26 ± 41549,49	26,95	0,004

$\bar{X}$: média. S: desvio padrão. % Diferença média entre a tomografia após o preparo (Tomografia 2) e após o retratamento (Tomografia 4). *Teste-t para amostras pareadas.

A diferença média da área alargada entre o preparo e o retratamento em canais mesiolinguais comparando os grupos Protaper-R, Mtwo-R e D-race evidenciou diferença estatisticamente significativa em todos os grupos, com valores entre $p < 0,000$ e $p < 0,029$ (tabela V).

Considera-se que o sistema Protaper-R foi o que promoveu maior desgaste na maioria dos níveis estabelecidos nos canais mesiolinguais. Apresenta 76,96% em nível de 2 mm abaixo de furca, 50,61% em 3 mm abaixo de furca, 68,26% em 2 mm aquém do vértice radicular, 68,84% em 3 mm aquém do vértice radicular e 70,88% em 4 mm aquém do vértice radicular. Apenas em nível 4 mm abaixo de furca que o sistema (D-race) apresentou valor de 61,68%, superior aos sistemas Protaper-R e Mtwo-R (tabela V).

Discussão

Os instrumentos rotatórios de níquel-titânio favoreceram a remoção do material obturador de modo fácil e rápido, o que, não garante paredes completamente livres de material obturador. Apesar dos instrumentos não tocarem em todas as paredes dos canais radiculares no retratamento, pode-se evidenciar dependendo do terço do canal radicular determinada quantidade de material obturador residual, com maior de desgaste de dentina.

Os resultados do presente estudo mostraram que quando compara área desgastada após o preparo dos canais radiculares (Tomografia 2) nos seis níveis pré-estabelecidos foi verificado que não houve diferença significativa na maioria das medidas entre os instrumentos de Ni-Ti. No canal mesiovestibular nos níveis de 2 e 4 mm abaixo de furca houve diferença estatisticamente significativa. Esta diferença pode ser justificada pela possível variação anatômica, uma vez que a instrumentação depende da morfologia e espessura das paredes do canal radicular. Comparando os 3 sistemas de instrumentos diferentes posterior ao retratamento dos canais radiculares e sua complementação (Tomografia 4), destinados para a desobturação dos canais radiculares, observa-se que apenas o sistema Protaper-R houve diferença estatisticamente significativa.

Quando se compara o desgaste da área dos canais radiculares entre o preparo e o reprepato no retratamento, entre os três sistemas, observa-se diferença significativa em todos os níveis.

O desgaste de área nos canais mesiovestibulares em nível 2 mm abaixo de furca, o sistema Protaper-R apresentou um maior desgaste, seguido do Mtwo-R e o D-Race. Já em 3 mm abaixo de furca, o sistema Protaper- R permanece com um maior desgaste, porém, o sistema D-Race desgasta mais que o Mtwo-R. Assim como em 4 mm, observa-se o mesmo percentual de desgaste nos sistemas

apresentados. Estudos de Rödиг et al. (2012) e Bhagavaladas et al., (2017) mostraram que o sistema rotatório D-RaCe é um dispositivo eficiente para limpeza do canal radicular após o retratamento endodôntico. A melhor capacidade de limpeza tem sido associada aos instrumentos de retratamento rotatório D-RaCe devido ao uso de maiores valores de rotação por minuto. Ruddle et al. (2016) reportaram que remover guta-percha requer rpms mais elevados do que para limpeza em procedimentos de modelagem. A vantagem de utilizar rpm mais elevada faz com que a velocidade cria atrito suficiente que amolece e estimula a remoção mecânica da guta-percha dos canais radiculares (BHAGAVALDAS et al., 2017; RUDDLE et al., 2016; RÖDIG et al., 2012).

Em nível 2 mm aquém do vértice radicular verifica-se que há um maior desgaste da área dentinária com sistema Protaper-R, seguido do Mtwo-R e do D-Race, respectivamente. Semelhante resultado foi encontrado em 2 mm abaixo de furca e também em 3 e 4 mm aquém do vértice radicular. Concordando com o estudo de Taşdemir et al. (2017) e Siddhartha das et al. (2017). Os instrumentos rotatórios ProTaper-R deixaram menos material de preenchimento dentro dos canais radiculares do que instrumentos rotatórios Mtwo-R. Por outro lado, Yadav et al. (2013) relataram não haver diferença significativa entre a quantidade de material obturador restante após o retratamento com instrumentos ProTaper-R e Mtwo-R. Dadresanfar et al. (2012) verificaram que instrumentos Mtwo- R podem ser mais eficientes na remoção de material em comparação com os instrumentos ProTaper-R, o que está de acordo com Khedmat, et al. (2016). A eficiência dos instrumentos Mtwo-R para tal finalidade se deve ao ângulo de ataque positivo com duas arestas de corte comprimento de passo crescente na direção apical-coronal e secção

transversal em forma de “S” (GU et al., 2008; KHEDMAT et al., 2016; SCHIRRMMEISTER et al., 2006).

Ao analisar o percentual de área desgastada em canais mésiolinguais de molares inferiores, observa-se que em nível de 2 e 3 mm abaixo de furca houve maior desgaste de área pela ação do sistema Protaper-R, D-race e Mtwo-R, respectivamente. Silva et al. (2012) relataram que o sistema Protaper-R se mostra mais eficaz na limpeza dos terços cervical e médio, quando comparados a outros sistemas de retratamento como D-Race, devido ao corte triangular convexo e a maior conicidade dos instrumentos de Protaper-R. (GU et al., 2008; KHEDMAT et al., 2016; SCHIRRMMEISTER et al., 2006).

