UNIVERSIDADE DE SÃO PAULO
FACULDADE DE ODONTOLOGIA DE BAURU

ARTHUR COSTA LEMOS

**Avaliação de diferentes protocolos de limpeza suplementar na
remoção de resíduos de materiais obturadores de canais
achatados: Estudo em MicroCT e MEV**

BAURU
2019

ARTHUR COSTA LEMOS

**Avaliação de diferentes protocolos de limpeza suplementar na
remoção de resíduos de materiais obturadores de canais
achatados: Estudo em MicroCT e MEV**

Dissertação apresentada à Faculdade de Odontologia de Bauru da Universidade de São Paulo, para obtenção do título de Mestre em Ciências Odontológicas Aplicadas, na área de concentração de Endodontia.

Orientador: Prof. Dr. Clóvis Monteiro Bramante

BAURU

2019

Lemos, Arthur Costa

Avaliação de diferentes protocolos de limpeza
suplementar na remoção de resíduos de materiais
obturadores de canais achatados: Estudo em
MicroCT e MEV / Arthur Costa Lemos. – Bauru, 2019.
65p.: il. ; 31cm.

Dissertação (Mestrado) – Faculdade de
Odontologia de Bauru. Universidade de São Paulo

Orientador: Prof. Dr. Clóvis Monteiro Bramante

Autorizo, exclusivamente para fins acadêmicos e científicos, a
reprodução total ou parcial desta dissertação/tese, por
processos fotocopiadores e outros meios eletrônicos.

Assinatura:

Data:

Comitê de Ética da FOB-USP
Protocolo nº: 84323817.1.0000.5417
Data: 30/01/2018

FOLHA DE APROVAÇÃO

AGRADECIMENTOS

*Agradeço primeiramente a minha mãe **Denise Aranha Costa Lemos** e ao meu pai **Paulo Sérgio Pinto Lemos**. Percebo hoje que sou resultado da diferente personalidade dos dois. Sou a calma da minha mãe com a ansiedade do meu pai, sou a timidez da minha mãe com a extroversão do meu pai, sou a inocência da minha mãe com a malícia do meu pai. Em meio a tantas diferenças, tento contudo, praticar o bem todo dia, assim como os dois fazem. São os maiores exemplos de vida pra mim, sempre me apoiam e me orientam e é para eles que dedico este trabalho.*

*Sou muito grato também à minha namorada **Isadora Spinelli**, que acompanhou toda a minha trajetória do mestrado, sempre torcendo pelo meu sucesso desde então. Agradeço muito pela sua companhia, pois com ela sempre me senti seguro e livre de pensamentos ruins. Imagino que pode ter tido bastante paciência comigo nos últimos anos, mas pensando que isso poderia ser positivo pra gente mais pra frente. Sou feliz contigo, e melhor que isso, eu adoro amar você!*

*A minha família que também sempre me apoiou, minhas avós **Cida e Juju**; meu avô **Rui**, meus tios **Paula e Tiney, Dante e tia Nê**, minhas primas **Juliana, Isabel, Luisa e Marina**, e a minha madrinha **Susi**. Além destes, a minha segunda mãe, **Nilza** que cuidou muito de mim quando eu era mais novo e que ajuda minha família até hoje. Muito obrigado a todos vocês pelas pessoas fantásticas que são e que sempre desejaram o melhor pra mim.*

*Ao **Prof. Dr. Clóvis Monteiro Bramante**, o qual sou honrado de ter como orientador, agradeço muito. Sempre o vi humilde, liberal quanto minhas sugestões e decisões, mas sempre disposto a ajudar quando preciso. Se há um único arrependimento que eu pude ter durante o mestrado, foi de não ter me aproximado*

dele como queria e deveria. Sempre fui tímido para acionar os professores e principalmente ao meu próprio orientador, atitude a qual considero inaceitável. Contudo, se tem algo que eu devo expressar é que sou muito orgulhoso em dizer que sou orientado do Prof. Dr. Clóvis Monteiro Bramante, que além de ser uma das maiores referências dentro da Endodontia é uma pessoa incrível, humilde e solícita.

*Agradeço também à todos os professores do Departamento de Endodontia da Faculdade de Odontologia de Bauru, que além de serem minhas referências de docentes também são exemplos de pessoas bondosas, carismáticas e que sempre se disponibilizavam para atender nossas dúvidas. Ao **Prof. Dr. Marco Antônio Húngaro Duarte** que como muitos reconhecem, é uma barra de conhecimento, e a quem recorri muitas vezes para tirar dúvidas. Pessoa boníssima, atenciosa, super inteligente e que agradeço muito por todo o apoio que me proporcionou durante todo este período na faculdade. Aos demais professores, **Profa. Dra. Flaviana Bombarda, Prof. Dr. Roberto Brandão, Prof. Dr. Norbert Bernardinelli, Prof. Dr. Leonardo Bonjardim e Prof. Dr. Ivaldo Gomes**, que me acrescentaram muito em conhecimento científico e postura de prática docente, sou muito grato a todos.*

*Um enorme agradecimento ao **Prof. Dr. Rodrigo Ricci Vivan**, que não deve saber disso, mas foi um dos grandes responsáveis pela minha permanência em Bauru. Foi quem me acolheu quando mais precisei de ajuda, que me ofereceu uma oportunidade de estágio no departamento de Endodontia e quem me estimulou a realizar a especialização e o mestrado na área. Muito aprendi com ele nas aulas, laboratórios, clínicas, congressos e eventos fora da faculdade. Também um amigo e que agradecerei eternamente pelo acolhimento que me proporcionou nestes últimos anos, e que com certeza se mostrará determinante para meu futuro profissional.*

*Aos meus colegas de turma do mestrado, **Gláucia Beatriz Gonçalves, Victor de Moraes Cruz e Pedro Titato**, que sempre estiveram dispostos a me ajudar quando precisei. A **Gláucia**, que se tornou uma irmã pra mim durante este período e com quem me sentia a vontade de compartilhar dúvidas, risadas, desesperos, conquistas e sofrimentos. Ao **Victor**, que considero uma pessoa incomparável, muito carismático, inteligente e engraçado, sempre me surpreendendo com comentários inesperáveis de humor ou de conhecimento. Ao **Pedro**, que apesar de termos tido pouco contato durante a graduação, tive a felicidade de conhecê-lo mais durante o mestrado, uma pessoa surpreendente, super espontânea e divertida. Obrigado de verdade a todos vocês!*

*Aos meus colegas do Departamento de Endodontia, em especial, **Murilo Alcalde e Renan Furlan**, a quem devo muito do meu conhecimento científico e prático adquirido na área. Além disso, considero-os irmãos mais velhos, pois sempre pude contar com eles para tudo. Ao **Bruno Piazza e Jussaro Duque**, que também me ajudaram muito no início do mestrado e que também pude contar com o que precisasse, agradeço muito por tudo. As minhas colegas **Vanessa Marques e Letícia Citelli**, pelos momentos juntos não só na faculdade como fora também. São colegas excelentes, inteligentes, companheiras, exemplos de dedicação e comprometimento, e que tenho certeza que conquistarão tudo que almeijam. Obrigado pelas risadas mulheres, vocês são demais mesmo!*

*A todos os outros colegas pós-graduandos e pós-graduados do Departamento de Endodontia, **Pedro Calefi, Gabriela Piai, Jéssica Coelho, Gislene, Clarissa Teles, Talita Tartari, Mariana Borges, Maricel, Francine Cesario, Lyz Cristina, Rafaela Zancan, Melissa Rivera, Yahir, Evelyn, Fernanda Fernandes, Milena, Índia, Lorena, Denise Oda, Ericson, Erick, Marcelo Pomini, Roberto Osaki, Flávia Vivaqua, Renato Piai**, que*

apesar de ter tido menos contato, dividi algumas risadas e sei que são pessoas incríveis para se estar perto. Muito obrigado a todos.

*Aos funcionários, ainda ligado ao departamento, **Edimauro de Andrade**, que além de ter compartilhado histórias e risadas, me ajudou diretamente neste trabalho; e **Suely Bettio** que se dispunha a ajudar no que fosse preciso.*

*Aos melhores amigos que a faculdade me proporcionou, com quem morei junto e que também me acompanharam desde a graduação, **Vinicius Bizelli**, **Edgar Maenosono** e **Thales Lippi Ciantelli**. Amigos de verdade, que posso contar para o que for e para qualquer hora, que sei que vão me atender de boa vontade. A minha melhor amiga que fiz durante a faculdade, **Milena Steluti Marques**, que foi minha companheira de clínica durante toda a graduação, com quem me identifico bastante, com quem conversava sobre tudo, com quem eu podia confiar e quem espero nunca perder contato na vida. Sou grato por ter todos vocês como grandes amigos.*

*Aos grandes amigos que fiz, também da faculdade, mas de outros departamentos, que me acompanharam neste período e que também tive o privilégio de vê-los evoluir durante o mestrado, **Jéssica Almeida** e **Marcelo Valério**. Com certeza, estes fizeram do meu mestrado um clima muito mais estimulante e animado. Agradeço por todas as risadas, histórias e momentos bons que tivemos juntos. Muito obrigado. Desejo um futuro de muito sucesso aos dois! Além destes, agradeço a outros colegas de outros departamentos, **Cinthya Quagliato**, **Leandro Pacheco**, **Francielly Camim**, **Juliana Jacomine**, **Gustavo Braga**, **Jéssica Segantin**, **Luisa Guerrini**, **Maria Carolina Medeiros**, **Ana Carolina Silva Pinto** e **Pedro Hernandes Job**, que também me acompanharam durante o mestrado e com quem também passei bons momentos neste período.*

*Agradeço também aos meus amigos da minha cidade, Piracicaba: **Leando Gobbo, Caio Eluf, Thiago Gonçalves, Rafael Piva, Galesi, Breno Calefo, Marcelo Querido, Marcelo Barbosa, Danilo Ferreira, Vitor Hugo, Stephany Mello, Viviane Abdalla, Andressa Trevisan, Luis Ricardo, André Zolin, Guilherme Zolin, Celso Casagrande**, que também participaram desta etapa da minha vida de forma indiretamente, sempre torcendo por mim.*

À Faculdade de Odontologia de Bauru da Universidade de São Paulo,

*À Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior – **CAPES**, pelo apoio financeiro para dedicação ao curso.*

E a todos que direta ou indiretamente contribuíram para a realização desse trabalho, para minha formação, para minha vida aqui em Bauru. Meus mais sinceros agradecimentos!

