

PONTIFÍCIA UNIVERSIDADE CATÓLICA DE MINAS GERAIS
Programa de Pós-graduação em Odontologia

André Pinto Silveira

**REMOÇÃO INTRACANAL DE MATERIAL OBTURADOR USANDO
INSTRUMENTOS DE NITI COM DIFERENTES CINEMÁTICAS (MOVIMENTOS
ROTATÓRIO E RECIPROCANTE): análise por microtomografia
computadorizada**

Belo Horizonte
2015

André Pinto Silveira

**REMOÇÃO INTRACANAL DE MATERIAL OBTURADOR USANDO
INSTRUMENTOS DE NITI COM DIFERENTES CINEMÁTICAS (MOVIMENTOS
ROTATÓRIO E RECIPROCANTE): análise por microtomografia
computadorizada**

Dissertação apresentada ao Programa de Pós-graduação em Odontologia da Pontifícia Universidade Católica de Minas Gerais, como requisito parcial para obtenção do título de Mestre em Odontologia, Área de Concentração: Clínicas Odontológicas – Área Temática: Endodontia.

Orientador: Prof. Dr. Eduardo Nunes

Belo Horizonte

2015

FICHA CATALOGRÁFICA

Elaborada pela Biblioteca da Pontifícia Universidade Católica de Minas Gerais

S587r Silveira, André Pinto
Remoção intracanal de material obturador usando instrumentos de NiTi com diferentes cinemáticas (movimentos rotatório e recíprocante): análise por microtomografia computadorizada / André Pinto Silveira. Belo Horizonte, 2015.
65 f. : il.

Orientador: Eduardo Nunes
Dissertação (Mestrado) – Pontifícia Universidade Católica de Minas Gerais.
Programa de Pós-Graduação em Odontologia.

1. Instrumentos odontológicos. 2. Microtomografia por Raio-X. 3. Retratamento. 4. Canal radicular - Tratamento. 5. Obturações (Odontologia). I. Nunes, Eduardo. II. Pontifícia Universidade Católica de Minas Gerais. Programa de Pós-Graduação em Odontologia. III. Título.

André Pinto Silveira

REMOÇÃO INTRACANAL DE MATERIAL OBTURADOR USANDO INSTRUMENTOS DE NITI COM DIFERENTES CINEMÁTICAS (MOVIMENTOS ROTATÓRIO E RECIPROCANTE): análise por microtomografia computadorizada

Dissertação apresentada ao Programa de Pós-graduação em Odontologia da Pontifícia Universidade Católica de Minas Gerais, como requisito parcial para obtenção do título de Mestre em Odontologia. Área de Concentração: Clínicas Odontológicas - Área Temática: Endodontia.

COMPOSIÇÃO DA BANCA EXAMINADORA:

- 1- Prof. Dr. Manoel Brito Júnior – Unimontes
- 2- Prof. Dr. Frank Ferreira Silveira – PUC Minas
- 3- Prof. Dr. Eduardo Nunes – PUC Minas

DATA DA APRESENTAÇÃO E DEFESA: 16 de dezembro de 2015

A dissertação, nesta identificada, foi aprovada pela Banca Examinadora

Belo Horizonte, 22 de janeiro de 2016

Prof. Dr. Eduardo Nunes
Orientador

Prof. Dr. Martinho Campolina Rebello Horta
**Coordenador do Programa de Pós-graduação
em Odontologia**

*À Deus
e aos meus pais pela dedicação, apoio
e incentivo durante todo o período do
curso.*

AGRADECIMENTOS

À Deus, pela força e proteção derramadas em minha vida.

Aos meus pais, José Francisco da Silveira e Minervina Pinto Silveira por acreditarem no meu potencial, apoiando em todos os momentos e pela ajuda incondicional desde o começo. Sem vocês nada seria possível!

Ao meu orientador Professor Dr. Eduardo Nunes, pelo suporte, paciência, correções e incentivos.

Ao Professor Dr. Frank Ferreira Silveira pelas palavras de incentivo e ensinamentos constantes.

Ao Professor Dr. Martinho Campolina Rebello Horta pela análise estatística deste estudo.

Aos professores de mestrado da PUC Minas, por quem manifesto enorme respeito e admiração, agradeço pela paciência, dedicação e pelos ensinamentos incansavelmente repassados a mim.

Às funcionárias do Mestrado Acadêmico, Maria Angélica e Silvania, pela disponibilidade em ajudar sempre que solicitadas.

Ao meu amigo Rommel Brito Damasceno por ter emprestado o motor elétrico X-Smart Plus para a execução do trabalho.

Ao mestre Hector Michel de Sousa Rodrigues e a Prof. Dra. Sônia Teresa de Oliveira Lara Mendes, o meu reconhecimento pelos ensinamentos prestados na área da Endodontia e pela sincera amizade que tenho por vocês. Ao mestre Gilberto Nogueira Rachid pela amizade, parceria e pela enorme disposição em me ajudar durante a execução do trabalho. O resultado de meus estudos só foi possível graças à cooperação de vocês. Meus eternos agradecimentos!

Aos colegas do mestrado pela amizade que construímos durante todo o decorrer do curso.

À Faculdade de Odontologia de Bauru (FOB) da Universidade de São Paulo (USP), nas pessoas do Prof. Dr. Marco Antônio Húngaro Duarte, do Dr. Bruno Cavallini Cavenago e do aluno de Doutorado Murilo Priori Alcalde, que me proporcionaram a leitura do meu experimento através do microtomógrafo computadorizado.

À Fundação de Amparo à Pesquisa de Minas Gerais (FAPEMIG), pela oportunidade que foi-me dada e no qual fui bolsista durante todo o curso.

Com organização e tempo acha-se o segredo de fazer tudo e bem feito (PITÁGORAS).

RESUMO

Apesar dos constantes avanços tecnológicos incorporados na prática endodôntica, que resultam em alto índice de sucesso, ainda se constata alguns casos de fracasso. Diante do insucesso da terapia endodôntica primária, o retratamento endodôntico é a alternativa de primeira escolha, desde que sejam respeitadas suas indicações e limitações. Este estudo, *ex vivo*, teve como objetivo, verificar a efetividade de quatro sistemas automatizados de NiTi (rotatório e recíprocante) na remoção de material obturador através de avaliação com microtomografia computadorizada (micro-CT). Sessenta pré-molares humanos unirradiculados foram instrumentados com sistema ProTaper Next™, irrigados com hipoclorito de sódio 2,5% e EDTA 17% e obturados com cone ProTaper, Pulp Canal Sealer™ e condensação lateral. Após a obturação, os dentes foram aleatoriamente divididos em quatro grupos de 15 e escaneados na micro-CT para quantificar o volume de material obturador. Posteriormente, diferentes técnicas de retratamento foram realizadas: G1: ProTaper Universal Retreatment™, G2: R-Endo™, G3: WaveOne™ e G4: Reciproc™. Após a desobturação, os dentes foram novamente escaneados na micro-CT para quantificar o volume de material obturador remanescente. Os resultados mostraram que o material obturador foi eficientemente removido ($p < 0,05$) por todos os instrumentos. Não houve diferença estatística significativa ($p > 0,05$) entre eles quando cada região (terços apical, médio e cervical) foi avaliada separadamente ou quando toda a extensão da raiz foi avaliada conjuntamente, com exceção do G1, em que a quantidade de material residual foi estatisticamente maior no terço apical quando comparado com o terço cervical. Foi concluído que os quatro tipos de instrumentos foram eficientes e similares, porém nenhuma removeu completamente o material obturador.

Palavras-chave: Instrumentos odontológicos. Microtomografia por raio-X. Retratamento.

ABSTRACT

Despite the constant technological advances incorporated into the endodontic practice, which results in high success rate, although it appears some cases of failure. Before the failure of the primary endodontic therapy, endodontic retreatment is the alternative of choice, since their indications and limitations are respected. This study, *ex vivo*, aimed to verify the effectiveness of four automated NiTi systems (rotary and reciprocating) in removing filling material through evaluation using micro-computed tomographic (micro-CT). Sixty single-rooted human premolars were instrumented with Protaper Next™ system, irrigated with 2.5% sodium hypochlorite and 17% EDTA and filled with ProTaper cone, Pulp Canal Sealer™ and lateral condensation. After filling, the teeth were randomly divided into four groups of 15 and scanned in the micro-CT to quantify the volume of filling material. Subsequently, different techniques of retreatment were performed: G1: ProTaper Universal Retreatment™; G2: R-Endo™; G3: Waveone™ and G4: Reciproc™. After removal procedure, the teeth were again scanned in the micro-CT to quantify the volume of remaining filling material. The results showed that the filling material of the root canal was efficiently removed ($p < 0,05$) for all instruments. There was no statistical significant difference ($p > 0,05$) between them as each region (apical, middle and cervical thirds) was evaluated separately or when the entire length of root was evaluated jointly, except for G1, in which the amount of filling remnants was statistically higher in the apical third when compared to the cervical third. It was concluded that four types of instruments were efficient and similar, but none completely removed the filling material.

Keywords: Dental instruments. Retreatment. X-ray microtomography.

LISTA DE ABREVIATURAS E SIGLAS

CPC: Comprimento Patente do Canal

CT: Comprimento de Trabalho

EDTA: Ácido etilenodiamino tetracético

FOB: Faculdade de Odontologia de Bauru

G: Grupo

MCVL: Microscopia Confocal de Varredura a Laser

MEV: Microscopia Eletrônica de Varredura

Micro-CT: Microtomografia computadorizada

ml: Mililitro

mm: Milímetro

mm³: Milímetro cúbico

NaOCl: Hipoclorito de sódio

NiTi: Níquel-titânio

PUC: Pontifícia Universidade Católica

rpm: Rotações por minuto

SA: Sistemas automatizados

SCR: Sistema de canais radiculares

™: Trademark

USP: Universidade de São Paulo

%: Porcentagem

#: Número

°C: Graus Celsius

LISTA DE FIGURAS

Figura 1. Exemplo de espécimes selecionados para o experimento.....	27
Figura 2. Grupos do experimento.....	28
Figura 3. Acondicionamento dos espécimes.....	28
Figura 4. Padronização dos espécimes.....	29
Figura 5. Espécimes fixados em morsa.....	29
Figura 6. Motor elétrico X-Smart Plus e instrumentação do espécime.....	30
Figura 7. Irrigação com EDTA a 17%.....	31
Figura 8. Ativação ultrassônica.....	31
Figura 9. Secagem dos canais com cones absorventes.....	31
Figura 10. Prova dos cones e avaliação radiográfica.....	32
Figura 11. Manipulação do cimento obturador Pulp Canal Sealer.....	32
Figura 12. Obturação do SCR.....	33
Figura 13. Análise radiográfica.....	33
Figura 14. Selamento com cimento obturador provisório.....	34
Figura 15. Armazenamento em estufa a 37°C.....	34
Figura 16. Microtomógrafo computadorizado SkyScan 1174.....	35
Figura 17. Suporte para fixação dos espécimes.....	36
Figura 18. Sistema ProTaper Universal Retreatment.....	37
Figura 19. Sistema R-Endo.....	37
Figura 20. Sistema WaveOne.....	37
Figura 21. Sistema Reciproc.....	38
Figura 22. Reconstruções da micro-CT de amostras representativas dos grupos 1, 2, 3 e 4 antes e depois da desobturação.....	40