Nos 4 mm abaixo de furca, verifica-se que o sistema D-Race promoveu o maior desgaste, seguido do Protaper-R e por fim o Mtwo-R. Ao analisar a medida de 2 mm aquém do vértice radicular, o sistema Protaper-R apresentou maior área desgastada quando comparado ao Mtwo e D-Race, assim como em 4 mm aquém do vértice radicular. Já em 3 mm aquém do vértice radicular, o sistema D-Race promoveu maior desgaste quando comparado ao Protaper-R e ao Mtwo-R.

A persistência da infecção bacteriana no sistema de canais radiculares é o principal fator para o fracasso endodôntico. O manejo do fracasso endodôntico envolve o retratamento não cirúrgico (NAIR, 1990; NAIR, 2006; ESTRELA et al., 2014; ESTRELA et al., 2017).

Imura *et al.* (2007) observaram que os dentes submetidos ao retratamento não cirúrgico com lesão periapical mostraram uma taxa de sucesso de 81,2%. (AKANSHA et al., 2015; GLICKMAN et al., 2011; CROZETA et al., 2016). O retratamento endodôntico tem como objetivo a remoção do máximo possível de guta-percha e cimento obturador. Este procedimento irá remover os restos de tecido

necrótico e bactérias que pode causar a persistência da inflamação periapical. A reintervenção química e mecânica pela ação dos instrumentos endodônticos e soluções irrigantes favorece removendo os microorganismos persistentes promovendo a sanificação do sistema de canais radiculares (KVIST et al., 1999; NAIR et al., 1990; MOLLO et al., 2012; ESTRELA et al., 2014; COLOMBO et al., 2016; CROZETA et al., 2016).

A limpeza dos canais radiculares durante o retratamento é importante e desafiadora, uma vez que os obstáculos para remoção do material obturador ocorrem devido à complexidade anatômica, curvatura que podem apresentar maior risco a desvios, perfurações e fraturas, alterações morfológicas e os erros do tratamento inicial deverão ser corrigidos (ESTRELA et al., 2017). A busca de alternativas, instrumentos ou técnicas capazes de remover completamente o material obturador dos canais radiculares durante o retratamento tem sido constante. Os debris remanescentes nos canais radiculares após a remoção do material obturador podem ser considerados um fator negativo uma vez que este remanescente pode impedir o contato das soluções irrigantes com os microorganismos persistentes no sistema de canais radiculares, e aumente o risco da manutenção da infecção apical. Assim, a seleção do protocolo para o retratamento é de fundamental importância para um desgaste apropriado do canal radicular o que equilibra a limpeza com a preservação de estrutura dentinária sadia e minimiza o enfraquecimento radicular (BARATTO FILHO; FERREIRA; FARINIUK, 2002; BARLETTA et al., 2007; GLUSKIN et al., 2008; MARQUES DA SILVA et al., 2012; RODIG et al., 2012; ZUOLO et al., 2013; KELES et al., 2014; RODIG et al., 2014; CAPAR et al., 2015; SOARES et al., 2015; ALVES et al., 2016; AKBULUT et al., 2016; CROZETA et al., 2016; DE SIQUEIRA ZUOLO et al., 2016; MONGUILHOTT

CROZETA et al., 2016; ZUOLO et al., 2016; BARTOLS et al., 2017; KESIM et al., 2017; MARTINS et al., 2017; OLTRA et al., 2017).

Para tanto, várias estratégias terapêuticas têm sido propostas para remoção do material obturador remanescente durante o retratamento (BERNARDES et al., 2015; KELES et al., 2015; ALBERTO RUBINO, et al., 2018; SILVA et al., 2018). Nesta perspectiva, a proposta do presente estudo foi avaliar por meio de tomografia computadorizada de feixe cônico, a área desgastada entre o protocolo de preparo e reparo posterior a desobturação e complementação com instrumentos rotatórios de níquel e titânio Protaper retratamento, Mtwo retratamento, e D- Race.

A fim de simular as condições da cavidade oral os espécimes foram submetidos ao envelhecimento térmico, projetados 1000 ciclos de temperatura entre 5° e 55°C, para simulação de um período de 12 meses do espécime na cavidade oral, sofrendo mudanças de temperatura que provocam alteração no coeficiente de expansão térmica entre a estrutura do dente e do material obturador (HELVATJOGLU-ANTONIADES, et al., 2004; TONOMARU-FILHO et al., 2009; BORSATTO et al., 2013; SAGHIRI, et al., 2013; CROZETTA et al., 2016).

No que se refere a metodologia foram selecionadas por meio de TCFC, raízes mesiais de molares inferiores que apresentassem dois canais independentes, padronização do grau de curvatura maior que 4 mm e menor que 8 mm (ESTRELA et al., 2008a) e padronização do diâmetro anatômico. Outrossim, considerou-se também para o presente estudo duas áreas de importância clínica como referencial de análise (2 a 4 mm abaixo da furca e 2 a 4 mm aquém do vértice radicular), avaliadas em imagens de TCFC de alta resolução. Este método destaca-se por ser não invasivo, simples e eficiente para identificar material obturador residual e área desgastada. Além disso, a tomografia permite uma avaliação tridimensional precisa

do sistema de canais radiculares sem destruição dos espécimes, oferecendo dados fideis de área e volume do canal radicular, através da comparação do desgaste provocado entre o preparo e após o retratamento (ESTRELA et al., 2008 a; ESTRELA et al., 2008; COHENCA & SHEMESH et al., 2015).