RESUMO

Avaliação de diferentes protocolos de limpeza suplementar na remoção de resíduos de materiais obturadores de canais achatados: Estudo em MicroCT e MEV

O objetivo do presente estudo foi avaliar a eficiência de diferentes protocolos de limpeza suplementar na remoção de resíduos de materiais obturadores de canais radiculares com morfologia achatada, em microtomografia computadorizada (MicroCT) e microscópio eletrônico de varredura (MEV). Setenta e dois incisivos inferiores com canais achatados foram selecionados, instrumentados com sistema rotatório Easy ProDesign Logic até 35/.05 e obturados com cones de guta-percha e cimento Sealer 26 pela técnica de condensação lateral. Posteriormente, os canais foram desobturados com o sistema Reciproc R40 e os dentes divididos em seis grupos ($n = 12$), de acordo com os protocolos de limpeza suplementar testados: Grupo 1: Irrigação convencional, como grupo controle; Grupo 2: PUI; Grupo 3: Easy Clean; Grupo 4: XP-endo Finisher R; Grupo 5: Clearsonic; e Grupo 6: Flatsonic. Cada dente foi escaneado em MicroCT em 3 momentos: o primeiro logo após a obturação, o segundo após a desobturação e o terceiro após o protocolo de limpeza suplementar. O volume de material obturador foi calculado utilizando as reconstruções em MicroCT e a limpeza das paredes dentinárias do canal foram analisadas por meio de imagens realizadas em MEV. Os resultados em MicroCT demonstraram que o grupo Flatsonic removeu mais material obturador que o grupo controle ($p < 0.05$), sem diferença estatística entre os demais grupos ($p > 0.05$), enquanto que o grupo XP-endo Finisher R apresentou maior remoção de resíduos de material obturador no terço apical ($p < 0.05$). Na análise em MEV, a PUI apresentou os melhores escores de limpeza das paredes dentinárias em todos os terços. Nenhum dos protocolos suplementares de limpeza foi capaz de remover completamente os resíduos de materiais obturadores dos canais radiculares, porém o inserto Flatsonic foi eficiente na remoção de resíduos de materiais obturadores nos terços cervical e médio de canais achatados, enquanto que o XP-endo Finisher R demonstrou ser eficiente no terço apical.

Palavras-chave: Reintervenção, materiais obturadores, XP-endo Finisher R, Flatsonic, microCT

ABSTRACT

Evaluation of different supplementary cleaning protocols on residual filling materials removal of flattened root canals: A MicroCT and SEM study

The aim of this study was evaluate the efficiency of different supplementary cleaning protocols on residual filling material removal of flattened root canals analyzing in microcomputed tomography (MicroCT) and scanning electron microscope (SEM). Seventy-two mandibular incisors with flattened root canals were prepared with Easy ProDesign Logic 25/.06 and 35/.05 files and filled with gutta-percha and Sealer 26 by lateral condensation technique. After that, the root canals were retreated with Reciproc R40 and the teeth were divided into six groups, according to supplementary cleaning protocols tested: Group 1: Conventional Irrigation, as control group; Group 2: PUI; Group 3: Easy Clean; Gruop 4: XP-endo Finisher R; Group 5: Clearsonic; e Group 6: Flatsonic. Each tooth was scanned three times in MicroCT: after filling the root canals, after retreatment and after supplementary cleaning protocols. The filling material volume was measured using MicroCT softwares and the root canals walls cleaning were analysed by scores system using SEM images. The results in MicroCT showed the Flatsonic group removed greater filling material than the control group ($p<0.05$). In the apical third the XP-endo Finisher R group removed significant more residual filling materials than the control group ($p<0.05$). In MEV analysis, the group PUI showed the best cleaning scores on the dentinal walls in all thirds. None of supplementary cleaning protocolos removed the residual filling materials completely, but the Flatsonic showed be an efficient resource in removal of residual filling materials in cervical and medium thirds of flattened root canals, while the XP-endo Finisher R showed be an efficient resource to remove residual filling materials in apical third.

Key-words: retreatment; filling materials, XP-endo Finisher R, microcomputed tomography, Flatsonic

LISTA DE ILUSTRAÇÕES

- Figura 1** Ilustração do sistema de escores de limpeza da superfície dentinária analisados em imagens obtidas em MEV 28
- Figura 2** Imagens em MicroCT representando os diferentes grupos em cada etapa etapa da reintervenção 30

LISTA DE TABELAS

- Tabela 1** Valores de mediana, mínimo e máximo de porcentagem do total de material obturador removido após as etapas de desobturação, limpeza suplementar e final analisados em microCT 29
- Tabela 2** Valores de mediana, mínimo e máximo da porcentagem de material obturador removido pelos protocolos de limpeza suplementar, em relação ao volume de material remanescente da desobturação, analisado por terços em microCT 31
- Tabela 3** Valores de mediana, mínimo e máximo dos escores de limpeza das paredes dentinárias nos diferentes grupos, analisados por terços em MEV 32

LISTA DE ABREVIATURAS E SIGLAS

cm	Centímetro
CRT	Comprimento real de trabalho
EDTA	Ácido Etilenodiamino Tetra-acético
G	Gauge
kV	Quilovolt
MEV	Microscópio eletrônico de varredura
MicroCT	Microtomografia computadorizada
mm	Milímetro
n	Número
NaOCl	Hipoclorito de sódio
N.cm	Nilton-centímetro
PUI	Irrigação ultrassônica passiva
rpm	Rotações por minuto
3D	Três Dimensões

LISTA DE SÍMBOLOS

>	Maior
<	Menor
®	Registrado
μ	Micro
%	Por cento
°	Grau
°C	Graus Celsius
μA	Miliampère

SUMÁRIO

1	INTRODUÇÃO	15
2	ARTIGO	21
2.1	Introdução	21
2.2	Materiais e Métodos.....	22
2.2.1	Aspectos éticos.....	22
2.2.2	Seleção da amostra	22
2.2.3	Preparo dos dentes.....	23
2.2.4	Reintervenção.....	24
2.2.5	Análise volumétrica em MicroCT	26
2.2.6	Análise da limpeza suplementar sobre a superfície dentinária em MEV	27
2.3	Resultados.....	29
2.4	Discussão	33
2.5	Agradecimentos	35
2.6	Referências.....	36
3	DISCUSSÃO	43
4	CONCLUSÕES	51
	REFERÊNCIAS	55
	ANEXO	63

1 INTRODUÇÃO

1 INTRODUÇÃO

O insucesso do tratamento endodôntico é uma ocorrência geralmente provocada por uma infecção secundária ou uma infecção persistente, cuja reintervenção endodôntica não-cirúrgica é a principal opção de tratamento (Friedman; Stabholz, 1986; Siqueira et al., 2014). Os microrganismos responsáveis pelo fracasso do primeiro tratamento geralmente são encontrados em regiões de complexidade anatômica dos canais radiculares, como em áreas de achatamento, ramificações, interior de túbulos dentinários e também sobre o próprio material obturador (Ricucci et al., 2009; Vieira et al., 2012; Siqueira et al., 2014). A importância de se remover todo este material obturador durante a reintervenção é garantir um passo a mais no processo de nova desinfecção do sistema de canais (Rossi-Fedele & Ahmed, 2017).

Vários são os métodos para remoção do material obturador dos canais radiculares, dentre eles: instrumentação manual ou mecanizada, calor, brocas, ultrassom e uso de solvente (Friedman et al., 1990), porém nenhum deles é capaz de remover por completo todo o material do interior dos canais radiculares (Barreto et al., 2016; Crozeta et al., 2016). Restos de materiais obturadores que permanecem no interior dos canais radiculares podem interferir no sucesso do tratamento, pois além de acumular microrganismos, podem também vedar espaços onde deveriam agir os agentes irrigantes, a medicação intracanal e a nova obturação (Friedman, 2002; Torabinejad et al., 2002; Ricucci et al., 2009; Siqueira et al., 2014). Sendo assim, métodos de limpeza adicionais são indicados para auxiliar na eliminação ou redução destes restos de materiais obturadores (Rossi-Fedele & Ahmad, 2017).

A utilização do ultrassom nos casos de reintervenção, mais precisamente a da irrigação ultrassônica passiva (PUI), se mostra controversa na literatura, com resultados favoráveis ou indiferentes (Cavenago et al., 2014; Da Rosa et al., 2015; Bernardes et al., 2016; Martins et al., 2017; Rodrigues et al., 2017; Kaloustian et al., 2019). Esta técnica dispõe de uma ação passiva, sem toque do instrumento com as paredes do canal, buscando apenas otimizar a ação físico-química do irrigante no interior dos canais (van der Sluis et al., 2007). Recentemente foram desenvolvidos dois insertos ultrassônicos indicados para retratamento e que podem auxiliar na remoção destes materiais obturadores residuais, chamados Clearsonic e Flatsonic

(Helse Ultrasonic, Santa Rosa de Viterbo, Brasil). O primeiro é caracterizado pela sua extremidade em forma de cone, enquanto que o segundo apresenta ponta em forma de flecha achatada, ideal para canais achatados (Rivera-Peña et al., 2018, 2019).

Outro dispositivo disponível para limpeza adicional dos canais radiculares é o Easy Clean (Easy Equipamentos, Belo Horizonte, MG, Brasil), um instrumento de plástico com tamanho 25/ .04, com parte ativa em forma de “asa de avião”, e que pode ser acoplado tanto em baixa rotação, como em motor endodôntico, seja em modo rotatório ou recíprocante (Duque et al., 2017). Sua função é semelhante à da PUI, buscando provocar uma maior movimentação do irrigante pelos canais radiculares, de forma que o fluxo percorra regiões inalcançáveis pela técnica de irrigação convencional, removendo assim materiais do interior do sistema de canais e os aderidos às suas paredes (Kato et al., 2014; Rodrigues et al., 2017).

A fim de se obter contato do instrumento com mais paredes do canal radicular e algumas regiões de complexidade anatômica de forma segura quanto a sua capacidade de corte, recentemente foi desenvolvido um instrumento denominado XP-endo Finisher R (FKG, La Chaux-de-Fonds, Suíça). Trata-se de um instrumento de liga de níquel-titânio própria (MaxWire), de calibre 30 e conicidade .00, que altera sua forma frente a diferentes níveis de temperatura. Quando resfriado, esse instrumento permanece rígido em sua fase martensita (fase M), mas quando aquecido a temperatura do corpo, altera sua fase para austenita (fase A), dando a extremidade ativa do instrumento uma forma de colher, que por sua vez propicia um maior contato com as paredes dos canais, dando-lhe ainda alta flexibilidade, resistência à fadiga e capacidade de remover materiais obturadores remanescentes da desobturação (Alves et al., 2016; Silva et al., 2018; Aksel et al., 2019; Campello et al., 2019; De-Deus et al., 2019; Machado et al., 2019).

O método mais utilizado para analisar quantitativamente o volume de material obturador no interior dos canais radiculares é por meio da microtomografia computadorizada (MicroCT) por ser um método eficiente, não destrutivo, que disponibiliza imagens em 3D e de fácil manipulação (Rossi-Fedele & Ahmed, 2017). Este método apenas não possui magnificação o suficiente para visualizar as entradas dos túbulos dentinários na superfície dos canais radiculares, função a qual o

microscópio eletrônico de varredura (MEV) é capaz de realizar de forma detalhada, demonstrando a eficiência de limpeza sobre a superfície das paredes dentinárias.

Sendo assim, tendo em vista a dificuldade de se remover todo o material obturador do interior de canais radiculares e com o advento de novos recursos para auxiliar nesta função, este estudo teve como propósito avaliar por meio de análise em MicroCT e MEV, a eficiência de diferentes protocolos de limpeza suplementar quanto a remoção de restos de materiais obturadores de canais de morfologia achatada, e quanto à limpeza de smear layer sobre as paredes dentinárias do canal pós-desobturação.

2 ARTIGO

2 ARTIGO

2.1 Introdução

A reintervenção endodôntica não-cirúrgica é a principal opção de tratamento para os casos de insucesso do tratamento endodôntico e seu primeiro desafio é remover todo o material obturador do interior do sistema de canais radiculares^{1,2}. Atualmente nenhum procedimento de desobturação dos canais radiculares se mostra capaz de remover todo o material obturador^{3,4,5} e sua permanência no interior dos canais radiculares pode além de acumular microrganismos, também vedar espaços onde deveriam agir os agentes irrigantes e a medicação intracanal^{6,7,8,9}. Sendo assim, procedimentos de limpeza suplementar são recomendados para auxiliar na eliminação ou redução desses materiais obturadores residuais¹⁰.

