

UNIVERSIDADE DE SÃO PAULO
FACULDADE DE ODONTOLOGIA DE BAURU

LETYCIA ACCIOLY SIMÕES COELHO

**Supplementary steps for shaping oval root canals using an
abrasive-expanding system**

**Passos complementares para modelagem de canais ovais
usando um sistema abrasivo-expansivo**

BAURU
2022

LETYCIA ACCIOLY SIMÕES COELHO

**Supplementary steps for shaping oval root canals using an
abrasive-expanding system**

**Passos complementares para modelagem de canais ovais
usando um sistema abrasivo-expansivo**

Dissertação apresentada a Faculdade de Odontologia de Bauru, Universidade de São Paulo, para obtenção do título de Mestre em Ciências no Programa de Ciências Odontológicas Aplicadas, na área de concentração Endodontia.

Orientador: Prof. Dr. Rodrigo Ricci Vivan

Versão corrigida

BAURU
2022

Coelho, Letycia Accioly Simões Coelho
Passos complementares para modelagem de
canais ovais usando um sistema abrasivo-
expansivo / Letycia Accioly Simões Coelho-- Bauru,
2022.

51 p. : il. ; 31 cm.

Dissertação (mestrado) -- Faculdade de
Odontologia de Bauru, Universidade de São Paulo,
2022.

Orientador: Prof. Dr. Rodrigo Ricci Vivan

Nota: A versão original desta dissertação/tese encontra-se disponível no Serviço de Biblioteca e Documentação da Faculdade de Odontologia de Bauru – FOB/USP.

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

1 de abril de 2022

Letycia Accioly Simões Coelho

Comitê de Ética da FOB-USP
Protocolo nº: 42281921.3.0000.5417
Data: 17/02/2021

FOLHA DE APROVAÇÃO

Universidade de São Paulo
Faculdade de Odontologia de Bauru
Assistência Técnica Acadêmica
Serviço de Pós-Graduação



FOLHA DE APROVAÇÃO


Dissertação apresentada e defendida por
LETYCIA ACCIOLY SIMÕES COELHO
e aprovada pela Comissão Julgadora
em 04 de maio de 2022.





Prof. Dr. **FELIPE GONÇALVES BELLADONNA**
UFF



Prof. Dr. **JOSÉ FREITAS SIQUEIRA JUNIOR**
UGR

Prof. Dr. **MARCO ANTONIO HUNGARO DUARTE**
FOB-USP

Prof. Dr. **RODRIGO RICCI VIVAN**
Presidente da Banca
FOB - USP


Prof. Dr. Marco Antonio Hungaro Duarte
Presidente da Comissão de Pós-Graduação
FOB-USP

 Al. Dr. Octávio Pinheiro Brisolla, 9-75 | Bauru-SP | CEP 17012-901 | C.P. 73
 <https://posgraduacao.fob.usp.br>
 14 | 3235-8223 / 3226-6097 / 3226-6096
 posgrad@fob.usp.br

 [posgraduacaofobusp](#)
 [@posgradfobusp](#)
 [fobuspoficial](#)
 [@Fobpos](#)

DEDICATÓRIA

Dedico esta dissertação àqueles que nunca mediram esforços para que eu tivesse as melhores oportunidades de estudo, que me mostraram a importância da educação e o valor do conhecimento e que tornaram possível todas as minhas conquistas. Dedico essa dissertação aos meus pais e aos meus avós.

AGRADECIMENTOS

Agradeço aos meus pais, Cristina e Ricardo, que sempre colocaram meus sonhos em primeiro lugar, tornando os seus sonhos também. Que me corrigiram, me ensinaram e me apoiaram, tornando tudo isso possível. Obrigada por serem tão presentes na minha vida e se desdobrarem para permitir que eu seja quem eu quero ser. Amo muito vocês!

Agradeço a minha irmã e melhor amiga, Talytha, que sempre esteve ao meu lado e que torna qualquer momento ao seu lado uma preciosidade. Distância nenhuma vai mudar o que temos e tempo nenhum vai ser suficiente para compensar todo o tempo que ficamos longe. Obrigada também por trazer tanta felicidade para nossa família com o Noah, ele transformou o que nós nem sabíamos que precisávamos. Amo muito vocês!

Agradeço também ao meu querido cunhado, Patrick. Obrigada por todo carinho, por me ajudar sempre que eu tenho alguma dúvida nas traduções e por cuidar tão bem da minha irmã e ser tão presente para ela quando a distância não nos deixa. Sou muito grata a você.

Agradeço também aos meus avós que tanto amo e que me criaram, apoiaram e sempre incentivaram meus estudos e por isso possibilitaram que eu conseguisse chegar até aqui. Em especial a minha avó Milena, que nunca mediu esforços para me fazer feliz e esteve comigo sempre que eu precisei, sinto sua falta todos os dias.

Agradeço as minhas amigas Carolina Canello, Gabriela Braga, Priscila Pereira, Isabela Carnahyba e Gabriela Santana por estarem presentes em todas as fases da minha vida sempre torcendo por mim, aplaudindo minhas conquistas e me confortando nas derrotas. Obrigada pelo apoio de todos esses anos. Amo vocês!

Agradeço aos meus amigos da graduação, que se tornaram minha família e que fazem os meus dias, até hoje, mais alegres e completos. Obrigada por me fazerem tão feliz e por exporem a minha melhor versão. Em especial, quero agradecer a Lais Marega e Gabriela Sodré por dividirem os dias comigo nesses dois anos, por fazerem questão de saber como tinha sido meu dia e tudo que eu estava conquistando, sempre vibrando a cada passo. Obrigada por todos os conselhos, risadas, conversas e momentos. Vocês tornaram essa trajetória mais leve, amo muito vocês!

Aos meus amigos de turma de mestrado Marco Dezotti Luiz, Thalita Dourado

e Mirela Barros por terem compartilhado essa experiência e dividido tanto conhecimento. Em especial quero agradecer a Mirela Barros, por todas conversas e desabafos. Você é uma pessoa muito querida e especial pra mim, que sempre esteve disposta a me ajudar, sou muito grata por ter te conhecido! Estou aqui sempre que você precisar!

Tive a sorte de conviver com muitos pós-graduandos durante esses dois anos: Vanessa Marques, Leticia Conti, Renan Furlan, Pedro Calefi, Paulo Jara, Talita Tartari, Arthur Lemos, German Diaz e Larissa Borges. Obrigada por todo o acolhimento e por sempre estarem dispostos a me ajudar.

Agradeço também a minha querida amiga Gabriela Piai. Você foi um anjo e uma luz pra mim. Me aconselhou e ajudou a me preparar para a prova, me ajudou e acalmou durante todos os problemas que tive durante o mestrado e vibrou com as minhas conquistas. Obrigada por ter sempre paciência, estar tão disposta a me ensinar, compartilhar sua experiência, fazer questão de ser e estar presente. Ter você do meu lado fez toda a diferença, você foi apoio, suporte e calma. Amo muito você!

Agradeço aos meus orientados de iniciação científica Arthur Weckwerth e Jennifer Naito por acreditarem e confiarem em mim. Obrigada por me permitirem ensiná-los e orientá-los e por vocês me ensinarem tanto. Tive a sorte de conviver com duas pessoas tão inteligentes, pacientes e prestativas. Que acreditem em vocês o tanto que eu acredito!

Aos Profs. Drs. Murilo Alcalde e Augusto Kato por disponibilizarem seu tempo para me ensinar e ajudar, dar dicas e conselhos que foram muito importantes para a realização desse trabalho. Sou muito grata a vocês!

Agradeço aos Profs. Drs. Marco Antonio Hungaro Duarte e Leonardo Rigoldi Bonjardim. Ter tido a oportunidade de conviver e aprender com vocês foi um privilégio. Vocês são exemplos de professores e pesquisadores, e vou levar sempre comigo todo o conhecimento compartilhado. Obrigada por sempre estarem disponíveis e de prontidão para me ajudar e auxiliar!

E por fim, ao meu orientador Prof. Dr. Rodrigo Ricci Vivan. Ele que foi por muitas vezes também meu amigo e conselheiro. Obrigada por todas as oportunidades que você me deu, por confiar em mim, por sempre estar disposto a me ouvir, me ajudar, me apoiar. Obrigada por tudo, principalmente por ter paciência e disponibilidade para me orientar e por tudo que você me ensinou durante o

mestrado, estágio no seu consultório e conversas! Não tenho palavras pra demonstrar a gratidão e admiração por você.

Ao Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico (CNPq) pelo apoio financeiro para realização da presente pesquisa (Protocolo nº: 42281921.3.0000.5417)

À Faculdade de Odontologia de Bauru (FOB-USP), na pessoa da diretora Prof^a. Dr^a. Marília Afonso Rabelo Buzalaf e do vice-diretor Prof. Dr. Carlos Ferreira dos Santos.

“Que nada nos defina, que nada nos sujeite. Que a liberdade seja a nossa própria substância, já que viver é ser livre”

Simone de Beauvoir

RESUMO

O objetivo desse estudo foi comparar a capacidade de desbridamento entre os sistemas XP-endo Finisher e Tornado Disinfection Kit durante a agitação da solução irrigadora após o preparo conservador do canal radicular oval de incisivos inferiores. 39 incisivos inferiores pareados em comprimento, volume e configuração após escaneamento inicial em microtomografia computadorizada, foram instrumentados com lima de NiTi ProDesign Logic 2 (25.05) em movimento rotatório. Após a instrumentação, os dentes foram novamente escaneados e divididos aleatoriamente em 3 grupos (n=13), em acordo com o protocolo de agitação da solução irrigadora: G1= Irrigação convencional; G2= Tornado Disinfection Kit; G3= XP-endo Finisher. Um terceiro escaneamento foi realizado e analisou-se o aumento de volume, superfície não tocada e remoção de dentina total e por terços nos três períodos. Os dados obtidos foram submetidos aos testes de ANOVA e Tuckey quando paramétricos e Krukall-Wallis e Dunn quando não paramétricos ($p < 0.05$). Na análise total, o Tornado Disinfection Kit apresentou maior aumento de volume e remoção de dentina em comparação ao grupo da irrigação convencional ($p < 0,05$) e menor porcentagem de áreas intocadas que os demais grupos ($p < 0,05$). No terço cervical, foi observada diferenças no volume, porcentagem de áreas intocadas e de dentina removida entre o Tornado Disinfection Kit e os demais grupos ($p < 0,05$). O Tornado Disinfection Kit apresentou menor porcentagem de áreas intocadas em relação a irrigação convencional no terço médio ($p < 0,05$). No terço apical, o Tornado Disinfection Kit apresentou maior aumento de volume, menor porcentagem de áreas intocadas e maior porcentagem de dentina removida em relação a irrigação convencional ($p < 0,05$). Conclui-se que, a associação do Tornado Disinfection Kit ao final do preparo biomecânico permitiu um melhor desbridamento dos canais radiculares ovais com menores dilatações apicais, podendo este ser considerado uma alternativa para complementar o desbridamento de canais radiculares.

Palavras chaves: Preparo de canal radicular, Microtomografia por Raio-X, Hipoclorito de Sódio, Incisivo

ABSTRACT

Supplementary steps for shaping oval root canals using an abrasive-expanding system

The aim of this study was to compare the debridement capacity between the XP-endo Finisher and Tornado Disinfection Kit systems during irrigation solution agitation after conservative preparation of the oval root canal of mandibular incisors. 39 mandibular incisors paired in length, volume and configuration after initial scanning in micro-computed tomography, were instrumented with a NiTi ProDesign Logic 2 file (25.05) in rotary motion. After instrumentation, the teeth were scanned again and randomly divided into 3 groups (n=13), according to the irrigating solution agitation protocol: G1= Conventional irrigation; G2= Tornado Disinfection Kit; G3= XP-endo Finisher. A third scan was performed and the volume increase, untouched surface and removal of dentin total and by thirds were analyzed in the three periods. The data obtained were submitted to ANOVA and Tuckey tests when parametric and Kruskal-Wallis and Dunn when non-parametric ($p < 0.05$). In the total analysis, the Tornado Disinfection Kit showed greater volume increase and dentin removal compared to the conventional irrigation group ($p < 0.05$) and lower percentage of untouched areas than the other groups ($p < 0.05$). In the cervical third, differences were observed in volume, percentage of untouched areas and dentin removed between the Tornado Disinfection Kit and the other groups ($p < 0.05$). The Tornado Disinfection Kit showed a lower percentage of untouched areas compared to conventional irrigation in the middle third ($p < 0.05$). In the apical third, the Tornado Disinfection Kit showed greater volume increase, lower percentage of untouched areas and higher percentage of dentin removed in relation to conventional irrigation ($p < 0.05$). It is concluded that the association of the Tornado Disinfection Kit at the end of the biomechanical preparation allowed a better debridement of the oval root canals with smaller apical dilatations, which can be considered an alternative to complement the debridement of root canals.