SUMÁRIO

1 INTRODUÇÃO	21
2 OBJETIVOS.....	25
2.1 Objetivo geral	25
2.2 Objetivo específico	25
3 MATERIAL E MÉTODOS	27
3.1 Critérios de inclusão e exclusão da amostra.....	27
3.2 Seleção da amostra.....	27
3.3 Critérios de padronização e instrumentação das raízes.....	28
3.4 Obturação do SCR.....	32
3.5 Análise das amostras através da microtomografia computadorizada	35
3.6 Desobturação dos espécimes.....	36
3.7 Reavaliação dos espécimes na micro-CT	38
3.8 Tabulação dos dados e análise estatística	38
4 ARTIGO	41
5 CONSIDERAÇÕES FINAIS	57
REFERÊNCIAS.....	59
ANEXO A – Declaração ao Comitê de Ética em Pesquisa	61
ANEXO B – Parecer Consubstanciado do CEP	63

1 INTRODUÇÃO

Apesar dos constantes avanços tecnológicos incorporados na prática endodôntica, que resultam em alto índice de sucesso, ainda se constata alguns casos de fracasso (MARQUES DA SILVA et al., 2012). Diante do insucesso da terapia endodôntica primária, o retratamento endodôntico é a alternativa de primeira escolha, desde que sejam respeitadas suas indicações e limitações (HÜLSMANN; DREBENSTEDT; HOLSCHER, 2011). O retratamento é um desafio com alto grau de dificuldade, podendo consumir muito tempo clínico (FRUCHI et al., 2014), e a taxa de sucesso dos retratamentos não-cirúrgicos varia entre 74-98% (MITTAL; JAIN, 2014). A principal causa de insucesso pós-tratamento é atribuída à presença de microrganismos no sistema de canais radiculares (SCR) ou à recolonização de bactérias oriundas da microinfiltração apical ou coronária (GARG et al., 2015). O objetivo do retratamento é, portanto, eliminar ou reduzir substancialmente a carga microbiana e remover o material obturador do canal radicular para facilitar a limpeza, a formatação e o contato entre a obturação e as paredes dentinárias, prevenindo potencialmente a infiltração (ASHEIBI et al., 2014).

A guta-percha juntamente com os cimentos endodônticos são os materiais mais comumente utilizados para obturar os canais radiculares, e sua completa remoção é necessária quando o retratamento é indicado (FRIEDMAN; ROTSTEIN; SHAR-LEV, 1989). Numerosas técnicas e equipamentos têm sido usados para remover o material obturador de dentro do canal, como o uso de instrumentos manuais (FENOUL; MELESS; PÉREZ, 2010), sistemas rotatórios de níquel-titânio (NiTi) (XU et al., 2012), instrumentos ultrassônicos (PIRANI et al., 2009) e, mais recentemente, os sistemas rotatórios especialmente desenvolvidos para o procedimento de remoção (RÖDIG et al., 2012), que podem ser combinados com solvente ou calor. Contudo, todas as técnicas de retratamento deixam resíduos de material obturador nas paredes do canal após a reinstrumentação (ZUOLO et al., 2013).

Um novo conceito foi introduzido para o preparo de canais radiculares usando um sistema de NiTi de lima única com movimento recíprocante (RÖDIG et al., 2014). Este movimento baseia-se no uso de forças balanceadas (FRUCHI et al., 2014) e os instrumentos são fabricados com a liga M-Wire, considerada mais resistente do que as ligas de NiTi convencionais (RIOS et al., 2014). Esta técnica é também utilizada

para remover material obturador. Um estudo avaliou a eficácia de instrumentos reciprocantes no retratamento de canais curvos em molares superiores (FRUCHI et al., 2014). Dois sistemas que foram utilizados neste estudo, Reciproc™ (VDW, Munique, Alemanha) e WaveOne™ (Dentsply/Maillefer, Ballaigues, Suíça), baseiam-se neste movimento.

Os instrumentos rotatórios especialmente desenvolvidos para retratamento têm mostrado serem eficientes na remoção de guta-percha e cimento obturador (TASDEMIR et al., 2008; HELVACIOGLU-YIGIT et al., 2014). O sistema ProTaper Universal Retreatment™ (Dentsply/Maillefer, Ballaigues, Suíça) possui três instrumentos, D1-30/.09-16 mm, D2-25/.08-18 mm e D3-20/.07-22 mm, que podem ser usados a 500 rpm (BRAMANTE et al., 2010). O D1 é um instrumento projetado com uma ponta de trabalho ativa que permite penetrar no material obturador (HELVACIOGLU-YIGIT et al., 2014). O sistema R-Endo™ (Micro-Mega, Besançon, França) é composto por 4 instrumentos: Re (tamanho 25, taper 0.12) para alargar os milímetros iniciais do canal e três limas rotatórias R1, R2 e R3 para trabalhar os segmentos cervical, médio e apical, respectivamente (FENOUL; MELESS; PÉREZ, 2010). No entanto, esses instrumentos devem ser utilizados com precaução pois podem transportar ou retificar áreas com curvatura (KFIR et al., 2012).

Recentemente, a literatura tem mostrado diversos estudos que utilizaram a técnica da micro-CT para avaliar tridimensionalmente a quantidade de material obturador presente no canal radicular (HAMMAD; QUALTROUGH; SILIKAS, 2008; ROGGENDORF et al., 2010; SOLOMONOV et al., 2012; RÖDIG et al., 2014). Esta técnica fornece imagens detalhadas do interior dos canais (PAQUÉ; BARBAKOW; PETERS, 2005) e de seu conteúdo (JUNG; LOMMEL; KLIMEK, 2005), além de quantificar, com precisão, o volume de material obturador inicial e remanescente após a desobturação (HELVACIOGLU-YIGIT et al., 2014). É um método preciso e não-destrutivo, adequado para avaliação do alargamento do espaço do canal durante o retratamento (HASSANLOO et al., 2007) e também facilita a quantificação da dentina removida após a reinstrumentação (RÖDIG et al., 2012), que é um fator importante a ser evitado, reduzindo assim o risco de fratura radicular vertical, desvios e perfuração (HÜLSMANN; DREBENSTEDT; HOLSCHER, 2011).

Devido à remoção de material obturador apresentar uma etapa crucial para o sucesso do retratamento, esta pesquisa, *ex vivo*, teve como objetivo, avaliar a efetividade de quatro sistemas automatizados de NiTi (rotatório e reciprocante) na

remoção de guta-percha e cimento obturador através de análise com a micro-CT.

2 OBJETIVOS

2.1 Objetivo geral

Verificar a efetividade de sistemas automatizados (SA) de NiTi na remoção de material obturador utilizando a micro-CT como método de avaliação.

2.2 Objetivo específico

Analisar comparativamente SA com movimentos rotatório e recíprocante na remoção de material obturador.

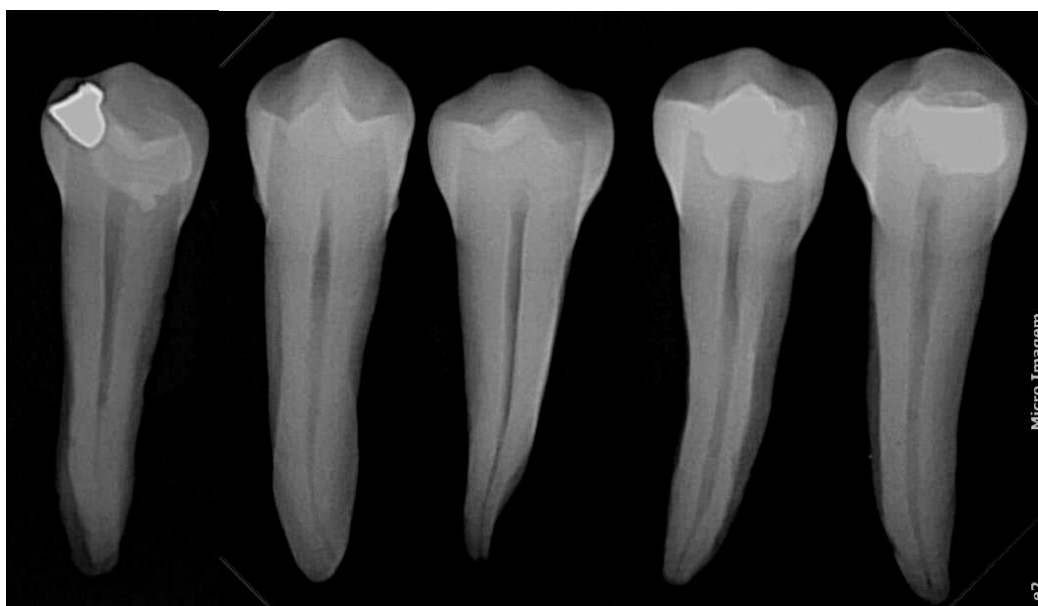
3 MATERIAL E MÉTODOS

Este trabalho foi encaminhado para análise e aprovado pelo Comitê de Ética em Pesquisa da PUC Minas #956.838, conforme modelo em anexo.

3.1 Critérios de inclusão e exclusão da amostra

Por meio de avaliação radiográfica ortorradial e méso-distal, foram descartados dentes que apresentaram mais de um canal, rizogênese incompleta, reabsorções internas e externas, linhas de fratura, raízes curvas, canais obturados ou mesmo instrumentados e canais muito achatados (Fig. 1).

Figura 1: Exemplo de espécimes selecionados para o experimento

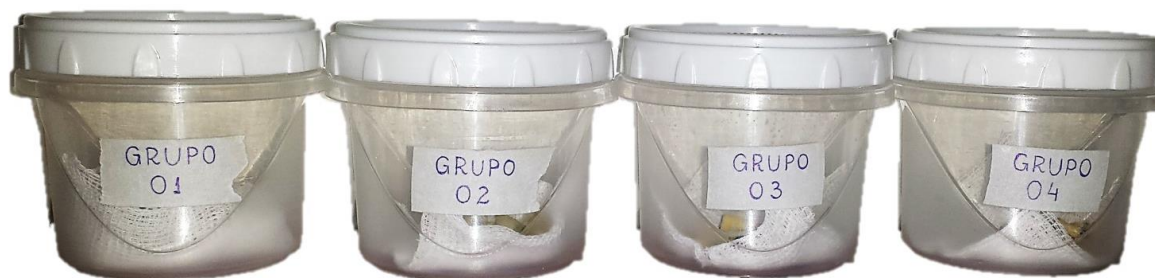


Elaborado pelo autor

3.2 Seleção da amostra

Foram selecionados 60 pré-molares unirradiculados, cedidos pelo banco de dentes da PUC Minas. Através de exame clínico e radiográfico, as amostras foram divididas aleatoriamente em quatro grupos de 15 espécimes cada (Fig. 2).

Figura 2: Grupos do experimento



Elaborado pelo autor

Os espécimes foram armazenados em água destilada e hipoclorito de sódio a 2,5% na proporção de 10:1 até o momento da padronização do comprimento, instrumentação e obturação dos canais radiculares (Fig. 3).