A utilização do ultrassom nos casos de reintervenção endodôntica, mais precisamente à respeito da irrigação ultrassônica passiva (PUI), se mostra controversa na literatura, com resultados favoráveis ou indiferentes^{11,12,13,14,15,16}. Esta técnica dispõe de uma ação passiva, sem toque do instrumento com as paredes do canal, buscando apenas otimizar a ação físico-química do irrigante no interior dos canais radiculares¹⁷. Recentemente foram desenvolvidos dois insertos ultrassônicos indicados para retratamento e que podem auxiliar na remoção dos materiais obturadores, chamados Clearsonic e Flatsonic (Helse Ultrasonic, Santa Rosa de Viterbo, Brasil). O primeiro tem sua extremidade em forma de cone e o segundo apresenta a ponta em forma de flecha achatada, especial para canais achatados^{18,19}.

Outro dispositivo disponível para limpeza suplementar dos canais radiculares é o Easy Clean (Easy Equipamentos, Belo Horizonte, MG, Brasil), um instrumento de plástico com tamanho 25/ .04, com parte ativa em forma de “asa de avião”, e que pode ser acoplado tanto em baixa rotação, como em motor endodôntico, seja em modo rotatório ou recíprocante²⁰. Sua função é semelhante à da PUI, a qual busca promover uma maior movimentação do irrigante pelos canais radiculares, removendo assim materiais do interior do sistema de canais^{15,21}.

A fim de se obter contato do instrumento com mais paredes do canal radicular de forma segura quanto a sua capacidade de corte, recentemente foi desenvolvido

um instrumento com essa proposta chamado XP-endo Finisher R (FKG, La Chaux-de-Fonds, Suíça). Trata-se de um instrumento de liga de níquel-titânio própria (MaxWire), de calibre 30, sem conicidade, e que altera sua forma frente à diferentes níveis de temperatura, fornecendo à extremidade ativa do instrumento uma forma de colher, com alta flexibilidade, resistência à fadiga e capacidade de remover materiais obturadores remanescentes da desobturação^{22,23,24,25,26,27}.

Tendo em vista a dificuldade de se remover todo o material obturador do interior dos canais radiculares e com o advento desses novos recursos para auxiliar nesta função, este estudo teve como propósito avaliar por meio de análise em microtomografia computadorizada (MicroCT) e em microscópio eletrônico de varredura (MEV), a eficiência de diferentes procedimentos suplementares de limpeza na remoção de resíduos de materiais obturadores de canais de morfologia achatada e na limpeza de smear layer sobre as paredes dentinárias do canal radicular.

2.2 Materiais e Métodos

2.2.1 Aspectos éticos

Como requisito prévio, este estudo foi submetido à apreciação no Comitê de Ética em Pesquisa da Faculdade de Odontologia de Bauru/USP (CEP-FOB/USP) e aprovado sob o protocolo CAAE: 84323817.1.0000.5417.

2.2.2 Seleção dos dentes

O cálculo amostral segundo o software G*Power v3.1 para Mac (Heinrich Heine, Universität Düsseldorf) indicou a seleção do teste Wilcoxon-Mann Whitney entre os testes T. Um estudo prévio sobre reintervenção endodôntica²⁸, e que também se utilizou dentes unirradiculados foi utilizado de base para determinar o tamanho da amostra. O erro tipo alfa de 0.05, potencial beta de 0.95, e uma alcance N2/N1 de 1 também foram estipulados. Um total de 10 amostras por grupo foi então indicado como tamanho ideal para observar diferenças significantes. Doze amostras por grupo foram utilizadas, devido a um adicional de 20%, calculado para compensar possíveis acidentes, como por exemplo a fratura dos instrumentos, levando à perda da amostra.

Setenta e dois incisivos inferiores extraídos de humanos, com rizogênese completa e classificação de Vertucci tipo I foram selecionados para este estudo. Primeiramente, os dentes foram analisados radiograficamente para a verificação de possíveis obstruções e presença de mais de um canal radicular. Para “canais achatados” usou-se como critério o diâmetro vestibulo-lingual de no mínimo duas vezes maior que o diâmetro mésio-distal^{13,29}. Dentes com mais de um canal radicular, presença de ramificações, ou curvatura apical eram excluídos.

2.2.3 Preparo dos dentes

Após o acesso à câmara pulpar, os canais foram explorados inicialmente com lima tipo K 10 e 15 (Dentsply Maillefer, Ballaigues, Suíça) para estabelecimento da patência apical. O comprimento real de trabalho (CRT) foi estabelecido após visualizar a ponta da lima em nível de forame apical, subtraindo 1 mm deste comprimento. Os canais foram preparados até o CRT com os instrumentos Easy ProDesign Logic 25/.06 e 35/.05 (Easy Equipamentos Odontológicos, Belo Horizonte, MG, Brasil), sob movimentos de bicada de 3mm de amplitude e pincelamento contra as paredes. O motor utilizado foi um VDW Silver Reciproc (VDW GmbH, München, Alemanha), na função DR's, com 1N de torque e 500 rpm de velocidade de rotação. Um instrumento foi utilizado para cada 4 canais preparados. Durante a instrumentação, foi realizada a irrigação dos canais com um total de 5ml de NaOCl à 2,5%, por canal, usando uma agulha NaviTip gauge-30 (Ultradent, South Jordan, UT, USA) adaptada à uma seringa de plástico (Ultradent, Utah, USA). Um total de 1 ml de EDTA à 17% (Biodinâmica Quím. e Farm. Ltda, Ibiporã, PR, Brasil) foi introduzido em cada canal e ali deixado agir por 3 minutos. Uma irrigação final com soro fisiológico foi realizada, seguida da secagem dos canais com pontas de papel absorvente (Dentsply Industria e Comércio LTDA, Petrópolis, RJ, Brasil).

Todos os canais radiculares foram obturados pela técnica de condensação lateral, com cones de guta-percha de diâmetro e conicidades compatíveis aos instrumentos utilizados na instrumentação (Tanariman Industrial Ltda, Manacapuru, AM, Brasil), cones acessórios e cimento obturador Sealer 26 (Dentsply Industria e Comércio LTDA, Petrópolis, RJ, Brasil). Ao final da obturação, a abertura coronária foi selada com um material obturador temporário (Villevie, Dentaville do Brasil LTDA, Joinville, SC, Brasil) e os dentes armazenados em ambiente com 100% de umidade,

à uma temperatura de 37°C, por um período de 3 semanas, a fim de permitir a presa total do cimento obturador.

Após este período foi realizado um escaneamento dos dentes em MicroCT (SkyScan 1174v2; Bruker-microCT, Kontich, Bélgica), para analisar a qualidade da obturação dos canais radiculares e calcular o volume de material obturador em cada canal.

2.2.4 Reintervenção

2.2.4.1 Desobturação

A desobturação dos canais radiculares foi realizada com instrumentos Reciproc R40 (VDW GmbH, München, Alemanha) na função Reciproc do mesmo motor utilizado durante a etapa de preparo dos canais. Movimentos de bicada de 3mm de amplitude sentido apical foram realizados até alcançar o CRT previamente estabelecido, associado a movimentos de pincelamento contra as paredes do canal. Um instrumento foi utilizado para cada 4 canais radiculares.

Durante a desobturação foi realizada a irrigação com NaOCl 2,5% com auxílio de uma agulha Navitip 30G (Ultradent, Utah, EUA), acoplada em seringa descartável de plástico (Ultradent, Utah, EUA). Nenhum solvente foi utilizado durante a reintervenção.

A etapa de desobturação foi realizada até que se não houvesse mais material obturador visível, por parte do operador, sobre a superfície do instrumento e sobre as paredes do canal radicular.

Após esta etapa, outro escaneamento em MicroCT foi realizado, a fim de verificar o volume de material obturador remanescente e o volume e porcentagem de material obturador removido pela desobturação.

2.2.4.2 Protocolos de limpeza suplementar

A seguir, os dentes foram distribuídos em 6 grupos experimentais (n=12), de acordo com o protocolo de limpeza suplementar usado. São eles:

- Grupo 1 – Irrigação Convencional (grupo controle): Os canais foram apenas submetidos à irrigação convencional utilizando agulha Navitip 30G (Ultradent, Utah, EUA) acoplada em seringa de plástico (Ultradent, Utah, EUA). Um total de 9ml de solução de NaOCl à 2,5% foi agitado no canal com a seringa, sob movimentos de entrada e saída de baixa amplitude, com a ponta da agulha alcançando até 2mm aquém do CRT.

-Grupo 2 - Irrigação ultrassônica passiva (PUI): Assim como nos demais grupos, um total de 1,5 ml de NaOCl à 2,5% foi introduzido no canal radicular com o auxílio de uma agulha NaviTip gauge-30 acoplada em seringa de plástico. Um inserto Irrisonic E1 de diâmetro 20/ .01 (Helse Dental Technology, Santa Rosa de Viterbo, SP, Brasil) acoplado em ultrassom NSK Varios 350 Lux (NSK Brasil Ltda, São Paulo, Brasil), em potência de 20%, com sua ponta posicionada à 1 mm aquém do CRT, foi ativado por 20 segundos, realizando movimentos leves sentido ápice-coroa. Essa ativação ultrassônica foi repetida por mais 5 ciclos de 20 segundos, renovando o irrigante com 1,5ml a cada ciclo, totalizando 6 agitações de 9 ml de NaOCl 2,5%.

-Grupo 3 – Easy Clean: Após inserir 1,5 ml de solução de NaOCl 2,5% no canal, um instrumento Easy Clean acoplado em baixa-rotação era posicionado à 1mm do CRT e acionado à aproximadamente 20.000 rpm por 20 segundos, a fim de agitar a solução irrigadora pelo interior dos canais radiculares. A partir daí, mais 5 ciclos foram repetidos, renovando a solução em 1,5 ml a cada agitação. Foi utilizado um instrumento por canal.

-Grupo 4 - XP-endo Finisher R: Os canais foram inicialmente preenchidos com 1,5 ml de NaOCl à 2,5%. Logo após, um instrumento XP-endo Finisher R era retirado do blister, conectado a um contra ângulo (VDW GmbH), arrefecido com spray refrigerante e removido do tubo de plástico. Ao introduzir lentamente no canal, aguardava-se sua mudança de forma e o acionava em movimento rotatório em 800 rpm e torque de 1 N.cm, por 20 segundos. Movimentos longitudinais, leves e de amplitude de até 8 mm eram realizados por todo o CRT. Mais 5 agitações de 20 segundos foram realizadas, renovando 1,5 ml de NaOCl 2,5% por agitação. Os procedimentos de ativação da solução foram repetidos a cada ativação. Foram utilizados 4 instrumentos XP-endo Finisher R, sendo um para cada 3 canais.

-Grupo 5 - Clearsonic: Após irrigar os canais radiculares com 1,5 ml de NaOCl à 2,5%, foi ativado em ultrassom NSK Varios 350 Lux (NSK Brasil Ltda, São Paulo, Brasil), o inserto Clearsonic em potência de 20%, por 20 segundos, buscando tocar toda parede vestibular e lingual sob movimentos de pincelamento e de entrada e saída de baixa amplitude. Este procedimento foi repetido por mais 5 vezes, renovando a solução irrigadora em 1,5ml a cada ativação.

-Grupo 6 - Flatsonic: O mesmo protocolo realizado no grupo 5 foi utilizado para este grupo, porém desta vez utilizando-se o inserto Flatsonic.