Key words: Root Canal Preparation, X-Ray Microtomography, Sodium Hypochlorite, Incisor

LISTA DE ABREVIATURA E SIGLAS

NiTi	Níquel-Titânio
micro-CT	Microtomografia Computadorizada
3D	Tridimensional
NaOCl	Hipoclorito de Sódio
CT	Comprimento de Trabalho

LISTA DE SÍMBOLOS

mm	Milímetro
rpm	Rotações por minuto
N	Newton
mL	Mililitro
kV	Kilovolt
mA	Miliampére
μm	Micrômetro
n	Número de casos
min	Minuto
Ncm	Newton centímetro
%	Porcentagem
$^{\circ}\text{C}$	Grau Celsius
>	Maior que
<	Menor que
p	Probabilidade de significância

SUMÁRIO

1	INTRODUÇÃO	13
2	ARTIGOS	17
2.1	ARTIGO 1	18
	REFERÊNCIAS	40
	APÊNDICE	45
	ANEXO	48

1 INTRODUÇÃO

1 INTRODUÇÃO

O objetivo biológico do tratamento endodôntico em dentes com periodontite apical é reduzir a carga microbiana a níveis compatíveis com a reparação do tecido perirradicular e prevenir a recolonização microbiana do canal tratado (1,2). Por isso, o preparo biomecânico pode ser considerado a fase mais importante do tratamento endodôntico, pois elimina a causa da periodontite apical- a infecção endodôntica-removendo os microorganismos e seus produtos do canal radicular e o tecido necrótico que poderia servir como substrato para o crescimento microbiano, além de modelar o canal para uma obturação adequada (3).

No entanto, microorganismos podem persistir mesmo quando o tratamento seguiu padrões aceitáveis (3,4). Isso ocorre devido às variações morfológicas e complexidades anatômicas, impedindo a descontaminação adequada dos canais radiculares e áreas que não são tocadas pelos instrumentos (5). Por esse motivo, para garantir um tratamento endodôntico adequado, é necessário um profundo conhecimento da anatomia interna dos dentes e suas variações (6,7), além de diagnosticar e analisá-las de forma individual (8).

Em relação à anatomia, canais ovais e áreas de achatamento representam uma grande porcentagem das áreas que permanecem intocadas durante o preparo biomecânico (9,10,11). Essa dificuldade de modelagem pode ser justificada por alguns motivos: preparo do canal em uma secção circular (11,12,13); extensão reduzida do canal na direção méso-distal (14) em relação à extensão na direção vestibulo-lingual (15); conicidade e diâmetro do instrumento (14) ou propriedades da liga do instrumento (16).

Frente a isso, os incisivos inferiores são comumente usados em diferentes estudos endodônticos, pois geralmente apresentam um único canal (17) com uma alta prevalência de canais achatados e ovais (18,19) quando observados no sentido vestibulo-lingual, representando um desafio durante o preparo dos canais radiculares (13,18,20).

Estudos de microtomografia computadorizada (micro-CT) que avaliaram a secção transversal dos dentes após diferentes técnicas de instrumentação (16,20,21), demonstram que atualmente nenhum instrumento é capaz de tocar todas as paredes do sistema de canais (22,23,24), que podem abrigar biofilmes microbianos e comprometer o sucesso do tratamento (25).

O uso de instrumentos com diâmetros e conicidades menores durante o preparo do canal radicular tem sido proposto, com um dos objetivos de preservar mais dentina pericervical (26,27), a qual recebe as cargas mastigatórias (28, 29). A sua manutenção influencia na redução do risco potencial de fratura (30), aumentando a longevidade do dente (31). Entretanto, os objetivos biológicos do tratamento endodôntico não devem ser comprometidos. Como a porção apical do sistema de canais radiculares é considerada uma zona crítica para o controle de infecção (32,33), o diâmetro do preparo apical tem sido motivo de grande interesse e debate (34,35).

O sistema ProDesign Logic 2 (BassiEndo, Belo Horizonte, Minas Gerais, Brasil) é fabricado com uma liga de Níquel-Titânio (NiTi) tratada termicamente, controle de memória, e mostraram ter boa resistência à fadiga cíclica (36) e uma habilidade de manter a trajetória do canal radicular (37). Esse sistema tem como propósito atingir um preparo mais conservador. Um fio de 1.0mm é usado para usinagem e confecção do instrumento, dessa forma, quando este atinge 1.0mm de diâmetro, ele se torna cilíndrico. Somado a isso, é possível realizar uma adequada ampliação apical, favorecendo a limpeza e remoção da dentina contaminada (38), diminuindo a porcentagem de superfície não instrumentada de canais radiculares (38) e melhorando o desempenho da solução irrigadora (39).

As zonas polares de canais ovais dificultam o preparo biomecânico, por serem áreas de difícil acesso, favorecendo o acúmulo de detritos e microorganismos (40,41). Para a limpeza, remoção de tecido necrótico, detritos e biofilmes de áreas intocadas, a ação química e física da irrigação tem papel central no tratamento endodôntico (42).

Tradicionalmente, as soluções irrigadoras têm sido depositadas no canal radicular utilizando uma agulha adaptada a uma seringa (42). Nesta abordagem, a ponta da agulha deve ser posicionada a 1–2mm do comprimento de trabalho (CT) e a irrigação é realizada com grandes volumes e troca frequente de irrigantes para melhorar a descontaminação (43,44). Embora permita um bom controle do irrigante, a irrigação convencional se demonstrou ineficaz na remoção de restos de tecido e limpeza das porções mais apicais do canal radicular (44,45).

Frente a isso, diversas técnicas e dispositivos de agitação foram propostos para melhorar a limpeza e descontaminação do sistema de canais radiculares (46).

O XP-endo Finisher (FKG, La Chaux-de-Fonds, Suíça) é um instrumento de diâmetro 25, fabricado com uma liga exclusiva de NiTi (MaxWire) que quando é resfriado o instrumento fica reto (fase Martensita), mas quando exposto à temperatura

do corpo permite que o instrumento assuma uma “forma de colher”, com 3mm de diâmetro ou 100 vezes o tamanho de um instrumento equivalente em rotação (fase Austenita) (47). Essa característica, de acordo com o fabricante, dá alta flexibilidade ao instrumento, o que ajuda a remover debris dentinários compactados nas complexidades anatômicas dos sistemas de canais radiculares (48).

Um outro dispositivo é o Tornado Disinfection Kit (MedicNRG, Kibbutz Afikim, Israel). Ele é composto por instrumentos rotatórios fabricados com aço inoxidável (Gentlefile Red e Gentlefile Brush) (49), realizando um processo de abrasão nas paredes dentinárias. São acionados por meio de uma peça de mão automatizada e não programável, funcionando a 6.500rpm (50) e realizam movimento rápido e curto de bicada, criando um efeito espiral que além de modelar o canal, também agitam os irrigantes.

De acordo com o fabricante, uma das vantagens desse novo sistema instrumento é justamente a sua fabricação em liga de aço inoxidável que reduz o custo do instrumento (50,51) e permite o uso único, minimizando o risco de fratura. Somado a isso, tem ponta inativa, reduzindo o risco de desvios e perfurações e realiza menos força nas paredes do canal que os instrumentos de NiTi (49).

Sabendo da importância da manutenção de dentina para um bom prognóstico reabilitador, torna-se importante investigar novas técnicas de desbridamento do canal radicular associadas a menores ampliações apicais. Se essa hipótese for confirmada não há mais justificativa de desgaste de dentina desnecessário.

Diante do exposto, tornou-se pertinente e necessário a execução da presente pesquisa.

O objetivo do presente estudo foi comparar a capacidade de desbridamento entre os sistemas XP-endo Finisher e Tornado Disinfection KIT quando é realizada a agitação da solução irrigadora após o preparo conservador do canal radicular oval de incisivos inferiores unirradiculares, realizando uma análise de imagens de micro-CT de volume, remoção de dentina e áreas do canal radicular tocadas/ não tocadas.

2 ARTIGO

2 ARTIGO

O artigo apresentado nessa dissertação foi escrito de acordo com as normas e instruções de submissão do *International Endodontic Journal*

2.1. Artigo 1

Análise em micro-CT de um sistema abrasivo-expansivo da capacidade de desbridamento de canais ovais: estudo laboratorial

Coelho LAS¹, Piai GG¹, Kato AS¹, Alcalde MP¹, Duarte MAH¹, Vivan RR¹

¹Departamento de Dentística, Endodontia e Materiais Odontológicos, Faculdade de Odontologia de Bauru, Universidade de São Paulo, Bauru, São Paulo, Brasil.

Título resumido: Influência no desbridamento final de canais radiculares ovais.

Palavras-chave: micro-CT, XP-Endo Finisher, Tornado Disinfection Kit, preparo do canal radicular

Autor Correspondente: Letycia Accioly Simões Coelho (Informação para contato: +55-19-997179067; letycia.coelho@usp.br)

Agradecimentos: Os autores gostariam de agradecer ao Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico (CNPq- 133268/2020-9) pelo apoio financeiro.

Conflito de interesse: Os autores declaram que não há conflitos de interesse em relação a este artigo.

RESUMO

Objetivo: O objetivo desse estudo foi avaliar, através da microtomografia computadorizada (micro-CT), a influência no desbridamento final de canais ovais de incisivos inferiores, obtida pelos sistemas XP-endo Finisher e Tornado Disinfection Kit durante a agitação final da solução irrigadora, em preparos conservadores.

Metodologia: Trinta e nove incisivos inferiores humanos extraídos foram escaneados em micro-CT e padronizados de acordo com o comprimento, volume e configuração anatômica do canal radicular. Em seguida, foram instrumentados com o sistema ProDesign Logic 2 (25/.05), novamente escaneados e divididos em 3 grupos (n=13) de acordo com o sistema final de irrigação: Irrigação convencional com seringa e agulha (CI), XP-endo Finisher (XPF) e Tornado Desinfection Kit (TDK), utilizando 40ml de NaOCl 2,5%. Ao final, um terceiro escaneamento foi realizado e comparou-se o aumento do volume, superfícies não tocadas e remoção de dentina. Os dados obtidos foram submetidos aos testes de ANOVA e Tuckey quando paramétricos e Krukall-Wallis e Dunn quando não paramétricos ($p < 0.05$).

Resultados: Na análise de volume, o TDK apresentou diferença em todas as porções avaliadas em comparação à CI ($p < 0,05$) e maior aumento de volume no terço cervical em comparação ao XPF ($p < 0,05$). Em relação a porcentagem de áreas não preparadas, o TDK apresentou menor porcentagem em relação aos demais na análise total ($p < 0,05$) e em todos os terços em comparação à CI ($p < 0,05$). Na análise de dentina removida, o TDK apresentou mais remoção em comparação aos demais na análise total ($p < 0,05$) e no terço apical e cervical em comparação à CI ($p < 0,05$).

Conclusão: Conclui-se que o sistema Tornado Desinfection Kit promove maior contato com as paredes no preparo final do canal, podendo ser considerado uma alternativa viável para a complementação do processo de desbridamento do canal radicular.

INTRODUÇÃO

O preparo biomecânico do canal radicular envolve as fases de instrumentação mecânica para a modelagem do canal concomitante à irrigação endodôntica com o auxílio das propriedades bioquímicas das soluções irrigadores (Haapasalo *et al.* 2010), buscando a erradicação ou a redução das bactérias a níveis compatíveis com a cicatrização do tecido perirradicular (Orstavik 2003). No entanto, tem sido difícil conciliar a preservação da estrutura original da dentina e a limpeza adequada do sistema de canais (Wang *et al.* 2018).