Figura 3: Acondicionamento dos espécimes



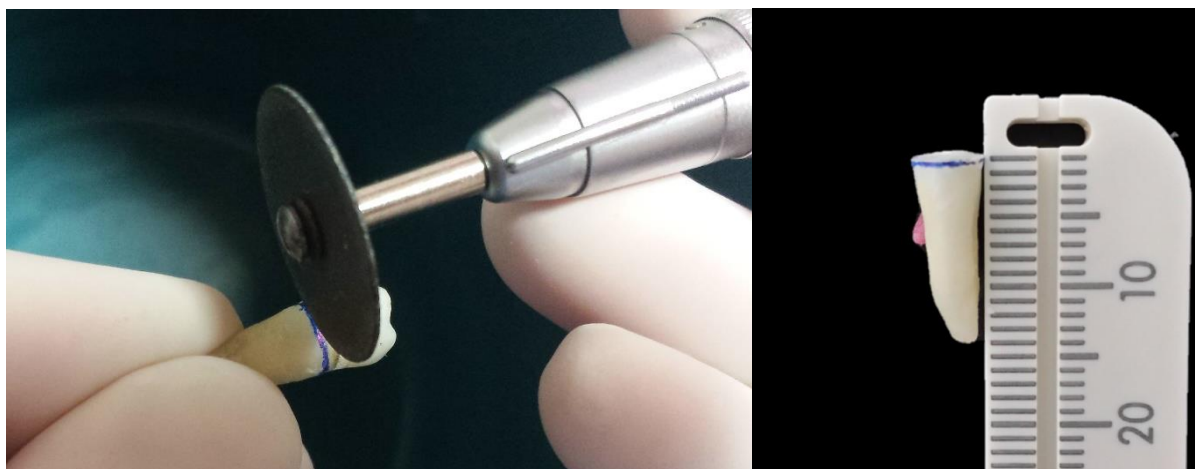
Elaborado pelo autor

3.3 Critérios de padronização e instrumentação das raízes

Todas as etapas foram realizadas por um único especialista em Endodontia, sendo que o mesmo foi calibrado em estudo piloto prévio à pesquisa.

Com auxílio de um disco de carborundum (SS White Artigos Dentários, Rio de Janeiro, Brasil) as coroas foram removidas ao nível da junção amelo-cementária e as raízes cortadas na porção cervical de modo a padronizar o comprimento total em 14,0 mm (Fig. 4).

Figura 4: Padronização dos espécimes



Elaborado pelo autor

Após a localização do canal radicular com a sonda endodôntica (Odous de Deus, Belo Horizonte, Brasil), os espécimes foram fixados em uma morsa (Schulz S.A., Joinville, Brasil) (Fig. 5) para facilitar a execução do preparo químico-mecânico.

Figura 5: Espécimes fixados em morsa



Elaborado pelo autor

O comprimento patente do canal (CPC) foi determinado visualmente pela inserção de uma lima tipo K#10 (Maillefer, Ballaigues, Suíça) até o forame apical. O comprimento de trabalho (CT) foi aferido pela diminuição de 0,5 mm aquém do forame apical. A instrumentação foi realizada pela Técnica Crown-Down utilizando instrumentos rotatórios ProTaper Next™ (Dentsply/Maillefer, Ballaigues, Suíça) até o instrumento X3, acoplado ao motor elétrico X-Smart Plus™ (Dentsply/Maillefer, Ballaigues, Suíça) ilustrado na figura 6.

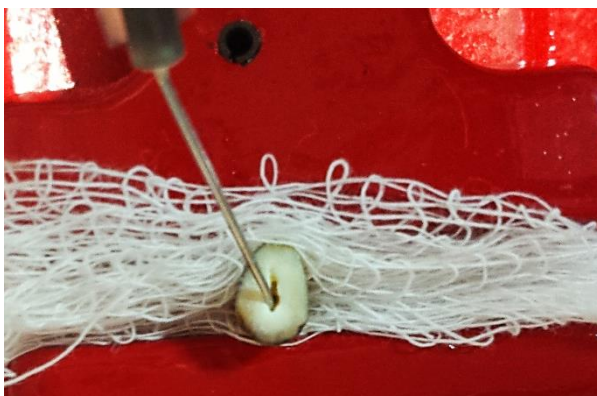
Figura 6: Motor elétrico X-Smart Plus e instrumentação do espécime



Elaborador pelo autor

Foi utilizado agulha hipodérmica gauge 27 (Embramac, Itajaí, Brasil), acoplada a uma seringa de 5 ml (Ultradent Products, South Jordan, EUA), e os canais irrigados a cada troca de instrumento com 1 ml de solução de hipoclorito de sódio 2,5% (Divifar, Divinópolis, Brasil), sendo utilizada a lima de patência K #10 (Maillefer, Ballaigues, Suíça) nos intervalos entre os instrumentos. Após a instrumentação, os dentes foram irrigados com 2 ml de EDTA a 17% (Maquira, Maringá, Brasil) por três minutos (Fig. 7) e ativados por ponta ultrassônica Irrisonic E1 (Helse Indústria e Comércio Ltda, Santa Rosa de Viterbo, Brasil) acoplada ao aparelho Jet Sonic BP® (Gnatus Equipamentos Médico-Odontológicos Ltda, Ribeirão Preto, Brasil) na potência 20 (Fig. 8). Em seguida, os canais foram irrigados novamente com 1 ml de hipoclorito de sódio 2,5% e secos com pontas de papel absorvente ProTaper F3 (Dentsply/Maillefer, Ballaigues, Suíça).

Figura 7: Irrigação com EDTA a 17%



Elaborado pelo autor

Figura 8: Ativação ultrassônica



Elaborado pelo autor

Figura 9: Secagem dos canais com cones absorventes



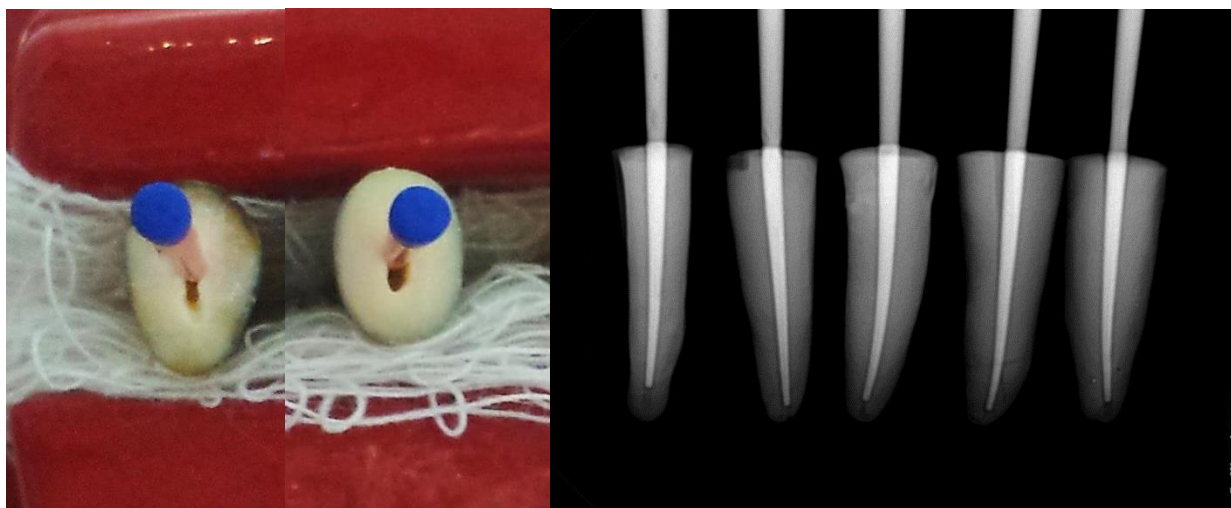
Elaborado pelo autor

3.4 Obturação do SCR

O cone de guta-percha de escolha foi o F3 (Dentsply/Maillefer, Ballaigues, Suíça) e seu correto posicionamento e travamento no CT foram avaliados através de radiografias periapicais digitais utilizando o sensor digital EVO T1 (Micro Imagem, Indaiatuba, Brasil) para a prova dos cones (Fig. 10).

O cimento obturador Pulp Canal Sealer™ (Kerr Corporation, Orange, EUA) foi manipulado de acordo com as recomendações do fabricante (Fig. 11).

Figura 10: Prova dos cones e avaliação radiográfica



Elaborado pelo autor

Figura 11: Manipulação do cimento obturador Pulp Canal Sealer



Elaborado pelo autor

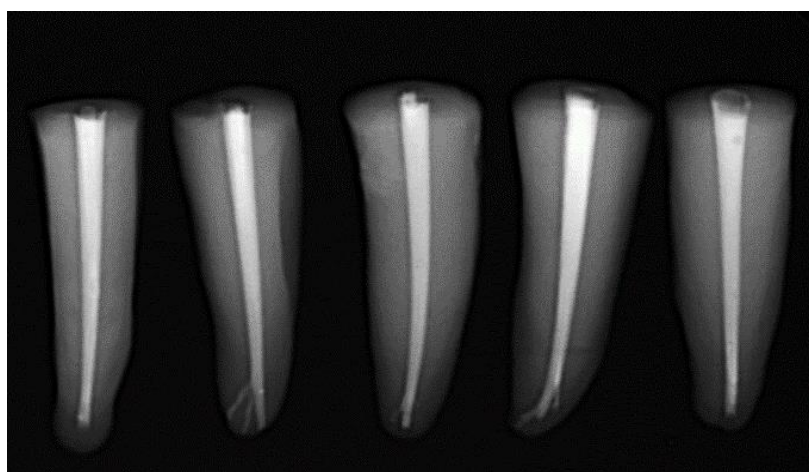
O mesmo foi inserido nos canais radiculares com o auxílio de uma lima K #30 (Dentsply/Maillefer, Ballaigues, Suíça) no CT, pincelando as paredes dentinárias. O cone foi envolto pelo cimento obturador antes de sua colocação no interior do canal. Em seguida, foi realizada a técnica de condensação lateral a frio, com a colocação do cone F3 dentro do canal e uso de espaçadores digitais para abrir espaço e inserir os cones acessórios R7 (Odous de Deus, Belo Horizonte, Brasil). Após o preenchimento, o condensador de Lucas (Odous de Deus, Belo Horizonte, Brasil) foi aquecido na lamparina para o corte e plastificação dos cones de guta-percha. A compressão hidráulica foi realizada com auxílio do condensador manual tipo Schilder número 4 (Odous de Deus, Belo Horizonte, Brasil) (Fig. 12). Após este procedimento, realizaram-se radiografias periapicais para análise da obturação do SCR com o sensor digital EVO T1 (Micro Imagem, Indaiatuba, Brasil) (Fig. 13).

Figura 12: Obturação do SCR



Elaborado pelo autor

Figura 13: Análise radiográfica



Elaborado pelo autor

A embocadura dos canais foi limpa com auxílio de bolinha de algodão embebida em álcool isopropílico. Após este procedimento, as amostras foram seladas com cimento provisório Coltosol (Vigodent, Bonsucesso, Brasil) e armazenadas em estufa a 37°C por um período de 7 dias (Figs. 14 e 15). Após esse período, os espécimes foram retirados da estufa e armazenados em recipientes contendo gaze e soro fisiológico.