Ao fim de cada protocolo de limpeza suplementar, 1 ml de EDTA à 17% foi inserido no canal e agitado por 20 segundos com o protocolo utilizado nos respectivos grupos. Uma irrigação final com 1,5 ml de NaOCl à 2,5% usando agulha acoplada em uma seringa de plástico, foi realizada em cada grupo, seguida da secagem dos canais com pontas de papel absorvente.

Devido à condição de temperatura exigida para a utilização do instrumento XP-endo Finisher R²², todos os dentes de todos os grupos foram fixados em uma pequena mesa de experimento, que se encontrava em uma cuba com água aquecida à 36°C, simulando uma temperatura corpórea, onde eram realizados os protocolos de limpeza suplementar de cada grupo.

Os dentes foram submetidos à um terceiro escaneamento em microCT, para definir o volume de material obturador residual no interior dos canais radiculares e a porcentagem de remoção deste material, após serem realizados os protocolos de limpeza suplementar.

2.2.5 Análise volumétrica em MicroCT

Cada dente foi escaneado três vezes utilizando o microCT (SkyScan 1174v2; Bruker-microCT, Kontich, Belgium): Um primeiro escaneamento após a obturação; outro após a desobturação dos canais radiculares com uso do sistema Reciproc R40; e um terceiro após os protocolos de limpeza suplementar. Os dentes foram escaneados a 50 kV, 800 µA, com resolução isotrópica de 16,8 µm, rotação de 360° em torno do eixo vertical e passo de rotação de 1°.

As imagens dos escaneamentos foram reconstruídas por meio do software NRecon (v.1.6.9.8) (Bruker-microCT), realinhadas e sobrepostas os 3 escaneamentos por dente com o software DataViewer, e o volume de materiais remanescentes calculado pelo software CTAn (v.1.14): 32-bit version (Bruker-microCT). Os modelos em 3D das reconstruções foram realizados por meio do software CTVol (v.2.0): 32-bit version (Bruker-microCT).

2.2.6 Análise da superfície dentinária em MEV

Após todos os protocolos de limpeza suplementar terem sido realizados, metade das amostras de cada grupo foram aleatoriamente separadas para análise em MEV. Foram confeccionados dois sulcos longitudinais na superfície da raiz, com auxílio de um disco diamantado dupla face em baixa-rotação e peça-reta, um no lado mesial e outro no distal. Em seguida, os dentes foram clivados, obtendo-se duas metades do dente, uma vestibular e outra lingual, as quais foram desidratadas e metalizadas (Desk IV Denton Vacuum, Moorestown, NJ, USA) para leitura em MEV (JEOL, JSM-TLLOA, Tokyo, Japan). Imagens dos terços cervical, médio e apical, tanto da metade vestibular, como da lingual, foram gravadas sob o aumento de 1000x. A avaliação das imagens se baseou em escores de limpeza da smear layer presente sobre os túbulos dentinários e da quantidade destes túbulos expostos, como no utilizado por Pirani et al. (2009)³⁰ (Fig. 1):

0 – ausência ou presença de smear layer, mas com mais de 75% de túbulos visivelmente expostos;

1 – presença de smear layer, mas com <75% túbulos dentinários visivelmente expostos;

2 – presença de smear layer, mas com <50% de túbulos dentinários visivelmente expostos;

3 – presença de smear layer sobre a dentina e sem túbulos visivelmente expostos.

Figura 1

Escores baseados nas imagens gravadas em MEV: 0 – mais de 75% dos túbulos dentinários visivelmente expostos. 1 – presença de smear layer e < 75% de túbulos dentinários visivelmente expostos. 2 – presença de smear layer e < 50% de túbulos dentinários visivelmente expostos. 3 – presença de smear layer e nenhum túbulo dentinário visivelmente exposto.

Os dados foram avaliados pelo teste Shapiro-Wilk, o qual indicou não distribuição normal entre os grupos. Testes não-paramétricos foram realizados para encontrar diferenças estatísticas significantes entre os grupos. Os testes de Kruskal-Wallis e de Dunn foram usados para comparar a porcentagem de material obturador removido entre os grupos por terços e sobre o total. O nível de significância estabelecido foi de $p < 0,05$.

2.3 Resultados

Todos os grupos apresentaram material obturador remanescente após as etapas de desobturação e limpeza suplementar. As porcentagens de material obturador removido estão demonstradas na tabela 1.

Tabela 1. Valores de mediana, mínimo e máximo de porcentagem de material obturador removido após as etapas de desobturação, limpeza suplementar e final analisados em microCT.

Grupo	Desobturação	Suplementar	Final
Irrigação Convencional	91,74 (76,35 - 97,89) ^a	3,37 (0,12 - 13,31) ^{ac}	92,09 (76,38 - 98,02) ^a
PUI	95,24 (86,81 - 98,90) ^a	3,53 (0,25 - 17,69) ^{acd}	95,26 (87,99 - 98,94) ^{ab}
Easy Clean	94,75 (89,08 - 99,85) ^a	1,35 (0,22 - 7,68) ^a	94,94 (89,19 - 99,85) ^{ab}
XP-endo Finisher R	93,91 (81,38 - 99,57) ^a	35,71 (0,93 - 95,44) ^{bd}	96,24 (87,89 - 99,71) ^{ab}
Clearsonic	92,64 (77,09 - 98,84) ^a	29,06 (1,09 - 78,79) ^{bc}	95,10 (86,07 - 98,59) ^{ab}
Flatsonic	96,44 (68,50 - 98,92) ^a	57,05 (5,32 - 93,44) ^b	98,43 (94,38 - 99,56) ^b

Valores em parênteses representam valores mínimos e máximos, respectivamente. Letras minúsculas sobrescritas indicam diferença estatística significativa entre grupos ($p < 0.05$).

Todos os grupos apresentaram material obturador residual após a desobturação, sem diferença estatística significativa entre eles. O grupo Flatsonic apresentou maior remoção de material obturador remanescente da desobturação, seguido dos grupos XP-endo Finisher R, Clearsonic, PUI, Irrigação Convencional e Easy Clean. Quanto à porcentagem final de material obturador removido em relação ao volume inicial, houve diferença significativa apenas entre os grupos Flatsonic e Irrigação Convencional ($p < 0.05$) (Fig. 2):

Figura 2. Imagens em MicroCT representando os diferentes grupos em cada etapa

da reintervenção. Em vermelho se identificam os materiais obturadores no interior dos canais radiculares.

A porcentagem de material obturador residual removido pelos protocolos de limpeza suplementar, por terços, estão demonstrados na tabela 2.

Tabela 2. Valores de mediana, mínimo e máximo da porcentagem de material obturador residual removido pelos protocolos de limpeza suplementar, analisado por terços em microCT.

Grupo	Cervical	Médio	Apical	Total
Irrigação Convencional	5,97 (0,78 – 17,16) ^{ac}	2,57 (0 – 100) ^a	0 (0 – 10,93) ^a	3,37 (0,12 – 13,31) ^{ac}
PUI	14,25 (0 – 54,44) ^{ac}	11,84 (0 – 94,94) ^{ab}	2,10 (0 – 16,82) ^{ab}	3,53 (0,25 – 17,69) ^{acd}
Easy Clean	0,15 (0 – 68,55) ^c	0 (0 – 36,81) ^a	2,53 (0 – 66,46) ^{ab}	1,35 (0,22 – 7,68) ^a
XP-endo Finisher R	37,09 (0,02 – 100) ^{abc}	63,54 (7,35 – 100) ^b	30,99 (1,06 – 100) ^b	35,71 (0,93 – 95,44) ^{bd}
Clearsonic	63,95 (8,08 – 97,35) ^{ab}	30,17 (0 – 100) ^{ab}	4,28 (0 – 12,75) ^{ab}	29,06 (1,09 – 78,79) ^{bc}
Flatsonic	99,21 (61,25 – 100) ^b	85,93 (9,06 – 100) ^b	4,49 (0 – 21,71) ^{ab}	57,05 (5,32 – 93,44) ^b

Dados em parênteses representam valores mínimos e máximos, respectivamente.

Letras minúsculas sobrescritas indicam diferença estatística significativa ($p < 0.05$) entre os grupos por coluna.

Após os protocolos suplementares de remoção de material obturador, todos os grupos apresentaram material obturador remanescente. Em relação à porcentagem total de material obturador removido da desobturação pelos protocolos de limpeza suplementar, o grupo Flatsonic foi o que removeu mais material obturador residual (57,05%), seguido pelos grupos XP-endo Finisher R, Clearsonic, PUI, Irrigação Convencional e Easy Clean. No terço cervical houve maior remoção de material obturador remanescente no grupo Flatsonic, com diferença estatística significativa em relação aos grupos Irrigação Convencional e Easy Clean ($p < 0.05$). No terço médio houve maior remoção de material obturador residual quando se utilizou os protocolos suplementares de limpeza Flatsonic e XP-endo Finisher R. No terço apical houve

diferença estatística apenas entre os grupos XP-endo Finisher R e Irrigação Convencional ($p < 0.05$).

A tabela 3 expressa os escores de limpeza das paredes dentinárias dos canais radiculares, de acordo com as imagens analisadas em MEV, comparando a limpeza entre os grupos por terços.

Tabela 3. Valores de mediana, mínimo e máximo dos escores de limpeza das paredes dentinárias nos diferentes grupos, analisados por terços em MEV

	Cervical	Médio	Apical
Irrigação Convencional	2,5 (1-3)a	2 (1-3)ab	3 (0-3) ^a
PUI	1,5 (0-3)b	0,5 (0-2)b	0 (0-3) ^{ab}
Easy Clean	2 (0-3)abc	3 (1-3)a	2,5 (0-3) ^a
XP-endo Finisher R	2 (0-3)b	1 (0-3)ab	0 (0-2) ^b
Clearsonic	2,5 (1-3)ac	1 (0-2)b	2 (0-3) ^{ab}
Flatsonic	2 (0-3)abc	2 (0-3)ab	2 (2-3) ^a

Dados em parênteses representam valores mínimos e máximos, respectivamente. Letras minúsculas sobrescritas indicam diferença estatística significativa ($p < 0.05$) entre os grupos por coluna.

Nenhum protocolo de limpeza suplementar foi capaz de remover completamente a smear layer em todos os terços. A PUI demonstrou maior eficiência na limpeza da superfície dentinária ao longo dos terços em relação aos demais grupos testados. No terço apical houve diferença estatística significativa entre o grupo XP-endo Finisher R com os grupos Irrigação Convencional, Easy Clean e Flatsonic ($p < 0.05$). Em relação ao terço médio, teve diferença estatística entre os grupos PUI e Easy Clean; e Clearsonic com Easy Clean ($p < 0.05$).

2.4 Discussão

A etapa de desobturação é uma das mais importantes nos casos de reintervenção endodôntica, pois a permanência de resíduos de materiais obturadores e da smear layer gerada durante este processo pode além de acumular microrganismos, também obstruir espaços onde a irrigação, a medicação intracanal e a nova obturação deveriam agir^{6,7,8,10}.

Atualmente, não há sistema de instrumentos capaz de remover completamente os materiais obturadores do interior dos canais radiculares^{5,31,32}. Utilizando-se sistemas reciprocantes para desobturação dos canais, tem-se demonstrado em estudos, porcentagens médias de remoção de materiais obturadores entre 84-96%^{13,16,22,32,33}, resultados semelhantes aos encontrados neste estudo (91-96%). Desta forma, está indicada a aplicação de protocolos suplementares de limpeza, com o propósito de eliminar ou reduzir o volume deste material remanescente do sistema de canais radiculares, de forma então a garantir um maior controle microbiano do meio^{10,34}.