O uso de instrumentos com diâmetros menores vem sendo proposto para evitar o desgaste excessivo da dentina pericervical (Yuan *et al.* 2016, Plotino *et al.* 2019), que é aquela localizada 4mm coronal e 4mm apical ao osso alveolar e acredita-se que ela desempenhe um papel crucial na transferência de forças oclusais através da raiz (Clark & Khademi 2010). Dentre os sistemas existentes, o sistema ProDesign Logic 2 (BassiEndo, Belo Horizonte, Minas Gerais, Brasil) é um instrumento confeccionado em NiTi tratado termicamente, que apresenta taper contínuo, com a particularidade de que o diâmetro máximo cervical é de 1.0 mm passando a ser cilíndrico ao invés de cônico quando atinge esse diâmetro, independente do tamanho da ponta do instrumento. Isso permite maior ampliação apical que é extremamente importante para remoção da dentina infectada e descontaminação dos canais radiculares (De-Deus *et al.* 2015a), menor superfície de paredes não-instrumentadas (De-Deus *et al.* 2015a) e melhor desempenho da solução irrigadora (Srikanth *et al.* 2015).

Entretanto, apesar dos avanços técnico-científicos do tratamento endodôntico, as atuais formas de tratamento não erradicam completamente o biofilme, debris dentinários e / ou os microorganismos presentes, principalmente nas áreas de complexidade do sistema de canais radiculares (Aminoshariae & Kulild 2015, Siqueira-Junior *et al.* 2013). Esse fator torna a irrigação endodôntica crucial para se obter melhor limpeza e desinfecção dessas áreas (Paqué *et al.* 2012).

A irrigação convencional normalmente realizada com seringas e agulhas apresenta falhas como a saída da solução irrigadora se estendendo apenas nas proximidades da ponta da agulha (Boutsiouskis *et al.* 2009) e formação do efeito “Vapor Lock” (Tay *et al.* 2010). Para aumentar a eficácia da irrigação, diferentes técnicas estão sendo investigadas, incluindo a agitação das soluções (Al-Hadlaq *et al.* 2006, van der Sluis *et al.* 2006).

O XP-endo Finisher (25/.00) (FKG, La Chaux-de-Fonds, Canton of Neuchâtel, Switzerland) é fabricado a partir da liga MaxWire sendo recomendado seu uso após o preparo do canal radicular para o diâmetro 25 ou maior (De-Deus *et al.* 2019). De acordo com o fabricante, possui um formato retilíneo na fase martensita quando resfriado, passando para um design exclusivo em "forma de colher" com 10mm de comprimento da ponta e 1,5mm de profundidade na fase austenita quando exposto à temperatura corporal (37°C) (FKG 2016).

Uma diferente alternativa é o Tornado Disinfection Kit (MedicNRG, Kibbutz Afikim, Jordan Valley, Israel) composto por dois instrumentos. O GentleFile Red (23/.04) é um instrumento feito com aço inoxidável abrasivo, sendo que nos níveis médio e cervical o instrumento possui 3 fios enrolados e no terço apical 2 fios e utiliza o conceito de força centrífuga. O GentleFile Brush é um instrumento que apresenta 7 fios finos de aço inoxidável na parte apical e quando acionados promovem o efeito "tornado". São acionados por uma peça de mão automatizada e não programável, a 6.500 rpm (Neelakantan *et al.* 2018) com movimentos rápidos e curtos e entrada e saída.

A alta porcentagem de áreas não preparadas pela instrumentação mecânica (Paqué *et al.* 2009) pode levar a persistência de microorganismos e resultar na doença endodôntica pós-tratamento (Siqueira-Junior *et al.* 2018b), por isso, tornou-se pertinente investigar se a utilização de dispositivos que unem o mecanismo abrasivo-expansivo e alta agitação da substância química podiam promover melhor desbridamento mecânico do canal radicular.

O objetivo do presente estudo foi verificar se a utilização dos sistemas XP-endo Finisher e Tornado Disinfection Kit são capazes de alterar o volume, reduzir as áreas não tocadas e remover a dentina após o preparo conservador do canal radicular de incisivos inferiores unirradiculados, realizando uma análise em microtomografia computadorizada. A hipótese nula é que não haverá diferença entre os parâmetros analisados entre os grupos.

METODOLOGIA

Esse estudo laboratorial foi escrito em acordo com Preferred Reporting Items for Laboratory studies in Endodontology (PRILE) 2021 guidelines (Nagendrababu *et al.* 2021).

Cálculo do tamanho da amostra

Para o cálculo da amostra foi usado o G * Power v3.1 para Mac (Heinrich Heine, Universität Düsseldorf, Dusseldorf, Bundesland, Alemanha) e o teste Wilcoxon-Mann Whitney da família de teste T foi selecionado. Foram utilizados os dados de um estudo prévio de avaliação do preparo do canal radicular que utilizou incisivos inferiores (Veloza *et al.* 2020) e o tamanho do efeito no presente estudo foi estabelecido (=1,20). O erro de tipo alfa de 0,05, um poder beta de 0,80 e uma razão N2/N1 de 1 também foram estipulados. Um total de 10 espécimes por grupo foram indicadas como o tamanho ideal necessário para notar diferenças significativas. Foi utilizada uma amostra de 39 dentes (n=13/grupo), considerando 30% de risco de perda da amostra.

Seleção dos espécimes

Este estudo foi aprovado pelo Comitê de Ética em Pesquisa em Seres Humanos (nº 42281921.3.0000.5417). Oitenta e seis incisivos inferiores extraídos com canal único, coroa íntegra e ápice completo foram inicialmente selecionados com base em radiografias realizadas nas direções vestibulo-lingual e méso-distal e armazenados em solução de timol a 0,1%. O primeiro escaneamento foi realizado com o micro-CT SkyScan 1174v2 (Bruker-microCT, Kontich, Antuérpia, Bélgica), com os seguintes parâmetros: 22,9µm de tamanho de pixel, 50kV, 800mA, passo de rotação de 0,8°, rotação de 180° em torno do eixo vertical e resolução de 1024 1304. Dessa maneira, selecionou-se 39 dentes padronizados de acordo com o comprimento, volume e configuração anatômica do canal.

Preparo químico-mecânico

Após acesso coronário de forma convencional com brocas esféricas diamantadas de alta rotação sob refrigeração com água, uma lima tipo K 10 e 15 (Dentsply Maillefer, Baillagueis, Suíça) foi introduzida no canal até que sua ponta fosse visualizada através do forame apical, com auxílio de estereomicroscópio com 30x de magnificação (Carl Zeiss Vision GmbH, Hallbergmoos, Germany). Um cursor de silicone foi posicionado na borda incisal da coroa e essa medida foi considerada o tamanho real do dente. Dessa medida, 1mm foi subtraído obtendo-se o comprimento de trabalho.

Em seguida, o canal foi preenchido com solução de hipoclorito de sódio (NaOCl) 2,5% e um instrumento ProDesign Logic 2 25/.05 (BassiEndo) foi introduzido até o final do primeiro terço com movimentos de “entra e sai” com amplitude máxima de 3 mm em movimento rotatório de 400 rpm e 2 N de torque. Ao final, o canal foi irrigado com seringa plástica de 5 mL e uma agulha NaviTip de gauge 30 (Ultradent Products Inc., Soth Jordan, UT, USA). A lima foi removida, limpa em gaze embebida em álcool e o processo foi repetido nos dois últimos terços até a complementação da instrumentação. Ao final, o canal foi lavado com 10 ml de água destilada, totalizando um volume final de 25 mL de solução irrigadora. Cada instrumento foi utilizado em 3 dentes e depois descartado.

O preparo de todos os canais radiculares foi feito por um único operador.

Após a instrumentação, os espécimes foram submetidos a um outro escaneamento em micro-CT SkyScan 1174v2 (Bruker-microCT), seguindo os mesmos parâmetros usados anteriormente.

Distribuição dos grupos

Para a distribuição dos grupos, os espécimes foram pareados com base no comprimento, volume do canal pré e pós instrumentação e achatamento presente no terço cervical, médio e apical, conforme determinado pela imagem por micro-CT. Para a confirmação da homogeneidade foi realizada a análise estatística (Shapiro-Wilk; $p > 0,05$).

Os 39 dentes foram divididos em 3 grupos ($n=13$), em acordo com o protocolo de irrigação:

Irrigação Convencional (CI) – O canal radicular foi irrigado com 40 mL de NaOCl a 2,5% utilizando uma seringa descartável de 5 mL (Ultradent Products Inc.) e uma agulha NaviTip de gauge 30 (Ultradent Products Inc.). Um total de 40 mL de solução irrigadora foi utilizada.

Tornado Disinfection Kit (TDK)– O canal radicular foi irrigado com 5 mL de NaOCl a 2,5% e a solução irrigadora foi inicialmente agitada com GentleFile Red (MedicNRG), inserindo-o no canal de forma suave, com movimento rotatório com 6.500 rpm com contra-ângulo próprio até obter resistência e em seguida foi ativado usando movimento de entra e sai suave com leve pressão apical e com duração de 5 segundos. O canal foi irrigado e preenchido novamente com a solução de NaOCl a

2,5% e repetido o procedimento até que o instrumento alcançasse o CT. Em seguida, o canal foi novamente preenchido com a solução irrigadora e o instrumento GentleFile Brush (MedicNRG) foi introduzido e acionado por 30 segundos. Cada instrumento foi usado em um dente e depois descartado. Um total de 40 mL de solução irrigadora foi utilizada.

XP-endo Finisher (XPF) - O canal radicular foi irrigado com 5 mL de NaOCl a 2,5% e a solução agitada com XP-endo Finisher (FKG Dentaire). O instrumento foi colocado em um contra-ângulo (VDW Silver; VDW, Munich, Bavária, Germany) e inserido no canal sem rotação. Depois disso, a rotação foi iniciada (800 rpm e 1 Ncm), e o instrumento ativado por 1 min usando movimentos lentos e suaves de 7 a 8 mm no sentido do longo eixo do dente até o CT. Cada instrumento foi usado em um dente e depois descartado. Um total de 40 mL de solução irrigadora foi utilizada.

Todos os protocolos de agitação da solução irrigadora foram realizados à 37°C, imergindo os dentes fixados em mufla, em uma cuba histológica com água destilada (Lupetec, São Carlos, São Paulo, Brasil).

Após a instrumentação, os espécimes foram submetidos a um terceiro escaneamento em micro-CT SkyScan 1174v2 (Bruker-microCT), seguindo os mesmos parâmetros usados anteriormente.

Análise em micro-CT

As imagens de cada espécime dos três escaneamentos foram reconstruídas com uma correção de artefato de anel de 4, uma correção de endurecimento do feixe de 45% e suavização de 5 (NRecon v.1.6.9.16; Bruker-microCT). O software DataViewer (Bruker-microCT) foi usado para o co-registro dos modelos 3D das imagens pré e pós-operatória com uma combinação personalizada de um modelo de registro rígido baseado em semelhanças de intensidade de imagem com precisão maior que 1 voxel.

Após o processo de binarização, o software CTAn v.1.14.4 (Bruker-microCT) foi utilizado para avaliação tridimensional (3D) do canal radicular total e por terços (determinado individualmente para cada dente) quanto ao volume, área não tocada e porcentagem de dentina removida total após o preparo biomecânico e após o protocolo de agitação da solução irrigadora. A área do canal não instrumentado foi determinada pelo cálculo do número de voxels estáticos (voxels presentes na mesma

posição na superfície do canal pré e pós-operatória) e expressa como uma porcentagem do número total de voxels presentes na superfície do canal radicular de acordo com a seguinte fórmula (Belladonna *et al.* 2018):

$$\frac{\text{Número de voxels estáticos}}{\text{Número total de voxels}} \times 100$$

O volume de dentina removida após a agitação foi calculado subtraindo a dentina radicular segmentada pós-preparo e pós-agitação usando operações morfológicas (Excel, Microsoft, Redmond, WA).

O software CTVol v.2.2.1 (Bruker-microCT) foi usado para visualização e avaliação qualitativa da configuração do sistema de canais radiculares. Para permitir essa análise, foi definido um padrão de cores: azul claro as superfícies antes do preparo biomecânico, azul escuro as superfícies após o preparo e rosa as superfícies após o protocolo de irrigação.

Análise estatística

O volume (mm³) e a área de superfície (mm²) dos canais não preparados foram comparados separadamente para os três períodos de análise (inicial, pós-instrumentação e pós-agitação) para confirmar a hipótese de condições anatômicas semelhantes entre os grupos (Shapiro-Wilk, $p < 0,05$). Para verificar a distribuição normal dos dados, o teste de Shapiro-Wilk foi utilizado. A análise de variância (ANOVA) unilateral e o teste de Tukey foram utilizados para análise dos dados com distribuição normal (volume). O teste de Kruskal-Wallis e Dunn foram utilizados para análise dos dados sem distribuição normal (porcentagem de área não preparada e dentina desgastada). O nível de significância foi estabelecido em $\alpha = 5\%$ (GraphPad Prism, San Diego, Estados Unidos).