Figura 14: Selamento com cimento obturador provisório



Elaborado pelo autor

Figura 15: Armazenamento em estufa a 37°C



Elaborado pelo autor

3.5 Análise das amostras através da microtomografia computadorizada

Os dentes foram escaneados em um microtomógrafo computadorizado (SkyScan 1174; Bruker-microCT, Kontich, Bélgica) para quantificar o volume de material obturador inicial presente no canal radicular (Fig. 16). Um suporte com cera utilidade foi usado para fixar a porção cervical das amostras e, assim, permitir o escaneamento, que foi de 20 minutos para cada dente (Fig. 17). Os parâmetros de 50 Kv, 800 μ A e 30 μ m foram usados antes e depois da desobturação. O microtomógrafo realizou cortes axiais de 0,05 mm, obtendo 720 imagens digitais para cada espécime. Após o escaneamento, as imagens foram reconstruídas com o software NRecon versão 1.6.3 (Bruker-microCT, Kontich, Bélgica) e secções transversais obtidas. Análises volumétricas dos modelos tridimensionais foram realizadas com os mesmos parâmetros do escaneamento através do software CTAn versão 1.12 (Bruker-microCT, Kontich, Bélgica). Três segmentos de 3 mm, divididos em terços de 1-3 mm (apical), 3-6 mm (médio) e 3-9 mm (cervical), foram analisados. O volume de material obturador foi calculado segundo a área de interesse, região do espaço do canal radicular preenchido por guta-percha e cimento, seguindo os mesmos parâmetros do escaneamento. Os volumes obtidos de cada terço radicular foram registrados em mm³ e anotados em uma planilha do Microsoft Office Excel™ 2013 (Microsoft Corporation, Redmond, EUA).

Figura 16: Microtomógrafo computadorizado SkyScan 1174



Elaborado pelo autor

Figura 17: Suporte para fixação dos espécimes



Elaborado pelo autor

3.6 Desobturação dos espécimes

A desobturação dos dentes foi realizada de acordo com o sistema automatizado utilizado. No grupo 1 (n = 15), o material obturador foi removido com as limas rotatórias D1, D2 e D3 do sistema ProTaper Universal Retreatment™ (Dentsply/Maillefer, Ballaigues, Suíça). No grupo 2 (n = 15), a desobturação foi com a lima manual Rm e com as limas rotatórias Re, R1, R2 e R3 do sistema R-Endo™ (Micro-Mega, Besançon, França) (Figs. 18 e 19). No grupo 3 (n = 15), o material obturador foi removido com a lima Primary do sistema recíprocante WaveOne™ (Dentsply/Maillefer, Ballaigues, Suíça), e no grupo 4 (n = 15), foi com a lima R25 do sistema Reciproc™ (VDW, Munique, Alemanha) (Figs. 20 e 21). O motor elétrico X-Smart Plus™, com os respectivos programas para cada sistema e lima, foi usado na remoção do material obturador de todos os espécimes seguindo o protocolo preconizado por cada fabricante. Nenhum solvente de guta-percha foi utilizado durante as etapas de desobturação.

Figura 18: Sistema ProTaper Universal Retreatment



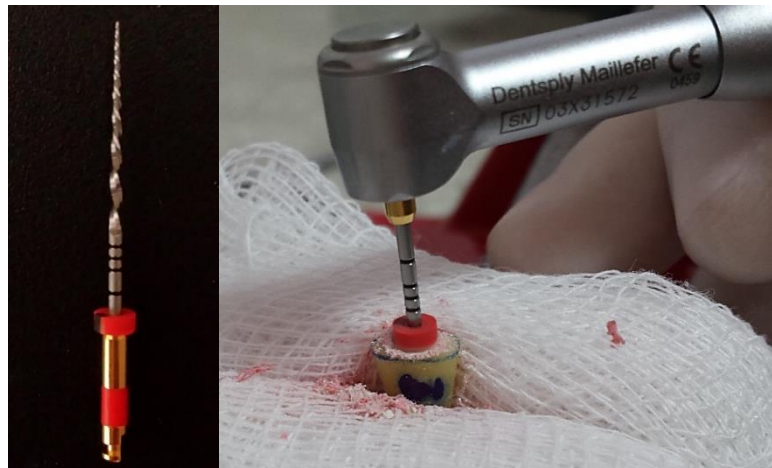
Elaborado pelo autor

Figura 19: Sistema R-Endo

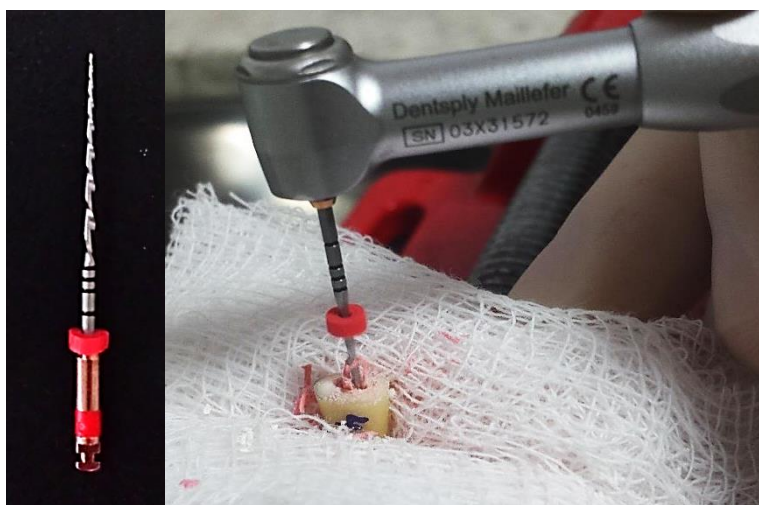


Elaborado pelo autor

Figura 20: Sistema WaveOne



Elaborado pelo autor

Figura 21: Sistema Reciproc

Elaborado pelo autor

3.7 Reavaliação dos espécimes na micro-CT

Após a desobturação, os espécimes foram novamente avaliados na micro-CT para quantificar o volume de material obturador remanescente no canal radicular. Os critérios para o escaneamento, reconstrução dos modelos tridimensionais e o cálculo do volume de material obturador dos três segmentos (apical, médio e cervical) foram realizados seguindo os mesmos programas e parâmetros iniciais. É importante destacar nesta pesquisa que a técnica de micro-CT e as leituras do experimento foram realizadas na Faculdade de Odontologia de Bauru (FOB) da Universidade de São Paulo (USP) em parceria com a PUC Minas.

3.8 Tabulação dos dados e análise estatística

Os volumes de cada espécime, em mm³, foram tabulados em uma planilha do Microsoft Office Excel™ 2013 de acordo com o grupo, segmento avaliado (apical, médio e cervical) e momento do tratamento (antes e depois da desobturação), além do volume total de material obturador presente em cada amostra.

Após a tabulação, a análise estatística foi realizada e os testes D'Agostino e Pearson foram empregados para avaliar a normalidade dos dados. A variável “percentagem da obturação remanescente” não apresentou distribuição normal.

Foi calculada a estatística descritiva e os resultados foram expressos por

meio de mediana, valor mínimo e valor máximo. Essa variável “percentagem da obturação remanescente” foi calculada com a seguinte equação:

$$\frac{\text{Volume de material obturador remanescente}}{\text{Volume de material obturador inicial}} \times 100\%$$

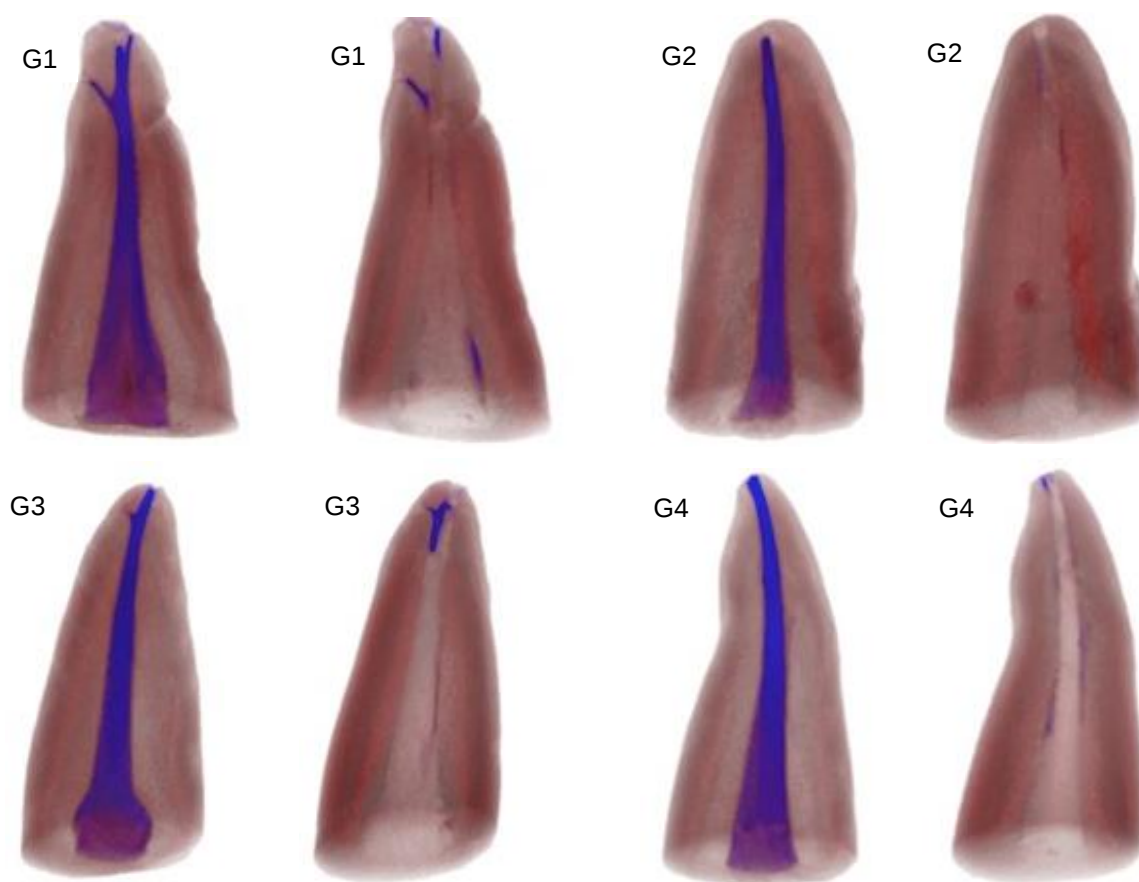
= Volume em % de material obturador remanescente

O teste de Friedman seguido pelo teste *post hoc* de Dunn foi utilizado para avaliar a existência de diferenças na variável “percentagem da obturação remanescente” entre cada região (terços apical, médio e cervical). Esta análise foi realizada separadamente para cada um dos grupos.

O teste de Kruskal Wallis seguido pelo teste *post hoc* de Dunn foi utilizado para avaliar a existência de diferenças na variável “percentagem da obturação remanescente” entre cada um dos grupos. Esta análise foi realizada separadamente para cada região avaliada (terços apical, médio e cervical) e também considerando conjuntamente toda a extensão da raiz (terços apical, médio e cervical).

O nível de significância foi estabelecido em 5%. As análises foram realizadas por meio do software GraphPad Prism (GraphPad Software, San Diego, EUA).