Não obstante as características dos sistemas para retratamentos sejam consistentes para sua aplicação pretendida, optou-se pela complementação adicional da instrumentação após o retratamento para refinar a remoção do material obturador. Este procedimento contribui para aprimorar a limpeza e modelagem, uma vez que os sistemas de instrumentos utilizados para retratamento possuem diâmetro apical menor do que os instrumentos destinados ao preparo dos canais radiculares. Geralmente o terço apical é a zona crítica e é a região do canal radicular que possui maior quantidade de material obturador remanescente sendo necessária a complementação da desobturação a fim de minimizar esse material. Sendo assim, a instrumentação adicional embora necessária, pode levar a uma maior redução na estrutura radicular onde a dentina já é fina podendo criar defeitos na mesma.

Diante dos resultados apresentados pelo presente estudo pode-se concluir que embora sejam necessários instrumentos que sejam capazes de remover por completo o material obturador, faz-se necessária a complementação do processo de desobturação a fim de garantir uma remoção de material obturador remanescente além do que os sistemas de retratamentos. No processo de complementação do preparo, os instrumentos cortam não apenas guta-percha, mas também a camada de dentina durante a remoção do material obturador. Assim torna-se importante o conhecimento de anatomia interna dos canais radiculares para o incremento do sucesso do tratamento endodôntico, e chama a atenção para melhor detecção do diâmetro anatômico da região apical, uma vez que esse procedimento tende a

promover o adequado alargamento do terço apical, assegurando a eliminação de bactérias nessa região chamando a atenção para importância do quanto de estrutura radicular deverá ser desgastada (PÉCORA et al.,1992).

CONCLUSÃO

As técnicas de complementação avaliadas aumentaram a área do canal radicular, contribuindo para a remoção do remanescente de material obturador. O sistema Protaper-R® permitiu maior desgaste.

Destaca-se que embora tenha havido ampliação da área do canal radicular em níveis determinados, nenhuma das técnicas avaliadas foram capazes de remover completamente o material obturador dos canais radiculares.

REFERÊNCIAS

AKANSHA, G.; AJAY, N.; SHASHIT, S.; AMIT, G. Comparison of time required by d-race, r-endo and mtwo instruments for retreatment: an in vitro study. **J Clin Diagn Res**, v.9, n.2, 2015.

ALVES, F. R.; MARCELIANO-ALVES, M. F.; SOUSA, J. C.; SILVEIRA, S. B.; PROVENZANO, J. C.; SIQUEIRA, J. F., JR. Removal of root canal fillings in curved canals using either reciprocating single- or rotary multi-instrument systems and a supplementary step with the XP-Endo Finisher. **J Endod**, v.42, n. 7, p.1114-9, 2016.

ALBERTO RUBINO, G.; DE MIRANDA CANDEIRO, G.T; GONZALES FREIRE, L.; FAGA IGLECIAS, E.; DE MELLO LEMOS, E.; LUIZ CALDEIRA, C.; GAVINI, G. Micro-CT evaluation of gutta-percha removal by two retreatment systems. **Iran Endod J**. v.13, n.2, p. 221-227, 2018.

BARROSO, J. M.; GUERISOLI, D. M. Z.; CAPELLI, A.; SAQUY, P. C.; PECORA, J. D. Influence of cervical preflaring on determination of apical file size in maxillary premolars: SEM analysis. **Braz Dent J**, v. 16, n. 1, p. 30-34, 2005.

BRAMANTE, C. M.; FIDELIS, N. S.; ASSUMPÇÃO, T. S.; BERNARDINELI, N.; GARCIA, R. B.; BRAMANTE, A. S.; MORAES, I. G. Heat release, time required, and cleaning ability of MTwo R and ProTaper universal retreatment systems in the removal of filling material. **J Endod**, v. 36, n. 11, p. 1870-3, 2010.

BÜRKLEIN, S.; HINSCHITZA, K.; DAMMASCCHKE, T.; SCHAFER, E. Shaping ability and cleaning effectiveness of two single-file systems in severely curved root canals of extracted teeth: Reciproc and WaveOne versus Mtwo and ProTaper. **Int Endod J**, v. 45, n. 5, p. 449-61, 2012.

BORSATTO, M.C; MARTINELLI, M.G; CONTENTE, M.M.M.G; MELLARA, T.S; PÉCORA, J.D; GALO, R. Bond durability of Er:YAG Laser- prepared primary tooth enamel. **Braz Dent J**, v.24, n.4, p. 330-334, 2013.

BARTOLS, A; ROBRA, B.P; WALTHER, W. The ability of Reciproc instruments to reach full working length without glide path preparation: a clinical retrospective study. **PeerJ**. v.19, n.5, 2017.

BHAGAVALDAS, M.C.; DIWAN, A.; KYSMVALLI, S.; PASHA, S.; DEVALE, M.; CHAVA, D.C. Efficacy of two Rotary retreatment systems in removing guttapercha and seale during endodontic retreatment with or without solvent: a comparative in vitro study. **J Conserv Dent**, v.20, n.1, p. 12-16, 2017.