Para analisar o volume de material obturador no interior de canais radiculares, utilizou-se o MicroCT, o qual permite gerar reproduções em 3D dos dentes, em alta resolução e de forma não-destrutiva, permitindo calcular a porcentagem de material presente no seu interior antes e após as reintervenções^{5,10,13,16,23}. Outro recurso eficiente para analisar a limpeza dos canais radiculares é por meio do MEV, que permite verificar detalhadamente a presença de smear layer na superfície dentinária³⁰. Neste estudo foram realizadas imagens em MEV das paredes vestibulares e lingual dos canais radiculares, pois em canais achatados como nos incisivos inferiores, estas são as paredes mais difíceis de limpar uma vez que muitas vezes não são tocadas por conta do preparo circular promovido pelos instrumentos^{13,29,34,35,36,37,38}.

Dentre os protocolos de limpeza suplementar testados neste trabalho, o que promoveu redução significativa do volume total de material obturador inicial foi o Flatsonic, com valor de mediana de 98,43%. A ação do Flatsonic não é passiva como na PUI, ou seja, há ação da ponta contra as paredes do canal, que por sua vez permite maior contato do inserto contra os materiais aderidos às paredes dentinárias^{18,19}. Além

disso, seu design permite agir em áreas de achatamento, como geralmente encontradas nos terços cervical e médio de canais achatados, onde o Flatsonic apresentou melhores resultados^{18,19,34}. Em relação ao terço apical, a diferença entre o diâmetro do instrumento que realizou a reintervenção no canal (0,40 mm) e o diâmetro da ponta do inserto (0,20 mm) pode não ter sido o suficiente para o inserto agir de forma eficiente e promover maior remoção dos resíduos de materiais obturadores. A mesma justificativa pode ser utilizada para os resultados semelhantes encontrados com o uso do Clearsonic, como também demonstrado em outros estudos^{18,19}.

Além das áreas de recessos, não-instrumentadas, os milímetros finais do terço apical, considerado o mais crítico³⁹, também foram as áreas onde houve maior volume de material obturador remanescente analisado em MicroCT. Isto pode ser devido à dilatação do canal radicular durante a reintervenção, que no presente estudo foi realizada com apenas um instrumento com um diâmetro acima do realizado o preparo inicial^{32,32,40}. Outros trabalhos sugerem realizar a dilatação com instrumentos de no mínimo dois diâmetros acima do realizado no preparo inicial^{15,37}. Em contrapartida, alguns trabalhos citam os riscos de se dilatar mais o canal radicular com a possibilidade de ocorrer desvios e transporte do canal⁴¹, ou até uma fratura radicular².

Em relação a eficiência dos protocolos de limpeza suplementar testados neste estudo, quanto ao terço apical, o que apresentou maior porcentagem de remoção de material obturador remanescente foi o XP-endo Finisher R (30,99%), resultado que corrobora com o encontrado em outros trabalhos^{25,26,27}. Além disso, quando analisado em MEV, este instrumento também demonstrou melhor limpeza da superfície dentinária ao longo do canal, principalmente do terço apical. A eficiência deste instrumento pode ser atribuída às características da liga metálica, ao seu design e ao seu mecanismo de ação, que permitem maior toque das paredes do canal de forma segura e resistente^{23,27}.

O instrumento Easy Clean não apresentou melhora na remoção de resíduos de materiais obturadores, como encontrado no trabalho de Rodrigues et al. (2017)¹⁵. Isso pode ser devido à maior complexidade anatômica dos canais usados no presente trabalho, além do uso de um cimento resinoso, que apresenta maior adesão às

paredes dentinárias em relação a um a base de óxido de zinco e eugenol^{30,42}, como utilizado no trabalho de Rodrigues et al. (2017)^{15,37}.

Embora alguns trabalhos tenham relatado bons resultados com a utilização da PUI na remoção de restos de materiais obturadores^{11,13,15}, o presente estudo não demonstrou maior eficiência para a mesma função, concordando com outros estudos^{4,12,14,16}. Por outro lado, quando analisada em MEV, a PUI apresentou eficiente limpeza da superfície dentinária ao longo do canal radicular, principalmente do terço apical. Estes resultados se devem ao fato de que a PUI trabalha sobre ação passiva, isto é, sem toque nas paredes, não gerando mais debris dentinários¹⁷. Além disso a otimização do fluxo do irrigante pelo canal radicular e a formação de cavitação, ou seja, de bolhas que colidem contra as paredes dentinárias geradas pela agitação do inserto, também podem ter auxiliado na remoção da smear layer¹⁷, mas não dos materiais obturadores que se apresentavam mais aderidos às paredes dentinárias³⁷.

Nenhum solvente foi utilizado durante a reintervenção, a fim de minimizar as variáveis envolvidas neste estudo¹⁶. Além disso, estudos demonstram que não há aumento da eficácia da desobturação quando se usa solvente, pelo contrário, há a formação de uma camada de material obturador sobre a superfície dentinária de difícil detecção e remoção, além do amolecimento e escoamento do material em regiões de difícil acesso^{25,30,36,42}.

Assim como demonstrado neste estudo, analisando em MicroCT e em MEV, nenhum dos protocolos de limpeza suplementar testados foi capaz de remover totalmente os resíduos de materiais obturadores dos canais radiculares e ainda promover limpeza da superfície dentinária, simultaneamente. Portanto, sugere-se a associação de mais de um recurso de limpeza nos casos de reintervenção endodôntica.

2.5 Agradecimentos

A CAPES pelo auxílio financeiro para a realização deste trabalho, além do técnico Edimauro de Andrade pelas imagens em MEV e ao designer Marcel Barboza pela coloração das imagens em MEV.

2.6 Referências

1. Friedman S, Stabholz A. Endodontic retreatment-case selection and technique. Part 1: Criteria for case selection. *J Endod.* 1986 Jan;12(1):28-33.
 2. Siqueira JF Jr, Rôças IN, Ricucci D, Hülsmann M. Causes and management of post-treatment apical periodontitis. *Br Dent J.* 2014 Mar;216(6):305-12.
 3. Friedman S, Stabholz A, Tamse A. Endodontic retreatment--case selection and technique. Part 3: Retreatment techniques. *J Endod.* 1990 Nov;16(11):543-9.
 4. Barreto MS, Rosa RA, Santini MF, Cavenago BC, Duarte MA, Bier CA, Só MV. Efficacy of ultrasonic activation of NaOCl and orange oil in removing filling material from mesial canals of mandibular molars with and without isthmus. *J Appl Oral Sci.* 2016 Jan-Feb;24(1):37-44.
 5. Crozeta BM; Silva-Sousa YT; Leoni GB; Mazzi-Chaves JF; Fantinato T; Baratto-Filho F; Sousa-Neto MD. Micro-Computed Tomography Study of Filling Material Removal from Oval-shaped Canals by Using Rotary, Reciprocating and Adaptive Motion Systems. *J. Endod.* 2016 May;42(5) :793–7.
 6. Friedman S. Considerations and concepts of case selection in the management of post-treatment endodontic disease (treatment failure). *Endod Top.* 2002 Mar;1: 54–78.
 7. Torabinejad M, Handysides R, Khademi AA, Bakland LK. Clinical implications of the smear layer in endodontics: a review. *Oral Surg Oral Med Oral Pathol Oral Radiol Endod.* 2002 Dec;94(6):658-66.
 8. Ricucci D, Siqueira JF Jr, Bate AL, Pitt Ford TR. Histologic investigation of root canal-treated teeth with apical periodontitis: a retrospective study from twenty-four patients. *J Endod.* 2009 Apr;35(4):493-502.
 9. Vieira AR, Siqueira JF Jr, Ricucci D, Lopes WS. Dentinal tubule infection as the cause of recurrent disease and late endodontic treatment failure: a case report. *J Endod.* 2012 Feb;38(2):250-4.
 10. Rossi-Fedele G, Ahmed HM. Assessment of Root Canal Filling Removal Effectiveness Using Micro-computed Tomography: A Systematic Review. *J Endod.* 2017 Apr;43(4):520-526.
 11. Cavenago BC, Ordinola-Zapata R, Duarte MA, del Carpio-Perochena AE, Villas-Bôas MH, Marciano MA, Bramante CM, Moraes IG. Efficacy of xylene and
-

- passive ultrasonic irrigation on remaining root filling material during retreatment of anatomically complex teeth. *Int Endod J*. 2014 Nov;47(11):1078-83.
12. Da Rosa RA, Santini MF, Cavenago BC, Pereira JR, Duarte MA, Só MV. Micro-CT Evaluation of Root Filling Removal after Three Stages of Retreatment Procedure. *Braz Dent J*. 2015 Nov-Dec;26(6):612-8.
 13. Bernardes RA, Duarte MAH, Vivan RR, Alcalde MP, Vasconcelos BC, Bramante CM. Comparison of three retreatment techniques with ultrasonic activation in flattened canals using micro-computed tomography and scanning electron microscopy. *Int Endod J*. 2016 Sep;49(9):890-897.
 14. Martins MP, Duarte MA, Cavenago BC, Kato AS, da Silveira Bueno CE. Effectiveness of the ProTaper Next and Reciproc Systems in Removing Root Canal Filling Material with Sonic or Ultrasonic Irrigation: A Micro-computed Tomographic Study. *J Endod*. 2017 Mar;43(3):467-471.
 15. Rodrigues CT, Duarte MAH, Guimarães BM, Vivan RR, Bernardineli N. Comparison of two methods of irrigant agitation in the removal of residual filling material in retreatment. *Braz Oral Res*. 2017 Dec 18;31:e113.
 16. Kaloustian MK, Nehme W, El Hachem C, Zogheib C, Ghosn N, Michetti J, Naaman A, Diemer F. Evaluation of Two Shaping Systems and Two Ultrasonic Irrigation Devices in Removing Root Canal Filling Material from Mesial Roots of Mandibular Molars: A Micro CT Study. *Dent J (Basel)*. 2019 Jan 2;7(1).
 17. van der Sluis LW, Versluis M, Wu MK, Wesselink PR. Passive ultrasonic irrigation of the root canal: a review of the literature. *Int Endod J*. 2007 Jun;40(6):415-26.
 18. Rivera-Peña ME, Duarte MAH, Alcalde MP, Andrade FB, Vivan RR. A novel ultrasonic tip for removal of filling material in flattened/oval-shaped root canals: a microCT study. *Braz Oral Res*. 2018 Aug 13;32:e88.
 19. Rivera-Peña ME, Duarte MAH, Alcalde MP, Furlan RD, Só MVR, Vivan RR. Ultrasonic tips as an auxiliary method for the instrumentation of oval-shaped root canals. *Braz Oral Res*. 2019 Feb 11;33:e011.
 20. Duque JA, Duarte MA, Canali LC, Zancan RF, Vivan RR, Bernardes RA, Bramante CM. Comparative Effectiveness of New Mechanical Irrigant Agitating Devices for Debris Removal from the Canal and Isthmus of Mesial Roots of Mandibular Molars. *J Endod*. 2017 Feb;43(2):326-31.
 21. Kato AS, Cunha RS, Silveira Bueno CE, Pelegri RA, Fontana CE, de Martin AS. Investigation of the Efficacy of Passive Ultrasonic Irrigation Versus Irrigation
-