Figura 22: Reconstruções da micro-CT de amostras representativas dos grupos 1, 2, 3 e 4 antes e depois da desobturação



Elaborado pelo autor

4 ARTIGO

Removal of Root Canal Filling Material Using NiTi Instruments with Different Kinematics (Rotary and Reciprocating Movements): Analysis by Micro-Computed Tomography

Artigo preparado dentro das normas da revista alvo: Journal of Endodontics (Qualis A1).

As normas para submissão de artigos podem ser visualizadas no seguinte endereço eletrônico:

<http://www.aae.org/publications-and-research/journal-of-endodontics/authors-and-reviewers/guidelines-for-publishing-papers-in-the-joe.aspx#sthash.exAqqgMc.dpuf>.

Removal of Root Canal Filling Material Using NiTi Instruments with Different Kinematics (Rotary and Reciprocating Movements): Analysis by Micro-Computed Tomography

André Pinto Silveira¹, Marco Antônio Húngaro Duarte², Bruno Cavalini Cavenago², Martinho Campolina Rebello Horta¹, Frank Ferreira Silveira¹, Eduardo Nunes¹

ABSTRACT

Introduction: Despite the constant technological advances incorporated into the endodontic practice, which results in high success rate, although it appears some cases of failure. Before the failure of the primary endodontic therapy, endodontic retreatment is the alternative of choice, since their indications and limitations are respected. This study, *ex vivo*, aimed to verify the effectiveness of four automated NiTi systems (rotary and reciprocating) in removing filling material through evaluation using micro-computed tomography (micro-CT). **Methods:** Sixty single-rooted human premolars were instrumented with Protaper Next™ system, irrigated with 2.5% sodium hypochlorite and 17% EDTA and filled with ProTaper cone, Pulp Canal Sealer™ and lateral condensation. After filling, the teeth were randomly divided into four groups of 15 and scanned in the micro-CT to quantify the volume of filling material. Subsequently, different techniques of retreatment were performed: G1: ProTaper Universal Retreatment™; G2: R-Endo™; G3: Waveone™ and G4: Reciproc™. After removal procedure, the teeth were again scanned in the micro-CT to quantify the volume of remaining filling material. **Results:** The filling material of the root canal was efficiently removed ($P < .05$) for all instruments. There were no statistical significant differences ($P > .05$) between groups when each region (apical, middle and cervical thirds) was evaluated separately or when the entire length of root was evaluated jointly, except for G1, in which the amount of filling remnants was statistically higher in the apical third when compared to the cervical third. **Conclusions:** It was concluded that four types of instruments were efficient and similar, but none completely removed the filling material.

Keywords: NiTi instruments. Micro-computed tomography. Root canal retreatment.

¹ Departamento de Odontologia – Pontifícia Universidade Católica de Minas, Minas Gerais, Brasil.

² Departamento de Endodontia – Faculdade de Odontologia Bauru, Universidade de São Paulo, São Paulo, Brasil.

Correspondência ao autor: Eduardo Nunes. **Endereço:** Av. Dom José Gaspar, 500 – Coração Eucarístico – Belo Horizonte/MG – Brazil – CEP: 30535-901. **Telefone:** 55-31-3319-4414. Email: edununes38@terra.com.br

INTRODUCTION

Despite the constant technological advances incorporated into the endodontic practice, which results in high success rate, although it appears some cases of failure (1). Before the failure of the primary endodontic therapy, endodontic retreatment is the alternative of choice, since their indications and limitations are respected (2). The treatment is a challenge with a high degree of difficulty, and can consume a lot of clinical time (3), and the success rate of nonsurgical retreatment varies from 74-98% (4). The main cause of failure post-treatment is attributed to the presence of microorganisms in the root canal system (RCS) or recolonization of bacteria from the apical or coronal microleakage. (5). The purpose of retreatment is to eliminate or substantially reduce the microbial load and remove the filling material from the root canal to facilitate cleaning, shaping, and contact between the filling and the dentinal walls, potentially preventing infiltration (6).

The gutta-percha together with the sealers are the materials most commonly used for filling root canals, and its removal is necessary when the retreatment is indicated. (7). Numerous techniques and equipment have been used to remove the filling material within the canal, such as the use of hand files (8), rotary nickel-titanium (NiTi) systems (9), ultrasonic instruments (10), and, most recently, the rotary systems specially developed for the removal procedure (11), that can be combined with a solvent or heat. However, all retreatment techniques leave residues of filling material to the canal walls after reinstrumentation (12).

A new concept was introduced for the preparation of root canals using a single NiTi file system with reciprocating movement (13). This motion is based on the use of balanced forces (3) and the instruments are manufactured with M-Wire alloy, which is considered more resistant than conventional alloys (14). This technique is also used to remove filling material. One study evaluated the effectiveness of reciprocating instruments in the retreatment of curved canals in upper molars (3). Two systems were used in this study, Reciproc™ (VDW, Munich, Germany) e WaveOne™ (Dentsply/Maillefer, Ballaigues, Switzerland), based on this movement.

The rotary instruments specially designed for retreatment have been shown to be effective in the removal of gutta-percha and sealer (15, 16). The ProTaper Universal Retreatment™ system (Dentsply/Maillefer, Ballaigues, Switzerland) has three instruments, D1-30/.09-16 mm, D2-25/.08-18 mm and D3-20/.07-22 mm, that can be used to 500 rpm (17). D1 is an instrument designed with an edge of active work that allows to penetrate the filling material (16). The R-Endo™ system (Micro-Mega, Besançon, France) consists of 4 instruments: Re (size 25, taper 0.12) to extend the initial canal millimeters and three rotary files R1, R2 and R3 to work the cervical, middle and apical, respectively (8). However, these instruments should be used with caution as they might transport or straighten curved canals (18).

Recently, the literature has shown several studies using micro-CT technique for three-dimensionally assess the amount of this filling material in the root canal (13, 19–21). This technique provides detailed image of the inside of canals (22), and its contents (23), and to quantify accurately the volume of initial and residual filling material after the removal procedure (16). It is an accurate and non-destructive method, appropriate to evaluate the extension of the area canal during retreatment (24) and also facilitates the quantification of dentin removed after reinstrumentation (11), which is an important factor to be avoided, reducing the risk of vertical root fracture, deviations and perforation (2).

Few studies have compared the use of rotary and reciprocating systems in removing filling material using micro-CT as an evaluation method. The purpose of this study was to compare the effectiveness of four automated NiTi systems (rotatory and reciprocating) for removal of gutta-percha and sealer by micro-CT.

MATERIALS AND METHODS

This work was submitted for review and approved by the Research Ethics Committee of the Pontifical Catholic University of Minas Gerais # 38932614.4.0000.5137.

Inclusion and exclusion criteria

By radiographic ortorradial and mesiodistal evaluation, were discarded teeth that had more than one canal, incomplete root formation, internal and external resorption, fracture lines, curves roots, filled or even instrumented canals and flat canals.

Sample selection

There were selected 60 premolars uniradicular, assigned by the Bank of teeth PUC Minas. Through clinical and radiographic examination, the samples were randomly divided into four groups of 15 specimens each. The specimens were stored in distilled water and 2.5% sodium hypochlorite in a ratio of 10: 1 until the moment of standardized length, instrumentation and obturation of root canals.

Standardization criteria and specimen preparation

All steps were performed by a single specialist in endodontics, and it has been calibrated prior pilot study to research.

With the aid of a carborundum disk (SS White Dental Articles, Rio de Janeiro, Brazil) crowns were removed at the level of cemento-enamel junction and the roots cut in the cervical portion in order to standardize the total length of 14.0 mm.

After locating the root canal with endodontic probe (Odous de Deus, Belo Horizonte, Brazil), the specimens were fixed in a vise (Schulz SA, Joinville, Brazil) to facilitate the chemical-mechanical preparation.

The canal length patent was determined visually by inserting a K file # 10 (Maillefer, Ballaigues, Switzerland) to the apical foramen. The working length (WL) was measured by the reduction of 0.5 mm short of the apical foramen. The instrumentation was performed by the crown-down technique using rotary instruments ProTaper Next™ (Dentsply/Maillefer, Ballaigues, Switzerland) to X3 instrument coupled to the X-Smart Plus™ electric motor (Dentsply/Maillefer, Ballaigues, Switzerland).

It was used hypodermic needle gauge 27 (Embramac, Itajai, Brazil), coupled to a 5 ml syringe (Ultradent Products, South Jordan, USA), and the canals irrigated each exchange instrument with 1 ml of 2.5% sodium hypochlorite solution (Divifar, Divinópolis, Brazil), using the K file # 10 during the intervals between the instruments. After instrumentation, the teeth were irrigated with 2 ml of 17% EDTA (Maquira, Maringá, Brazil) for three minutes and enabled by cutting ultrasonic Irrisonic E1 (Helse Indústria e Comércio Ltda, Santa Rosa de Viterbo, Brazil) coupled to the device Jet Sonic BP® (Gnatus Medical Dental Equipment Ltda, Ribeirão Preto, Brazil) in power 20. Then, the canals were irrigated once again with 1 ml of 2.5% sodium hypochlorite solution and dried with absorbent paper points ProTaper F3 (Dentsply/Maillefer, Ballaigues, Switzerland).

Canal filling

The gutta-percha cone choice was the F3 (Dentsply/Maillefer, Ballaigues, Switzerland) and its correct positioning and locking in WL were evaluated through digital periapical radiographs using digital sensor EVO T1 (Micro Image, Indaiatuba, Brazil) to proof of cones.

The Pulp Canal Sealer™ (Kerr Corporation, Orange, USA) was mixed according to the manufacturer's recommendations. The same was inserted into the root canal with the aid of a K file #30 (Dentsply/Maillefer, Ballaigues, Switzerland) in WL, brushing the dentin walls. The cone was surrounded by the sealer before placing on inside of the canal. Then the lateral condensation was performed by placing the cone F3 within the canal and use of digital spacers to open space and insert the cones R7 accessories (Odous de Deus, Belo Horizonte, Brazil). After filling, the Lucas condenser (Odous de Deus, Belo Horizonte, Brazil) was heated in the lamp for cutting gutta-percha. The hydraulic compression was performed using manual capacitor Schilder number 4 (Odous de Deus, Belo Horizonte, Brazil). After this, periapical radiographs were performed to analyze the RCS filling with the digital sensor EVO T1 (Micro Imagem, Indaiatuba, Brazil).

The entrance of the canal was cleaned with cotton ball soaked in isopropyl alcohol. After this, the samples were sealed with temporary cement Coltosol (Vigodent, Bonsucesso, Brazil) and stored at 37°C for a period of 7 days. After this period, the specimens were removed from the oven and stored in containers containing saline and gauze.

Micro-computed tomography scanning and evaluation

The teeth were scanned in a micro-computed tomography (SkyScan 1174, Bruker-microCT, Kontich, Belgium) to quantify the volume of initial filling material present in the root canal. A support with utility wax was used to fix the cervical portion of the samples and, thus, allow scanning, which was 20 minutes for each tooth. The parameters 50 kV, 800 µA and 30 µm were used before and after the removal procedure. The micro-CT made 0.05 mm axial sections, obtaining 720 digital images for each specimen. After scanning, the images were reconstructed with NRecon software version 1.6.3 (Bruker-microCT, Kontich, Belgium) and cross sections obtained. Volumetric analysis of three-dimensional models were performed with the same parameters scanning by CTAn software version 1.12 (Bruker-microCT,

Kontich, Belgium). Three segments, divided into 1-3 mm (apical), 3-6 mm (average) and 3-9 mm (cervical) were analyzed. The volume of filling material was calculated according to the area of interest, region of the root canal space filled with gutta-percha and sealer, following the same parameters of the scan. The volumes obtained from each root third were recorded in mm³ and recorded on a spreadsheet of Microsoft Office Excel™ 2013 (Microsoft Corporation, Redmond, USA).

Filling material removal

The filling material removal of the teeth was carried out according to the automated system utilized. In group 1 (n = 15), the filling material was removed with rotary files D1, D2 and D3 of the ProTaper Universal Retreatment™ system (Dentsply/Maillefer, Ballaigues, Switzerland). In group 2 (n = 15), the removal procedure was with the hand file Rm and the rotary files Re, R1, R2 and R3 of the R-Endo™ system (Micro-Mega, Besançon, France). In group 3 (n = 15), the filling material was removed with the Primary file of WaveOne™ reciprocating system (Dentsply/Maillefer, Ballaigues, Switzerland), and group 4 (n = 15), was with the R25 file of Reciproc™ system (VDW, Munich, Germany). The X-Smart Plus™ electric motor, with their programs for each system and file, was used in the removal of the filling material in all specimens following the protocol recommended by each manufacturer. No solvent gutta-percha was used during the steps of removal procedure.

Micro-CT re-evaluation

After removal procedure, specimens were re-evaluated in the micro-CT to quantify the amount of remaining filling material in the root canal. The criteria for scanning, the reconstruction of three-dimensional models and calculating the volume of filling material from three segments (apical, middle and cervical) were performed following the same programs and initial parameters.

Data tabulation and statistical analysis

The volumes of each specimens, in mm³, were tabulated in a spreadsheet Microsoft Office Excel™ 2013 according to the group, segment evaluated (apical, middle and cervical), time of treatment (before and after removal procedure), and the total volume of filling material present in each sample.

After tabulation, statistical analysis was performed and D'Agostino and Pearson tests were used to assess the normality of the data. The variable "percentage of remaining filling" not a normal distribution.

Descriptive statistics were calculated and the results were expressed by median, minimum and maximum values. This variable "percentage of remaining filling" was calculated using the following equation:

$$\frac{\text{Volume remaining filling material}}{\text{Volume initial filling material}} \times 100\%$$

= Volume % of the remaining filling material

The Friedman test followed by the post hoc Dunn was used to assess the existence of differences in the variable "percentage of remaining filling" between each region (apical, middle and cervical thirds). This analysis was performed separately for each group.

The Kruskal Wallis test followed by the post hoc Dunn was used to evaluate the existence of differences in the variable "percentage of remaining filling" between each group. This analysis was performed separately for each region evaluated (apical, middle and cervical) and also considering jointly the entire length of the root (apical, middle, and cervical thirds).

The level of significance was 5%. The analyzes were performed using GraphPad Prism software (GraphPad Software, San Diego, USA).

RESULTS

The results were described in Table 1.

There were no statistically significant differences in the variable "percentage of remaining filling" between the apical, middle and cervical thirds, in any of the groups evaluated, except for the G1, where this variable was statistically higher in the apical third when compared to the cervical third (Table 1, Fig. 1).

No statistically significant difference in the variable "percentage of remaining filling" were observed between groups when each region (apical, middle and cervical thirds) was evaluated separately or when the entire length of root was assessed jointly (apical, middle and cervical) (Table 1).

TABLE 1. Median, minimum and maximum values of variable "percentage of remaining filling"

	G1	G2	G3	G4
Apical third	4.41 (0 - 79.69) ^{A,a}	0.53 (0 – 7.92) ^{A,a}	0.37 (0 – 60.22) ^{A,a}	0.45 (0 – 31.34) ^{A,a}
Middle third	0.52 (0 – 48.47) ^{A,B,a}	0 (0 – 15.10) ^{A,a}	0 (0 – 22.37) ^{A,a}	2.35 (0 – 19.65) ^{A,a}
Cervical third	0.29 (0 – 15.28) ^{B,a}	0 (0 – 17.04) ^{A,a}	0 (0 – 12.94) ^{A,a}	1.00 (0 – 9.88) ^{A,a}
Entire length of the root (apical, middle, cervical)	2.90 (0 – 36.16) ^a	0.43 (0 – 10.38) ^a	0.40 (0 – 15.94) ^a	1.63 (0 – 12.10) ^a

^{A,B} In the columns, medians followed by equal capital letters show no statistically significant difference ($P > .05$). P values were obtained by Friedman test followed by the post hoc Dunn for comparison between pairs.

^a In lines, medians followed by equal lowercase letters show no statistically significant difference ($P > .05$). P values were obtained by the Kruskal-Wallis test followed by post hoc Dunn for comparison between pairs.

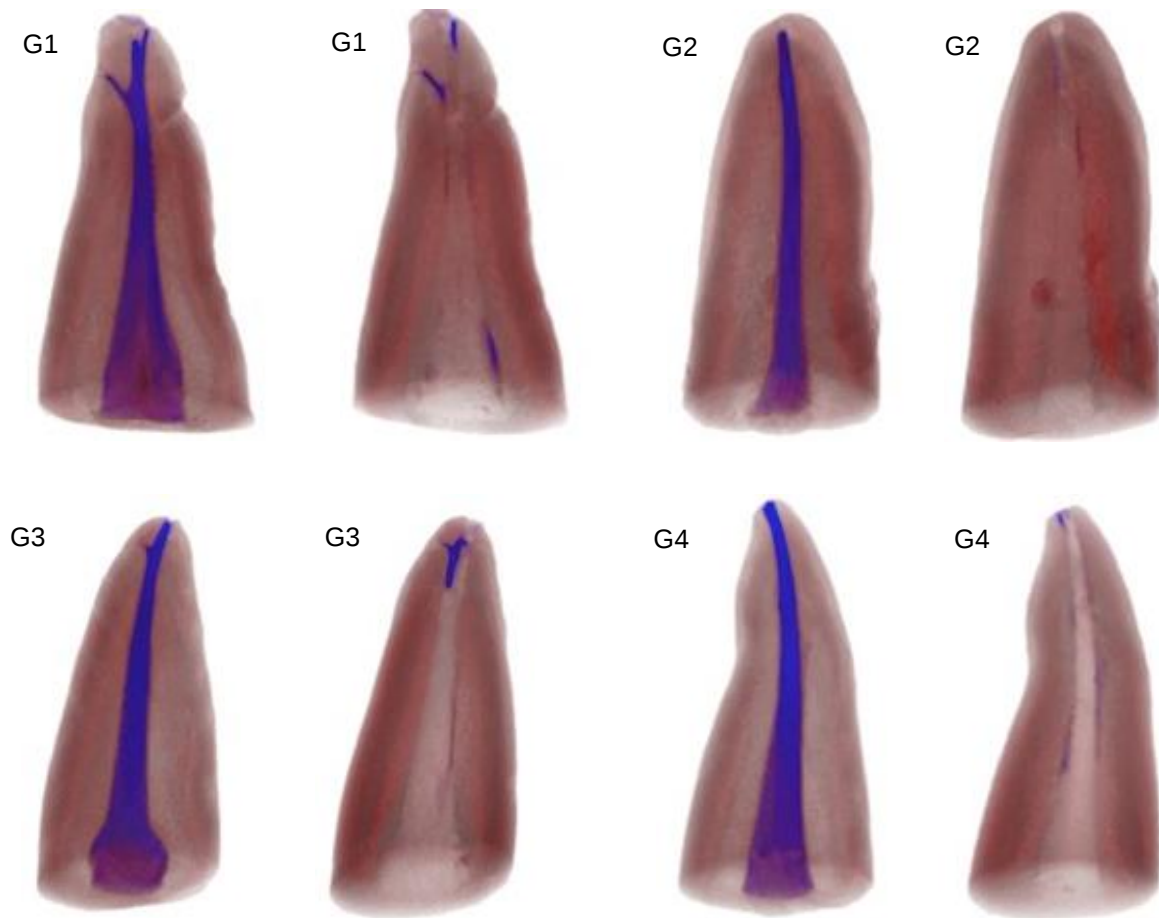


FIGURE 1. Micro-CT reconstructions of representative samples of groups 1, 2, 3 and 4 before and after the removal procedure.

DISCUSSION

The efficacy of removal of the filling material is important for disinfecting and reduction of bacterial load present in the root canal. Some studies have used teeth with curved canals to evaluate the effectiveness of hand instruments, rotary and reciprocating files due to the greater difficulty of instrumentation and removal procedure in areas with presence of curvatures (3, 13, 19). Most studies use teeth with straight roots, especially premolars, due to greater ease in selection and standardization of samples (1, 9, 20, 25, 26). In the present study, lower premolars uniradicular and straight roots were used.

The use of solvents in the endodontic retreatment can be used to soften the gutta-percha and to facilitate the penetration of the instrument inside the canal. Several studies used eucalyptol (19, 16, 27, 28), best known solvent that can be placed directly into the gutta percha (28) or be injected with a needle during the

removal procedure (27). Other studies have utilized chloroform (18, 25, 21), orange oil (30), xylene (3) and a solvent base of tetrachlorethylene, called Désocclusol® (8). In a study, that compared different retreatment techniques with or without use of chloroform, the results showed no significant difference in the removal of filling material, where the gutta-percha chemically softened was easily moved to areas of difficult access, such as isthmus and lateral canals (18). However, the use of solvents in the manual instrumentation is recommended, since the retreatment with hand instruments is significantly more difficult without solvent (25). When the solvent is used with NiTi rotary files, a thin film is formed and can hamper the removal of debris from the canal walls (31). In this study, any type of solvent was used.

Different methods have been reported in the literature to evaluate the effectiveness of removing filling material, including X-ray and digitized images (27, 31) (provided only 2D information for 3D), diaphanization technique (15), stereomicroscopy (17, 25, 32, 33), scanning electron microscopy (9, 10) and confocal laser scanning microscopy (26). Among the methods cited, those roots were cut and digitized images (17, 25, 32, 33) may not be accurate because some filling material can be lost during the process (34). The radiographic method is limited because it provide two-dimensional images, failing to assess depth, subject to distortion (28). One study reports that radiographies do not represent the actual cleaning of canals when compared with the evaluation of filling material remains by direct visualization using microscopy (18). More recently, high resolution micro CT has been widely used as an evaluation tool (3, 6, 11, 13, 16, 21, 23), including in this study. This new technology has several applications in different areas of dentistry (23). Its use has increased markedly during the last two decades (35). In the field of endodontic research, micro-CT have been used to evaluate the anatomy and morphology of the root canal before and after instrumentation (23). In a study involving the use of micro-CT SkyScan 1072, it was demonstrated that the three-dimensional reconstruction of root canal filling is possible, with the micro-CT technique a rapid method, highly accurate and non-destructive for in vitro evaluation of the filling material (23). The pixel size of the images in previous studies using the micro-CT was 14.6 μm (19), 19.9 μm (16) e 20 μm (21), while in this study was 30 μm . It allowed a more accurate detection and favored measurement of the filling material volume before and after the removal procedure.