COTTI, E. Advanced techniques for detecting lesions in bone. **Dent Clin North Am**, v, 54, n.2, p.215-35, 2010.

CHENG, L; ZHANG, R; YU, X; TIAN, Y; WANG, H; ZHENG, G; HU, T. A comparative analysis of periapical radiography and cone-beam computerized tomography for the evaluation of endodontic obturation length. **Oral Surg Oral Med Oral Pathol Oral Radiol Endod**, v.112, n.3, p. 383-9, 2011.

CAPAR, I. D.; ERTAS, H.; OK, E.; ARSLAN, H.; ERTAS, E. T. Comparative study of different novel nickel-titanium rotary systems for root canal preparation in severely curved root canals. **J Endod**, v. 40, n. 6, p. 852-6, 2014.

COHENCA, N; SHEMESH, H. Clinical applications of cone beam computed tomography in endodontics: A comprehensive review. **Quintessence Int.**v.46, n. 8, p. 657-68, 2015.

CRAVEIRO, M. A.; FONTANA, C. E.; DE MARTIN, A. S.; BUENO, C. E. Influence of coronal restoration and root canal filling quality on periapical status: clinical and radiographic evaluation. **J Endod**, v. 41, n. 6, p. 836-840, 2015.

CROZETA, B. M.; SOUSA-NETO M. D.; LEONI, G. B.; MAZZI-CHAVES, J. F.; SILVA-SOUSA, Y. T.; BARRATO-FILHO F. A micro-computed tomography assessment of the efficacy of rotary and reciprocating techniques for filling material removal in root canal retreatment. **Clin Oral Investig**, v. 20, n. 8, p.2235-40, 2016.

CROZETA, B. M.; SILVA-SOUSA, Y. T.; LEONI, G. B.; MAZZI-CHAVES, J. F.; FANTINATO, T.; BARATTO-FILHO, F.; SOUSA-NETO, M. D. Micro-computed tomography study of filling material removal from oval-shaped canals by using rotary, reciprocating, and adaptive motion systems. **J Endod**, v. 42, n. 5, p. 793-797, 2016.

COLOMBO, A.P; FONTANA, C.E; GODOY, A; DE MARTIN, A.S; KATO, A.S; ROCHA, D.G; PELEGRINE, R.A; BUENO, C, E. Effectiveness of the waveone and ProTaper D systems for removing gutta-percha with or without a solvent. **Acta Odontol Latinoam**, v.29, n.3, p.262-267, 2016.

ESTRELA, C.; BUENO, M.R; AZEVEDO, B.; AZEVEDO, JR; PÉCORA, J.D. A new periapical index based on cone beam computed tomography. **J Endod**.v.34, n.11, p.1325-1331, 2008a.

ESTRELA, C.; BUENO, M. R.; LELES, C. R.; AZEVEDO, B.; AZEVEDO, J. R. Accuracy of cone beam computed tomography and panoramic and periapical radiography for detection of apical periodontitis. **J Endod**, v.34, n. 3, p.273–279, 2008b.

ESTRELA, C.; HOLLAND, R.; ESTRELA, C. R. A.; ALENCAR, A. H. G.; SOUSA-NETO, M. D.; PÉCORA, J. D. Characterization of successful root canal treatment. **Braz Dent J**, v. 2, n. 1, p. 3-11, 2014.

ESTRELA, C; PÉCORA, J. D.; ESTRELA, C.R.A; GUEDES, O.A; SILVA, B.S.F; SOARES, C.J; SOUSA-NETO, M.D..Common operative procedural errors and clinical factors associated with root canal treatment. **Braz Dent J.** v.28, n.2, p.179-190, 2017.

FERNÁNDEZ, R.; CADAVID, D.; ZAPATA, S.M.; ALVAREZ, L.G.; RESTREPO, F.A. Impact of radiographic methods in the outcome of nonsurgical endodontic treatment: a five-year follow-up. **J Endod**, v. 39, n. 9, p. 1097-1103, 2013.

FRUCHI, L. D. E, C.; ORDINOLA-ZAPATA, R.; CAVENAGO, B. C.; HUNGARO DUARTE, M. A.; BUENO, C. E.; DE MARTIN, A. S. Efficacy of reciprocating instruments for removing filling material in curved canals obturated with a single-cone technique: a micro-computed tomographic analysis. **J Endod**, v. 40, n. 7, p. 1000-1004, 2014.

DADRESANFAR, B.; IRANMANECH, M; MOHEBBI, P.; MEHRVARZFAR, P.; VATANPOUR, M. Efficacy of Two Rotary NiTi Instruments in Removal of Resilon/Epiphany Obturants. **Iran Endod J.** v.7, n.4, p.183-8, 2012.

DE FREITAS J.V.; BARATTO-FILHO F.; COELHO B.S; TOMAZINHO F.S.F; CROZETA B.M; DE SOUSA-NETO M.D; GABARDO M.C.L. Efficacy of different cone-beam computed tomographic protocols in the identification of mesiobuccal canals of maxillary first molars: a tomographic and ex vivo study. **J Endod**, v. 43, n. 5, p. 810-815, 2017.

GAMBILL J. M.; ALDER, M.; DEL RIO, C. E. Comparison of nickel-titanium and stainless steel hand-file instrumentation using computed tomography. **J Endod**, v. 22, n. 7, p. 369-75, 1996.