- with Reciprocating Activation: An Environmental Scanning Electron Microscopic Study. *J Endod.* 2016 Apr;42(4):659-63.
22. Alves FR, Marceliano-Alves MF, Sousa JC, Silveira SB, Provenzano JC, Siqueira JF 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.* 2016 Jul;42(7):1114-9.
23. Silva EJNL, Belladonna FG, Zuolo AS, Rodrigues E, Ehrhardt IC, Souza EM, De-Deus G. Effectiveness of XP-endo Finisher and XP-endo Finisher R in removing root filling remnants: a micro-CT study. *Int Endod J.* 2018 Jan;51(1):86-91.
24. Aksel H, Küçükkaya Eren S, Askerbeyli Örs S, Serper A, Ocak M, Çelik HH. Micro-CT evaluation of the removal of root fillings using the ProTaper Universal Retreatment system supplemented by the XP-Endo Finisher file. *Int Endod J.* 2019 Feb 4.
25. Campello AF, Almeida BM, Franzoni MA, Alves FRF, Marceliano-Alves MF, Rôças IN, Siqueira JF Jr, Provenzano JC. Influence of solvent and a supplementary step with a finishing instrument on filling material removal from canals connected by an isthmus. *Int Endod J.* 2019 May;52(5):716-724.
26. De-Deus G, Belladonna FG, Zuolo AS, Cavalcante DM, Carvalhal JCA, Simões-Carvalho M, Souza EM, Lopes RT, Silva EJNL. XP-endo Finisher R instrument optimizes the removal of root filling remnants in oval-shaped canals. *Int Endod J.* 2019 Jan 21.
27. Machado AG, Guilherme BPS, Provenzano JC, Marceliano-Alves MF, Gonçalves LS, Siqueira JF Jr, Neves MAS. Effects of preparation with the Self-Adjusting File, TRUShape and XP-endo Shaper systems, and a supplementary step with XP-endo Finisher R on filling material removal during retreatment of mandibular molar canals. *Int Endod J.* 2019 May;52(5):709-715.
28. Rödiger 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.* 2012 Jun;45(6):580-9.
29. Versiani MA, Pécora JD, Sousa-Neto MD. Flat-oval root canal preparation with self-adjusting file instrument: a micro-computed tomography study. *J Endod.* 2011 Jul;37(7):1002-7.
-

-
30. Pirani C, Pelliccioni GA, 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*. 2009 Oct;35(10):1433–40.
 31. Donnermeyer D, Bunne C, Schäfer E, Dammaschke T. Retreatability of three calcium silicate-containing sealers and one epoxy resin-based root canal sealer with four different root canal instruments. *Clin Oral Invest*. 2018 Mar;22(2):811–817.
 32. Bago I, Suk M, Katić M, Gabrić D, Anić I. Comparison of the effectiveness of various rotary and reciprocating systems with different surface treatments to remove gutta-percha and an epoxy resin-based sealer from straight root canals. *Int Endod J*. 2019 Jan;52(1):105–113.
 33. Zuolo AS, Mello JE Jr, Cunha RS, Zuolo ML, Bueno CE. Efficacy of reciprocating and rotary techniques for removing filling material during root canal retreatment. *Int Endod J*. 2013 Oct;46(10):947–53.
 34. Wu MK, Wesselink PR. A primary observation on the preparation and obturation of oval canals. *Int Endod J*. 2001 Mar;34(2):137–41.
 35. Rechenberg DK, Paqué F. Impact of cross-sectional root canal shape on filled canal volume and remaining root filling material after retreatment. *Int Endod J*. 2013 Jun;46(6):547–55.
 36. Ma J, Al-Ashaw AJ, Shen Y, Gao Y, Yang Y, Zhang C, Haapasalo M. Efficacy of ProTaper Universal Rotary Retreatment system for gutta-percha removal from oval root canals: a micro-computed tomography study. *J Endod*. 2012 Nov;38(11):1516–20.
 37. Müller GG, Schönhofen ÂP, Móra PM, Grecca FS, Só MV, Bodanezi A. Efficacy of an organic solvent and ultrasound for filling material removal. *Braz Dent J*. 2013 Nov-Dec;24(6):585–90.
 38. Barbizam JV, Fariniuk LF, Marchesan MA, Pecora JD, Sousa-Neto MD. Effectiveness of manual and rotary instrumentation techniques for cleaning flattened root canals. *J Endod*. 2002 May;28(5):365–6.
 39. Haapasalo, M, Shen, Y, Ricucci, D. Reasons for persistent and emerging post treatment endodontic disease. *Endod Top*. 2008 Mar;18(1):31– 50.
 40. Roggendorf MJ, Legner M, Ebert J, Fillery E, Frankenberger R, Friedman S. Micro-CT evaluation of residual material in canals filled with Activ GP or
-

- GuttaFlow following removal with NiTi instruments. *Int Endod J.* 2010 Mar;43(3):200-9.
41. Kunert GG, Camargo Fontanella VR, de Moura AA, Barletta FB. Analysis of apical root transportation associated with ProTaper Universal F3 and F4 instruments by using digital subtraction radiography. *J Endod.* 2010 Jun;36(6):1052-5.
42. Rached-Júnior FJ, Souza AM, Macedo LM, Raucci-Neto W, Baratto-Filho F, Silva BM, Silva-Sousa YT. Effect of root canal filling techniques on the bond strength of epoxy resin-based sealers. *Braz Oral Res.* 2016;30.
43. Horvath SD, Altenburger MJ, Naumann M, Wolkewitz M, Schirrmeister JF. Cleanliness of dentinal tubules following gutta-percha removal with and without solvents: a scanning electron microscopic study. *Int Endod J.* 2009 42(11):1032-8.
-
-

3 DISCUSSÃO

3 DISCUSSÃO

A etapa de desobturação é uma das mais importantes nos casos de reintervenção endodôntica, pois a permanência de resíduos de materiais obturadores e da smear layer gerada durante este processo, no sistema de canais radiculares, podem não só acumular microrganismos, como também podem vedar espaços onde a irrigação, a medicação intracanal e a nova obturação deveriam agir (Friedman et al., 2002; Torabinejad et al., 2002; Ricucci et al., 2009; Rossi-Fedele & Ahmad, 2017).

Diversos foram os recursos testados neste trabalho para remoção do material obturador dos canais radiculares, dentre eles: manuais, mecanizados e ultrassônicos, porém nenhum foi capaz de remover o material obturador por completo. Como principais fatores para tal resultado pode-se citar a anatomia interna dos dentes selecionados; a qualidade da obturação prévia; e as propriedades, mecanismos de ação e limitações de cada recurso testado (Siqueira JF, 2001). O método mais utilizado para analisar o volume de material obturador no interior de canais radiculares é por meio de MicroCT, que gera reproduções em 3D dos dentes em alta resolução, e de forma não-destrutiva, permitindo calcular a porcentagem de material antes e após as reintervenções (Bernardes et al., 2016; Crozeta et al., 2016; Rossi-Fedele & Ahmad, 2017; Rivera-Peña et al., 2018; Silva et al., 2018; Kaloustian et al., 2019).

A utilização de incisivos inferiores neste trabalho se deve ao desafio de se realizar um preparo biomecânico eficiente em dentes com canais ovalados e achatados no sentido mesio-distal, uma vez que as paredes vestibular e lingual muitas vezes não são tocadas, por conta do preparo circular promovido pelos instrumentos (Versiani et al., 2011; Ma et al., 2012; Rechenberg & Paqué, 2012; Müller et al., 2013; Bernardes et al., 2016). Estas áreas de recesso não-instrumentadas podem conter desde restos de tecidos e debris dentinários até material obturador condensado, e que se não limpas podem influenciar negativamente no prognóstico da reintervenção (Wu & Wesselink, 2001; Barbizam et al., 2002; Rechenberg & Paqué, 2012). A obturação realizada neste trabalho foi por meio da técnica de condensação lateral com guta-percha e cimento resinoso, cuja combinação de técnica com o tipo de material obturador utilizado apresenta ótima propriedade adesiva (Pirani et al., 2009; Rached-Júnior et al., 2016), o que pode também ter influenciado no desempenho dos

protocolos testados na remoção desses materiais, como demonstrado em outros trabalhos (Müller et al., 2013).

Atualmente, não há sistema de instrumentos capaz de remover completamente os materiais obturadores do interior dos canais radiculares (Donnermeyer et al., 2018; Bago et al., 2019). Utilizando-se sistemas reciprocantes para desobturação dos canais, tem-se demonstrado em estudos, porcentagens de remoção de materiais obturadores entre 84-96% (Zuolo et al., 2013; Alves et al., 2016; Bernardes et al., 2016; Bago et al., 2019; Kaloustian et al. 2019), resultados semelhantes aos encontrados neste estudo (91-96%). Desta forma sugere-se a aplicação de protocolos de limpeza suplementar, com o propósito de eliminar ou reduzir a quantidade deste material remanescente do sistema de canais radiculares, de forma então a garantir um maior controle microbiano (Wu & Wesselink, 2001; Rossi-Fedele & Ahmad, 2017).

Dentre os recursos suplementares testados neste trabalho para remoção de material obturador do canal radicular, o único que promoveu redução significativa do volume total de material obturador inicial foi o Flatsonic, com valor de mediana de 98,43%. A ação do Flatsonic não é passiva como na PUI, ou seja, há ação da ponta contra as paredes do canal, que por sua vez permite maior contato do inserto contra os materiais aderidos às paredes dentinárias, além disso seu design permite agir em áreas de achatamento, como geralmente encontradas nos terços cervical e médio de canais achatados, onde o inserto apresentou melhores resultados (Wu & Wesselink, 2001; Rivera-Peña et al., 2018, 2019). Em relação ao terço apical, a diferença entre o diâmetro do instrumento que realizou a reintervenção no canal (0,40 mm) e o diâmetro da ponta do inserto (0,20 mm) pode não ter sido o suficiente para o inserto agir de forma eficiente e promover maior remoção dos restos de materiais obturadores deste terço.

Além das áreas de recessos, os milímetros finais do terço apical também foram as áreas onde houve maior volume material obturador remanescente analisado em MicroCT, tanto após a desobturação com sistema reciprocante, como após a utilização dos recursos suplementares de remoção. Dentre os grupos testados neste estudo, o sistema XP-endo Finisher R foi o que apresentou maior porcentagem de remoção de material obturador remanescente no terço apical (30,99%). A

porcentagem de redução de material obturador remanescente total encontrada neste estudo, pelo instrumento XP-endo Finisher R, corrobora com a encontrada em outros trabalhos (Campello et al., 2018; Machado et al., 2018; De-Deus et al., 2019). A eficiência deste instrumento pode ser atribuída às características da liga metálica, ao seu design e ao seu mecanismo de ação, que permitem maior toque das paredes do canal de forma segura e resistente (Machado et al., 2018; Silva et al., 2018).

Outro instrumento que tem como princípio a otimização da limpeza por agitação da solução irrigadora e que também possui toque seguro das paredes dentinárias é o Easy Clean (Kato et al., 2014; Duque et al., 2017). Em relação à limpeza suplementar, o trabalho de Rodrigues et al. (2017) demonstrou que houve melhora na remoção de material obturador dos canais radiculares com o uso do Easy Clean, ao contrário dos resultados encontrados no presente estudo. Isto pode ser devido à maior complexidade anatômica dos canais usados neste trabalho, além de se ter utilizado um cimento resinoso, que apresenta maior adesão às paredes dentinárias em relação a um a base de óxido de zinco e eugenol, como utilizado no trabalho de Rodrigues et al. (2017).