RESULTADOS

A Tabela 1 mostra os valores de média e desvio-padrão do volume (mm³) do canal radicular inicial, após a instrumentação com ProDesign Logic 2 25/.05 e após os protocolos de irrigação. O nível de homogeneidade entre os grupos foi confirmado pelo teste de Shapiro-Wilk na análise do volume inicial ($p = 0,8988$) e pós-instrumentação dos canais radiculares com ProDesign Logic 2 25/.05 ($p = 0,9940$).

Na análise de volume final do canal, observa-se um aumento percentual de 7,0%, 29,1% e 16,9% nos grupos CI, TDK e XPF, respectivamente, sendo que os dois últimos grupos apresentaram resultados semelhantes e maiores que o grupo CI ($p < 0,05$). Na análise por terços, os resultados indicam que no terço cervical, o grupo TDK promove maior aumento que os demais grupos e nos terços médio e apical, o grupo TDK foi maior que o grupo CI e semelhante ao XPF no terço apical ($p < 0,05$) (Tabela 1 e Figura 1).

A Tabela 2 mostra a mediana, mínimo e máximo da porcentagem de área não instrumentada e de dentina removida. Em relação a porcentagem de áreas não instrumentada, o grupo TDK apresentou menor porcentagem em relação aos demais na análise total e no terço cervical ($p < 0,05$). Nos terços médio e apical apresentou os grupos TDK e XPF apresentaram menor porcentagem em relação ao grupo CI, sendo semelhantes entre si ($p < 0,05$) (Tabela 2 e Figura 2).

Em relação a porcentagem de dentina removida, o grupo TDK apresentou maior remoção de dentina quando comparada ao grupo CI e XPF na análise total ($p < 0,05$). Na análise dos terços, foi observada uma diferença significativa entre o TDK e o XPF em comparação ao CI no cervical ($p < 0,05$). No terço apical, o grupo TDK apresentou maior remoção de dentina em comparação ao grupo CI ($p < 0,05$) (Tabela 2 e Figura 2).

DISCUSSÃO

Esse estudo teve como objetivo verificar se a utilização de sistemas expansivos, XP-endo Finisher e Tornado Disinfection Kit, seriam capazes de alterar o volume, reduzir as áreas não tocadas e remover a dentina após o preparo conservador do canal radicular oval de incisivos inferiores unirradiculares. Baseado nos resultados, a hipótese nula foi negada, pois o TDK apresentou maior aumento de volume, maior porcentagem de dentina removida e deixou uma menor porcentagem de áreas não preparadas em comparação à CI.

A homogeneidade das amostras para a formação dos grupos experimentais pela análise anatômica foi obtida com o micro-CT, que permite uma avaliação tridimensional, quantitativa e não destrutiva da amostra (Peters *et al.* 2001, Pinto *et al.* 2019), diminuindo o viés e conseqüentemente resultados imprecisos ou inválidos (De-Deus *et al.* 2020, Lima *et al.* 2020).

A premissa do trabalho foi de avaliar se preparos endodônticos conservadores, complementados pela ativação da substância irrigadora promoveriam uma formatação adequada e compatível com o processo de limpeza. A escolha dos incisivos inferiores humanos foi baseada no estudo de Milanezi *et al.* (2013), onde incisivos inferiores apresentaram a média dos diâmetros apicais mésio-distais entre 0,20 e 0,25mm nos 3mm iniciais, enquanto que no sentido vestibulo-lingual, no nível de 1mm, diâmetro superiores a 0,40mm foram comumente encontrados. Dentes com essas características anatômicas necessitariam do uso de instrumentos de grande calibre para a limpeza do canal, resultando no desgaste acentuado da estrutura radicular, tornando-o susceptível a fraturas ou perfurações (Sathorn *et al.* 2005, Elayouti *et al.* 2008). Nenhum estudo demonstrou até agora, instrumentos que foram capazes de preparar totalmente todas as paredes do canal radicular oval (Paqué *et al.* 2010, Aminoshariae & Kulild 2015).

Os resultados demonstraram que o grupo TDK promoveu um maior aumento do volume total e em todos os terços do canal em comparação à CI e similar ao grupo XPF na análise total e no terço apical ($p < 0,05$). Observamos que no geral, o aumento do volume foi de 29,1% para o grupo TDK e de 16,9% para o grupo XPF. A proposta original é que o instrumento Gentlefile Red seja utilizado para a etapa de modelagem e o Gentlefile Brush durante o protocolo de agitação da substância irrigadora (Moreinos *et al.* 2016, Htun *et al.* 2020). Neelakantan *et al.* (2018) avaliou o preparo biomecânico de incisivos inferiores e demonstrou que ao usar apenas o GentleFile Red na instrumentação dos canais radiculares, a remoção do tecido pulpar remanescente era irregular, enquanto que ao instrumentar previamente com limas de NiTi de diâmetro 25, o tecido pulpar remanescente se concentrava apenas nas áreas polares.

Em função dos resultados desse estudo, foi feita a união dos dois protocolos buscando aprimorar os seus efeitos, utilizando previamente o instrumento rotatório ProDesign Logic 2 25/.05. Tendo em vista a seleção rigorosa dos espécimes, o resultado indica um desempenho mais favorável do TDK em canais ovais de incisivos inferiores com preparos apicais até o diâmetro 25 em comparação à CI. A provável explicação para esse resultado é o processo de abrasão realizado nas paredes dentinárias pelo TDK, facilitado após a criação de um leito no canal radicular (Borges *et al.* 2018).

O mesmo efeito pode ser justificado para o instrumento XP-endo Finisher, que apesar de não ter sido projetado para cortar dentina foi observado uma diferença no volume em comparação ao grupo CI no terço médio ($p < 0,05$). Essa possível capacidade de desbridamento do canal pode ser explicada pela sua cinemática e design expansivo, promovendo um maior contato com as paredes resultando em remoção de debris dentinários (Leoni *et al.* 2016, Zhao *et al.* 2019, Gazzaneo *et al.* 2021).

A análise da alteração de volume está totalmente associada a porcentagem de dentina removida (Siqueira-Junior *et al.* 2018) que contribui para a descontaminação durante o preparo do canal radicular (Evans *et al.* 2001). No entanto, se excessiva, pode levar ao enfraquecimento do dente, tornando-o mais suscetível a fratura (Zelic *et al.* 2015, Corsentino *et al.* 2018). Por isso, deve-se buscar um equilíbrio entre o mínimo de dano ao dente sem comprometer a descontaminação dos canais radiculares. Apesar de não ter sido mensurado, em nenhuma amostra das imagens finais da micro-CT foi observado desgaste excessivo que possam levar a fragilidade radicular. Esse aspecto necessita de estudo posterior para comprovação.

Neste estudo, ao avaliar a remoção de dentina, observamos que não houve diferença estatisticamente significativa entre os grupos no terço médio com relação a porcentagem de remoção de dentina. Isso pode ser justificado pela maior área de achatamento que é encontrada nessa região, o que limita a capacidade de desbridamento dos instrumentos endodônticos (Milanezi *et al.* 2013).

Na análise do volume e remoção de dentina do grupo da irrigação convencional, observamos valores de alteração mínimos. Tendo-se conhecimento que este método não possui capacidade de desgaste dentinário, uma possível explicação deste resultado é a remoção dos debris formados durante a instrumentação, sendo esta uma limitação deste estudo.

Um outro parâmetro importante avaliado foi a porcentagem de área não preparada. Se tem conhecimento que o alargamento do canal radicular apical favorece a limpeza e remoção da dentina, diminuindo a superfície não instrumentada dos canais radiculares (De-Deus *et al.* 2015b), melhorando o desempenho da solução irrigadora (Srikanth *et al.* 2015) e obtendo maior controle microbiano (Boutsioukis *et al.* 2010). Por isso, buscar preparar mais áreas pode auxiliar a descontaminação, uma vez que elas podem abrigar micro-organismos e acumular debris dentinários, servindo

como uma causa potencial de infecção persistente (Siqueira-Junior *et al.* 2018b).

Na avaliação geral, os resultados indicam que o grupo TDK apresentou 16,01% de paredes não-tocadas, enquanto o grupo XPF 48,42% e o grupo CI 56,25%. Quando comparado os terços isoladamente, no terço apical, o grupo do Tornado Disinfection Kit apresentou os menores valores (38,47%) em comparação aos grupos CI e XPF (55,14% e 43,16%, respectivamente). O terço apical é considerado a região de maior dificuldade de limpeza devido à complexidade anatômica (Kuttler 1955) e o espaço reduzido (Machado *et al.* 2021), sendo, por essa razão, muitas vezes preconizado o uso de instrumentos de maiores diâmetros apicais.

No entanto, uma maior magnitude e uma mudança na distribuição de força ocorre conforme o diâmetro do instrumento é aumentado (Yuan *et al.* 2016, Saber *et al.* 2020). A remoção de dentina apical quando maiores dilatações apicais são feitas, pode resultar na formação de defeitos dentinários em maior quantidade e gravidade (Campello *et al.* 2019, Jamleh *et al.* 2021). A grande maioria desses defeitos ocorrem na região apical em direção coronal (Jamleh *et al.* 2021) e podem resultar em fraturas dentárias (Wilcox, Roskelley, Sutton, 1997, De Deus *et al.* 2016).

Somado a isso, estudos que avaliaram a diferença de porcentagem de áreas não preparadas com diferentes ampliações apicais, demonstraram que a irrigação convencional se torna mais significativa quando uma maior ampliação é realizada (Lee *et al.* 2019, Varela *et al.* 2019, Nangia *et al.* 2020). Os resultados aqui apresentados mostram uma porcentagem de áreas não preparadas após o uso do Tornado Disinfection Kit semelhante aquelas encontradas após o preparo dos canais radiculares com diâmetros apicais superiores (Pérez *et al.* 2018, Santos-Junior *et al.* 2020), sendo a capacidade de expansão e corte dos instrumentos TDK uma justificativa para esses achados.

Os resultados deste estudo revelam que pode ser possível realizar um desbridamento do canal radicular com tamanhos apicais menores, quando utilizadas condições específicas de anatomia, instrumentação e ativação do irrigante. Isso pode, conseqüentemente, desafiar o paradigma de que a dentina precisa ser removida para obter canais limpos (Neelakantan *et al.* 2018), havendo a necessidade da realização de estudos clínicos randomizados para comprovar essa hipótese.

Este estudo apresenta limitações relacionadas à sua natureza laboratorial e ao fato de ter sido restrito a apenas um tipo anatômico de canal radicular. Os resultados

foram obtidos para canais ovais de raízes relativamente retas e mais estudos são necessários para incluir outros tipos de dentes, incluindo aqueles com raízes curvas e áreas de istmo. No entanto, na ausência de estudo clínicos randomizados, o estudo *in vitro* laboratorial se faz importante. Diante do exposto, há necessidade de cautela e bom senso na extrapolação dos resultados do presente estudo para a clínica.

CONCLUSÃO

Baseado nos resultados e na metodologia proposta, pode-se concluir que ambos os instrumentos avaliados têm capacidade de desbridar o canal radicular. O Tornado Disinfection Kit levou a uma maior remoção de dentina e menos áreas tocadas em comparação à irrigação convencional, sendo uma alternativa para complementar ao desbridamento de canais ovais instrumentados com menores diâmetros apicais.

REFERÊNCIAS

Al-Hadlaq SM, Al-Turaiki SA, Al-Sulami U, Saad AY (2006) Efficacy of a new brush-covered irrigation needle in removing root canal debris: a scanning electron microscopic study. *Journal of Endodontics* **32**, 1181-4.

Aminoshariae A, Kulild J (2015) Master apical file size - smaller or larger: a systematic review of microbial reduction. *International Endodontic Journal*. 2015, **48**, 1007-22.

Belladonna FG, Carvalho MS, Cavalcante DM *et al.* (2018) De-Deus G. Micro-computed Tomography Shaping Ability Assessment of the New Blue Thermal Treated Reciproc Instrument. *Journal of Endodontics*. **44**, 1146-1150.

Borges MMB, Duque JA, Zancan RF, Vivan RR, Bernardes RA, Duarte MAH (2019) Efficacy of reciprocating systems for removing root filling material plus complementary cleaning methods in flattened canals: Microtomography and scanning electron microscopy study. *Microscopy Research and Technique*. **82**, 1057-1064.

Boutsioukis C, Gogos C, Verhaagen B, Versluis M, Kastrinakis E, Van der Sluis LW (2010) The effect of root canal taper on the irrigant flow: evaluation using an unsteady Computational Fluid Dynamics model. *International Endodontic Journal*. **43**, 909–16.

Campello AF, Marceliano-Alves MF, Siqueira JF Jr *et al.* (2019) Determination of the Initial Apical Canal Diameter by the First File to Bind or Cone-beam Computed
\

Tomographic Measurements Using Micro-computed Tomography as the Gold Standard: An Ex Vivo Study in Human Cadavers. *Journal of Endodontics*. **45**, 619-622.

Clark D, Khademi J (2010) Modern molar endodontic access and directed dentin conservation. *Dental Clinics of North America*. **54**, 249-73.

Corsentino G, Pedullà E, Castelli L *et al.* (2018) Influence of Access Cavity Preparation and Remaining Tooth Substance on Fracture Strength of Endodontically Treated Teeth. *Journal of Endodontics*. **44**, 1416-1421.

De-Deus G, Belladonna FG, de Siqueira Zuolo A, *et al.* (2019) Micro-CT comparison of XP-endo Finisher and passive ultrasonic irrigation as final irrigation protocols on the removal of accumulated hard-tissue debris from oval shaped-canals. *Clinical Oral Investigations*. **23**, 3087-3093.

De-Deus G, Belladonna FG, Marins JR *et al.* (2016). On the Causality Between Dentinal Defects and Root Canal Preparation: A Micro-CT Assessment. *Brazilian Dental Journal*. **27**, 664-669.

De-Deus G, Belladonna FG, Silva EJ, *et al.* (2015b) Micro-CT Evaluation of Non-instrumented Canal Areas with Different Enlargements Performed by NiTi Systems. *Brazilian Dental Journal*. **26**, 624-9.

De-Deus G, Marins J, Silva EJ, *et al.* (2015a) Accumulated hard tissue debris produced during reciprocating and rotary nickel-titanium canal preparation. *Journal of Endodontics*. **41**, 676-81.

De-Deus G, Simões-Carvalho M, Belladonna FG, *et al.* (2020) Arrowhead design ultrasonic tip as a supplementary tool for canal debridement. *International Endodontic Journal*. **53**, 410-420.

Elayouti A, Chu AL, Kimionis I, Klein C, Weiger R, Löst C (2018) Efficacy of rotary instruments with greater taper in preparing oval root canals. *International Endodontic Journal*. **41**, 1088-92.

Espir CG, Nascimento-Mendes CA, Guerreiro-Tanomaru JM, Cavenago BC, Hungaro Duarte MA, Tanomaru-Filho M (2018) Shaping ability of rotary or reciprocating systems for oval root canal preparation: a micro-computed tomography study. *Clinical Oral Investigations*. **22**, 3189-3194.

Evans GE, Speight PM, Gulabivala K (2001) The influence of preparation technique and sodium hypochlorite on removal of pulp and predentine from root canals of posterior teeth. *International Endodontic Journal*. **34**, 322-30.

FKG Dentaire AS (2016). The XP-endo Finisher file brochure [<http://www.fkg.ch/products/endodontics/final-preparation/xp-endo-finisher>] [Accessed on 16 March 2022].

Gazzaneo I, Amoroso-Silva P, Pacheco-Yanes J, *et al.* (2021) Disinfecting and Shaping Type I C-shaped Root Canals: A Correlative Micro-computed Tomographic and Molecular Microbiology Study. *Journal of Endodontics*. **47**, 621-630.

Haapasalo M, Shen Y, Qian W, Gao Y (2010) Irrigation in endodontics. *Dental Clinics of North America*. **54**, 291-312.

Htun PH, Ebihara A, Maki K, Kimura S, Nishijo M, Okiji T (2020) Cleaning and Shaping Ability of Gentlefile, HyFlex EDM, and ProTaper Next Instruments: A Combined Micro-computed Tomographic and Scanning Electron Microscopic Study. *Journal of Endodontics*. **46**, 973-979.

Jamleh A, Nassar M, Alfadley A, Khan S, Alfouzan K, Adorno C (2021). Influence of additional apical enlargement on microcrack formation in root dentine: a micro-computed tomography investigation. *Clinical Oral Investigations*. **25**, 4137-4143.

Kuttler (1955) Microscopic investigation of root apexes. *The Journal of the American Dental Association*, **50**, 544–552.

Leoni GB, Versiani MA, Silva-Sousa YT, Bruniera JF, Pécora JD, Sousa-Neto MD (2017). Ex vivo evaluation of four final irrigation protocols on the removal of hard-tissue debris from the mesial root canal system of mandibular first molars. *International Endodontic Journal*. **50**, 398-406.

Lima CO, Barbosa AFA, Ferreira CM *et al.* (2020) The impact of minimally invasive root canal preparation strategies on the ability to shape root canals of mandibular molars. *International Endodontic Journal*. **53**, 1680-1688.

Machado R, da Silva I, Comparin D, de Mattos BAM, Alberton LR, da Silva Neto UX (2021) Smear layer removal by passive ultrasonic irrigation and 2 new mechanical methods for activation of the chelating solution. *Restorative Dentistry & Endodontics*. **46**; 11.

Metzger Z, Zary R, Cohen R, Teperovich E, Paqué F (2010) The quality of root canal preparation and root canal obturation in canals treated with rotary versus self-adjusting files: a three-dimensional micro-computed tomographic study, *Journal of Endodontics*, **36**, 1569–1573.

Milanezi de Almeida M, Bernardineli N, Ordinola-Zapata R *et al.* (2013) Micro-

computed tomography analysis of the root canal anatomy and prevalence of oval canals in mandibular incisors. *Journal of Endodontics*. **39**, 1529-33.

Moreinos D, Dakar A, Stone NJ, Moshonov J (2016) Evaluation of Time to Fracture and Vertical Forces Applied by a Novel Gentlefile System for Root Canal Preparation in Simulated Root Canals. *Journal of Endodontics*. **42**, 505-8.

Nagendrababu V, Murray PE, Ordinola-Zapata R, *et al.* (2021) PRILE 2021 guidelines for reporting laboratory studies in Endodontology: A consensus-based development. *International Endodontic Journal*. **54**, 1482-1490.

Nangia D, Nawal RR, Yadav S, Talwar S (2020) Influence of Final Apical Width on Smear Layer Removal Efficacy of Xp Endo Finisher and Endodontic Needle: An Ex Vivo Study. *European Endodontic Journal*. **17**, 18-22.

Neelakantan P, Khan K, Li KY, Shetty H, Xi W (2018) Effectiveness of supplementary irrigant agitation with the Finisher GF Brush on the debridement of oval root canals instrumented with the Gentlefile or nickel titanium rotary instruments. *International Endodontic Journal*. **51**, 800-807.

Orstavik D (2003) Root canal disinfection: a review of concepts and recent developments. *Australian Endodontic Journal*. **29**, 70-4.

Paqué F, Al-Jadaa A, Kfir A (2012) Hard-tissue debris accumulation created by conventional rotary versus self-adjusting file instrumentation in mesial root canal systems of mandibular molars. *International Endodontic Journal*. **45**, 413-8.

Paqué F, Balmer M, Attin T, Peters AO (2010) Preparation of oval-shaped root canals in mandibular molars using nickel-titanium rotary instruments: a micro-computed tomography study. *Journal of Endodontics*. **36**, 703-7.

Paqué F, Ganahl D, Peters AO (2009) Effects of root canal preparation on apical geometry assessed by micro-computed tomography. *Journal of Endodontics*. **35**, 1056-9.

Pérez AR, Alves FRF, Marceliano-Alves MF *et al.* (2018) Effects of increased apical enlargement on the amount of unprepared areas and coronal dentine removal: a micro-computed tomography study. *International Endodontic Journal*. **51**, 684-690.

Peters OA, Laib A, Göhring TN, Barbakow F (2001) Changes in root canal geometry after preparation assessed by high-resolution computed tomography. *Journal of Endodontics*. **27**, 1-6.

Pinto JC, Pivoto-João MMB, Espir CG, Ramos MLG, Guerreiro-Tanomaru JM,
\

Tanomaru-Filho M (2019) Micro-CT evaluation of apical enlargement of molar root canals using rotary or reciprocating heat-treated NiTi instruments. *Journal of Applied Oral Science*. **27**, e20180689.

Plotino G, Özyürek T, Grande NM, Gündoğar M (2019) Influence of size and taper of basic root canal preparation on root canal cleanliness: a scanning electron microscopy study. *International Endodontic Journal*. **52**, 343-351.

Santos-Junior AO, Tanomaru-Filho M, Pinto JC, Tavares KIMC, Pivoto-João MMB, Guerreiro-Tanomaru JM (2020). New Ultrasonic Tip Decreases Uninstrumented Surface and Debris in Flattened Canals: A Micro-computed Tomographic Study. *Journal of Endodontics*. **46**, 1712-1718.

Saber SM, Hayaty DM, Nawar NN, Kim HC (2020). The Effect of Access Cavity Designs and Sizes of Root Canal Preparations on the Biomechanical Behavior of an Endodontically Treated Mandibular First Molar: A Finite Element Analysis. *Journal of Endodontics*. **46**, 1675-1681.

Sathorn C, Palamara JE, Palamara D, Messer HH (2005) Effect of root canal size and external root surface morphology on fracture susceptibility and pattern: a finite element analysis. *Journal of Endodontics*. **31**, 288-92.

Silva AA, Belladonna FG, Rover G **et al.** (2020) Does ultraconservative access affect the efficacy of root canal treatment and the fracture resistance of two-rooted maxillary premolars? *International Endodontic Journal*. **53**, 265-275.

Siqueira F, Alves FRF, Versiani MA *et al.* (2013) Correlative bacteriologic and micro-computed tomographic analysis of mandibular molar mesial canals prepared by self-adjusting file, reciproc, and twisted file systems. *Journal of Endodontics*. **39**, 1044–1050.

Siqueira-Junior JF, Pérez AR, Marceliano-Alves MF *et al.* (2018b) What happens to unprepared root canal walls: a correlative analysis using micro-computed tomography and histology/scanning electron microscopy. *International Endodontic Journal*. **51**, 501-508.

Siqueira-Junior JF, Rôças IDN, Marceliano-Alves MF, Pérez AR, Ricucci D (2018a). Unprepared root canal surface areas: causes, clinical implications, and therapeutic strategies. *Brazilian Oral Research*. **32** (Suppl. 1), 65a.

Srikanth P, Krishna AG, Srinivas S, Reddy ES, Battu S, Aravelli S (2015) Minimal Apical Enlargement for Penetration of Irrigants to the Apical Third of Root Canal

System: A Scanning Electron Microscope Study. *Journal of International Oral Health*. **7**, 92-6.

Tay FR, Gu LS, Schoeffel GJ *et al.* (2010) Effect of vapor lock on root canal debridement by using a side-vented needle for positive-pressure irrigant delivery. *Journal of Endodontics*. **36**, 745-50.

van der Sluis LW, Gambarini G, Wu MK, Wesselink PR (2006) The influence of volume, type of irrigant and flushing method on removing artificially placed dentine debris from the apical root canal during passive ultrasonic irrigation. *International Endodontic Journal*. **39**, 472-6.

Varela P, Souza E, de Deus G, Duran-Sindreu F, Mercadé M (2019) Effectiveness of complementary irrigation routines in debriding pulp tissue from root canals instrumented with a single reciprocating file. *International Endodontic Journal*. **52**, 475-483.

Velozo C, Silva S, Almeida A *et al.* (2020) Shaping ability of XP-endo Shaper and ProTaper Next in long oval-shaped canals: a micro-computed tomography study. *International Endodontic Journal*. **53**, 998-1006.

Wang Z, Shen Y, Haapasalo M (2018) Root Canal Wall Dentin Structure in Uninstrumented but Cleaned Human Premolars: A Scanning Electron Microscopic Study. *Journal of Endodontics*. **44**, 842-848.

Wilcox LR, Roskelley C, Sutton T (1997) The relationship of root canal enlargement to finger-spreader induced vertical root fracture. *Journal of Endodontics*, **23**, 533–534

Yuan K, Niu C, Xie Q *et al.* (2016). Comparative evaluation of the impact of minimally invasive preparation vs. conventional straight-line preparation on tooth biomechanics: a finite element analysis. *European Journal of Oral Sciences*. **124**, 591-596.

Zelic K, Vukicevic A, Jovicic G, Aleksandrovic S, Filipovic N, Djuric M (2015) Mechanical weakening of devitalized teeth: three-dimensional Finite Element Analysis and prediction of tooth fracture. *International Endodontic Journal*. **48**, 850-63.

Zhao Y, Fan W, Xu T, Tay FR, Gutmann JL, Fan B (2019) Evaluation of several instrumentation techniques and irrigation methods on the percentage of untouched canal wall and accumulated dentine debris in C-shaped canals. *International Endodontic Journal*. **52**, 1354-1365.

Tabela 1- Médias e desvios-padrão (entre parênteses) do volume (mm³) total e por terços nos períodos avaliados e porcentagem de aumento de volume após a agitação.

Área avaliada	Período	Convencional		Tornado Disinfection Kit		XP-Endo Finisher	
		Média (dp)	%	Média (dp)	%	Média (dp)	%
Total	Inicial	3,288 (±1,760) ^a		3,053 (±1,870) ^a		3,122 (±1,469) ^a	
	Pós-instrumentação	4,537 (±2,060) ^b	7,0 ^A	5,019 (±2,468) ^b	29,1 ^B	5,443 (±1,854) ^b	16,9 ^{AB}
	Pós-agitação	4,865 (±2,1035) ^c		6,298 (±2,359) ^c		6,187 (±1,732) ^c	
TC	Inicial	1,830 (±1,074) ^a		1,825 (±1,215) ^a		1,799 (±0,674) ^a	
	Pós-instrumentação	2,317 (±1,186) ^b	10,3 ^A	2,926 (±1,608) ^b	31,7 ^B	3,410 (±1,280) ^b	10,9 ^A
	Pós-agitação	2,537 (±1,280) ^c		3,744 (±1,852) ^c		3,758 (±1,343) ^c	
TM	Inicial	1,029 (±0,515) ^a		1,268 (±0,641) ^a		1,014 (±0,513) ^a	
	Pós-instrumentação	1,570 (±0,929) ^b	9,6 ^A	1,543 (±0,710) ^b	23,6 ^B	1,424 (±0,538) ^b	22,8 ^B
	Pós-agitação	1,709 (±0,994) ^c		1,842 (±0,733) ^c		1,755 (±0,681) ^c	
TA	Inicial	0,241 (±0,164) ^a		0,230 (±0,189) ^a		0,368 (±0,139) ^a	
	Pós-instrumentação	0,400 (±0,149) ^b	12,7 ^A	0,381 (±0,194) ^b	58,9 ^B	0,500 (±0,164) ^b	36,7 ^{AB}
	Pós-agitação	0,450 (±0,173) ^c		0,562 (±0,252) ^c		0,682 (±0,223) ^c	

TC= Terço cervical; TM= Terço médio; TA= Terço apical

Letras minúsculas comparação entre etapas em um mesmo grupo em cada porção analisada e total ($p < 0.05$).

Letras maiúsculas comparação entre as porcentagens de aumento de volume entre os grupos em cada porção analisada e total (ANOVA and Tuckey tests; $p < 0,05$)

Tabela 2- Valores descritivos da porcentagem de área não instrumentada e de dentina removida após os protocolos de agitação da solução irrigadora

Váriável	Porção avaliada	Irrigação convencional	Tornado Disinfection Kit	Xp-endo Finisher
		Mediana (Min-Max)	Mediana (Min-Max)	Mediana (Min-Max)
% de área não instrumentada	Total	43,75(5,86-96,83) ^a	13,68(1,57-39,63) ^b	44,36 (13,81-82,33) ^a
	TC	40,36(6,41-77,61) ^a	8,08(0,10-41,68) ^b	50,22(1,85-71,61) ^a
	TM	49,84(10,05-80,72) ^a	9,41(0,32-55,46) ^b	38,38(4,63-70,94) ^{ab}
	TA	63,73(16,62-90,19) ^a	13,40(0,38-94,04) ^b	41,55(9,41-96,57) ^{ab}
% Dentina removida	Total	3,68(0,02-13,42) ^a	13,10(0,39-24,39) ^b	3,20(0,94-7,86) ^a
	TC	5,09(0,89-14,81) ^a	10,65(1,49-32,89) ^b	1,39(0,08-7,87) ^b
	TM	2,22(0,12-14,32) ^a	7,23(0,13-20,06) ^a	3,89(0,06-20,02) ^a
	TA	8,22(0,26-11,92) ^a	13,05(4,04-75,16) ^b	11,99(3,46-27,56) ^{ab}

Letras minúsculas comparação entre as porcentagens de área não instrumentada e porcentagem de dentina removida entre os grupos em cada porção analisada e total (Kruskall-Wallis and Dunn tests; $p < 0,05$)

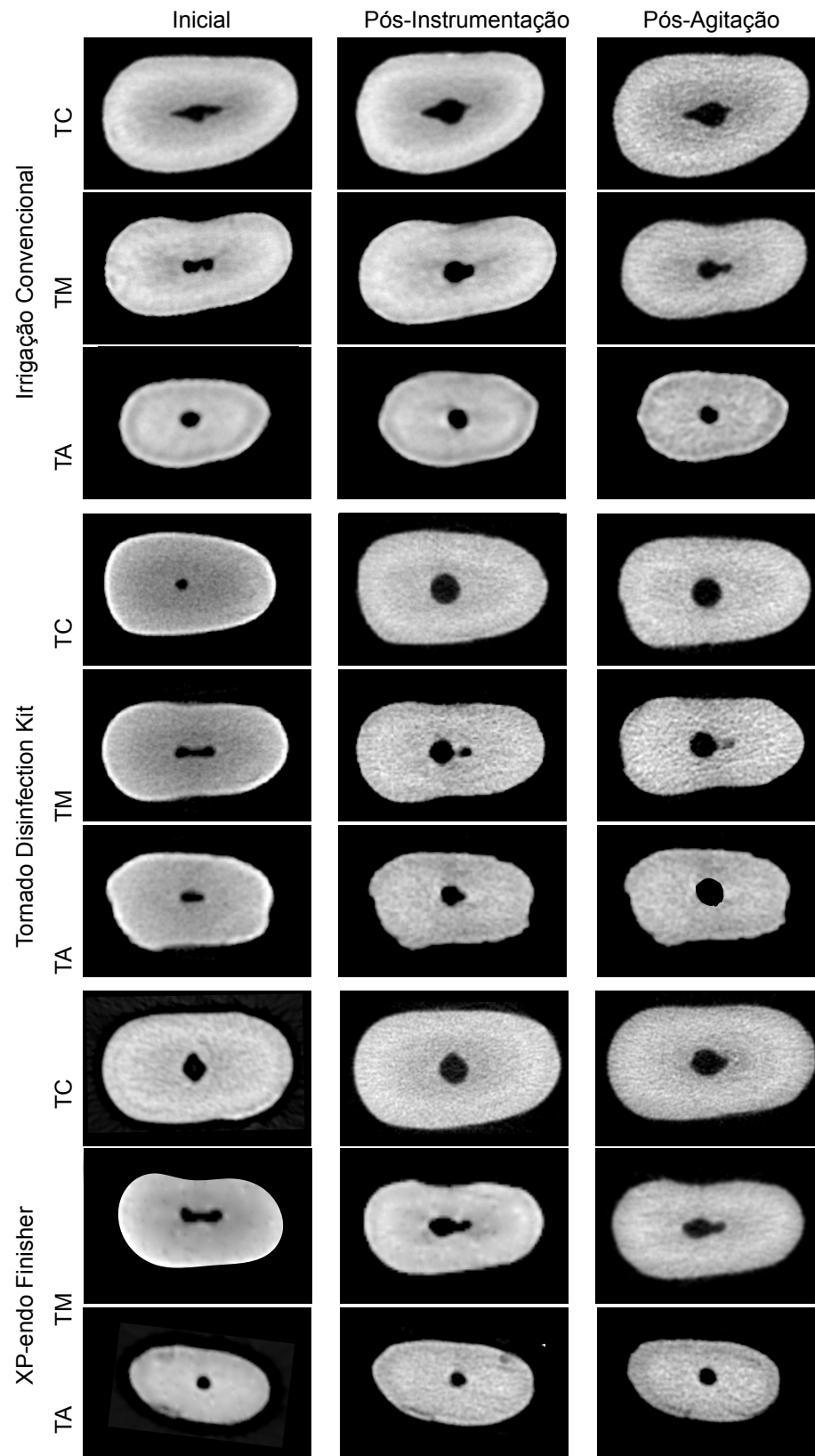


Figura 1- Imagens representativas de cortes transversais de escaneamentos de micro-CT demonstrando o aumento de volume dos terços apical (TA), médio (TM) e cervical (TC) dos grupos irrigação convencional, Tornado Disinfection Kit e XP-Endo Finisher em três períodos diferentes: inicial, após instrumentação com Pro-Design Logic 2 e após agitação da solução irrigadora.

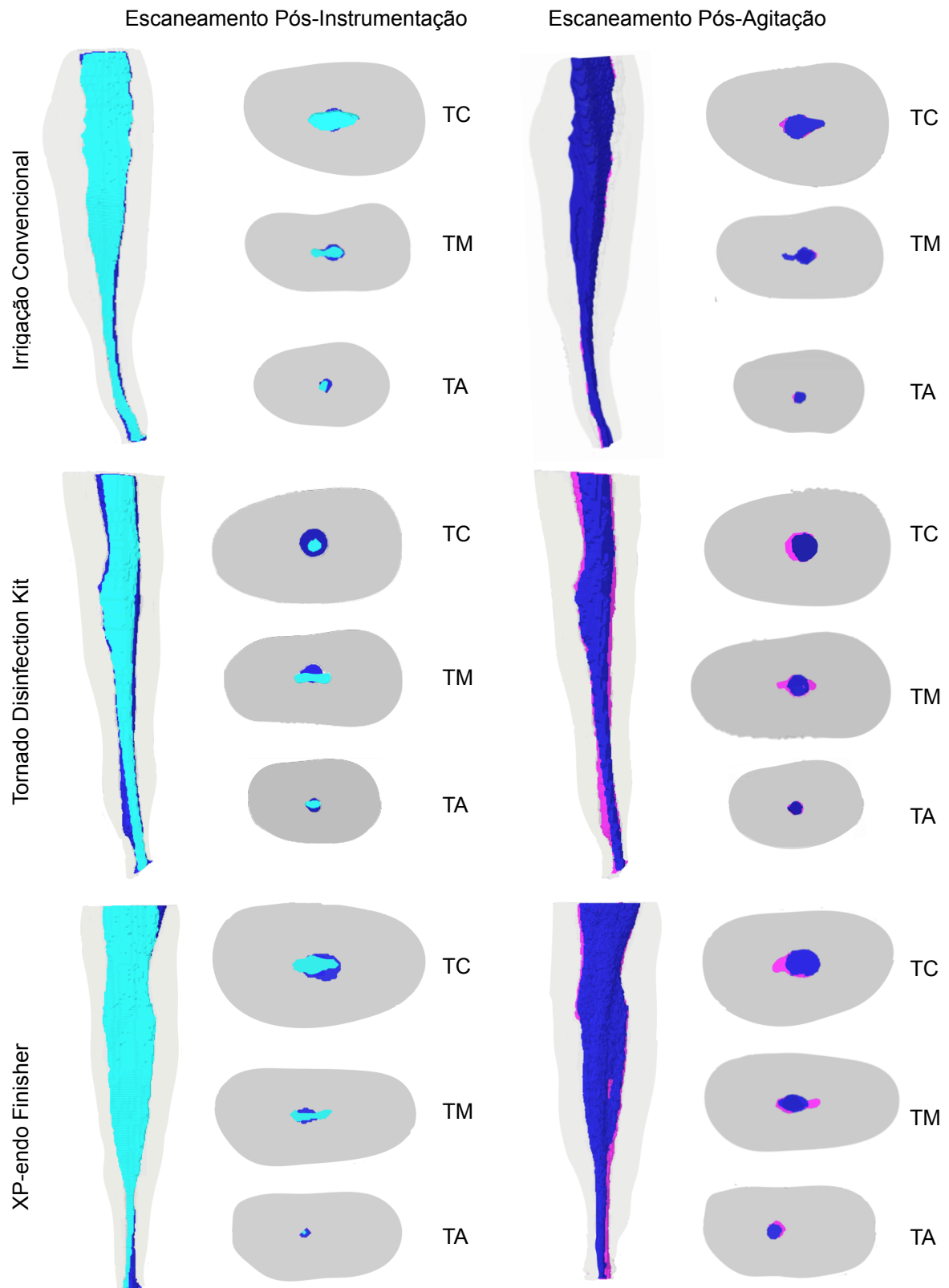


Figura 2- Imagens representativas totais e dos terços apical (TA), médio (TM) e cervical (TC) dos grupos irrigação convencional, Tornado Disinfection Kit e XP-Endo Finisher. Em azul claro a área do canal inicial, em azul escuro a área do canal após a instrumentação e em rosa a área após a agitação da solução irrigadora.

REFERÊNCIAS

REFERÊNCIAS

1. Siqueira JF Jr, Rôças IN. Clinical implications and microbiology of bacterial persistence after treatment procedures. *J Endod.* 2008;34(11):1291-1301.
 2. Vera J, Siqueira Junior JF, Ricucci D, Loghin S, Fernández N, Flores B et al. One- versus two-visit endodontic treatment of teeth with apical periodontitis: a histobacteriologic study. *J Endod.* 2012;38(8):1040-52.
 3. Siqueira Junior JF, Rôças IDN, Marceliano-Alves MF, Pérez AR, Ricucci D. Unprepared root canal surface areas: causes, clinical implications, and therapeutic strategies. *Braz Oral Res.* 2018; 32 (suppl 1):e65
 4. Nakamura VC, Pinheiro ET, Prado LC, Silveira AC, Carvalho APL, Mayer MPA, Gavini G. Effect of ultrasonic activation on the reduction of bacteria and endotoxins in root canals: a randomized clinical trial. *Int Endod J.* 2018; (51) (suppl 1):e12-e22.
 5. Siqueira JF, Jr., Alves FR, Almeida BM, de Oliveira JC, Rôças IN. Ability of chemomechanical preparation with either rotary instruments or self-adjusting file to disinfect oval-shaped root canals. *J Endod* 2010;36 (11)1860-5.
 6. Pineda F, Kuttler Y. Mesiodistal and buccolingual roentgenographic investigation of 7,275 root canals. *Oral surg oral med oral pathol* 1972;33 (1)101-10.
 7. Vertucci, FJ. Root canal morphology and its relationship to endodontic procedures. *Endod Topics.* 2005;10(1), 3–29.
 8. Wolf TG, Stiebritz M, Boemke N, Elsayed I, Paqué F, Wierichs RJ, Briseño-Marroquín B. 3-dimensional Analysis and Literature Review of the Root Canal Morphology and Physiological Foramen Geometry of 125 Mandibular Incisors by Means of Micro-Computed Tomography in a German Population. *J Endod.* 2020;46(2):184-191
 9. Versiani MA, Pécora JD, de Sousa-Neto MD. Flat-oval root canal preparation with self-adjusting file instrument: a micro-computed tomography study. *J Endod.* 2011;37(7):1002-7
 10. Stavileci M, Hoxha V, Görduysus Ö, Tatar I, Laperre K, Hostens J, Küçükkaya S, Muhaxheri E. Evaluation of Root Canal Preparation Using Rotary System and Hand Instruments Assessed by Micro-Computed Tomography. *Med Sci Monit Basic Res.* 2015; 20(21):123-30.
 11. Arias A, Paqué F, Shyn S, Murphy S, Peters OA. Effect of canal preparation with TRUShape and Vortex rotary instruments on three-dimensional geometry of oval root canals. *Aust Endod J.* 2018;44(1):32-39
 12. Jou YT, Karabucak B, Levin J, Liu D. Endodontic working width: current concepts and techniques. *Dent Clin North Am* 2004;48(1):323-35.
 13. Shah DY, Wadekar SI, Dadpe AM, Jadhav GR, Choudhary LJ, Kalra DD. Canal transportation and centering ability of protaper and self-adjusting file system in long oval canals: An ex-vivo cone-beam computed tomography analysis. *J Conserv Dent.* 2017;20(2):105-109.
-
-

14. Elayouti A, Chu AL, Kimionis I, Klein C, Weiger R, L  st C. Efficacy of rotary instruments with greater taper in preparing oval root canals. *Int Endod J* 2008;41(12):1088-1092.
15. Peters OA, Peters CI, Schonenberger K, Barbakow F. ProTaper rotary root canal preparation: effects of canal anatomy on final shape analysed by micro CT. *Int Endod J* 2003;36(2):86-92.
16. Grande NM, Plotino G, Butti A, Messina F, Pameijer CH, Somma F. Cross-sectional analysis of root canals prepared with NiTi rotary instruments and stainless steel reciprocating files. *Oral Surg Oral Med Oral Pathol Oral Radiol Endod.* 2007;103(1):120-6.
17. Boruah LC, Bhuyan AC. Morphologic characteristics of root canal of mandibular incisors in North-East Indian population: An in vitro study. *J Conserv Dent.* 2011;14(4):346-50.
18. Leoni GB, Versiani MA, Pécora JD, Dami  o de Sousa-Neto M. Micro-computed tomographic analysis of the root canal morphology of mandibular incisors. *J Endod.* 2014;40(5):710-6.
19. Espir CG, Nascimento CA, Guerreiro-Tanomaru JM, Bonetti-Filho I, Tanomaru-Filho M. Radiographic and micro-computed tomography classification of root canal morphology and dentin thickness of mandibular incisors. *J Conserv Dent.* 2018;21(1):57-62.
20. de Melo Ribeiro MV, Silva-Sousa YT, Versiani MA, Lamira A, Steier L, Pécora JD, de Sousa-Neto MD. Comparison of the cleaning efficacy of self-adjusting file and rotary systems in the apical third of oval-shaped canals. *J Endod.* 2013;39(3):398-401.
21. Rechenberg DK, Paqu   F. Impact of cross-sectional root canal shape on filled canal volume and remaining root filling material after retreatment. *Int Endod J.* 2013;46(6):547-55.
22. Lin LM, Pascon EA, Skribner J, G  ngler P, Langeland K. Clinical, radiographic, and histologic study of endodontic treatment failures. *Oral Surg Oral Med Oral Pathol.* 1991;71(5):603-11.
23. Metzger Z, Teperovich E, Cohen R, Zary R, Paqu   F, H  lsmann M. The self-adjusting file (SAF). Part 3: removal of debris and smear layer-A scanning electron microscope study. *J Endod.* 2010;36(4):697-702.
24. Alakshar A, Saleh ARM, Gorduysus MO. Debris and Smear Layer Removal from Oval Root Canals Comparing XP-Endo Finisher, EndoActivator, and Manual Irrigation: A SEM Evaluation. *Eur J Dent.* 2020;14(4):626-633.
25. Zhao D, Shen Y, Peng B, Haapasalo M. Root canal preparation of mandibular molars with 3 nickel-titanium rotary instruments: a micro-computed tomographic study. *J Endod.* 2014;40(11):1860-4.
26. Yuan K, Niu C, Xie Q, Jiang W, Gao L, Huang Z, Ma R. Comparative evaluation of the impact of minimally invasive preparation vs. conventional straight-line preparation on tooth biomechanics: a finite element analysis. *Eur J Oral Sci.*

- 2016;124(6):591-596.
27. Plotino G, Özyürek T, Grande NM, Gündoğar M. Influence of size and taper of basic root canal preparation on root canal cleanliness: a scanning electron microscopy study. *Int Endod J*. 2019;52(3):343-351.
 28. Soares PV, Santos-Filho PCF, Queiroz EC, Araújo TC, Campos RE, Araújo CA, Soares CJ. Fracture resistance and stress distribution in endodontically treated maxillary premolars restored with composite resin. *J Prosthodont*. 2008;17(2):114-119
 29. Santos-Filho PC, Veríssimo C, Soares PV, Saltarello RC, Soares CJ, Marcondes Martins LR. Influence of ferrule, post system, and length on biomechanical behavior of endodontically treated anterior teeth. *J Endod*. 2014;40(1):119-23.
 30. Kischen A. Mechanisms and risk factors for fracture predilection in endodontically treated teeth. *Endod Topics*. 2006; 13 (1): 57–83.
 31. Schwartz RS, Robbins JW. Post placement and restoration of endodontically treated teeth: a literature review. *J Endod*. 2004 ;30(5):289-301.
 32. Simon JH. The apex: how critical is it? *Gen Dent*. 1994;42(4):330-4
 33. Siqueira JF Jr, Lopes HP Chemomechanical preparation. In: Siqueira Jr JF, editors. *Treatment of endodontic infections*. London, UK: Quintessence Publishing, 2011, pp. 236–84.
 34. Aminoshariae A, Kulild J. Master apical file size - smaller or larger: a systematic review of microbial reduction. *Int Endod J*. 2015;48(11):1007-22.
 35. Aminoshariae A, Kulild JC. Master apical file size - smaller or larger: a systematic review of healing outcomes. *Int Endod J*. 2015;48(7):639-47.
 36. Menezes SE, Batista SM, Lira JO, Melo Monteiro GQ. Cyclic fatigue resistance of WaveOne Gold, ProDesign R and ProDesign Logic files in curved canals in vitro. *Iran Endod J*. 2017;12(4):468-73.
 37. Pinheiro SR, Alcalde MP, Vivacqua-Gomes N, Bramante CM, Vivan RR, Duarte MAH, et al. Evaluation of apical transportation and centring ability of five thermally treated NiTi rotary systems. *Int Endod J*. 2018;51(6):705-13.
 38. De-Deus G, Marins J, Silva EJ, Souza E, Belladonna FG, Reis C, et al. Accumulated hard tissue debris produced during reciprocating and rotary nickel-titanium canal preparation. *J Endod*. 2015;41(5):676-81.
 39. Srikanth P, Krishna AG, Srinivas S, Reddy ES, Battu S, Aravelli S. Minimal apical enlargement for penetration of irrigants to the apical third of root canal system: a scanning electron microscope study. *J Int Oral Health*. 2015;7(6):92-6.
 40. Metzger Z, Zary R, Cohen R, Teperovich E, Paqué F. The quality of root canal preparation and root canal obturation in canals treated with rotary versus self-adjusting files: a three-dimensional micro-computed tomographic study. *J Endod*. 2010;36(9):1569-73.
-
-

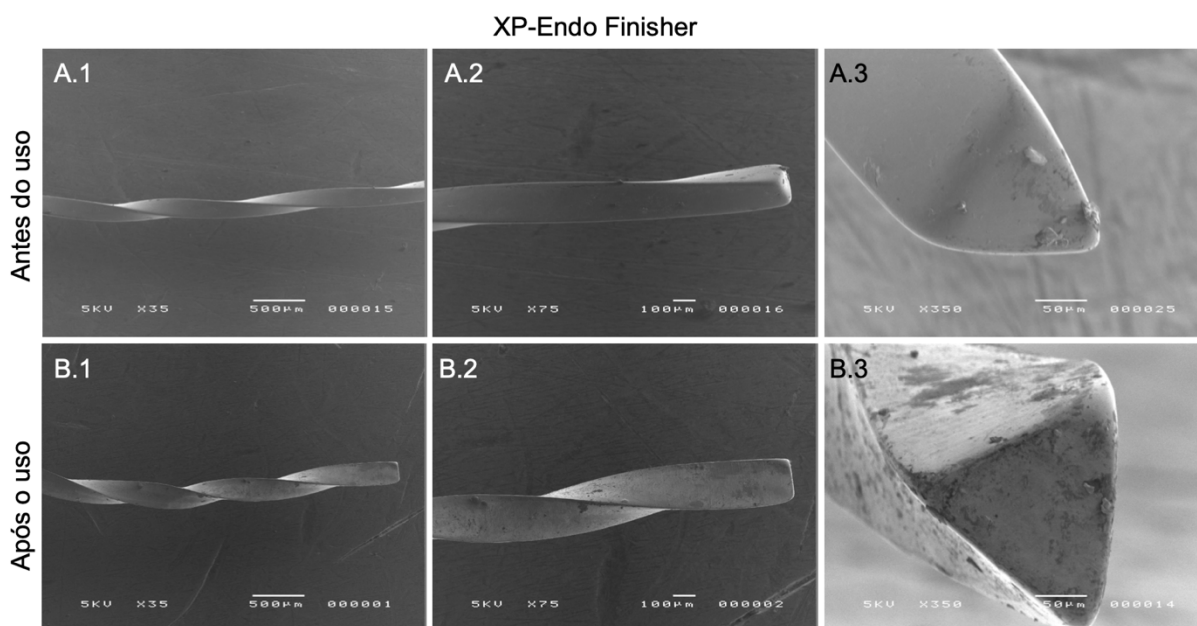
-
-
41. Moura-Netto C, Palo RM, Pinto LF, Mello-Moura AC, Daltoé G, Wilhelmsen NS. CT study of the performance of reciprocating and oscillatory motions in flattened root canal areas. *Braz Oral Res.* 2015;29:1-6.
 42. Haapasalo M, Shen Y, Qian W, Gao Y. Irrigation in endodontics. *Dent Clin North Am.* 2010;54(2):291-312.
 43. Gu LS, Kim JR, Ling J, Choi KK, Pashley DH, Tay FR. Review of contemporary irrigant agitation techniques and devices. *J Endod.* 2009;35(6):791-804.
 44. Leoni GB, Versiani MA, Silva-Sousa YT, Bruniera JF, Pécora JD, Sousa-Neto MD. Ex vivo evaluation of four final irrigation protocols on the removal of hard-tissue debris from the mesial root canal system of mandibular first molars. *Int Endod J.* 2017;50(4):398-406.
 45. Thomas AR, Velmurugan N, Smita S, Jothilatha S. Comparative evaluation of canal isthmus debridement efficacy of modified EndoVac technique with different irrigation systems. *J Endod.* 2014;40(10):1676-80.
 46. Paqué F, Al-Jadaa A, Kfir A. Hard-tissue debris accumulation created by conventional rotary versus self-adjusting file instrumentation in mesial root canal systems of mandibular molars. *Int Endod J.* 2012;45(5):413-8.
 47. Trope M, Debelian G (2015) XP-3D Finisher™ file — the next step in restorative endodontics. *Endodontic PracticeUS.* 8, 22–4.
 48. FKG (2015). XP-Endo Finisher Technical Guide [Internet]. Switzerland: FKG, La Chaux-de-Fonds; [Accessed December 21, 2021]. Available at <https://www.fkg.ch/xpendo/finisher>
 49. Moreinos D, Dakar A, Stone NJ, Moshonov J. Evaluation of Time to Fracture and Vertical Forces Applied by a Novel Gentlefile System for Root Canal Preparatioin Simulated Root Canals. *J Endod.* 2016;42(3):505-8.
 50. Thompson SA. An overview of nickel-titanium alloys used in dentistry. *Int Endod J* 2000;33:297–310.
 51. Parashos P, Messer HH. Rotary NiTi instrument fracture and its consequences. *J Endod* 2006;32:1031–43.
-
-

APÊNDICES

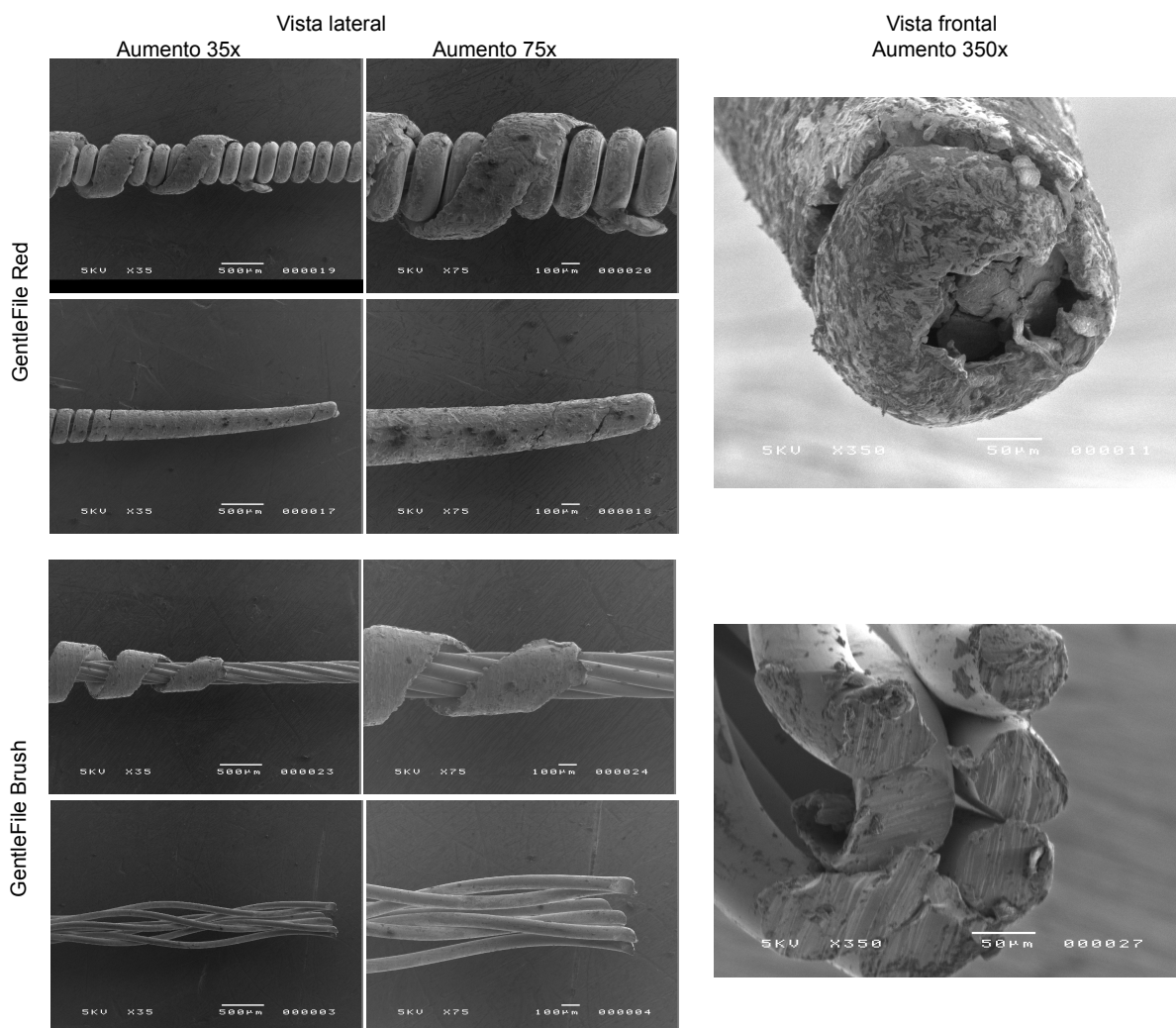
APÊNDICES

APÊNDICE A. Imagem de microscópio eletrônico de varredura a laser (MEV) de alto vácuo.

A.1) Vista lateral XP-Endo Finisher sem uso, aumento de 35x; A.2) Vista lateral XP-Endo Finisher sem uso, aumento de 75x; A.3) Ponta XP-Endo Finisher sem uso, aumento de 350x; B.1) Vista lateral XP-Endo Finisher após o uso, aumento de 35x; B.2) Vista lateral XP-Endo Finisher após o uso, aumento de 35x; B.3) Ponta XP-Endo Finisher após o uso, aumento de 350x.



APÊNDICE B. Imagem de microscópio eletrônico de varredura a laser (MEV) de alto vácuo do GentleFile Red e GentleFile Brush em uma vista lateral (aumentos 35x e 75x) e em uma vista frontal (aumento 350x).



ANEXOS

USP - FACULDADE DE
ODONTOLOGIA DE BAURU DA
USP



PARECER CONSUBSTANCIADO DO CEP

DADOS DO PROJETO DE PESQUISA

Título da Pesquisa: CAPACIDADE DE LIMPEZA DE UM NOVO DISPOSITIVO MECÂNICO PARA AGITAÇÃO DA SOLUÇÃO IRRIGADORA EM CANAIS OVAIS E ACHATADOS DE INCISIVOS INFERIORES

Pesquisador: Letycia Accioly Simões Coelho

Área Temática:

Versão: 1

CAAE: 42281921.3.0000.5417

Instituição Proponente: Universidade de Sao Paulo

Patrocinador Principal: Financiamento Próprio

DADOS DO PARECER

Número do Parecer: 4.543.578

Apresentação do Projeto:

Estudos demonstram que atualmente nenhum instrumento é capaz de limpar e desinfetar todo o sistema de canais deixando parte do espaço do canal radicular intocada durante a instrumentação; por isso a irrigação se torna essencial para a desinfecção das áreas não tocadas que necessitam da ação química e física das soluções irrigadoras.

Objetivo da Pesquisa:

Diante disso, o objetivo do presente estudo é comparar a capacidade de limpeza entre os sistemas Self-adjusting File (SAF), XP-endo Finisher e o novo sistema Tornado Desinfection KIT quando é realizada a agitação da solução irrigadora após o preparo conservador do canal radicular de incisivos inferiores inirradiculares, realizando uma análise pelas imagens de micro-CT de áreas do canal radicular tocadas/ não tocadas.

A hipótese nula é que haverá diferença em áreas tocadas e não tocadas promovidas pelos instrumentos. Para o cálculo da amostra foi usado o G * Power v3.1 para Mac (Heinrich Heine, Universität Düsseldorf, Dusseldorf, Alemanha) e o teste Wilcoxon-Mann Whitney da família de teste T foi selecionado. Foram utilizados os dados de um estudo prévio de avaliação do preparo do canal

Endereço: DOUTOR OCTAVIO PINHEIRO BRISOLLA 75 QUADRA 9

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

USP - FACULDADE DE
ODONTOLOGIA DE BAURU DA
USP



Continuação do Parecer: 4.543.578

radicular que utilizou incisivos inferiores (Veloze et al. 2020) e o tamanho do efeito no presente estudo foi estabelecido ($= 1,20$). O erro de tipo alfa de 0,05, um poder beta de 0,80 e uma razão $N2 / N1$ de 1 também foram estipulados (Veloze et al. 2020). Um total de 10 amostras por grupo foram indicadas como o tamanho ideal necessário para notar diferenças significativas. Foi utilizada uma amostra de 12, considerando 20% de risco de perda da amostra.

Seleção dos espécimes

Anteriormente à sua realização, este estudo será apreciado e aprovado pelo Comitê de Ética em Pesquisa em Humanos da Faculdade de Odontologia de Bauru. Serão selecionados 48 incisivos inferiores humanos de único canal e armazenados em solução de timol a 0,1%.

Avaliação dos Riscos e Benefícios:

Os riscos serão mínimos visto que utilizaram dentes já extraídos e utilizados em pesquisa prévia. Os benefícios serão de auxiliar futuros tratamentos endodônticos quanto a limpeza de canais achatados achados principalmente em incisivos inferiores.

Comentários e Considerações sobre a Pesquisa:

Não se aplica

Considerações sobre os Termos de apresentação obrigatória:

Todos os termos apresentados.

Recomendações:

Não se aplica.

Conclusões ou Pendências e Lista de Inadequações:

Sou de parecer que o projeto seja APROVADO por esse CEP.

Considerações Finais a critério do CEP:

Esse projeto foi considerado APROVADO na reunião ordinária do CEP de 03/02/2021, via Google Meet, devido à pandemia da COVID-19 e por orientações da CONEP, 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

Endereço: DOUTOR OCTAVIO PINHEIRO BRISOLLA 75 QUADRA 9
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

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



Continuação do Parecer: 4.543.578

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	PB_INFORMAÇÕES_BÁSICAS_DO_PROJETO_1676219.pdf	14/01/2021 17:10:28		Aceito
Solicitação Assinada pelo Pesquisador Responsável	CompromissoPesquisador.pdf	14/01/2021 17:09:55	Letycia Accioly Simões Coelho	Aceito
Declaração de Pesquisadores	ParecerCEP.pdf	14/01/2021 17:09:21	Letycia Accioly Simões Coelho	Aceito
Projeto Detalhado / Brochura Investigador	ProjetoCEP.pdf	14/01/2021 17:08:26	Letycia Accioly Simões Coelho	Aceito
Outros	Checklist.pdf	14/01/2021 17:06:54	Letycia Accioly Simões Coelho	Aceito
Outros	IntencaoDeCessaoDeDentes.pdf	14/01/2021 17:06:36	Letycia Accioly Simões Coelho	Aceito
TCLE / Termos de Assentimento / Justificativa de Ausência	Dispensa.pdf	14/01/2021 17:06:02	Letycia Accioly Simões Coelho	Aceito
Orçamento	Orcamento.pdf	14/01/2021 17:05:03	Letycia Accioly Simões Coelho	Aceito
Folha de Rosto	FolhaDeRosto.pdf	14/01/2021 17:02:52	Letycia Accioly Simões Coelho	Aceito

Situação do Parecer:

Aprovado

Necessita Apreciação da CONEP:

Não

BAURU, 17 de Fevereiro de 2021

**Assinado por:
Juliana Fraga Soares Bombonatti
(Coordenador(a))**

Endereço: DOUTOR OCTAVIO PINHEIRO BRISOLLA 75 QUADRA 9
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