GU, L, S; LING, J.Q; WEI, X.; HUANG, W.Y.Efficacy of ProTaper Universal rotary retreatment system for gutta-percha removal from root canals. **Int Endod J.** v.41, n. 4, p.288-95, 2008.

GIULIANI, V.; COCHETTI, R; PAGAVINO, G. Efficacy of ProTaper Universal retreatment files in removing filling materials during root canal retreatment. **J Endod.** v.34, n.11, p.1381-4, 2008.

GLOCMAN, G.N., VOGT, M.V. Chapter 5- Preparation for treatment. In:Cohen S, Hargraveas KM. Pathways of the pulp, 10th Edition. **Mosby, Elsevier.** p.88-123, 2011.

HEPWORTH, M.J.; FRIEDMAN, S. Treatment outcome of surgical and non-surgical management of endodontic failures. **J Can Dent Assoe.** v.63, n.5, p.364-71, 1997.

IMURA, N.; KATO, A. S.; HATA, G.I., UEMURA, M; TODA, T.; WEINE, F. A comparison of the relative efficacies of four hand and Rotary instrumentation techniques during endodontic retreatment. **Int Endod J**. v.33, n.4, p.361-6, 2000.

IBELLI, G. S.; BARROSO, J. M.; CAPELLI, A; SPANÓ, J. C. E.; PECORA, J. D. Influence of cervical preflaring on apical file determination in maxillary lateral incisors. **Braz Dent J**, v. 18, n.2, p. 102-106, 2007.

KAZAMI, R.B.; STENMAN, E.; EPANGBERG, L. S. Machining efficiency and wear resistance of nickeltitanium endodontic files. **Oral Surg Oral Med Oral Pathol Oral Radiol Endod**. v.81, n. 5, p. 596–602, 1996.

KUHN, W.G., CARNES D.L.JR., CLEMENTE D.J., WALKER, W.A. Effect of tip design of nickel-titanium and stainless steel files on root canal preparation. **J Endod**, v.23, n. 12, p. 735–8, 1997.

KVIST, T.; REIT, C. Results of endodontic retreatment: a randomized clinical study comparing surgical and nonsurgical procedures. **J Endod**.v.25, p.814–17, 1999.

KELES, A.; ARSLAN, H.; KAMALAK, A.; AKCAY, M.; SOUSA-NETO, M. D.; VERSIANI, M. A. Removal of filling materials from oval-shaped canals using laser irradiation: a micro-computed tomographic study. **J Endod**, v. 41, n. 2, p. 219-224, 2015.

KHEDMAT, S.; AZARI, A.; SHAMSHIRI, A.R; FADAE, M.; BASHIZADEH FAKHAR, H. Efficacy of ProTaper and Mtwo retreatment files in removal of gutta-percha and guttaflow from root canals. **Iran Endod J**. v.11, n.3, p.184-7, 2016.

LOPES, H.P.; ELIAS, C.N.; ESTRELA, C.; SIQUEIRA, J.F. Assessment of the apical transportation of root canals using the method of the curvature radius. **Braz Dent J**, v. 9, n. 1, p. 39-45, 1998.

LEONI G.B.; VERSIANI M. A.; PÉCORA J.D.; DE SOUSA-NETO M.D. Micro-computed tomographic analysis of the root canal morphology of mandibular incisors. **J Endod**, v.40, n. 5, p.710-6, 2014.

LOPES, H.P., SIQUEIRA, J.F. JR. **Endodontia: biologia e técnica**. 3ª ed.; Rio de Janeiro, Brasil: Guanabara Koogan, 950p, 2010.

MARQUES DA SILVA, B.; BARATTO-FILHO, F.; LEONARDI, D. P.; HENRIQUE BORGES, A.; VOLPATO, L.; BRANCO BARLETTA, F. Effectiveness of ProTaper, D-RaCe, and Mtwo retreatment files with and without supplementary instruments in the removal of root canal filling material. **Int Endod J**, v. 45, n. 10, p. 927-932, 2012.

MOLLO, A.; BOTTI, G.; PRINICIPI GOLDONI, N.; RANDELLINI, E.; PARAGLIOLA, R.; CHAZINE, M. Efficacy of two Ni-Ti systems and hand files for removing gutta-percha from root canals. **Int Endod J**.v.45, n,1, p.1–6, 2012.

MASIERO, A. V; BARLETTA, F.B.Effectiveness of different techniques for removing gutta-percha during retreatment. **Int Endod J**. v.38, n.1, p.2-7, 2005.

NAIR, P. N.; SJOGREN, U.; KREY, G.; KAHNBERG, K. E.; SUNDQVIST, G. Intraradicular bacteria and fungi in root-filled, asymptomatic human teeth with therapy-resistant periapical lesions: a long-term light and electron microscopic follow-up study. **J Endod**, v. 16, n. 12, p. 580-588, 1990.

NAIR, P. N. R. On the causes of persistent apical periodontitis: a review. **Int Endod J**, v. 39, n. 4, p. 249–81, 2006.

NEELAKANTAN, P.; SUBBARAO, C.; SUBBARAO, C.V. Comparative evaluation of modified canal staining and clearing technique, cone-beam computed tomography, peripheral quantitative computed tomography, spiral computed tomography, and plain and contrast medium-enhanced digital radiography in studying root canal morphology. **J Endod**. v.36, n. 9, p. 1547–51, 2010.

OLIVEIRA, D.P; BARBIZAM, J.V.B; TROPE, M.; TEIXEIRA, F.B. Comparison between Gutta-Percha and Resilon removal using two diferente techniques in endodontic retreatment. **J Endod**, v.32, n.4, p.362-4, 2006.