Embora alguns trabalhos tenham relatado bons resultados com a utilização da PUI para remoção de restos de materiais obturadores (Cavenago et al., 2014; Bernardes et al., 2016; Rodrigues et al., 2017), o presente estudo não demonstrou maior eficiência para a mesma função, concordando com outros estudos (Da Rosa et al., 2015; Barreto et al., 2016; Martins et al., 2017; Kaloustian et al., 2019). Por outro lado, quando analisado em MEV, a PUI apresentou ótima limpeza de smear layer ao longo do canal, principalmente do terço apical, considerado o mais crítico. Estes resultados com a PUI se devem ao fato de que este recurso trabalha sobre ação passiva, isto é, sem toque nas paredes, não gerando mais debris dentinários (van der Sluis et al., 2007). Além disso a otimização do fluxo do irrigante pelo canal radicular e a formação de cavitação, ou seja de bolhas que colidem contra as paredes dentinárias, geradas pela agitação do inserto, também podem ter auxiliado na remoção da smear layer (van der Sluis et al., 2007), mas não dos materiais obturadores que se apresentavam mais aderidos às paredes dentinárias (Müller et al., 2013).

A microscopia eletrônica de varredura é uma técnica eficiente para analisar detalhadamente a limpeza das paredes dentinárias do canal radicular, pois este recurso é capaz de demonstrar em alta resolução a presença de smear layer, debris dentinários, irregularidades e exposição de túbulos dentinários sobre a superfície dentinária (Pirani et al., 2009). A limpeza da superfície dentinária somada a maior exposição de túbulos dentinários se mostram fatores determinantes para a garantia de uma maior desinfecção e melhor obturação do canal radicular (Vieira et al., 2012). Neste estudo foram realizadas imagens em MEV dos diferentes terços das paredes dentinárias vestibulares e lingual dos canais radiculares, que são as mais difíceis de limpar neste grupo de dentes (Versiani et al., 2011). A PUI apresentou os melhores scores de limpeza ao longo do canal radicular, com maior remoção de smear layer e maior exposição de túbulos dentinários, enquanto que os grupos Easy Clean e Agitação Convencional apresentaram os piores resultados. No terço apical, considerado o mais crítico (Haapasalo et al., 2008), houve maior limpeza e exposição de túbulos dentinários quando se utilizou o XP-endo Finisher R ou PUI, e o mesmo foi encontrado para o terço cervical. Já no terço médio houve maior limpeza da superfície dentinária e exposição de túbulos, quando se utilizou PUI e Clearsonic.

O inserto ultrassônico Clearsonic apresentou bom resultado quanto a remoção de restos de materiais obturadores do terço cervical. No entanto, não teve a mesma eficiência no terço apical, pois o diâmetro da sua parte ativa de 0,50 mm não o permitiu alcançar ou agir no terço apical, que foi desobturado com um instrumento de diâmetro 0,40 mm. O mesmo é demonstrado no trabalho de Rivera-Peña (2018).

A dilatação do canal radicular em casos de reintervenção é sugerida realizar com instrumentos de no mínimo dois diâmetros acima do realizado no preparo inicial (Müller et al., 2013; Rodrigues et al., 2017). Este fator pode interferir no volume de material obturador removido dos canais radiculares (Pirani et al., 2009; Roggendorf et al., 2010; Bago et al., 2019), principalmente no terço apical (Roggendorf et al., 2010; Müller et al., 2013; Rodrigues et al., 2017). No presente estudo, a dilatação do canal radicular foi realizada com apenas um instrumento de um diâmetro acima do preparo inicial, o que pode ter influenciado no volume de material remanescente no terço apical. Em contrapartida, outros trabalhos citam os riscos de se dilatar mais o canal radicular com a possibilidade de ocorrer desvios e transporte do canal (Kunert et al., 2010), ou até uma fratura radicular (Siqueira et al., 2014).

Nenhum solvente foi utilizado em nenhuma etapa da desobturação, a fim de minimizar as variáveis envolvidas neste estudo (Kaloustian et al., 2019). Além disso estudos demonstram que não há aumento da eficácia durante a desobturação quando se usado solvente, pelo contrário, há a formação de uma camada de material obturador sobre a superfície dentinária de difícil detecção e remoção, além do amolecimento e escoamento do material em regiões de difícil acesso (Horvath et al., 2009; Pirani et al., 2009; Ma et al., 2012; Campello et al., 2018).

Assim como demonstrado neste estudo, nos casos de reintervenção é de fundamental importância a realização de uma limpeza suplementar para remoção de materiais obturadores dos canais radiculares. Contudo, analisando em MicroCT e em MEV, nenhum dos recursos suplementares testados removeu restos de materiais obturadores e promoveu limpeza da superfície dentinária simultaneamente. Além disso, neste estudo foi aumentado o número de renovações e agitações da solução irrigadora comparado aos protocolos utilizados nos outros trabalhos, e mesmo assim não houve maior eficácia de limpeza dos canais radiculares. Portanto, a fim de adequar os canais radiculares a uma nova obturação de qualidade, sugere-se a criação de protocolos, associando mais de um recurso de limpeza nos casos de reintervenção endodôntica.

4 CONCLUSÕES

4 CONCLUSÕES

Nenhum dos protocolos suplementares de limpeza foi capaz de remover todo o material obturador residual do interior dos canais radiculares de morfologia achatada.

Na análise em microCT, o inserto Flatsonic se mostrou mais eficiente para redução do volume de resíduos de materiais obturadores nos terços cervical e médio, enquanto que o instrumento XP-endo Finisher R apresentou melhor resultado na remoção destes resíduos no terço apical.

Na análise em MEV, a PUI apresentou melhor limpeza da superfície dentinária em todos os terços do canal radicular, com grande exposição de túbulos dentinários.

REFERÊNCIAS

REFERÊNCIAS

1. Friedman S, Stabholz A. Endodontic retreatment-case selection and technique. Part 1: Criteria for case selection. *J Endod*. 1986 Jan;12(1):28-33.
 2. Siqueira JF Jr, Rôças IN, Ricucci D, Hülsmann M. Causes and management of post-treatment apical periodontitis. *Br Dent J*. 2014 Mar;216(6):305-12.
 3. Ricucci D, Siqueira JF Jr, Bate AL, Pitt Ford TR. Histologic investigation of root canal-treated teeth with apical periodontitis: a retrospective study from twenty-four patients. *J Endod*. 2009 Apr;35(4):493-502.
 4. Vieira AR, Siqueira JF Jr, Ricucci D, Lopes WS. Dentinal tubule infection as the cause of recurrent disease and late endodontic treatment failure: a case report. *J Endod*. 2012 Feb;38(2):250-4.
 5. Rossi-Fedele G, Ahmed HM. Assessment of Root Canal Filling Removal Effectiveness Using Micro-computed Tomography: A Systematic Review. *J Endod*. 2017 Apr;43(4):520-526.
 6. Friedman S, Stabholz A, Tamse A. Endodontic retreatment--case selection and technique. Part 3: Retreatment techniques. *J Endod*. 1990 Nov;16(11):543-9.
 7. Barreto MS, Rosa RA, Santini MF, Cavenago BC, Duarte MA, Bier CA, Só MV. Efficacy of ultrasonic activation of NaOCl and orange oil in removing filling material from mesial canals of mandibular molars with and without isthmus. *J Appl Oral Sci*. 2016 Jan-Feb;24(1):37-44.
 8. Crozeta BM; Silva-Sousa YT; Leoni GB; Mazzi-Chaves JF; Fantinato T; Baratto-Filho F; Sousa-Neto MD. Micro-Computed Tomography Study of Filling Material Removal from Oval-shaped Canals by Using Rotary, Reciprocating and Adaptive Motion Systems. *J. Endod*. 2016 May;42(5) :793–7.
 9. Friedman S. Considerations and concepts of case selection in the management of post-treatment endodontic disease (treatment failure). *Endod Top*. 2002 Mar;1: 54–78.
 10. Torabinejad M, Handysides R, Khademi AA, Bakland LK. Clinical implications of the smear layer in endodontics: a review. *Oral Surg Oral Med Oral Pathol Oral Radiol Endod*. 2002 Dec;94(6):658-66.
-

11. Cavenago BC, Ordinola-Zapata R, Duarte MA, del Carpio-Perochena AE, Villas-Bôas MH, Marciano MA, Bramante CM, Moraes IG. Efficacy of xylene and passive ultrasonic irrigation on remaining root filling material during retreatment of anatomically complex teeth. *Int Endod J*. 2014 Nov;47(11):1078-83.
 12. Da Rosa RA, Santini MF, Cavenago BC, Pereira JR, Duarte MA, Só MV. Micro-CT Evaluation of Root Filling Removal after Three Stages of Retreatment Procedure. *Braz Dent J*. 2015 Nov-Dec;26(6):612-8.
 13. Bernardes, R.A.; Duarte, M.A.H.; Vivan, R.R.; Alcalde, M.P.; Vasconcelos, B.C.; Bramante, C.M. Comparison of three retreatment techniques with ultrasonic activation in flattened canals using micro-computed tomography and scanning electron microscopy. *Int. Endod. J*. 2016, 49, 890–897.
 14. Martins, M.P.; Duarte, M.A.; Cavenago, B.C.; Kato, A.S.; da Silveira Bueno, C.E. Effectiveness of the ProTaper Next and Reciproc Systems in Removing Root Canal Filling Material with Sonic or Ultrasonic Irrigation: A Micro-computed Tomographic Study. *J. Endod*. 2017, 43, 467–471.
 15. Rodrigues CT, Duarte MAH, Guimarães BM, Vivan RR, Bernardineli N. Comparison of two methods of irrigant agitation in the removal of residual filling material in retreatment. *Braz Oral Res*. 2017 Dec 18;31:e113.
 16. Kaloustian MK, Nehme W, El Hachem C, Zogheib C, Ghosn N, Michetti J, Naaman A, Diemer F. Evaluation of Two Shaping Systems and Two Ultrasonic Irrigation Devices in Removing Root Canal Filling Material from Mesial Roots of Mandibular Molars: A Micro CT Study. *Dent J (Basel)*. 2019 Jan 2;7(1).
 17. van der Sluis LW, Versluis M, Wu MK, Wesselink PR. Passive ultrasonic irrigation of the root canal: a review of the literature. *Int Endod J*. 2007 Jun;40(6):415-26.
 18. Rivera-Peña ME, Duarte MAH, Alcalde MP, DE Andrade FB, Vivan RR. A novel ultrasonic tip for removal of filling material in flattened/oval-shaped root canals: a microCT study. *Braz Oral Res*. 2018 Aug 13;32:e88.
 19. Rivera-Peña ME, Duarte MAH, Alcalde MP, Furlan RD, Só MVR, Vivan RR. Ultrasonic tips as an auxiliary method for the instrumentation of oval-shaped root canals. *Braz Oral Res*. 2019 Feb 11;33:e011.
 20. Duque JA, Duarte MA, Canali LC, Zancan RF, Vivan RR, Bernardes RA, Bramante CM. Comparative Effectiveness of New Mechanical Irrigant Agitating Devices for Debris Removal from the Canal and Isthmus of Mesial Roots of Mandibular Molars. *J Endod*. 2017 Feb;43(2):326-31.
-

21. Kato AS, Cunha RS, da Silveira Bueno CE, Pelegrine RA, Fontana CE, de Martin AS. Investigation of the Efficacy of Passive Ultrasonic Irrigation Versus Irrigation with Reciprocating Activation: An Environmental Scanning Electron Microscopic Study. *J Endod*. 2016 Apr;42(4):659-63.
 22. Alves FR, Marceliano-Alves MF, Sousa JC, Silveira SB, Provenzano JC, Siqueira JF 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*. 2016 Jul;42(7):1114-9.
 23. Silva EJNL, Belladonna FG, Zuolo AS, Rodrigues E, Ehrhardt IC, Souza EM, De-Deus G. Effectiveness of XP-endo Finisher and XP-endo Finisher R in removing root filling remnants: a micro-CT study. *Int Endod J*. 2018 Jan;51(1):86-91.
 24. Aksel H, Küçükkaya Eren S, Askerbeyli Örs S, Serper A, Ocak M, Çelik HH. Micro-CT evaluation of the removal of root fillings using the ProTaper Universal Retreatment system supplemented by the XP-Endo Finisher file. *Int Endod J*. 2019 Feb 4.
 25. Campello AF, Almeida BM, Franzoni MA, Alves FRF, Marceliano-Alves MF, Rôças IN, Siqueira JF Jr, Provenzano JC. Influence of solvent and a supplementary step with a finishing instrument on filling material removal from canals connected by an isthmus. *Int Endod J*. 2019 May;52(5):716-724.
 26. De-Deus G, Belladonna FG, Zuolo AS, Cavalcante DM, Carvalhal JCA, Simões-Carvalho M, Souza EM, Lopes RT, Silva EJNL. XP-endo Finisher R instrument optimizes the removal of root filling remnants in oval-shaped canals. *Int Endod J*. 2019 Jan 21.
 27. Machado AG, Guilherme BPS, Provenzano JC, Marceliano-Alves MF, Gonçalves LS, Siqueira JF Jr, Neves MAS. Effects of preparation with the Self-Adjusting File, TRUShape and XP-endo Shaper systems, and a supplementary step with XP-endo Finisher R on filling material removal during retreatment of mandibular molar canals. *Int Endod J*. 2019 May;52(5):709-715.
 28. Rödiger 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*. 2012 Jun;45(6):580-9.
 29. Versiani MA, Pécora JD, de Sousa-Neto MD. Flat-oval root canal preparation with self-adjusting file instrument: a micro-computed tomography study. *J Endod*. 2011 Jul;37(7):1002-7.
-

30. Pirani C, Pelliccioni GA, Marchionni S, Montebugnoli L, Piana G, Prati C. Effectiveness of three different retreatment techniques in canals filled with compacted gutta-percha or Thermanfil: a scanning electron microscope study. *J Endod.* 2009 Oct;35(10):1433–40.
 31. Siqueira JF Jr. Aetiology of root canal treatment failure: why well-treated teeth can fail. *Int Endod J.* 2001 Jan;34(1):1-10.
 32. Ma J, Al-Ashaw AJ, Shen Y, Gao Y, Yang Y, Zhang C, Haapasalo M. Efficacy of ProTaper Universal Rotary Retreatment system for gutta-percha removal from oval root canals: a micro-computed tomography study. *J Endod.* 2012 Nov;38(11):1516-20.
 33. Rechenberg DK, Paqué F. Impact of cross-sectional root canal shape on filled canal volume and remaining root filling material after retreatment. *Int Endod J.* 2013 Jun;46(6):547-55.
 34. Wu MK, Wesselink PR. A primary observation on the preparation and obturation of oval canals. *Int Endod J.* 2001 Mar;34(2):137-41.
 35. Barbizam JV, Fariniuk LF, Marchesan MA, Pecora JD, Sousa-Neto MD. Effectiveness of manual and rotary instrumentation techniques for cleaning flattened root canals. *J Endod.* 2002 May;28(5):365-6.
 36. Rached-Júnior FJ, Souza AM, Macedo LM, Raucci-Neto W, Baratto-Filho F, Silva BM, Silva-Sousa YT. Effect of root canal filling techniques on the bond strength of epoxy resin-based sealers. *Braz Oral Res.* 2016;30.
 37. Horvath SD, Altenburger MJ, Naumann M, Wolkewitz M, Schirrmeister JF. Cleanliness of dentinal tubules following gutta-percha removal with and without solvents: a scanning electron microscopic study. *Int Endod J.* 2009 42(11):1032-8.
 38. Donnermeyer D, Bunne C, Schäfer E, Dammaschke T. Retreatability of three calcium silicate-containing sealers and one epoxy resin-based root canal sealer with four different root canal instruments. *Clin Oral Invest.* 2018 Mar;22(2):811–817.
 39. Bago I, Suk M, Katić M, Gabrić D, Anić I. Comparison of the effectiveness of various rotary and reciprocating systems with different surface treatments to remove gutta-percha and an epoxy resin-based sealer from straight root canals. *Int Endod J.* 2019 Jan;52(1):105-113.
-

40. Zuolo AS, Mello JE Jr, Cunha RS, Zuolo ML, Bueno CE. Efficacy of reciprocating and rotary techniques for removing filling material during root canal retreatment. *Int Endod J*. 2013 Oct;46(10):947-53.
 41. Müller GG, Schönhofen ÂP, Móra PM, Grecca FS, Só MV, Bodanezi A. Efficacy of an organic solvent and ultrasound for filling material removal. *Braz Dent J*. 2013 Nov-Dec;24(6):585-90.
 42. Haapasalo, M, Shen, Y, Ricucci, D. Reasons for persistent and emerging post treatment endodontic disease. *Endod Top*. 2008 Mar;18(1):31– 50.
 43. Roggendorf MJ, Legner M, Ebert J, Fillery E, Frankenberger R, Friedman S. Micro-CT evaluation of residual material in canals filled with Activ GP or GuttaFlow following removal with NiTi instruments. *Int Endod J*. 2010 Mar;43(3):200-9.
 44. Kunert, G.G.; Camargo Fontanella, V.R.; de Moura, A.A.; Barletta, F.B. Analysis of apical root transportation associated with ProTaper Universal F3 and F4 instruments by using digital subtraction radiography. *J. Endod*. 2010 Jun;36(6):1052–5.
-
-

ANEXO

Anexo 1 – Aprovação Comitê de Ética

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

Título da Pesquisa: Comparação de novos protocolos de limpeza final na remoção de resíduos de materiais obturadores de canais radiculares com morfologia achatada

Pesquisador: ARTHUR COSTA LEMOS

Área Temática:

Versão: 1

CAAE: 84323817.1.0000.5417

Instituição Proponente: Universidade de São Paulo

Patrocinador Principal: Financiamento Próprio

DADOS DO PARECER

Número do Parecer: 2.576.214

Apresentação do Projeto:

Projeto da área de Endodontia voltado à análise de novas tecnologias.

Objetivo da Pesquisa:**Objetivo Primário:**

objetivo do presente estudo é comparar a eficiência de novos protocolos de limpeza final na remoção de restos de materiais obturadores do sistema de canais radiculares.

O objetivo geral deste estudo será comparar e avaliar em microtomografia computadorizada, a eficiência de novos protocolos de limpeza final (XPendo

Finisher, XP-endo Finisher R, XP-endo Shaper, Easy Clean, EndoActivator, Waterpik Power Flosser e PUI), na remoção de resíduos de materiais obturadores do sistema de canais radiculares, através do cálculo da porcentagem de materiais remanescentes nessas áreas

Objetivo Secundário:

Os objetivos específicos deste estudo serão:

1. Avaliar comparativamente a eficiência dos sistemas XP-endo Finisher, XP-endo Finisher R e XP-endo Shaper na limpeza de canais com morfologia achatada.

Endereço: DOUTOR OCTAVIO PINHEIRO BRISOLLA 75 QUADRA 9

Bairro: VILA NOVA CIDADE UNIVERSITÁRIA **CEP:** 17.013-901

UF: SP **Município:** BAURU

Telefone: (14)3235-6358

Fax: (14)3235-6358

E-mail: cep@fob.usp.br

**USP - FACULDADE DE
ODONTOLOGIA DE BAURU DA
USP**

Contribuição ao Parecer: 2.376.214

2. Comparar a eficiência de dois dispositivos sônicos na remoção de resíduos de materiais obturadores dos canais.

Avaliação dos Riscos e Benefícios:

mínimos

Comentários e Considerações sobre a Pesquisa:

Pesquisa relevante, com alto potencial de contribuição ao avanço do conhecimento na área em questão.

Considerações sobre os Termos de apresentação obrigatória:

Em conformidade com as normas éticas

Recomendações:

Não há

Conclusões ou Pendências e Lista de Inadequações:

Não há pendências.

Considerações Finais a critério do CEP:

Esse projeto foi considerado APROVADO na reunião ordinária do CEP de 14/03/2018, com base nas normas éticas da Resolução CNS 466/12. Ao término da pesquisa o CEP-FOB/USP exige a apresentação de relatório final. Os relatórios parciais deverão estar de acordo com o cronograma e/ou parecer emitido pelo CEP. Alterações na metodologia, título, inclusão ou exclusão de autores, cronograma e quaisquer outras mudanças que sejam significativas deverão ser previamente comunicadas a este CEP sob risco de não aprovação do relatório final. Quando da apresentação deste, deverão ser incluídos todos os TCLEs e/ou termos de doação assinados e rubricados, se pertinentes.

Este parecer foi elaborado baseado nos documentos abaixo relacionados:

Tipo Documento	Arquivo	Postagem	Autor	Situação
Informações Básicas do Projeto	FB_INFORMAÇÕES_BÁSICAS_DO_PROJETO_990224.pdf	30/01/2018 19:04:18		Aceito
Declaração de Pesquisadores	DeclaraçãoCompromissoPesquisadorResponsavel1.pdf	30/01/2018 19:03:15	ARTHUR COSTA LEMOS	Aceito
Declaração de Pesquisadores	QuestionarioTecnicoPesquisador1.pdf	18/11/2017 15:29:51	ARTHUR COSTA LEMOS	Aceito
Declaração de Instituições	CartaEncaminhamentoTermoAquisicaoDepartamento1.pdf	18/11/2017 15:09:26	ARTHUR COSTA LEMOS	Aceito

Endereço: DOUTOR OCTAVIO PINHEIRO BRISOLLA 75 QUADRA 9
Bairro: VILA NOVA CIDADE UNIVERSITÁRIA CEP: 17.012-901
UF: SP Município: BAURU
Telefone: (14)3235-8358 **Fax:** (14)3235-8355 **E-mail:** cep@fob.usp.br

**USP - FACULDADE DE
ODONTOLOGIA DE BAURU DA
USP**

Continuação do Parecer: 115/13.144

Infraestrutura	CartaEncaminhamentoTermoAquesceen ciaDepartamento1.pdf	18/11/2017 15:09:26	ARTHUR COSTA LEMONS	Acerto
Projeto Detalhado / Brochura Investigador	projeto_pesquisa.pdf	21/09/2017 11:20:27	ARTHUR COSTA LEMONS	Acerto
TCLE / Termos de Assentimento / Justificativa de Ausência	termo_cessao_dentes2.pdf	21/09/2017 11:18:12	ARTHUR COSTA LEMONS	Acerto
TCLE / Termos de Assentimento / Justificativa de Ausência	termo_cessao_dentes.pdf	21/09/2017 11:17:48	ARTHUR COSTA LEMONS	Acerto
Folha de Rosto	folha_de_rostro.pdf	21/09/2017 11:16:28	ARTHUR COSTA LEMONS	Acerto

Situação do Parecer:

Aprovado

Necessita Avaliação da CONEP:

Não

BAURU, 03 de Abril de 2018

Assinado por:

**Ana Lúcia Pompêia Fraga de Almeida
(Coordenador)**

Endereço: DOUTOR OCTAVIO PINHEIRO BRISOLLA 75 QUADRA B

Bairro: VILA NOVA CIDADE UNIVERSITARIA **CEP:** 17.012-901

UF: SP **Município:** BAURU

Telefone: (14)3235-8356

Fax: (14)3235-8356

E-mail: cep@fob.usp.br