No retreatment technique completely removed the filling material inside the

canals. This result is in agreement with previous studies, although they used different retreatment systems (1, 3, 4, 8, 11-15, 18, 19, 21, 26). The amount of remaining filling material was statistically higher in the apical third when compared to the middle and cervical third in G1. This finding is in agreement with other studies that assessed different retreatment techniques and compared the apical, middle and cervical root segments (6, 20, 27, 30). This can be attributed to the fact that there is an increase in anatomical variability and difficulty in instrumentation in this area (27). The existence of curvatures in many planes, grooves and deep depressions in the dentin walls and largest number of branches of the root canal in the apical third may explain the presence of less instrumented areas, making it impossible to direct NiTi instruments against all the canal walls (2, 27). In addition, the filling material can be pushed into the apical third during retreatment (6).

The use of NiTi rotary instruments during the retreatment is safe (10, 15), consumes less time and reduces operator fatigue and patient (3, 11). Its efficacy has been reported in several studies (8, 9, 11, 29, 31), which can be attributed to the specific design features of its cross-section compared with the stainless steel hand files (2). However, some authors have shown that the gutta-percha was best removed with hand instruments than with the rotary system (13, 19, 27, 28). Another study, that evaluated the efficacy of two rotary retreatment systems (ProTaper Universal Retreatment and R-Endo) with the manual technique, concluded that rotary files removed the filling material more quickly, but when followed by the manual instrumentation got better cleaning of root canal (30).

Despite the reciprocating instruments are not specific for the removal of the filling material, they have been tested and compared to the manual and rotary technique. Zuolo et al (12) evaluated the effectiveness of the Reciproc with rotary files Mtwo Retreatment (VDW, Munich, Germany) and concluded that the reciprocating technique removed more filling material than the rotary, but no statistical difference was found with retreatment manual. With the same methodology used in this study, Fruchi et al (3) and Helvacioğlu-Yigit et al (16) reported different results to the Zuolo et al (12). Both found similarity in the results concerning the effectiveness of removal of gutta-percha and sealer when compared WaveOne with Reciproc (3) and ProTaper Universal Retreatment with Waveone (16). The same result was found by Rios et al (14), where Reciproc and Waveone systems were as efficient as the ProTaper Universal Retreatment in removing filling material. The use

of rotary systems for retreatment showed up quite fast and safe. Future studies seem to be interesting to determine if the association of these systems with manual instrumentation techniques or even with conventional rotary systems can support the complete removal of filling material.

CONCLUSIONS

Within the parameters of this ex vivo study can be concluded that:

- a) The four retreatment techniques removed most of the filling material in all segments evaluated.
- b) No retreatment technique removed completely the filling material the entire length of the root canal.

ACKNOWLEDGMENTS

The authors thank the Fundação de Amparo à Pesquisa de Minas Gerais (FAPEMIG for financial support for scientific research.

The authors deny any conflict of interest reported in this study.

REFERENCES

1. Marques da Silva B, Baratto-Filho F, Leonardi DP, et al. 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* 2012;45:927-32.
2. Hülsmann M, Drebenstedt S, Holscher C. Shaping and filling root canals during root canal re-treatment. *Endodontic Topics* 2011;19:74-124.
3. Fruchi LC, Ordinola-Zapata R, Cavenago BC, et al. Efficacy of reciprocating instruments for removing filling material in curved canals obturated with a single-cone technique: a micro-computed tomographic analysis. *J Endod* 2014;40:1000-4.
4. Mittal N, Jain J. Spiral computed tomography assessment of the efficacy of different rotary versus hand retreatment system. *J Conserv Dent* 2014;17:8-12.
5. Garg A, Nagpal A, Shetty S, et al. Comparison of time required by D-Race, R-Endo and Mtwo instruments for retreatment: an in vitro study. *J Clin Diagn Res* 2015;9:47-9.
6. Asheibi F, Qualtrough AJ, Mellor A, et al. Micro-CT evaluation of the effectiveness of the combined use of rotary and hand instrumentation in removal of resilon. *Dent Mater J* 2014;33:1-6.
7. Friedman S, Rotstein I, Shar-Lev S. Bypassing gutta-percha root fillings with an automated device. *J Endod* 1989;15:432-7.
8. Fenoul G, Meless GD, Pérez F. The efficacy of R-Endo rotary NiTi and stainless-steel hand instruments to remove gutta-percha and resilon. *Int Endod J* 2010;43:135-41.

9. Xu LL, Zhang L, Zhou XD, et al. Residual filling material in dentinal tubules after gutta-percha removal observed with scanning electron microscopy. *J Endod* 2012;38:293-6.
10. Pirani C, Pelliccioni GA, Marchionni S, et al. Effectiveness of three different retreatment techniques in canals filled with compacted gutta-percha or thermafil: a scanning electron microscope study. *J Endod* 2009;35:1433-40.
11. Rödiger T, Hausdörfer T, Konietschke F, et al. 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* 2012;45:580-9.
12. Zuolo AS, Mello JE, Cunha RS, et al. Efficacy of reciprocating and rotary techniques for removing filling material during root canal retreatment. *Int Endod J* 2013;46:947-53.
13. Rödiger T, Kupis J, Konietschke F, et al. Comparison of hand and rotary instrumentation for removing gutta-percha from previously treated curved root canals: a microcomputed tomography study. *Int Endod J* 2014;47:173-82.
14. Rios M, Villela AM, Cunha RS, et al. Efficacy of 2 reciprocating systems compared with a rotary retreatment system for gutta-percha removal. *J Endod* 2014;40:543-6.
15. Tasdemir T, Er K, Yildirim T, et al. Efficacy of three rotary NiTi instruments in removing gutta-percha from root canals. *Int Endod J* 2008;41:191-6.
16. Helvacioğlu-Yigit D, Yilmaz A, Kiziltas-Sendur G, et al. Efficacy of reciprocating and rotary systems for removing root filling material: a micro-computed tomography study. *Scanning* 2014;36:576-81.
17. Bramante CM, Fidelis NS, Assumpção TS, et al. Heat release, time required, and cleaning ability of Mtwo R and ProTaper Universal Retreatment systems in the removal of filling material. *J Endod* 2010;36:1870-3.
18. Kfir A, Tsesis I, Yakirevich E, et al. The efficacy of five techniques for removing root filling material: microscopic versus radiographic evaluation. *Int Endod J* 2012;45:35-41.
19. Hammad M, Qualtrough A, Silikas N. Three-dimensional evaluation of effectiveness of hand and rotary instrumentation for retreatment of canals filled with different materials. *J Endod* 2008;34:1370-3.
20. Roggendorf MJ, Legner M, Ebert J, et al. Micro-CT evaluation of residual material in canals filled with Activ GP or GuttaFlow following removal with NiTi instruments. *Int Endod J* 2010;43:200-9.
21. Solomonov M, Paqué F, Kaya S, et al. Self-adjusting files in retreatment: a high-resolution micro-computed tomography study. *J Endod* 2012;38:1283-7.
22. Paqué F, Barbakow F, Peters OA. Root canal preparation with Endo-Eze AET: changes in root canal shape assessed by micro-computed tomography. *Int Endod J* 2005;38:456-64.
23. Jung M, Lommel D, Klimek J. The imaging of root canal obturation using micro-CT. *Int Endod J* 2005;38:617-26.
24. Hassanloo A, Watson P, Finer Y, et al. Retreatment efficacy of the epiphany soft resin obturation system. *Int Endod J* 2007;40:633-43.
25. Topçuoğlu HS, Demirbuga S, Tuncay Ö, et al. 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* 2014;40:266-70.
26. Rached-Júnior FA, Sousa-Neto MD, Bruniera JF, et al. Confocal microscopy assessment of filling material remaining on root canal walls after retreatment. *Int*

- Endod J 2014;47:264-70.
27. Gergi S, Sabbagh C. Effectiveness of two nickel-titanium rotary instruments and a hand file for removing gutta-percha in severely curved root canals during retreatment: an ex vivo study. *Int Endod J* 2007;40:532-7.
 28. Ünal GÇ, Kaya BÜ, Taç AG, et al. A comparison of the efficacy of conventional and new retreatment instruments to remove gutta-percha in curved root canals: an ex vivo study. *Int Endod J* 2009;42:344-50.
 29. Yadav P, Bharath MJ, Sahadev CK, et al. An in vitro CT comparison of gutta-percha removal with two rotary systems and hedstrom files. *Iran Endod J* 2013;8:59-64.
 30. Jayasenthil A, Sathish ES, Prakash P. Evaluation of manual and two-rotary Ni-Ti retreatment systems in removing gutta-percha obturated with two root canal sealers. *ISRN Dent* 2012;1-4.
 31. Mollo A, Botti G, Principi Goldoni N, et al. Efficacy of two Ni-Ti systems and hand files for removing gutta-percha from root canals. *Int Endod J* 2012;45:1-6.
 32. Alves FRF, Ribeiro TO, Moreno JO, et al. Comparison of the efficacy of nickel-titanium rotary systems with or without the retreatment instruments in the removal of gutta-percha in the apical third. *BMC Oral Health* 2014;15:1-5.
 33. Akhavan H, Azdadi YK, Azimi S, et al. Comparing the efficacy of Mtwo and D-Race retreatment systems in removing residual gutta-percha and sealer in the root canal. *Iran Endod J* 2012;7:122-6.
 34. Barletta FB, Rahde Nde M, Limongi O, et al. In vitro comparative analysis of 2 mechanical techniques for removing gutta-percha during retreatment. *J Can Dent Assoc* 2007;73:65-e.
 35. Huumonen S, Kvist T, Grondahl K, et al. Diagnostic value of computed tomography in re-treatment of root fillings in maxillary molars. *Int Endod J* 2006;39:827-33.

5 CONSIDERAÇÕES FINAIS

A completa remoção do material obturador e o acesso ao forame apical no retratamento endodôntico são obrigatórios para uma adequada limpeza e uma eficiente reobturação (BRAMANTE et al., 2010). Vários sistemas rotatórios de NiTi têm sido desenvolvidos para facilitar o preparo do canal e aumentar a segurança, a eficiência e a rapidez na remoção de guta-percha e cimento (TASDEMIR et al., 2007; XU et al., 2012).

Recentemente, um novo conceito foi introduzido para o preparo do canal radicular usando um sistema de NiTi de lima única com movimento recíprocante (RÖDIG et al., 2014). Esse movimento oscilatório utiliza forças balanceadas e permite que a lima mova continuamente em direção ao ápice, além de possuir a liga M-Wire, especialmente desenvolvida para aumentar a resistência e a flexibilidade destes instrumentos (FRUCHI et al., 2014).

Para avaliar a capacidade de remoção de guta-percha e cimento obturador, foi utilizada neste estudo a tecnologia da microtomografia computadorizada que fornece imagens detalhadas do interior dos canais e permite quantificar, de forma precisa, o volume de material obturador antes e depois da desobturação (HELVACIOGLU-YIGIT et al., 2014).

Em relação às técnicas de retratamento testadas, não foram observadas diferenças estatisticamente significantes na quantidade de material obturador remanescente entre os terços apical, médio e cervical em nenhum dos grupos avaliados, com exceção do G1 (ProTaper Universal Retreatment™), onde essa quantidade foi estatisticamente maior no terço apical quando comparado com o terço cervical.

Quando cada região (terços apical, médio e cervical) foi avaliada separadamente ou quando toda a extensão da raiz foi avaliada conjuntamente, também não foi observada nenhuma diferença estatística entre os grupos. Nenhuma das técnicas avaliadas foi capaz de remover completamente o material obturador do interior dos canais radiculares.