PATEL, S; DAWOOD, A; FORD, T.P. Whaites E. The potential applications of *cone beam* computed tomography in the management of endodontic problems. **Int Endod J**, v.40, n.10, p. 818-30, 2007.

PETTIETTE, M.T., DELANO, E.O., TROPE, M. Evaluation of success rate of endodontic treatment performed by students with stainless-steel K-files and nickel-titanium hand files. **J End**, v. 27, n.2, p. 124–7, 2001.

PECORA, J. D.; CAPELLI, A. Shock of paradigms on the instrumentation of curved root canals. **Braz Dent J**, v. 17, n. 1, p. 03-05, 2006.

PECORA, J. D.; CAPELLI, A.; GUERISOL, D. M. Z.; SPANO, J. C. E.; ESTRELA, C. Influence of cervical preflaring on apical file size determination. **Int Endod J**, v. 38, n. 7, p. 430-435, 2005.

PIRANI, C.; PELLICIONI, G. A.; MARCHIONNI, S.; MONTEBUGNOLI, L.; PIANA, G.; PRATI, C. Effectiveness of three different retreatment techniques in canals filled with compacted gutta-percha or Thermafil: a scanning electron microscope study. **J Endod**, v. 35, n. 10, p. 1433-1440, 2009.

PEDULLÀ, E.; GRANDE, N. M.; PLOTINO, G.; GAMBARINI, G.; RAPISARDA, E. Influence of continuous or reciprocating motion on cyclic fatigue resistance of 4 different nickel-titanium rotary instruments. **J Endod**, v. 39, n. 2, p. 258-61, 2013.

PETERS, O. A. Current challenges and concepts in the preparation of root canal systems: a review. **J Endod**, v. 39, n. 2, p. 559-67, 2004.

PEDRO, F. M.; MARQUES, A.; PEREIRA, T. M.; BANDECA, M. C.; LIMA, S.; KUGA, M. C.; TONETTO, M. R.; SEMENOFF-SEGUNDO, A.; BORGES, A. H. Status of endodontic treatment and the correlations to the quality of root canal filling and coronal restoration. **J Contemp Dent Pract**, v. 17, n. 10, p. 830-836, 2016.

REDDY, S.A., HICKS, M.L. Apical extrusion of debris using two hand and two rotary instrumentation techniques. **J Endod**, v. 24, n.3, p. 180–3, 1998.

RIOS, M. A.; VILELA, A.; CUNHA, R. S.; VELASCO, R.; MARTIN, A. S.; KATO, A. S.; SILVEIRA BUENO, C. E. Efficacy of 2 Reciprocating Systems Compared with a Rotary Retreatment System for Gutta-percha Removal. **J Endod**, v. 39, n. 2, p. 543–546, 2014.

RODRIGUES, R.C.V; ZANDI, H.; KRISTOFFERSEN, A.K.; ENERSEN, M., MDALA, I; ORSTAVIK, D.; RÔÇAS, I.N; SIQUEIRA, J.F.JR. Influence of the Apical Preparation Size and the Irrigant Type on Bacterial Reduction in Root Canal–treated Teeth with Apical Periodontitis. **J Endod**, v.47,n.7 ,p.1058-1063, 2017.

RÖDIG, T.; REICHERTS, P.; KONIETSCHKE, F.; DULLIN, C.; HAHN, W; HÜLSMANN, M. Efficacy of reciprocating and rotary NiTi instruments for retreatment of curved root canals assessed by micro-CT. **Int Endod J**, v. 47, n. 10, p. 942–8, 2014.

RÖDIG, T.; HAUSDÖRFER, T.; KONIETSCHKE, F.; DULLIN, C.; HAHN, W.; HÜLSMANN, M. Efficacy of D-RaCe and ProTaper Universal Retreatment NiTi instruments and hand files in removing gutta-percha from curved root canals—a micro-computed tomography study. **Int Endod J**, v. 45, n. 6, p. 580–9, 2012.

ROSSI-FEDELE, G.; AHMED, H. M. A. Assessment of root canal filling removal effectiveness using micro–computed tomography: a systematic review. **J Endod**, V. 43, n. 4, p. 520-526, 2017.

SHILDER, H. Cleaning and shaping the root canal. **Dent Clin North Am**, v. 8, n. 2, p. 269-96, 1974.

STABHOLTZ, A; FRIEDMAN, S. Endodontic retreatment – Case selection and technique. Part 2: Treatment planning for retreatment. **J Endod**. v.14, n.12, p. 607-614, 1988.

SIMON J.H. The apex: how critical is it? **Gen Dent**, v. 42, n.4, p. 330-334, 1994.

SUNDQVIST, G.; FIGDOR, D.; PERSSON, S.; SJÖGREN, U. Microbiologic analysis of teeth with failed endodontic treatment and the outcome of conservative retreatment. **Oral Surg Oral Med Oral Pathol Oral Radiol Endod**, v. 85, n. 1, p. 86-93, 1998.

SCHIRRMESTER, J.F.; MEYER, K.M.; HERMANN, P.; ALTENBURGER, M.J.; WRBAS, K.T. Effectiveness of hand file and three nickel-titanium Rotary instruments removing gutta-percha in curved root canals during retreatment. **Oral Surg Oral Med Oral Pathol Ora Radiol Endod**, v.101, n.4, p.542-7, 2006

SCHIRRMESTER, J.F.; WRBAS, K.T.; MEYER, K.M.; ALTENBURGER, M.J.; HELLWIG, E. Efficacy of different rotary instruments for gutta-percha removal in root canal retreatment. **J Endod**, v.32, n.5, p.469-72, 2006.

SAAD, A.Y., AL-HADLAQ, S.M., AL-KATHEERI, N.H. Efficacy of two rotary NiTi instruments in the removal of gutta-percha during root canal retreatment. **J Endod**, v.33, n. 1, p. 38–41, 2006.

SIQUEIRA, J. F.; RÔÇAS, I.N. Clinical implications and microbiology of bacterial persistence after treatment procedures. **J Endod**, v. 34, n. 11, p. 1291-1301, 2008.

SHEMESH, H.; ROELEVELD, A. C.; WESSELINK, P. R.; WU, M. K. Damage to root dentin during retreatment procedures. **J Endod**, v. 37, n. 1, p. 63–66, 2011.

SIOTA, J; GUPTA, S.K; ACHARYA, S.R.; SARASWATHI, V. Diagnostic ability of computed tomography using DentaScan software in endodontics: case reports. **Int J Comput Dent**, v.14, n.4, p. 321-34, 2011.

SOARES, C.; MAIA, C.; VALE, F.; GADÊ-NETO, C., CARVALHO, L.; CARVALHO, L.; OLIVEIRA, H.; CARVALHO, R. Comparison of Endodontic Retreatment in Teeth Obturated With Resilon or Gutta-Percha: A Review of Literature. **Iran Endod J**. 2015, n.4, v.10, p.221-5, 2015.

SHEN, Y.; COIL, J. M.; MO, A. J.; WANG, Z.; HIEAWY, A.; YANG, Y.; HAAPASALO, M. WaveOne rotary instruments after clinical use. **J Endod**, v. 42, n. 2, p. 186-9, 2016.

SIDDHARTHA, D.; ATAIDE DE, I.; SUBHASIS, D.; VINEET, N.; NAIRITA, S.; SAYAN, C. Comparative evaluation of three different rotary instrumentation systems for removal of gutta-percha from root canal during endodontic retreatment: An *in vitro* study. **J Conserv Dent**. v.20,n.5, p. 311–316, 2017.

TEIXEIRA, F.B, TROPE, M. Gutta-percha – the end of an era? **Alpha Omegan**, v.97, n.4, p.66-72, 2004

TACHIBANA, H; MATSUMOTO, K. Applicability of X-ray computerized tomography in endodontics. **Endod Dent Traumatol**, v.6, n.1, p.16-20.

TASDEMIR, T.; ER, K.; YILDIRIM, T.; CELIK, D. Efficacy of three rotary NiTi instruments in removing gutta-percha from root canals. **Int Endod J**. v.41, n.3, p.191–6, 2008.

TAKAHASHI, C. M.; CUNHA, R. S.; MARTIN, A. S.; FONTANA, C. E.; SILVEIRA, C. F.; SILVEIRA BUENO, C. E. In vitro evaluation of the effectiveness of ProTaper universal rotary retreatment system for gutta-percha removal with or without a solvent. **J Endod**, v. 35, n. 11, p. 1580–3, 2009.

TANOMARU-FILHO, M.; TANOMARU, J. M.; LEONARDO, M. R.; SILVA, L. A. Periapical repair after root canal filling with different root canal sealers. **Braz Dent J**, v. 20, n. 5, p. 389-95, 2009.

TOPÇUOĞLU, H. S.; DEMIRBUGA, S.; TUNCAY, Ö; PALA, K; ARSLAN H; KARATAŞ, E. The effects of Mtwo, R-Endo, and D-RaCe retreatment instruments on the incidence of dentinal defects during the removal of root canal filling material. **J Endod**, v. 40, n. 2, p. 266-70, 2014.

VERSIANI M.A; ORDINOLA-ZAPATA R.; KELES A.; ALCIN H.; BRAMANTE C.M; PÉCORA J.D; SOUSA-NETOM.D.; Middle mesial canals in mandibular first molars: A micro-T study in diferente populations. **Arch Oral Biol**, v.61, p.130-7, 2016.

WILCOX, L.R; KRELL, K.V, MADISON, S., RITTMAN, B. Endodontic retreatment: evaluation of gutta-percha and sealer removal and canal reinstrumentation. **J Endod**. v.13, n.9, p. 453-7, 1987.

WU, M. K.; RORIS, A.; BARKIS, D.; WESSELINK, P. R. Prevalence and extent of long oval shape of canals in the apical third. **Oral Surg Oral Med Oral Pathol Oral Radiol Endod**, v. 89, n. 6, p. 739-743, 2000.

WANG, J.; JIANG, Y.; CHEN, W.; ZHU, C., LIANG, J. Bacterial flora and extraradicular biofilm associated with the apical segment of teeth with post-treatment apical periodontitis. **J Endod**, v. 38, n. 7, p. 954-959, 2012.

YADAV, P.; BHARATH, M.J; SAHADEV, C.K; MOKKONAHALLI RAMACHANDRA, P.K; RAO, Y.; ALI, A; MOHAMED, S. An in vitro CT Comparison of Gutta- Percha Removal with Two Rotary Systems and Hedstrom Files. **Iran Endod J**. v.8, n.2, p.59-64, 2013.