Dentro das condições experimentais deste trabalho, mediante os resultados obtidos, conclui-se que:

- a) as quatro técnicas de retratamento removeram a maior parte do material

obturador em todos os segmentos avaliados;

- b) nenhuma técnica de retratamento removeu completamente o material obturador em toda a extensão do canal radicular.

REFERÊNCIAS

- ASHEIBI, F. et al. Micro-CT evaluation of the effectiveness of the combined use of rotary and hand instrumentation in removal of resilon. **Dental Materials Journal**, v.33, n.1, p. 1-6, Jan. 2014.
- BRAMANTE, C.M. et al. Heat release, time required, and cleaning ability of Mtwo R and ProTaper Universal Retreatment systems in the removal of filling material. **Journal of Endodontics**, v.36, n.11, p. 1870-1873, Nov. 2010.
- FENOUL, G.; MELESS, G.D.; PÉREZ, F. The efficacy of R-Endo rotary NiTi and stainless-steel hand instruments to remove gutta-percha and resilon. **International Endodontic Journal**, v.43, n.2, p. 135-141, Feb. 2010.
- FRIEDMAN, S.; ROTSTEIN, I.; SHAR-LEV, S. Bypassing gutta-percha root fillings with an automated device. **Journal of Endodontics**, v.15, n.9, p. 432-437, Sept. 1989.
- FRUCHI, L.C. et al. Efficacy of reciprocating instruments for removing filling material in curved canals obturated with a single-cone technique: a micro-computed tomographic analysis. **Journal of Endodontics**, v.40, n.7, p. 1000-1004, July 2014.
- GARG, A. et al. Comparison of time required by D-Race, R-Endo and Mtwo instruments for retreatment: an in vitro study. **Journal of Clinical and Diagnostic Research**, v.9, n.2, p. 47-49, Feb. 2015.
- HAMMAD, M.; QUALTROUGH, A.; SILIKAS, N. Three-dimensional evaluation of effectiveness of hand and rotary instrumentation for retreatment of canals filled with different materials. **Journal of Endodontics**, v.34, n.11, p. 1370-1373, Nov. 2008.
- HASSANLOO, A. et al. Retreatment efficacy of the epiphany soft resin obturation system. **International Endodontic Journal**, v.40, n.8, p. 633-643, Aug. 2007.
- HELVACIOGLU-YIGIT, D. et al. Efficacy of reciprocating and rotary systems for removing root filling material: a micro-computed tomography study. **The Journal of Scanning Microscopies**, v.36, n.6, p. 576-581, Nov. 2014.
- HÜLSMANN, M.; DREBENSTEDT, S.; HOLSCHER, C. Shaping and filling root canals during root canal re-treatment. **Endodontic Topics**, v.19, n.1, p. 74-124, May 2011.
- JUNG, M.; LOMMEL, D.; KLIMEK, J. The imaging of root canal obturation using micro-CT. **International Endodontic Journal**, v.38, n.9, p. 617-626, Sept. 2005.
- KFIR, A. et al. The efficacy of five techniques for removing root filling material: microscopic versus radiographic evaluation. **International Endodontic Journal**, v.45, n.5, p. 35-41, Sept. 2012.
- MARQUES DA SILVA, B. et al. Effectiveness of ProTaper, D-Race, and Mtwo

retreatment files with and without supplementary instruments in the removal of root canal filling material. **International Endodontic Journal**, v.45, n.10, p. 927-932, Oct. 2012.

MITTAL, N.; JAIN, J. Spiral computed tomography assessment of the efficacy of different rotary versus hand retreatment system. **Journal of Conservative Dentistry**, v.17, n.1, p. 8-12, Jan. 2014.

PAQUÉ, F.; BARBAKOW, F.; PETERS, O.A. Root canal preparation with Endo-Eze AET: changes in root canal shape assessed by micro-computed tomography. **International Endodontic Journal**, v.38, n.7, p. 456-464, July 2005.

PIRANI, C. et al. Effectiveness of three different retreatment techniques in canals filled with compacted gutta-percha or thermafil: a scanning electron microscope study. **Journal of Endodontics**, v.35, n.10, p. 1433-1440, Oct. 2009.

RIOS, M. A. et al. Efficacy of 2 reciprocating systems compared with a rotary retreatment system for gutta-percha removal. **Journal of Endodontics**, v.40, n.4, p. 543-546, Apr. 2014.

RÖDIG, T. et al. 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. **International Endodontic Journal**, v.45, n.6, p. 580-589, June 2012.

RÖDIG, T. et al. Comparison of hand and rotary instrumentation for removing gutta-percha from previously treated curved root canals: a microcomputed tomography study. **International Endodontic Journal**, v.47, n.2, p. 173-182, Feb. 2014.

ROGGENDORF, M.J. et al. Micro-CT evaluation of residual material in canals filled with Activ GP or GuttaFlow following removal with NiTi instruments. **International Endodontic Journal**, v.43, n.3, p. 200-209, Mar. 2010.

SOLOMONOV, M. et al. Self-adjusting files in retreatment: a high-resolution micro-computed tomography study. **Journal of Endodontics**, v.38, n.9, p. 1283-1287, Sept. 2012.

TASDEMIR, T. et al. Efficacy of three rotary NiTi instruments in removing gutta-percha from root canals. **International Endodontic Journal**, v.41, n.3, p. 191-196, Mar. 2008.

XU, L.L. et al. Residual filling material in dentinal tubules after gutta-percha removal observed with scanning electron microscopy. **Journal of Endodontics**, v.38, n.3, p. 293-296, Mar. 2012.

ZUOLO, A.S. et al. Efficacy of reciprocating and rotary techniques for removing filling material during root canal retreatment. **International Endodontic Journal**, v.46, n.10, p. 947-953, Oct. 2013.

ANEXO A – Declaração ao Comitê de Ética em Pesquisa



Belo Horizonte, 20 de novembro de 2014

DECLARAÇÃO

Declaramos para os devidos fins, que os 60 dentes que serão utilizados na pesquisa "ESTUDO COMPARATIVO DE 4 TÉCNICAS DE RETRATAMENTO ENDODÔNTICO – ANÁLISE POR MICROSCOPIA CONFOCAL DE VARREDURA A LASER, MICROSCOPIA ESTÉREO E MICROTOMOGRAFIA COMPUTADORIZADA", serão disponibilizados pelo Banco de Dentes Humanos da PUC Minas (BDH - PUC Minas) e estão em conformidade e condições adequadas para tal fim.

Renata Aparecida da Silva

BDH - PUC Minas

ANEXO B – Parecer Consubstanciado do CEP

PONTIFÍCIA UNIVERSIDADE
CATÓLICA DE MINAS GERAIS -
PUCMG

**PARECER CONSUBSTANCIADO DO CEP****DADOS DO PROJETO DE PESQUISA**

Título da Pesquisa: ESTUDO COMPARATIVO DE 4 TÉCNICAS DE RETRATAMENTO ENDODÔNTICO - ANÁLISE POR MICROSCOPIA CONFOCAL DE VARREDURA A LASER, MICROSCOPIA ESTÉREO E MICROTOMOGRAFIA COMPUTADORIZADA

Pesquisador: André Pinto Silveira

Área Temática:

Versão: 1

CAAE: 38932614.4.0000.5137

Instituição Proponente: Pontifícia Universidade Católica de Minas Gerais - PUCMG

Patrocinador Principal: Financiamento Próprio

DADOS DO PARECER

Número do Parecer: 956.838

Data da Relatoria: 16/12/2014

Apresentação do Projeto:

A pesquisa busca verificar a efetividade de quatro sistemas de retratamento endodôntico na remoção de material obturador. Serão utilizados 60 dentes extraídos de humanos do Banco de dentes da Universidade. O pesquisador explica detalhadamente como as amostras serão instrumentadas e obturadas. Posteriormente, os dentes serão divididos aleatoriamente em quatro grupos de 15 espécimes cada. Para cada grupo, será utilizada uma técnica diferente de retratamento. Após a desobturação, usando os 4 métodos, os dentes serão avaliados novamente pela micro-CT para quantificar o volume de material obturador removido e reobturados utilizando cimento endodôntico e corante Fluorcelna. Os espécimes serão seccionados transversalmente a 2, 4 e 6 mm do ápice radicular e analisados através da ME e MCVL para avaliar qual técnica de retratamento será a mais eficiente na remoção de material obturador. Os resultados da pesquisa serão posteriormente tabulados e analisados estatisticamente.

Objetivo da Pesquisa:**Objetivo Primário:**

Verificar a efetividade de quatro sistemas de retratamento endodôntico na remoção de material obturador utilizando 3 diferentes métodos de avaliação.

Objetivo Secundário:

Endereço: Av. Dom José Gaspar, 500 - Prédio 03, sala 228

Bairro: Coração Eucarístico **CEP:** 30.535-901

UF: MG **Município:** BELO HORIZONTE

Telefone: (31)3319-4517

Fax: (31)3319-4517

E-mail: cep.propg@pucminas.br

PONTIFÍCIA UNIVERSIDADE
CATÓLICA DE MINAS GERAIS -
PUCMG



Continuação do Parecer: 956.838

Avaliar através do uso do microscópio estereó, confocal de varredura a laser e microtomógrafo computadorizado a eficácia da técnica de limas manuais tipo K, Hedstroem e brocas Gates-Glidden; da técnica rotatória ProTaper Universal Retreatment; da técnica recíproca Reciproc.

Avaliação dos Riscos e Benefícios:

Não existem riscos, pois os dentes previamente esterilizados serão fornecidos pelo banco de dentes. O benefício será a identificação de qual sistema rotatório é o mais eficiente para o retratamento endodôntico.

Comentários e Considerações sobre a Pesquisa:

Proposta de estudo bem apresentada e bem fundamentada.

Considerações sobre os Termos de apresentação obrigatória:

- a. Folha de rosto: anexada, assinada pelo coordenador do programa.
- b. Termo de Consentimento Livre e Esclarecido: solicita dispensa. O material utilizado será disponibilizado pelo Banco de Dentes Humanos da PUC Minas – autorização anexada.

Recomendações:

Conclusões ou Pendências e Lista de Inadequações:

Projeto aprovado

Situação do Parecer:

Aprovado

Necessita Apreciação da CONEP:

Não

Considerações Finais a critério do CEP:

Endereço: Av. Dom José Gaspar, 500 - Prédio 03, sala 228
Bairro: Coração Eucarístico CEP: 30.535-901
UF: MG Município: BELO HORIZONTE
Telefone: (31)3319-4517 Fax: (31)3319-4517 E-mail: cep.propg@pucminas.br

PONTIFÍCIA UNIVERSIDADE
CATÓLICA DE MINAS GERAIS -
PUCMG



Continuação do Parecer: 950.839

BELO HORIZONTE, 19 de Fevereiro de 2015

Assinado por:

CRISTIANA LEITE CARVALHO
(Coordenador)

Endereço: Av. Dom José Gaspar, 500 - Prédio 03, sala 228
Bairro: Coração Eucarístico CEP: 30.535-901
UF: MG Município: BELO HORIZONTE
Telefone: (31)3319-4517 Fax: (31)3319-4517 E-mail: oip-propag@pucominas.br