YAMIN, P.A., MATOS, B.H.F., CAZAL, M.S., OLIVEIRA, D.F., RIBEIRO, R.F., DE SOUSA-NETO, M.D., PALMA DIBB, R.G. Avaliação da interface dente/restauração em dentes submetidos a 3 protocolos restauradores e maloclusão. **Braz Oral Res**. 30 429, 2016.

YARED, G. M. Canal preparation using only one Ni-Ti rotary instrument: preliminary observations. **Int Endod J**, v. 41, n. 4, p. 339-44, 2008.

ZUOLO, A. S.; MELLO, J. E; CUNHA, R. S.; ZUOLO, M. L.; BUENO, C. E. Efficacy of reciprocating and rotary techniques for removing filling material during root canal retreatment. **Int Endod J**, v. 46, n. 10, p. 947-53, 2013.

ANEXO

TERMO DE CONSENTIMENTO LIVRE E ESCLARECIDO

Você está sendo convidado(a) para participar, como voluntário(a), de uma pesquisa. Meu nome é Larissa Ernesto Pereira, sou o pesquisador responsável e minha área de atuação é endodontia (tratamento de canal). Após receber os esclarecimentos e as informações a seguir, no caso de aceitar fazer parte do estudo, assine ao final deste documento, que está em duas vias. Uma delas é sua e a outra é do pesquisador responsável. Em caso de recusa, você não será penalizado(a) de forma alguma e não haverá prejuízo na continuidade do seu tratamento junto à Faculdade de Odontologia da Universidade Federal de Goiás.

Em caso de dúvida sobre a pesquisa, você poderá entrar em contato o pesquisador responsável Larissa Ernesto Pereira no telefone 3093-6016. Em caso de dúvidas sobre seus direitos como participante nesta pesquisa, você poderá entrar contato com o Comitê de Ética em Pesquisa Universidade Federal de Goiás pelo telefone 3521-1075 ou 3521-1076.

Título da pesquisa:

DETERMINAÇÃO DA ÁREA ALARGADA POSTERIOR AO RETRATAMENTO DO CANAL RADICULAR COM INSTRUMENTOS DE NÍQUEL-TITÂNIO

Você participará dessa pesquisa pela doação do dente que será extraído de acordo com o tratamento que foi indicado no tratamento estabelecido para melhorar a saúde de sua boca. O dente cedido será utilizado numa pesquisa para avaliar produtos que podem ser usados para limpar o canal do dente durante o tratamento de canal (Tratamento endodôntico). A cirurgia para extração será realizada na Clínica de Cirurgia da Faculdade de Odontologia da Universidade Federal de Goiás, seu dente será guardado e em nenhum momento você será identificado durante a pesquisa (será mantido o sigilo da sua identidade), mesmo quando os resultados da pesquisa forem divulgados.

Após a cirurgia você receberá as orientações, por escrito, sobre o repouso e o que fazer para uma boa recuperação, bem como os remédios que deve tomar. Se houver dor, inchaço ou qualquer desconforto decorrente da cirurgia, o senhor(a) poderá entrar em contato por telefone (inclusive à cobrar) com o pesquisador responsável.

Você será esclarecido(a) sobre a pesquisa em qualquer momento que desejar. Você é livre para recusar-se a participar, retirar seu consentimento ou interromper a participação a qualquer momento. A sua participação é voluntária e a recusa em participar não irá acarretar qualquer perda de benefícios.

A sua participação no estudo não acarretará custos para você uma vez que seu tratamento será realizado para tratar seus problemas dentários já existentes. Não haverá nenhuma recompensação financeira. Seu dente será adequadamente guardado até o final desta pesquisa e, posteriormente, caso você autorize, será doado para o treinamento e aprendizagem de alunos da Faculdade de Odontologia da Universidade Federal de Goiás. Quando necessário, o descarte será realizado em local destinado para o descarte de material biológico da Faculdade de Odontologia da Universidade Federal de Goiás.

Você não terá nenhum benefício direto ao participar desta pesquisa, no entanto, os resultados serão publicados com o objetivo de melhorar a qualidade do tratamento de canal (tratamento endodôntico) oferecido à toda a população. Após a extração do seu dente, seu tratamento será continuado nas clínicas de reabilitação da Faculdade de Odontologia da Universidade Federal de Goiás ou você será encaminhado para os serviços de atenção básica do serviço público de saúde. Qualquer tipo de dano sofrido por você em função da participação nesta pesquisa será devidamente ressarcido por indenização com valor proporcional ao dano sofrido estipulado por uma autoridade competente.

CONSENTIMENTO DA PARTICIPAÇÃO DA PESSOA COMO SUJEITO DA PESQUISA

Eu,

RG _____, CPF _____, prontuário nº _____,
abaixo assinado, concordo em participar do: DETERMINAÇÃO
DA ÁREA ALARGADA POSTERIOR AO RETRATAMENTO DO CANAL
RADICULAR COM INSTRUMENTOS DE NÍQUEL-TITÂNIO

Fui devidamente informado (a) e esclarecido(a) pelo pesquisador **Larissa Ernesto Pereira** sobre a pesquisa, os procedimentos nela envolvidos, assim como os possíveis riscos e benefícios decorrentes de minha participação. Foi-me garantido que posso retirar meu consentimento a qualquer momento, sem que isto leve a qualquer penalidade (ou interrupção de meu tratamento).

Local e data:

Nome e Assinatura do sujeito: