



PONTIFÍCIA UNIVERSIDADE CATÓLICA DO PARANÁ

**ESCOLA DE CIÊNCIAS DA VIDA
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM ODONTOLOGIA
ÁREA DE CONCENTRAÇÃO EM ENDODONTIA**

BIANCA MARQUES DE MATTOS DE ARAUJO

**AVALIAÇÃO DO EFEITO DE PROTOCOLOS DE
IRRIGAÇÃO FINAL NA REMOÇÃO DE DEBRIS NAS
RAÍZES MESIAIS DE MOLARES INFERIORES**

Curitiba

2017

BIANCA MARQUES DE MATTOS DE ARAUJO

**AVALIAÇÃO DO EFEITO DE PROTOCOLOS DE
IRRIGAÇÃO FINAL NA REMOÇÃO DE DEBRIS NAS
RAÍZES MESIAIS DE MOLARES INFERIORES**

**Dissertação apresentada ao Programa de
Pós-Graduação em Odontologia da
Pontifícia Universidade Católica do Paraná,
como parte dos requisitos para obtenção
do título de Mestre em Odontologia, Área
de Concentração em Endodontia.**

**Orientador: Prof. Dr. Ulisses Xavier da Silva
Neto.**

Curitiba

2017

Dados da Catalogação na Publicação
Pontifícia Universidade Católica do Paraná
Sistema Integrado de Bibliotecas – SIBI/PUCPR
Biblioteca Central
Luci Eduarda Wielganczuk – CRB – 9/1118

A663a
2017 Araújo, Bianca Marques de Mattos de
Avaliação do efeito de protocolos de irrigação final na remoção de debris
nas raízes mesiais de molares inferiores / Bianca Marques de Mattos de
Araújo ; orientador: Ulisses Xavier da Silva Neto. – 2017.
51 f. : il. ; 30 cm

Dissertação (mestrado) – Pontifícia Universidade Católica do Paraná,
Curitiba, 2017
Inclui bibliografias

1. Endodontia. 2. Molares. 3. Dentes – Radiografia. 4. Cavidade da polpa
dentária. 5. Dentes – Extração. I. Silva Neto, Ulisses Xavier da. II. Pontifícia
Universidade Católica do Paraná. Programa de Pós-Graduação em
Odontologia. III. Título.

CDD 23. ed. – 617.6342

TERMO DE APROVAÇÃO

BIANCA MARQUES DE MATTOS DE ARAUJO

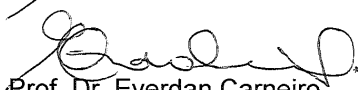
AVALIAÇÃO DO EFEITO DE PROTOCOLOS DE IRRIGAÇÃO FINAL NA REMOÇÃO DE DEBRIS NAS RAÍZES MESIAIS DE MOLARES INFERIORES

Dissertação apresentada ao Programa de Pós-Graduação em Odontologia da Pontifícia Universidade Católica do Paraná, como parte dos requisitos parciais para a obtenção do Título de **Mestre em Odontologia**, Área de Concentração em **Endodontia**.

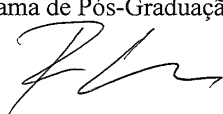
Orientador(a):



Prof. Dr. Ulisses Xavier da Silva Neto
Programa de Pós-Graduação em Odontologia, PUCPR



Prof. Dr. Everdan Carneiro
Programa de Pós-Graduação em Odontologia, PUCPR



Prof. Dr. Renato Menezes da Silva
Programa de Pós-Graduação da University of Texas, UTHEALH

Curitiba, 09 de Agosto de 2017.

*Dedico esta dissertação
primeiramente a Deus, pois sem Ele
nada poderia existir. Ao meu marido
Cristiano Miranda de Araujo por todo
incentivo, amor e cumplicidade. Você
faz meus dias mais leves e felizes.*

Agradecimento especial

Ao meu orientador, Professor Doutor Ulisses Xavier da Silva Neto, obrigada por toda ajuda e por ter investido seu tempo e conhecimento para me ensinar. Meu crescimento acadêmico se deve à sua dedicação como orientador. Muito obrigada.

Agradecimentos

Primeiramente a Deus, pois sem ele nada existiria. Obrigada pelo seu cuidado e amor, sei que nada acontece sem a sua permissão, e se hoje estou aqui é devido à sua graça.

Ao meu marido Cristiano Miranda de Araujo, não existem palavras que possam expressar minha gratidão pelo seu amor, incentivo e cumplicidade. Com certeza este trabalho tem sua marca. Meu amor eterno.

Aos meus pais, Marcio Lucio Montes de Mattos e Luciane Marques de Mattos por todo incentivo. Com certeza se hoje cheguei até aqui, foi por tudo que fizeram e ainda fazem por mim. Vocês são minha referência.

As minhas irmãs Paola e Giovanna, por sempre estarem ao meu lado, sei que sempre posso contar com vocês.

Ao meu sogro, Darci Pereira de Araujo pelo carinho.

À Pontifícia Universidade Católica do Paraná, por ter me proporcionado toda minha formação, desde a graduação. Esta será sempre minha segunda casa.

À Prof^a Dra. Renata Iani Weneck, coordenadora do Programa de Pós-graduação em Odontologia, por exercer com maestria esta árdua função.

À Prof^a Dra. Vânia Portela Ditzel Westphalen, obrigado pelo ensino durante o decorrer do mestrado e pelas considerações feitas durante a banca de qualificação.

Ao Prof. Dr. Alexandre Kowalczyk, obrigado pelas considerações feitas como suplente na banca de qualificação.

Ao Prof. Dr. Odilon Guariza Filho, pelas ótimas sugestões dadas na banca de qualificação desta dissertação. Muito obrigado, com certeza sua participação engrandeceu o trabalho.

Ao Prof. Dr. Fernando Westphalen, sem seu incentivo e ajuda com certeza este trabalho não teria sido possível.

Ao Prof. Dr. Renato Menezes Silva, que aceitou gentilmente o convite para participar da minha banca de defesa. Agradeço por ter dedicado o seu precioso tempo para contribuir com esse trabalho.

Ao Prof. Dr. Everdan Carneiro, agradeço pelo ensino durante o decorrer da graduação e mestrado e pela forma que aceitou gentilmente o convite para participar da minha banca de defesa. Suas considerações irão acrescentar muito a este trabalho.

Ao Prof. Dr. Sérgio Ignácio, pela análise estatística dos dados da presente dissertação. Por toda sua dedicação e competência, exercendo com maestria sua função. Muito obrigado.

À doutoranda Alessandra Timponi, ao qual não mediu esforços para realização desta pesquisa. Sua ajuda foi de extrema importância, com certeza se hoje este trabalho existe, é por seu mérito também.

À secretária Neide Reis Borges pela excelência em realizar o seu trabalho junto ao Programa de Pós-graduação da PUCPR.

A todos colegas que estiveram presentes comigo no Mestrado. A caminhada se tornou mais agradável ao lado de vocês.

Ao Técnico do LAMIR, Thiago Gomes da Silva pela dedicação, colaboração e atenção destinada a esta pesquisa.

SUMÁRIO

ARTIGO - VERSÃO EM PORTUGUÊS	1
Página título	1
Resumo.....	2
Introdução.....	3
Material e métodos.....	4
Resultados	9
Discussão.....	11
Conclusão.....	13
Referências.....	14
ARTIGO - VERSÃO EM INGLÊS	16
Title Page.....	16
Abstract.....	17
Introduction.....	18
Material and methods.....	19
Results.....	23
Discussion.....	26
Conclusion.....	28
References.....	29
Anexos.....	31

ARTIGO VERSÃO EM PORTUGUÊS

AVALIAÇÃO DO EFEITO DE DIFERENTES PROTOCOLOS DE IRRIGAÇÃO FINAL NA REMOÇÃO DE DEBRIS NAS RAÍZES MESIAIS DE MOLARES INFERIORES

Bianca Marques de Mattos de Araujo,

Pontifícia Universidade Católica do Paraná, Curitiba, Brasil

Escola de Ciências da Vida

Programa de Pós-graduação em Odontologia - Endodontia

Email: mattosbianca@hotmail.com

Ulisses Xavier da Silva Neto,

Pontifícia Universidade Católica do Paraná, Curitiba, Brasil

Escola de Ciências da Vida

Programa de Pós-Graduação em Odontologia - Endodontia

Email: ulisses.x@pucpr.br

Autor correspondente:

Ulisses Xavier da Silva Neto

Pontifícia Universidade Católica do Paraná, Curitiba, Brasil

Escola de Ciências da Vida

Programa de Pós-Graduação em Odontologia - Endodontia

Endereço: Rua Imaculada Conceição, 1155, Prado Velho

80215-901 Curitiba, Paraná, Brasil

Fone: 55 41 3271-1637/Fax 55 41 3271-1405

Email: ulisses.x@pucpr.br

RESUMO

Introdução: O objetivo deste estudo foi avaliar a redução de debris em canais mesiais de molares inferiores após a utilização de quatro protocolos de irrigação final, por meio de microtomografia computadorizada. **Métodos:** Quarenta raízes mesiais de molares inferiores humanos extraídos foram preparados utilizando instrumentos Wave One Gold Primary e divididos aleatoriamente em 4 grupos: G1-EndoActivator(Dentsplay Sirona), G2-Easy Clean(Easy Dental Equipment), G3-XP-Endo Finisher(FKG Dentaire, Switzerland) e G4-Irrigação Ultrassônica Passiva(PUI). Foram realizados microtomografias inicial, pós preparo e após irrigação final com o objetivo de calcular a percentagem de redução de debris total e por terços. A análise estatística foi realizada utilizando o teste não paramétricos de Kruskal-Wallis, seguido do teste de Dunn. **Resultados:** Quando avaliada a percentagem total de redução de debris, o XP-Endo Finisher produziu a maior redução, diferindo estatisticamente dos outros grupos. Houve diferença entre todos os grupos ($p < 0,05$), exceto quando comparado PUI com EndoActivator ($p > 0,05$). Na análise por terços foi observado que o Easy Clean apresentou diferença estatística em todos os terços quando comparado ao XP-Endo Finisher ($p < 0,05$), e no terço médio houve diferença entre Easy Clean com PUI. **Conclusões:** Todos os sistemas avaliados promoveram remoção de debris no interior dos canais, entretanto o sistema XP-Endo Finisher apresentou maior redução de debris quando comparado aos outros, tanto na avaliação total da raiz, quanto por terços.

Palavras-chave: Endodontia; Irrigação; Microtomografia.

INTRODUÇÃO

Um dos objetivos da terapia endodôntica é a remoção de tecido pulpar vivo ou necrosado, além de bactérias e seus produtos do sistema de canais radiculares, permitindo limpeza completa. Esta tarefa é frequentemente desafiada pela complexa anatomia do sistema de canais radiculares, onde se acumulam smear layer e debris produzidos durante a instrumentação. A permanência de debris no canal radicular dificulta a adaptação do material obturador às paredes dentinárias, além de abrigar bactérias(1–3).

Para o adequado saneamento do sistema de canais radiculares é necessário a associação da ação mecânica dos instrumentos com a ação química e mecânica da irrigação(4). A irrigação convencional, realizada com seringa e agulha, apresenta uma limitação importante que é a incapacidade do irrigante de alcançar todo o comprimento do canal e assim remover toda matéria orgânica e subproduto da instrumentação (debris). Foi demonstrado que as soluções irrigadoras podem atingir um comprimento de 1-1,5mm a partir da ponta de uma agulha. Isto requer que a ponta da agulha esteja a menos de 1mm do comprimento de trabalho para que a solução atinja toda a extensão do canal radicular(2,5,6).

Alguns métodos são mais eficientes na limpeza das áreas de difícil acesso de instrumentos, como a irrigação ultrassônica passiva (PUI), em que a ativação da solução irrigadora acontece por meio de pontas ultrassônicas, desorganizando o biofilme endodôntico e facilitando a penetração da solução irrigadora ao longo do leito do canal(4,7). Até o momento tem se observado uma limpeza mais eficiente quando comparado a técnica convencional principalmente em canais curvos ou com presença de istmo(4–6).

O sistema sônico EndoActivator (Dentsply Tulsa Dental Specialties, Tulsa) produz vigorosas agitações da solução irrigadora, por meio de uma ponta flexível, aumentando a eficácia da solução no interior do canal radicular, permitindo uma melhor limpeza de canais laterais, deltas apicais sem desgastar a dentina do canal radicular(2,8,9).

O sistema Easy Clean (EC) (Easy Equipamentos Odontológicos, Belo Horizonte, Brasil) consiste de um instrumento plástico de diâmetro 25.04 que produz uma agitação mecânica que propicia uma limpeza das paredes dos sistemas de canais radiculares, principalmente no terço apical. Ele pode ser

utilizado durante ou após o preparo em movimento recíprocante ou de rotação contínua(10,11).

O XP-Endo Finisher (FKG, La Chaux-de Fonds, Suíça) é um instrumento universal de NiTi de diâmetro 25.00, utilizado como instrumento para finalização pós-preparo. Ele sofre modificação de forma quando há alteração de temperatura. Quando resfriado, este instrumento mantém-se reto (fase martensítica ou fase M), porém, em contato ao calor corporal expande até 6mm seu diâmetro (Fase Austenítica ou fase A)(12). Devido a sua alta flexibilidade auxilia na limpeza final de áreas antes não alcançadas, preservando a dentina(9,13,14).

Para analisar e quantificar os debris produzidos durante a instrumentação e após os protocolos de irrigação tem sido utilizado o escaneamento com microtomografia computadorizada (μTC). É considerado um método confiável por ser menos invasivo, não destrutivo e não levar à perda de material. Além disso, o método permite analisar o dente tridimensionalmente(1,15). Até o presente momento não existe na literatura estudo que avalie a capacidade de reduzir debris dentinários dos sistemas descritos acima comparados entre si.

Este estudo teve como objetivo avaliar a redução de debris nos canais mesiais de molares inferiores humanos extraídos após o preparo dos canais radiculares e uso de quatro protocolos de irrigação final. A hipótese nula é que não há diferença entre os protocolos testados.

MATERIAL E MÉTODOS

Após aprovação pelo comitê de ética em pesquisa local, sob o parecer número 1.666.543, foram selecionados do banco de dentes da instituição, 40 molares inferiores humanos extraídos, com a raiz mesial apresentando curvatura de até 20°, e classificação de Vertucci tipo II. Dentes com fraturas, cáries, risogênese incompleta, reabsorções radiculares, ou presença de tratamento endodôntico prévio, foram excluídos.

As raízes mesiais foram submetidas à tomografia computadorizada para análise da anatomia interna. Foram realizadas radiografias periapicais para conferência da angulação da curvatura(16), utilizando o software Image J (National Institute of Health, Bethesda, MD, USA).

A raiz distal foi removida e a parede correspondente reconstruída em resina composta. O tamanho dos espécimes foi padronizado em 18mm. Após realizado o acesso radicular, a exploração e patência dos canais mesiais foi realizada com auxílio de lima tipo K #15 e o preparo cervical foi realizado através do instrumento Vortex Orifice Openers 20.08 (Dentsply Sirona, Ballaigues, Suíça). Para estabelecer o comprimento de trabalho (CT), ao visualizar a ponta do instrumento no forame foi diminuído 1mm dessa medida. Esta visualização se deu pela utilização de microscópio operatório com magnificação de 10X.

Preparo dos Canais Radiculares

As raízes foram cobertas por 2 camadas de esmalte para unhas (Risqué, Brasil) e incluídas em silicona de condensação (Zhermack, Badia Polesine RO, Itália) para simular o ligamento periodontal e prevenir a extrusão da solução irrigadora. Os canais foram preparados utilizando o instrumento Wave One Gold Primary (25.07) (Dentsply Sirona, Ballaigues, Suíça) acoplado ao motor X-Smart Plus (Dentsply Sirona, Ballaigues Suíça).

A cada retirada do instrumento do canal, houve a irrigação com 1 ml de hipoclorito de sódio 2,5% (NaOCl 2,5%) utilizando agulha NaviTip (Ultradent, Indaiatuba, Brasil) G30, totalizando 3 ml de NaOCl 2,5% durante o preparo. A patência foi mantida com auxílio de lima tipo K#10. Finalizado o preparo, os canais foram irrigados com 2 ml de NaOCl 2,5%, seguido de 2 ml de EDTA 17% e novamente 2 ml de NaOCl 2,5%. Na sequência, com pontas de papel absorvente correspondentes ao sistema utilizado, os canais foram secos e então a silicona de condensação foi removida e o segundo escaneamento realizado por meio de μ TC.

O preparo do canal e todos protocolos de irrigação foram realizados por um único operador, especialista em Endodontia, de acordo com as diretrizes do fabricante para as configurações de velocidade e torque. Foram utilizados somente instrumentos novos.

Avaliação da remoção dos debris

Os 40 espécimes foram incluídos novamente em silicona de condensação e aleatoriamente divididos em 4 grupos, de acordo com o protocolo de irrigação final. Cada protocolo foi aplicado para os dois canais da mesma raiz. Todos os dentes foram mantidos em um ambiente a uma temperatura constante de 37°. Durante todo o experimento, a temperatura do dente e da solução irrigadora, foram verificadas por meio de um termômetro infravermelho (LaserGrip 774, Etekcity, Ch).

Em cada protocolo, o canal foi preenchido com NaOCl 2,5% por meio de uma agulha NaviTip e a solução foi ativada por 60 s com fluxo contínuo de 2 ml/min. O procedimento foi repetido com EDTA 17%, totalizando 2 ciclos de ativação. Para remoção do EDTA 17%, foi realizada irrigação com 1 ml de NaOCl 2,5% sem ativação. Os canais foram secos com pontas de papel absorvente.

Grupo 1 – Protocolo EndoActivator

As soluções irrigadoras foram ativadas, utilizando a ponta “medium” (25.04) 1mm aquém do comprimento de trabalho a 10000 ciclos por minuto.

Grupo 2 – Protocolo Easy Clean (EC)

A ativação das soluções irrigadoras ocorreu introduzindo o instrumento Easy Clean no comprimento de trabalho, acoplado a um motor X-Smart Plus em movimento recíprocante (rotação 150° sentido anti-horário/ 30° sentido horário).

Grupo 3 – Protocolo XP-Endo Finisher

O instrumento foi calibrado a 1mm do comprimento de trabalho e resfriado, utilizando gás refrigerante imediatamente antes de ser introduzido no canal conforme instruções do fabricante. Este foi acoplado ao motor rotatório X-Smart Plus programado para 800 rpm de rotação e 1 N de torque.

Grupo 4 - Protocolo Ultrassom Passivo (PUI)

Uma ponta #20/.00 (Irrisafe Satelec Acteon, VDW) foi utilizada 1mm aquém do comprimento de trabalho, acoplada a um aparelho de ultrassom em potência 5, aplicando movimento de “introdução e remoção”.

Após a realização de cada protocolo, a silicona de condensação foi removida e os espécimes reposicionados no aparato utilizado para realização da μ TC pós irrigação final.

Avaliação com μ TC

Os espécimes foram escaneados em microtomógrafo (SkyScan 1172; Brucker microCT, Kontich, Bélgica) antes e após o preparo dos canais, após a irrigação final. A fim de permitir a padronização na posição dos dentes para o escaneamento, os dentes foram incluídos em resina cristal contida em tubos de PVC (5 raízes em cada) com a cavidade de acesso fechada com cimento provisório e voltada para baixo.

Os espécimes foram escaneados a 90 kV, 112 μ A e rotação de 180°. O escaneamento de cada amostra durou em média 35 minutos e para reconstrução das imagens em 3D foi empregado o software NRecon V.1.6.9. (Intel® Developer Zone, Brucker microCT, Bélgica). Não foi utilizado filtro de cobre e alumínio devido a não necessidade de correção do efeito “beam hardening”, já que o próprio software já realizou esta correção.

Conforme relatado por Freire et al.(1), inicialmente foi calculada a quantidade de debris produzidos após o preparo radicular. Por meio da sobreposição das imagens pré e pós-preparo, foi calculado o volume de debris, de densidade similar à da dentina, localizado em regiões do canal ocupadas anteriormente por ar nas imagens pré-operatórias.

O volume de debris remanescentes após a irrigação final foi determinado pela sobreposição das imagens pós-irrigação e a imagem binária de debris pós-preparo (Fig. 1). A percentagem de redução de debris (RD) foi calculada por meio da seguinte fórmula:

$$\%RD = (PI * 100 / PP) - 100$$

Onde:

PP = volume de debris pós-preparo

PI = volume de debris pós irrigação final

Os dados foram compilados e submetidos à análise estatística. Visando comparar se existiu diferença entre as variáveis independentes, segundo protocolo e terço. Primeiro foi testada a normalidade dos dados com os testes de Kolmogorov-Smirnov e Shapiro-Wilk. Não houve normalidade na distribuição da amostra, foi então utilizado o teste não paramétrico de Kruskal-Wallis, seguido do teste de Dunn. O nível de significância adotado em todos os testes foi de 5%.

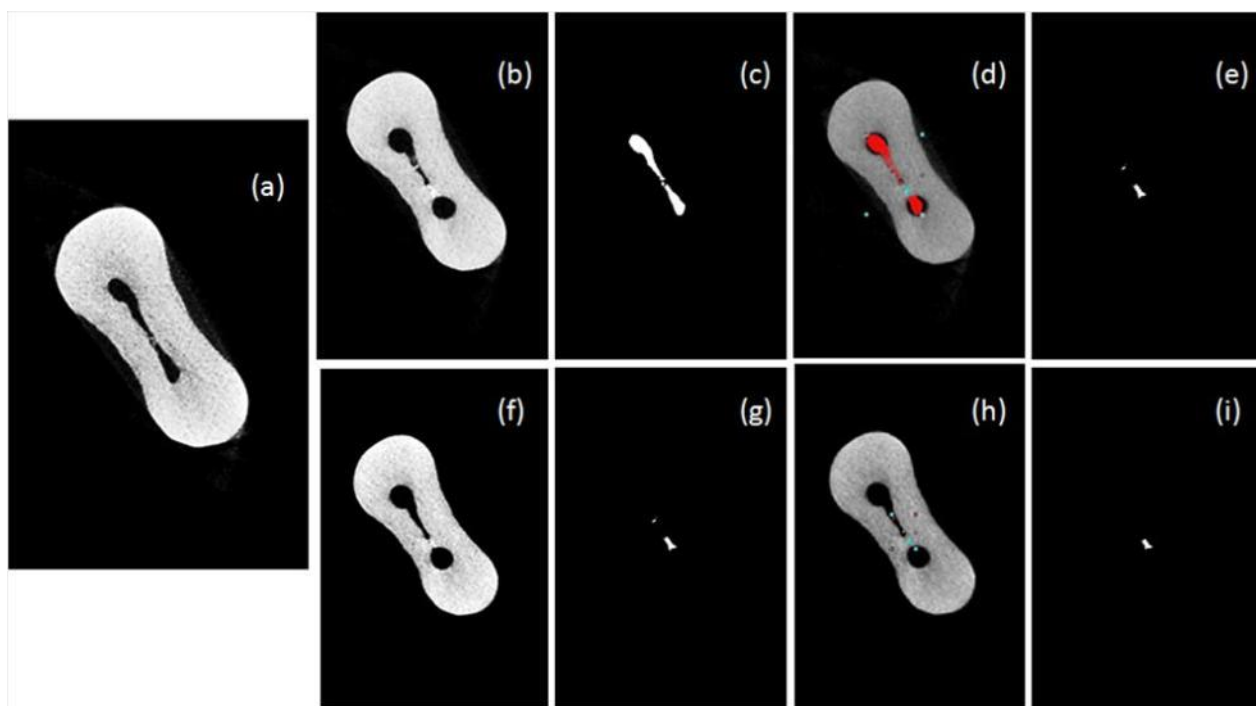


Figura 1. Imagem do espécime, gerada pela microtomografia: (a) Seção tomográfica do dente original; (b) Seção tomográfica do dente instrumentado; (c) Imagem binária do canal original (d) Sobreposição da imagem binária do canal inicial sobre o dente instrumentado; (e) Imagem binária dos debris obtidos pós preparo; (f) Seção tomográfica do dente após irrigação; (g) Imagem binária de debris pós preparo, igual a imagem (e); (h) Sobreposição da imagem binária dos debris pós preparo com dente pós irrigação; (i) Debris remanescentes pós irrigação.

RESULTADOS

O grupo XP-Endo Finisher apresentou maior redução de debris total quando comparado com outros sistemas ($p < 0,05$). Os resultados demonstraram diferença

estatística entre todos os grupos, exceto quando comparado PUI e EndoActivator ($p>0,05$) (Tabela 1, Fig. 2).

Tabela 1. Percentagem de redução (%) de debris total em todos os grupos (média e desvio padrão).

Grupo	Redução de debris (%)
	M $\pm$ DP
EndoActivator	53,24 $\pm$ 33,42 ^a
Easy Clean	31,88 $\pm$ 24,68 ^b
XP-Endo Finisher	70,42 $\pm$ 32,18 ^c
PUI	51,32 $\pm$ 29,80 ^a

*Nível de significância adotado pelo teste de Dunn: 0,05

Letras minúsculas diferentes indicam que houve diferença estatística entre os protocolos.

Na análise por terços foi observado que o protocolo Easy Clean apresentou diferença estatística em todos os terços quando comparado ao sistema XP-Endo Finisher ($p<0,05$), já no terço médio da raiz o sistema Easy Clean apresentou diferença estatística quando comparado ao sistema PUI ($p<0,05$). Os demais grupos não apresentaram diferença estatística quando comparados entre si (Tabela 2).

Tabela 2. Percentagem de redução (%) de debris em todos os grupos por terços (média e desvio padrão).

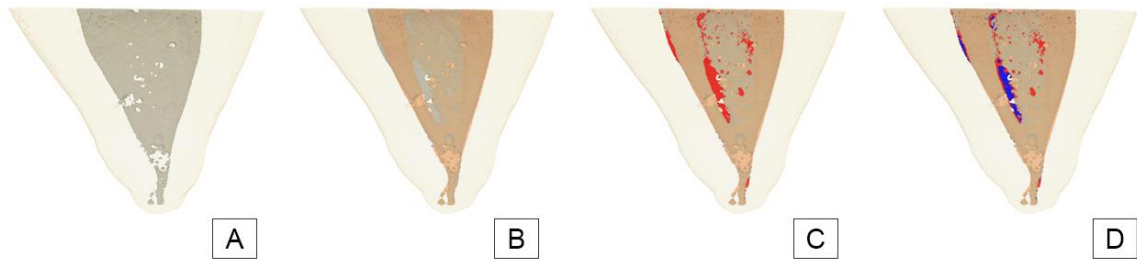
Terço	EndoActivator	Easy Clean	XP-Endo Finisher	PUI
Cervical	57,89 $\pm$ 30,21 ^{ACa}	39,39 $\pm$ 23,17 ^{ABa}	68,94 $\pm$ 36,29 ^{Ca}	51,61 $\pm$ 29,97 ^{ABCa}
Médio	48,63 $\pm$ 41,36 ^{ABCa}	26,86 $\pm$ 29,27 ^{Aa}	74,17 $\pm$ 35,57 ^{Ba}	60,53 $\pm$ 28,57 ^{BCa}
Apical	53,18 $\pm$ 30,45 ^{ACa}	29,41 $\pm$ 21,72 ^{ABa}	68,15 $\pm$ 27,03 ^{Ca}	41,84 $\pm$ 30,87 ^{ABCa}

*Nível de significância adotado pelo teste de Dunn: 0,05

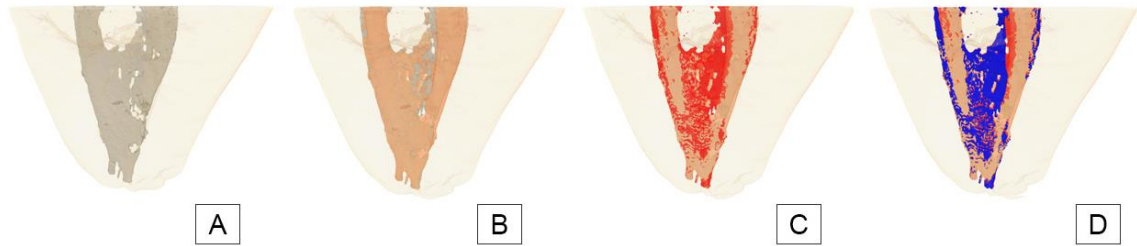
Letras maiúsculas diferentes na mesma linha indicam diferença estatisticamente significativa entre protocolos.

Letras minúsculas iguais na mesma coluna indicam que não houve diferença estatística entre os terços no mesmo protocolo.

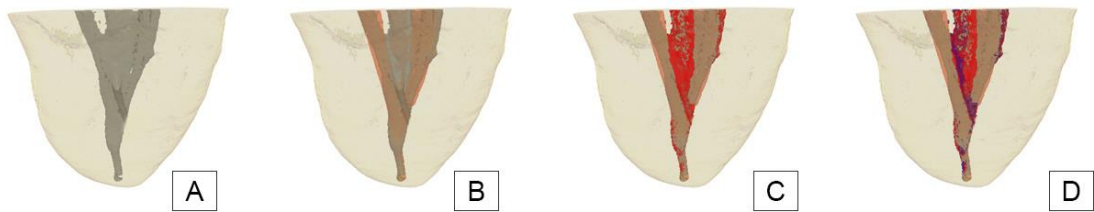
Endoactivator



Easy Clean



XP-Endo Finisher



PUI

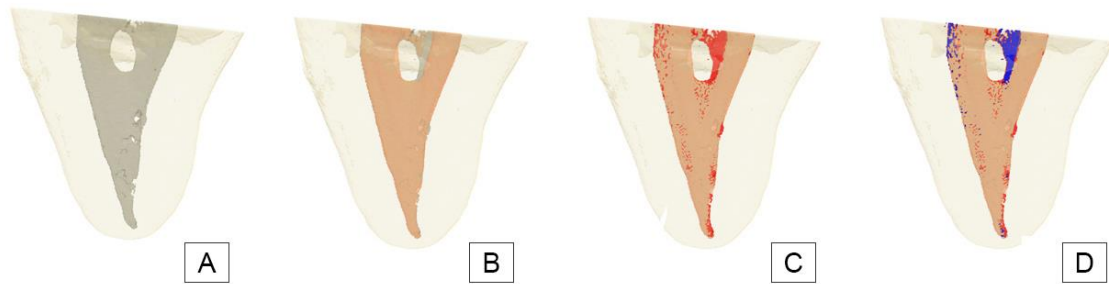


Figura 2. Reconstrução tri-dimensional com μTC da raiz mesial: (a) canal inicial não instrumentado (cinza), (b) canal instrumentado (laranja), (c) debris pós instrumentação (vermelho), (d) debris remanescentes pós irrigação (azul).

DISCUSSÃO

Este estudo avaliou a redução de debris nos canais mesiais de molares inferiores após o preparo e uso de quatro protocolos de irrigação final: EndoActivator, Easy Clean, XP-Endo Finisher e PUI. Os resultados obtidos demonstraram diferenças estatísticas entre os grupos no total da raiz, e entre três técnicas quando comparado os terços da raiz, fato este que fez com que a hipótese nula fosse rejeitada.

O sucesso do tratamento endodôntico está relacionado a remoção de biofilme bacteriano, seus substratos e restos pulpares do sistema de canais radiculares(17). A instrumentação apresenta-se ineficiente em superfícies irregulares, reentrâncias, como canais laterais e istmos(14). A inadequada instrumentação e desinfecção dos canais, torna o resultado imprevisível a longo prazo(11). Assim sendo, é de extrema importância pesquisar sistemas de irrigação que auxiliem na correta desinfecção de áreas intocadas ou de difícil acesso. É de nosso conhecimento que não há na literatura nenhum estudo que tenha avaliado a maioria dos sistemas estudados em conjunto, como o sistema Easy Clean comparado ao sistema XP-Endo Finisher.

Quando avaliada a raiz mesial como um todo, foi observada diferença estatística ($p < 0,05$) em todas as comparações, exceto entre técnicas EndoActivator e PUI quando comparadas ($p > 0,05$) (Tabela 1). Contrastando com estes achados, Leoni et al.(14), observaram em seus resultados que os grupos XP-Endo Finisher e PUI não apresentaram diferença estatística ($p > 0,05$). Porém cabe salientar que mesmo com a amostra e a metodologia de análise com μTC sendo semelhantes, houve divergências entre estes estudos. Primeiramente, em relação ao preparo com a utilização de brocas Gates-Glidden e limas Wave One Small e Primary. No presente estudo, optou-se pela utilização de instrumentos Vortex Orifice Openers e Wave One Gold Primary. Outra diferença entre os estudos foi quanto ao protocolo de irrigação final, principalmente pelo fato dos autores não utilizarem o EDTA e devido a menor quantidade de ciclos de ativação. Em relação aos sistemas XP-Endo Finisher e PUI, é importante ressaltar que os dois sistemas atuam de forma diferente. O protocolo realizado com PUI é baseado na agitação ultrassônica e ativação do líquido irrigador, produzindo microondas e calor,

favorecendo a remoção de debris e restos de detritos. Diferentemente o protocolo XP-Endo Finisher é acoplado em motor rotatório, apresentando como diferencial sua liga de NiTi que apesar de apresentar diâmetro 25.00, com a alteração de temperatura pode aumentar este diâmetro em até 6mm, garantindo maior flexibilidade ao instrumento e auxiliando na limpeza de áreas não tocadas das paredes dos canais radiculares(9,14).

Em concordância com os achados deste estudo, Andrade et al.(11), encontraram diferença estatisticamente significativa ($p<0,05$) comparando os sistemas Easy Clean e PUI, utilizando metodologia de análise semelhantes. É importante salientar que estes autores utilizaram dois grupos para o protocolo Easy Clean, um com movimento rotatório e outro com movimento recíprocante. Entretanto, apesar de utilizar o mesmo instrumento a diferença de movimento fez com que os dois grupos obtivessem resultados distintos. Quando utilizado movimento recíprocante, apresentou resultado inferior ($p<0,05$) quando comparado ao grupo PUI.

Não houve diferença estatística quando comparado os grupos EndoActivator e PUI ($p>0,05$) (Tabela 1). Contrapondo a este resultado, Mancini et al.(8) observaram diferença entre estes sistemas ($p<0,05$) com o sistema PUI apresentando menor remoção de debris quando comparado ao sistema EndoActivator. Uma justificativa para esta discordância pode ser devido ao método de avaliação dos autores citados ter sido a microscopia de varredura. No presente estudo optou-se pelo uso da μTC , devido ao fato de não ser invasiva, ser mais confiável e promover o detalhamento das imagens em terceira dimensão com precisão quantitativa e qualitativa(1,18).

Quando avaliados os resultados por terços, o grupo Easy Clean apresentou menor remoção de debris nos três terços da raiz quando comparado ao grupo XP-Endo Finisher ($p<0,05$). Também foi observado menor remoção de debris do grupo Easy Clean quando comparado ao grupo PUI no terço médio ($p<0,05$) (Tabela 2). Contrariando estes resultados, Duque et al.(6) não observaram diferença no terço médio da raiz quando comparados os sistemas Easy Clean e PUI ($p>0,05$). Esta discordância de resultados pode ter ocorrido devido à diferença na ativação dos sistemas. No presente estudo, foi empregado para a ativação dois ciclos de 60

segundos cada. Contudo, no estudo de Duque et al.(6) foram realizados três ciclos de ativação da solução irrigadora de 20 segundos cada. A utilização da μTC para a avaliação confere confiança aos resultados encontrados(1,15). Entretanto, quando comparado o grupo EndoActivator com os grupos Easy Clean e PUI e os terços cervical e apical dos grupos Easy Clean e PUI, os dois trabalhos observaram conformidade em seus resultados.

De maneira análoga a este estudo, Elnaghy et al.(9) não observaram diferença para a remoção de debris entre os grupos EndoActivator e XP-Endo Finisher nos terços da raiz ($p>0,05$). Entretanto, cabe informar que os instrumentos atuam de forma diferente, sendo um sônico e outro acoplado a motor.

O instrumento XP-Endo Finisher apresentou um desempenho superior no estudo, tanto quando avaliado o total da raiz, quanto por terços, na percentagem de redução de debris. Este resultado pode ser justificado devido à flexibilidade e comportamento que o instrumento apresenta pela alteração de temperatura e seu movimento. Demais estudos devem ser realizados no intuito de observar e comparar os sistemas de irrigação e sua efetiva limpeza final.

CONCLUSÃO

Baseado nos resultados obtidos, todos os sistemas avaliados apresentaram eficiência na remoção de debris, entretanto o sistema Easy Clean apresentou menor redução de debris quando comparado aos outros, tanto na avaliação total da raiz, quanto por terços. O sistema XP-Endo Finisher apresentou desempenho superior na remoção de debris.

REFERÊNCIAS

- 1 Freire Laila Gonzales, Iglecias Elaine Faga, Cunha Rodrigo Sanches, dos Santos Marcelo, Gavini Giulio. Micro-Computed Tomographic Evaluation of Hard Tissue Debris Removal after Different Irrigation Methods and Its Influence on the Filling of Curved Canals. *J Endod* 2015;41(10):1660–6. Doi: 10.1016/j.joen.2015.05.001.
- 2 Bolles Jordan A, He Jianing, Svoboda Kathy KH, Schneiderman Emet, Glickman Gerald N. Comparison of Vibringe , EndoActivator , and Needle Irrigation on Sealer Penetration in Extracted Human Teeth. *J Endod* 2013;39(5):708–11. Doi: 10.1016/j.joen.2013.01.006.
- 3 Paqué Frank, Laib Andres, Gautschi Hanspeter, Zehnder Matthias. Hard-Tissue Debris Accumulation Analysis by High-Resolution Computed Tomography Scans. *J Endod* 2009;35(7):1044–7. Doi: 10.1016/j.joen.2009.04.026.
- 4 Sluis LWM Van Der, Versluis M, Wu MK, Wesselink PR. Passive ultrasonic irrigation of the root canal: a review of the literature 2007:415–26. Doi: 10.1111/j.1365-2591.2007.01243.x.
- 5 Thomas Anchu Rachel, Velmurugan Natanasabapathy, Smita Surendran, Jothilatha Sundaramurthy. Comparative Evaluation of Canal Isthmus Debridement Efficacy of Modified EndoVac Technique with Different Irrigation Systems. *J Endod* 2014;40(10):1676–80. Doi: 10.1016/j.joen.2014.05.014.
- 6 Duque Jussaro Alves, Duarte Marco Antonio Hungaro, Canali Lyz Cristina Furquim, et al. 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;43(2):326–31. Doi: 10.1016/j.joen.2016.10.009.
- 7 Gregorio Cesar De, Estevez Roberto, Cisneros Rafael, Paranjpe Avina, Cohenca Nestor. Efficacy of Different Irrigation and Activation Systems on the Penetration of Sodium Hypochlorite into Simulated Lateral Canals and up to Working Length: An In Vitro Study. *J Endod* 2010;36(7):1216–21. Doi: 10.1016/j.joen.2010.02.019.
- 8 Mancini Manuele, Cerroni Loredana, Iorio Lorenzo, Armellini Emiliano, Conte Gabriele, Cianconi Luigi. Smear Layer Removal and Canal Cleanliness Using Different Irrigation Systems (EndoActivator , EndoVac , and Passive Ultrasonic Irrigation): Field Emission Scanning Electron Microscopic Evaluation in an In Vitro Study. *J Endod* 2013;39(11):1456–60. Doi: 10.1016/j.joen.2013.07.028.
- 9 Elnaghy Amr M, Mandorah Ayman, Elsaka Shaymaa E. Effectiveness of XP-endo Finisher, EndoActivator, and File agitation on debris and smear layer removal in curved root canals: a comparative study. *Odontology* 2016:1–6. Doi: 10.1007/s10266-016-0251-8.
- 10 Kato Augusto Shoji, Cunha Rodrigo Sanches, da Silveira Bueno Carlos Eduardo, Pelegrine Rina Andrea, Fontana Carlos Eduardo, de Martin Alexandre Sigrist. Investigation of the Efficacy of Passive Ultrasonic Irrigation Versus Irrigation with Reciprocating Activation: An Environmental Scanning Electron Microscopic Study. *J Endod* 2016;42(4):659–63. Doi: 10.1016/j.joen.2016.01.016.
- 11 Vieira Andrade-Junior Carlos, Batista Rafaela M, Marceliano-Alves Marília, Alves Flavio, Nogueira Emmanuel João, Silva Leal. Efficacy of a new activation device in irrigant penetration into simulated lateral canals. *Eur*

- Endod J 2016;1(2):1–5. Doi: 10.5152/eej.2016.16003.
- 12 Trope M, Debelian G. XP-3D Finisher™ file — the next step in restorative endodontics. Endod Pr 2015;8:22–4.
 - 13 Uygun Ahmet Demirhan, Gundogdu Eyup Candas, Arslan Hakan, Ersoy Ibrahim. Efficacy of XP-endo finisher and TRUShape 3D conforming file compared to conventional and ultrasonic irrigation in removing calcium hydroxide. Aust Endod J 2016;(5):3–7. Doi: 10.1111/aej.12176.
 - 14 Leoni GB, Versiani Ma, Silva-Sousa YT, Bruniera JFB, 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 2016;n/a-n/a. Doi: 10.1111/iej.12630.
 - 15 De-deus Gustavo, Marins Juliana, Neves Aline De Almeida, et al. Assessing Accumulated Hard-tissue Debris Using Micro – computed Tomography and Free Software for Image Processing and Analysis. J Endod 2014;40(2):271–6. Doi: 10.1016/j.joen.2013.07.025.
 - 16 Schneider Sam W. A comparison of canal preparations in straight and curved root canals. Oral Surgery, Oral Med Oral Pathol 1971;32(2):271–5. Doi: 10.1016/0030-4220(71)90230-1.
 - 17 Susin L, Liu Y, Yoon JC, et al. Canal and isthmus debridement efficacies of two irrigant agitation techniques in a closed system 2010:1077–90. Doi: 10.1111/j.1365-2591.2010.01778.x.
 - 18 Robinson Jonathan P, Lumley Philip J, Cooper Paul R, Grover Liam M, Walmsley A Damien. Reciprocating root canal technique induces greater debris accumulation than a continuous rotary technique as assessed by 3-dimensional micro-computed tomography. J Endod 2013;39(8):1067–70. Doi: 10.1016/j.joen.2013.04.003.

ARTIGO VERSÃO EM INGLÊS

EVALUATION OF FINAL IRRIGATION PROTOCOLS ON DEBRIS REMOVAL FROM MESIAL ROOTS OF MANDIBULAR MOLARS

Bianca Marques de Mattos de Araujo,

Pontifical Catholic University of Paraná, Curitiba, Brazil

School of Life Sciences

Postgraduate Program in Dentistry - Endodontics

Email: mattosbianca@hotmail.com

Ulisses Xavier da Silva Neto,

Pontifical Catholic University of Paraná, Curitiba, Brazil

School of Life Sciences

Postgraduate Program in Dentistry - Endodontics

Email: ulisses.x@pucpr.br

Corresponding author:

Ulisses Xavier da Silva Neto

Pontifical Catholic University of Paraná, Curitiba, Brazil

School of Life Sciences

Postgraduate Program in Dentistry - Endodontics

Adress: Street Imaculada Conceição, 1155, Prado Velho

Curitiba, Paraná, Brazil

Zip Code: 80215-901

Phone: 55 41 3271-1637/Fax 55 41 3271-1405

Email: ulisses.x@pucpr.br

ABSTRACT

Introduction: The aim of this study was to evaluate the debris reduction in mesial canals of mandibular molars after using four irrigation protocols by micro-CT analysis. **Methods:** 40 mesial roots of extracted human mandibular molars were prepared using Wave instruments One Gold Primary and randomly divided into 4 groups: G1-EndoActivator (Dentsplay Sirona), G2-Easy Clean (Easy Dental Equipment), G3-XP-Endo Finisher (FKG Dentaire, Switzerland) and G4-Ultrasonic Irrigation passive (PUI). Three micro-computed tomographic (μ CT) scans: pre-operative, after the root canal preparation and after the final irrigation protocols were carried out to calculate the percentage of debris reduction (total and by thirds). Statistical analysis was performed using the non-parametric test of Kruskal-Wallis test followed by Dunn. **Results:** When evaluated the total percentage of reduction of debris, the XP-Endo Finisher produced the greatest reduction, differing statistically from the other groups. There was no difference between the groups ($p < 0.05$), except when compared PUI and EndoActivator ($p > 0.05$). In the analysis by thirds was observed that the Easy Clean and XP-Endo Finisher presented statistical difference in all thirds ($p < 0.05$). In the middle third difference between Easy Clean with PUI was found. **Conclusions:** All systems evaluated promoted removal of debris inside the root canals. However, the XP system-Endo Finisher produced higher debris reduction when compared to others, both in the overall rating of the root, as by thirds.

Keywords: Endodontics; Irrigation; Microtomography.

INTRODUCTION

One of the goals of endodontic therapy is the removal of live or necrotic pulp tissue, as well as bacteria and their products from the root canal system, allowing complete cleaning. This task is often challenged by the complex anatomy of the root canal system, where smear layer and debris are accumulated during instrumentation. The permanence of debris in the root canal makes adaptation of obturation to the dentin walls difficult. Besides debris can harbor bacteria into the canal(1–3).

To properly clean the root canal system it is necessary to associate the mechanical action of the instruments with the chemical and mechanical action of irrigation(4). Conventional irrigation, performed by syringe and needle, presents an important limitation, which is the inability of the irrigator to reach the entire length of the canal and thus remove all organic content and by-products of the instrumentation (debris). It has been shown that the irrigating solutions can reach a length of 1-1.5 mm from the needle tip. This requires to position the tip less than 1mm of the working length to allow the solution achieve the entire canal (2,5,6).

Some methods are more efficient to clean areas of difficult access such as the passive ultrasonic irrigation (PUI), in which the activation of the irrigant occurs, disrupting endodontic biofilm and facilitating the penetration of the irrigant along the canal system(4,7). It has been observed that PUI is more efficient in cleaning when compared to the conventional technique specially in curved canals or in presence of isthmus (4–6).

The EndoActivator sonic system (Dentsply Tulsa Dental Specialties, Tulsa) produces vigorous agitations of the irrigant using a flexible tip, increasing the effectiveness of the solution inside the root canal, allowing a better cleaning of lateral canals, apical deltas without cut root dentin (2,8,9).

The Easy Clean (EC) (Easy Equipamentos Odontológicos, Belo Horizonte, Brazil) consists of a plastic instrument of diameter 25.04 that produces a mechanical agitation and provides a cleaning of the dentin walls, mainly in the apical third. It can be used during or after preparation in continuous or reciprocating motion (10,11).

The XP-Endo Finisher (FKG, La Chaus-de Fonds, Switzerland) Is a universal NiTi instrument of diameter 25.00, used as finishing instrument. Its shape modifies when in contact with body temperature. When cooled, this instrument remains

straight (martensitic phase or phase M), but in contact with body heat expands up to 6mm in diameter (austenitic phase or phase A)(12). Due to its high flexibility it is helpful in the final cleaning of previously unreached areas, preserving the dentin(9,13,14).

The micro-computed tomography scanning (μ CT) has been used to analyze and quantify the debris produced during the instrumentation. It is considered a reliable method because it is less invasive, nondestructive and does not lead to loss of material. In addition, this method allows analyzing teeth three-dimensionally (1,15). Until now, there is no study in the literature comparing these four systems described above, by means of μ CT, for their ability to reduce dentin debris.

The aim of this study was to evaluate the reduction of debris in the mesial canals of extracted human mandibular molars after using of four final irrigation protocols. The null hypothesis was that there is no difference between the protocols tested.

MATERIAL AND METHODS

After approval by the local research ethics committee, under the number 1.666.543, forty extracted human mandibular molars with Vertucci's type II mesial roots presenting curvature under 20° were selected from the Institution Teeth Bank. Teeth with cracks, caries, immature apices, resorptive defects, or previous endodontic treatment were excluded.

The distal roots were removed, and a distal wall was reconstructed with composite resin. The crowns were flattened warranting a reproducible working length of 18mm. The coronal access was performed, and the cervical third were flared with Vortex Orifice Openers (Dentsply). Patency were confirmed, and a glide path were established with a size #15 K-file (Dentsply) as well as the canal length. The working length (WL) were determined deducting 1 mm from de canal length.

Root canal preparation

The roots were covered with two layers of nail polish and set in polyvinyl siloxane to simulate the periodontal ligament and to prevent extrusion of irrigant solution. Canals were prepared using a single file technique WaveOne Gold

Primary 25.07 (Dentsply) activated WaveOne ALL motion of the X-Smart Plus (Dentsply) motor.

At each withdrawal, the canal was rinsed with 1 ml of 2,5% sodium hypochlorite, up to the maximum of 3mL per canal. The irrigant solution were delivered 2mm short to the WL using a side-vented 30-G NaviTip needle (Ultradent Products Inc, South Jordan, UT). The patency was maintained with a size #10 K-file (Dentsply). After the shaping procedures, the root canal was rinsed with 2ml of 2,5% sodium hypochlorite, followed by 2 ml 17% EDTA and a final rinse with 2ml of 2,5% sodium hypochlorite. Absorbent paper points were used to dry the canal, and the impression material were removed. The second micro-CT scanning was performed.

Canal shaping and all irrigation protocols were performed by one single operator specialist in Endodontics according to the manufacturer's guidelines for speed and torque settings. Only new instruments were used.

Evaluation of debris removal

The 40 specimens were again embedded in condensation silicone and randomly divided into four groups, according to the final irrigation protocol. Each protocol were applied to both canals of the same root. All the teeth and were maintained in an environment at a constant temperature of 37°C during this procedure. Another warm bath was used to keep the irrigant solution at the 37°C temperature. Throughout the experiment, the temperature of the tooth and irrigating solution was checked using a non-contact infrared thermometer (LaserGrip 774, Etekcity, Ch).

For protocols application, the pulp cavity was passively filled with the irrigant solution and 2 cycles of activation were performed. The irrigation needle was placed into the pulp cavity and delivered the 2.5% NaOCl which was activated for 60 seconds in a continuous flow of 2ml/min. Same procedure was repeated with 17% EDTA. After, the canal was passively irrigated with 1ml of 2.5% NaOCl and dried with paper points.

Group 1-EndoActivator Protocol (EA)

The irrigation solutions were activated, using the medium tip (25.04) 1mm shorter than the work length at 10,000 cycles per minute.

Group 2-EasyClean Protocol (EC)

The irrigation solutions were activated by inserting the Easy Clean instrument into the working length with reciprocating motion (X-Smart Plus motor).

Group 3-XP Endo Finisher Protocol (XP)

The XP Endo Finisher was calibrated 1 mm short of the WL cooled using refrigerant gas, immediately before being introduced into the canal (according to manufacturer's instructions). Then, it was activated in a rotary motion (X-Smart Plus – Dentsply) set at 800 rpm and 1Ncm torque.

Group 4-Ultrasound Passive Protocol (PUI)

The ultrasonic tip # 20 / .00 (Irrisafe Satelec Acteon, VDW) was placed 1 mm short of the CT applying in and out motion.

Micro-CT evaluation

The coronal portion of teeth were fixed in customized, transparent jigs to maintain the same position for the three μ CT scans: pre-operative, after the root canal preparation and after the final irrigation protocols. The silicon used to embed the teeth for the root canal preparation and irrigation protocols were completely removed to prevent scattering.

The specimens were scanned in the SkyScan 1172 (Brucker microCT, Kontich, Belgium) scan with a resolution of 12,89 μ m. The scanning and reconstruction (NRecon V1.6.9.16) parameters were kept constant for the three scans (source voltage: 90 kV, current: 112 μ A, 1100 ms exposure time, 0.4o rotation step, and 180° acquisition; reconstruction: ring artifact reduction factor of 5, smoothing of 4 and beam hardening correction of 60%).

The amount of debris after, in the 2nd and 3rd scans, were calculated as reported by Freire et al. (1). Through the superimposition of images before and after

preparation, was calculated the volume of material, with a density similar to that of dentin, located in regions occupied by air, in the preoperative image.

The volume of debris remaining after final irrigation was determined by the superimposition of the images postirrigation image and the binary image of the postpreparation debris. The percentage of debris reduction was calculated based on debris volume obtained before (BI) and after final irrigation (AI), following this formula:

$$\% DR = (AI * 100)/BI$$

Statistical analysis was performed to establish if there was difference between the independent variables, according to protocol and third. First, the normality of the data was tested with the Kolmogorov-Smirnov and Shapiro-Wilk tests. There was no normal distribution of the sample. Facing that, a non-parametric Kruskal-Wallis test was used, followed by the Dunn test. The level of significance adopted in all tests was 5%.

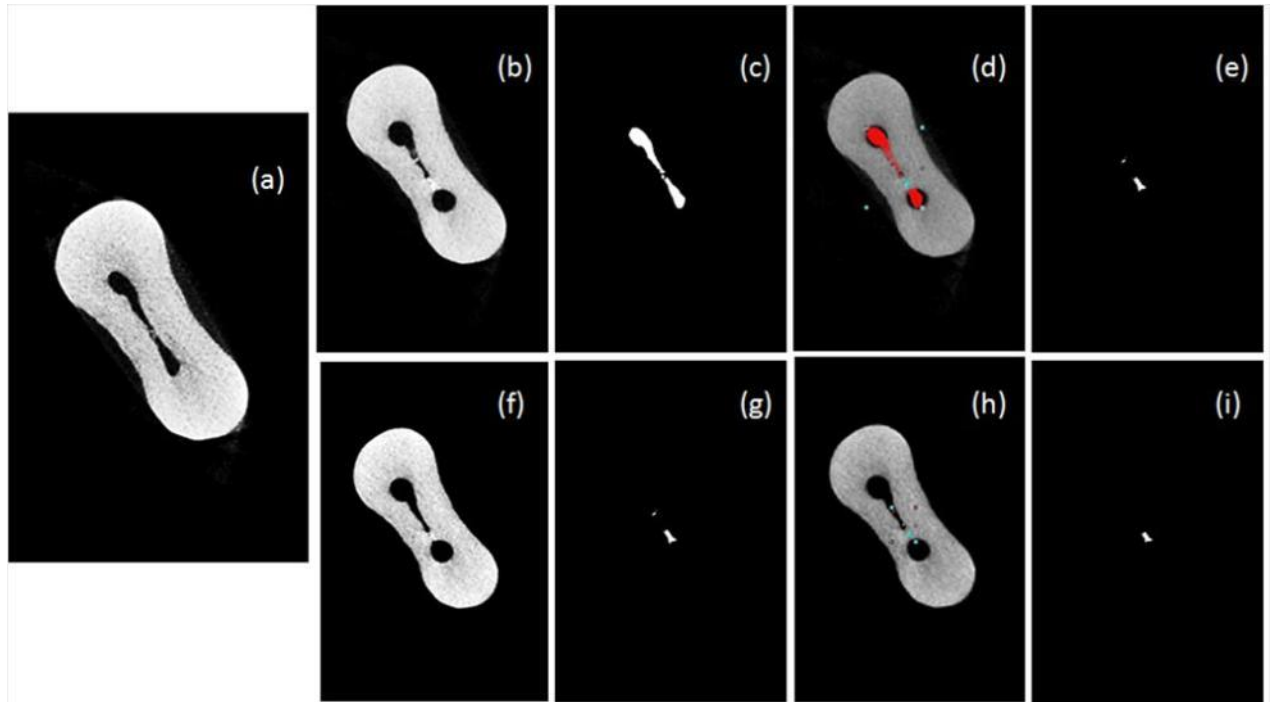


Figure 1. Image of the specimen, generated by microtomography: (a) Microtomographic section of the original tooth; (B) Microtomographic section of the instrumented tooth; (C) Binary image of the original root canal (d) Overlap of the binary image of the initial canal on the instrumented tooth; (E) Binary image of debris obtained after preparation; (F) Microtomographic section of the tooth after irrigation; (G) Binary image of debris after preparation, equal to image “E”; (H) Overlap of the binary image of the post-instrumentation debris with post-irrigation tooth; (I) Debris remaining after irrigation.

RESULTS

XP Endo Finisher has presented the best debris reduction when compared with other systems. Results have shown in the percentage of total debris reduction statistical difference between all groups, except when PUI and EndoActivator were compared ($p > 0,05$) (Table 1, Fig. 2).

Table 1. Percentage reduction (%) of total debris in all groups (mean and standard deviation).

Group	Reduction of debris (%)
	M±SD
EndoActivator	53,24±33,42 ^a
Easy Clean	31,88±24,68 ^b
XP-Endo Finisher	70,42±32,18 ^c
PUI	51,32±29,80 ^a

*Level of significance adopted by the Dunn test: 0.05

Different lowercase letters indicate that there was statistical difference between the protocols.

When debris reduction was analyzed by thirds, it was observed that the Easy Clean and XP Endo Finisher have presented statistical difference in all thirds ($p < 0.05$). In the middle third of the root, the Easy Clean has shown statistical difference when compared to the PUI ($p < 0.05$). There were no difference between the other groups (Table 2).

Table 2. Percentage reduction (%) of debris in all groups by thirds (mean and standard deviation).

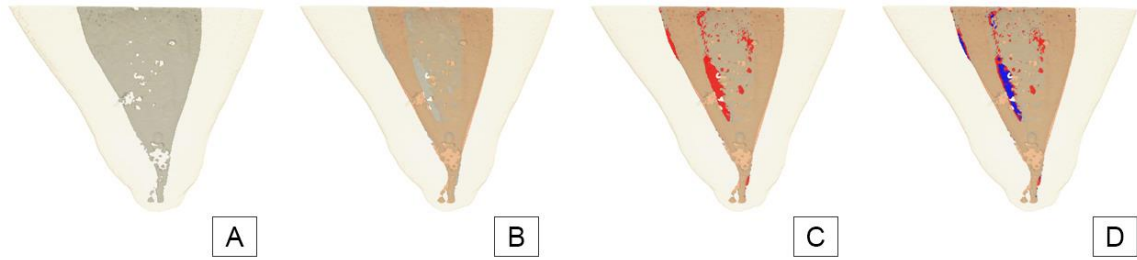
Terço	EndoActivator	Easy Clean	XP-Endo Finisher	PUI
Cervical	57,89±30,21 ^{ACa}	39,39±23,17 ^{ABa}	68,94±36,29 ^{Ca}	51,61±29,97 ^{ABCa}
Médio	48,63±41,36 ^{ABCa}	26,86±29,27 ^{Aa}	74,17±35,57 ^{Ba}	60,53±28,57 ^{BCa}
Apical	53,18±30,45 ^{ACa}	29,41±21,72 ^{ABa}	68,15±27,03 ^{Ca}	41,84±30,87 ^{ABCa}

*Significance level adopted by the Dunn test: 0.05

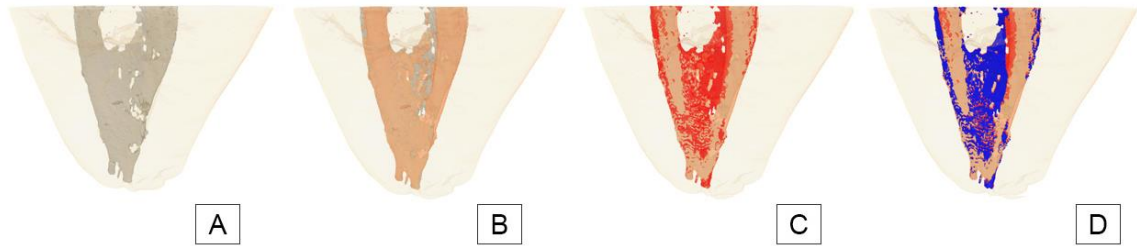
Different capital letters on the same line indicate a statistically significant difference between protocols.

Equal lowercase letters in the same column indicate that there was no statistical difference between thirds in the same protocol.

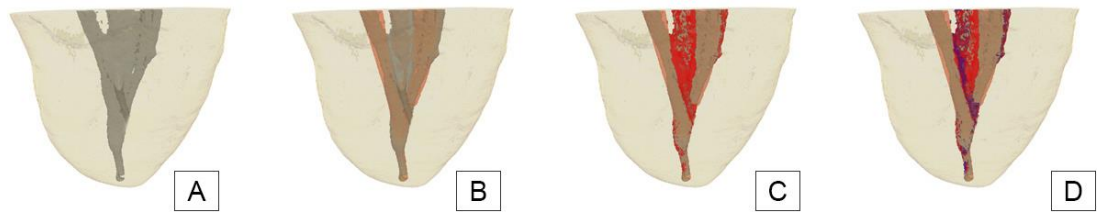
Endoactivator



Easy Clean



XP-Endo Finisher



PUI

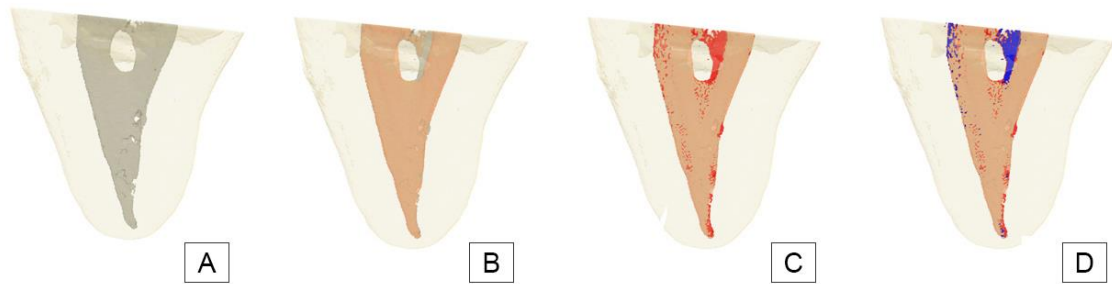


Figure 2. Three-dimensional reconstruction with μTC of the mesial root: (a) Initial root canal non-instrumented (gray), (b) Instrumented root canal (orange), (c) debris post instrumentation (red), (d) debris remaining after irrigation (blue).

DISCUSSION

This study evaluated the reduction of debris in mesial root canals of mandibular molars after using four final irrigation protocols: EndoActivator, Easy Clean, XP-Endo Finisher and PUI. The results obtained showed statistical differences between the groups in the total of the root, and between three techniques when compared the thirds of the root, fact that lead to rejection of the null hypothesis.

The success of endodontic treatment is related to the removal of bacterial biofilm, its substrates and pulp residues from the root canal system (17). The instrumentation is inefficient on irregular surfaces, recesses such as lateral canals and isthmus (14). The inadequate instrumentation and disinfection of root canals makes the result unpredictable(11). Therefore, it is important to study irrigation systems that help in the disinfection of untouched or difficult access areas. It is known that there is no study in the literature that has evaluated most of the systems studied together, such as comparing Easy Cleano the XP-Endo Finisher.

In this study, a statistical difference ($p < 0.05$) was observed in all comparisons, except when compared to EndoActivator and PUI techniques ($p > 0.05$) (Table 1). Contrasting with these findings, Leoni et al. (14), observed that the XP-Endo Finisher and PUI groups presented no statistical difference ($p > 0.05$). However, it should be noted that even with the sample and analysis methodology with μ TC being similar, there were differences between these studies. Firstly, in relation to the preparation with the use of Gates-Glidden drills and Wave One Small and Primary files. In the present study, we opted for the use of Vortex Orifice Openers and Wave One Gold Primary instruments. Another difference between the studies was regarding the final irrigation protocol, since the authors did not use EDTA and due to the lower number of activation cycles. Regarding XP-Endo Finisher and PUI, it is important to mention that the two systems act differently. The protocol performed with PUI is based on ultrasonic agitation and activation of the irrigant, producing microwave and heat, helping the removal of debris. Whereas, the XP-Endo Finisher is activated by rotary motor. It is a NiTi instrument which, despite the diameter of 25.00, when in contact with body temperature increases its diameter by up to 6mm, assuring greater flexibility and promoting cleaning of untouched areas of root canal (9,14).

In agreement with the findings of this study, Andrade et al.(11), found a statistical difference between Easy Clean and PUI systems, using similar analysis methodology. It is important to point out that these authors used two groups for the Easy Clean protocol, one using rotary and reciprocating motion. Nevertheless, despite using the same instrument, the difference between motions resulted in different outcomes. When reciprocating motion was used, the results were worse than ($p < 0.05$) PUI group.

There was no statistical difference when compared to the EndoActivator and PUI ($p > 0.05$) (Table 1). Contrary to this result, Mancini et al. (8) Observed a difference between these systems ($p < 0.05$) with the PUI system presenting lower debris removal when compared to the EndoActivator system. One reason for this disagreement may be related to the fact that they used scanning electron microscopy to evaluate canal cleanliness. In the present study it was used μ CT, since that it is not invasive, its more reliable and promotes the detailing of the images in third dimension with quantitative and qualitative precision (1,18).

When the results were evaluated by thirds, the Easy Clean presented lower removal of debris in three thirds of the root when compared to the XP-Endo Finisher ($p < 0.05$). Lower removal of debris from the Easy Clean was also observed when compared to the PUI in the middle third ($p < 0.05$) (Table 2). Contrary to these results, Duque et al. (6) did not observe difference in the middle third of the root when comparing the Easy Clean and PUI systems ($p > 0.05$). This disagreement of results may have occurred because of the difference in systems activation. In the present study, two cycles of 60 seconds each were used for the activation. However, in the study of Duque et al.(6) three cycles of irrigation solution activation of 20 seconds each were performed. The use of μ CT for the evaluation confers confidence to the results found (1,15). However, when the EndoActivator group was compared with the Easy Clean and PUI groups and the cervical and apical thirds of the Easy Clean and PUI groups, the two studies observed compliance in their results.

Similarly to this study, Elnaghy et al.(9) did not observe difference in the removal of debris between the EndoActivator and XP-Endo Finisher groups in the root thirds ($p > 0.05$). However, it should be noted that the instruments act differently, being a sonic and another activated by rotary motor, respectively.

The results observed in this study demonstrate the reliability of the method used for the evaluation of the final irrigation protocols, especially when used as μ TC analysis method. It is important to emphasize that the XP-Endo Finisher presented a superior performance, both when evaluating the total root, and by thirds, in the percentage of debris reduction. This result can be justified due to the flexibility and behavior that this instrument presents when temperature changes and its movement. Further studies should be performed to observe and compare irrigation systems and their effective final cleaning.

CONCLUSION

Based on the results obtained, all the evaluated systems presented efficiency in the debris removal, however the Easy Clean system presented a lower debris reduction when compared to the others, both in the total root evaluation and in the third evaluation. The XP-Endo Finisher system presented superior performance in debris removal.

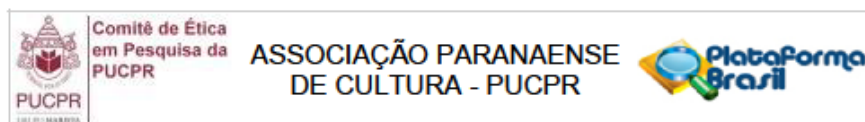
REFERENCES

- 1 Freire Laila Gonzales, Iglecias Elaine Faga, Cunha Rodrigo Sanches, dos Santos Marcelo, Gavini Giulio. Micro-Computed Tomographic Evaluation of Hard Tissue Debris Removal after Different Irrigation Methods and Its Influence on the Filling of Curved Canals. *J Endod* 2015;41(10):1660–6. Doi: 10.1016/j.joen.2015.05.001.
- 2 Bolles Jordan A, He Jianing, Svoboda Kathy KH, Schneiderman Emet, Glickman Gerald N. Comparison of Vibringe , EndoActivator , and Needle Irrigation on Sealer Penetration in Extracted Human Teeth. *J Endod* 2013;39(5):708–11. Doi: 10.1016/j.joen.2013.01.006.
- 3 Paqué Frank, Laib Andres, Gautschi Hanspeter, Zehnder Matthias. Hard-Tissue Debris Accumulation Analysis by High-Resolution Computed Tomography Scans. *J Endod* 2009;35(7):1044–7. Doi: 10.1016/j.joen.2009.04.026.
- 4 Sluis LWM Van Der, Versluis M, Wu MK, Wesselink PR. Passive ultrasonic irrigation of the root canal: a review of the literature 2007:415–26. Doi: 10.1111/j.1365-2591.2007.01243.x.
- 5 Thomas Anchu Rachel, Velmurugan Natanasabapathy, Smita Surendran, Jothilatha Sundaramurthy. Comparative Evaluation of Canal Isthmus Debridement Efficacy of Modified EndoVac Technique with Different Irrigation Systems. *J Endod* 2014;40(10):1676–80. Doi: 10.1016/j.joen.2014.05.014.
- 6 Duque Jussaro Alves, Duarte Marco Antonio Hungaro, Canali Lyz Cristina Furquim, et al. 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;43(2):326–31. Doi: 10.1016/j.joen.2016.10.009.
- 7 Gregorio Cesar De, Estevez Roberto, Cisneros Rafael, Paranjpe Avina, Cohenca Nestor. Efficacy of Different Irrigation and Activation Systems on the Penetration of Sodium Hypochlorite into Simulated Lateral Canals and up to Working Length : An In Vitro Study. *J Endod* 2010;36(7):1216–21. Doi: 10.1016/j.joen.2010.02.019.
- 8 Mancini Manuele, Cerroni Loredana, Iorio Lorenzo, Armellini Emiliano, Conte Gabriele, Cianconi Luigi. Smear Layer Removal and Canal Cleanliness Using Different Irrigation Systems (EndoActivator , EndoVac , and Passive Ultrasonic Irrigation): Field Emission Scanning Electron Microscopic Evaluation in an In Vitro Study. *J Endod* 2013;39(11):1456–60. Doi: 10.1016/j.joen.2013.07.028.
- 9 Elnaghy Amr M, Mandorah Ayman, Elsaka Shaymaa E. Effectiveness of XP-endo Finisher, EndoActivator, and File agitation on debris and smear layer removal in curved root canals: a comparative study. *Odontology* 2016:1–6. Doi: 10.1007/s10266-016-0251-8.
- 10 Kato Augusto Shoji, Cunha Rodrigo Sanches, da Silveira Bueno Carlos Eduardo, Pelegrine Rina Andrea, Fontana Carlos Eduardo, de Martin Alexandre Sigrist. Investigation of the Efficacy of Passive Ultrasonic Irrigation Versus Irrigation with Reciprocating Activation: An Environmental Scanning Electron Microscopic Study. *J Endod* 2016;42(4):659–63. Doi: 10.1016/j.joen.2016.01.016.
- 11 Vieira Andrade-Junior Carlos, Batista Rafaela M, Marceliano-Alves Marilia, Alves Flavio, Nogueira Emmanuel João, Silva Leal. Efficacy of a new activation device in irrigant penetration into simulated lateral canals. *Eur*

- Endod J 2016;1(2):1–5. Doi: 10.5152/eej.2016.16003.
- 12 Trope M, Debelian G. XP-3D Finisher™ file — the next step in restorative endodontics. Endod Pr 2015;8:22–4.
 - 13 Uygun Ahmet Demirhan, Gundogdu Eyup Candas, Arslan Hakan, Ersoy Ibrahim. Efficacy of XP-endo finisher and TRUShape 3D conforming file compared to conventional and ultrasonic irrigation in removing calcium hydroxide. Aust Endod J 2016;(5):3–7. Doi: 10.1111/aej.12176.
 - 14 Leoni GB, Versiani Ma, Silva-Sousa YT, Bruniera JFB, 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 2016;n/a-n/a. Doi: 10.1111/iej.12630.
 - 15 De-deus Gustavo, Marins Juliana, Neves Aline De Almeida, et al. Assessing Accumulated Hard-tissue Debris Using Micro – computed Tomography and Free Software for Image Processing and Analysis. J Endod 2014;40(2):271–6. Doi: 10.1016/j.joen.2013.07.025.
 - 16 Schneider Sam W. A comparison of canal preparations in straight and curved root canals. Oral Surgery, Oral Med Oral Pathol 1971;32(2):271–5. Doi: 10.1016/0030-4220(71)90230-1.
 - 17 Susin L, Liu Y, Yoon JC, et al. Canal and isthmus debridement efficacies of two irrigant agitation techniques in a closed system 2010:1077–90. Doi: 10.1111/j.1365-2591.2010.01778.x.
 - 18 Robinson Jonathan P, Lumley Philip J, Cooper Paul R, Grover Liam M, Walmsley A Damien. Reciprocating root canal technique induces greater debris accumulation than a continuous rotary technique as assessed by 3-dimensional micro-computed tomography. J Endod 2013;39(8):1067–70. Doi: 10.1016/j.joen.2013.04.003.

ANEXOS

ANEXO I - Aprovação do Comitê de ética



PARECER CONSUBSTANCIADO DO CEP

DADOS DO PROJETO DE PESQUISA

Título da Pesquisa: AVALIAÇÃO DO EFEITO DE DIFERENTES PROTOCOLOS DE IRRIGAÇÃO NA REMOÇÃO DE DEBRIS EM ISTMOS NA RAÍZES MESIAIS DE MOLARES

Pesquisador: Bianca Marques de Mattos de Araujo

Área Temática:

Versão: 1

CAAE: 57699616.0.0000.0020

Instituição Proponente: Pontifícia Universidade Católica do Paraná

Patrocinador Principal: Financiamento Próprio

DADOS DO PARECER

Número do Parecer: 1.666.543

Apresentação do Projeto:

Pelo autor: Avaliação in vitro de quatro sistemas de irrigação para observar a limpeza dos istmos através de micro-tomografia computadorizada. Serão utilizados 48 raízes mesiais de molares inferiores, onde serão feitos microtomografia computadorizada inicial, após o preparo destes dentes com instrumentação recíprocante e após irrigação final. Agrupando estes dentes em quatro grupos com sistemas de irrigação, seguindo protocolos pré-determinados.

Objetivo da Pesquisa:

Objetivo Primário:

O objetivo deste trabalho é avaliar in vitro através de micro-tomografia computadorizada a limpeza de istmos nas raízes mesiais de primeiro molares inferiores, através da utilização de quatro diferentes protocolos de irrigação.

Avaliação dos Riscos e Benefícios:

Os riscos e benefícios apresentados estão adequados e de acordo com a Resolução 466/2012.

Comentários e Considerações sobre a Pesquisa:

A metodologia e objetivos apresentados estão adequados e em acordo com a Resolução

Endereço: Rua Imaculada Conceição 1155
Bairro: Prado Velho **CEP:** 80.215-901
UF: PR **Município:** CURITIBA
Telefone: (41)3271-2103 **Fax:** (41)3271-2103 **E-mail:** nep@pucpr.br

ANEXO II - Lista de Material Utilizado

- Limas tipo K nº 10,15 (Dentsply-Maillefer, Ballaigues, Suíça)
- Hipoclorito de sódio - Cloro Rio ® 2,5% (Indústria Farmacêutica Rioquímica Ltda., São José do Rio Preto, Brasil).
- EDTA 17%.
- Pontas de papel absorvente nº40 (Dentsply Ind. E Com. Ltda., Petrópolis, Brasil).
- Restaurador provisório Coltosol (Vigodent S/A Ind. E Com., Rio de Janeiro, Brasil).
- Filme radiográfico Kodak Insight IO-41 (Carestream Health Inc., Rochester, EUA).
- Esmalte para unhas Risqué Impala (Lab. Avamiller de Cosm. Ltda,Guarulhos,Brasil).
- Cera utilidade (Artigos odontológicos Classico Ltda., Campo Limpo Paulista, Brasil)
- Resina poliéster Resina Cristal RPF - AZ 1.0#11 (Equipe Positiva Comércio Ltda., Curitiba, Brasil).
- Vaselina líquida Ricie (Miyuki Ind. e Com. de Cosméticos Ltda., Itapeacerica da Serra, Brasil).
- Disco diamantado (KG Sorensen Ind. E Com. Ltda., Barueri, Brasil)
- Tubo de PVC (Indústria e Comércio de Plásticos Ibirá Ltda, Mairiporã, Brasil).
- Silicona de condensação (Zhermack, Badia Polesine RO, Itália)
- Vortex Orifice Openers 20.08 (Dentsply/ Maillefer, Suíça)
- Wave One Gold Primary 25.07 (Dentsply/ Maillefer, Suíça)
- Agulha NaviTip G30 (Ultradent, Indaiatuba, Brasil)
- Ponta “medium” (25.04) EndoActivator (Dentsply Tulsa Dental Specialties, Tulsa)
- Instrumento Easy Clean (Easy Equipamentos Odontológicos, Belo Horizonte, Brasil)
- XP- Endo Finisher (FKG, La Chaux-de-Fonds, Suíça)
Ponta 20/0.00 PUI
- Gás refrigerante Endo Ice Spray

- Seringa plástica para irrigação 5ml (Ultradent Products Inc., Indaiatuba, Brasil).
- Ponta Esférica diamantada (KG Sorensen Ind. E Com. Ltda., Barueri, Brasil)
- Espátula resina
- Aplicador Microblush (Optimum Vig)
- Ácido fosfórico a 37% (Villevie)
- Resina composta Charisma cor A3 (Kulzer South America)
- Motor rotatório X-Smart Plus (Dentsply/Maillefer, Suíça)
- Microtomógrafo (SkyScan 1172; Brucker microCT, Kontich, Bélgica)

ANEXO III - Metodologia

Seleção dos dentes

Após aprovação pelo comitê de ética em pesquisa da Pontifícia Universidade Católica do Paraná, sob o parecer número 1.666.543, foram selecionados do banco de dentes da instituição, 40 molares inferiores humanos extraídos com as seguintes características: raiz mesial apresentando rizogênese completa, curvatura de até 20°, nos sentidos méso-distal e vestibulo-lingual, 2 canais mesiais interligados por istmo, sem tratamento endodôntico prévio e sem reabsorções. As raízes mesiais passaram por tomografia computadorizada para análise da anatomia interna e por radiografia periapical, sendo esta escaneada para correta conferência da angulação da curvatura (Schneider,1971)(16), utilizando o software Image J (National Institute of Health, Bethesda, MD, USA).

A raiz distal foi removida e a parede correspondente reconstruída em resina composta, para permitir melhor utilização dos sistemas e otimização do uso do μ TC. O tamanho dos espécimes foi padronizado em 18mm e após realizado o acesso radicular foi realizado a exploração e patência dos canais mesiais com auxílio de lima tipo K #15. Foi descartado dentes que não foi possível realizar patência. Para estabelecer o comprimento de trabalho(CT) ao visualizar a ponta do instrumento no forame foi diminuído 1 mm dessa medida. Essa visualização se deu pela utilização de microscópio operatório com magnificação de 8X.

Imagens de μ TC

Os espécimes foram escaneados em microtomógrafo (SkyScan 1172; Brucker microCT, Kontich, Bélgica) antes e após o preparo dos canais e após a irrigação final. A fim de permitir a padronização na posição dos dentes para o escaneamento e assim evitar alterações na posição de cada imagem, os dentes foram incluídos em resina cristal, contida em tubos de PVC (5 raízes em cada) com a cavidade de acesso fechada com cimento provisório e voltada para baixo. Os espécimes foram escaneados a 90 kV, 112 μ A, rotação de 180°. O escaneamento de cada amostra durou em média 35 minutos e para reconstrução das imagens em 3D foi empregado o software NRecon V.1.6.9. (Intel® Developer Zone, Brucker microCT, Bélgica). Não foi utilizado filtro de cobre e alumínio devido a não

necessidade de correção do efeito “bean hardening”, efeito de falta de nididez na superfície do dente, já que o próprio software já realizou esta correção e não teria alteração no nosso trabalho visto que estamos observando o canal radicular.

Preparo dos Canais Radiculares

As raízes foram cobertas por 2 camadas de esmalte para unhas (Risqué, Brasil) e incluídas em silicona de condensação densa (Zhermack, Badia Polesine RO, Itália) a fim de simular o ligamento periodontal, prevenindo a extrusão da solução irrigadora e debris. A instrumentação dos canais radiculares, foi realizada com o uso dos instrumentos Vortex Orifice Openers 20.08 (Dentsply/ Maillefer, Suíça) para o preparo do terço cervical das raízes. Todo o restante do canal radicular foi preparado utilizando o instrumento Wave One Gold Primary (25.07) (Dentsply/ Maillefer, Suíça) acoplado ao motor (X-Smart Plus/Dentsply/Maillefer, Suíça) em instrumento recíprocante. A cada retirada do instrumento do canal, houve a irrigação com 1 ml de hipoclorito de sódio 2,5% (NaOCl 2,5%), utilizando agulha NaviTip (Ultradent, Indaiatuba, Brasil) G30 totalizando 3 ml de NaOCl 2,5% durante o preparo. A patência foi mantida com auxílio de lima tipo K#15. Finalizado o preparo, os canais foram irrigados com 2 ml de NaOCl 2,5%, seguido de 2 ml de EDTA 17% e novamente 2 ml de NaOCl 2,5% (Fig. 1). Na sequência, com pontas de papel absorvente correspondentes ao sistema utilizado, os canais foram secos e então, a silicona de condensação foi removida com auxílio de bisturi e o segundo escaneamento realizado por meio de μTC .

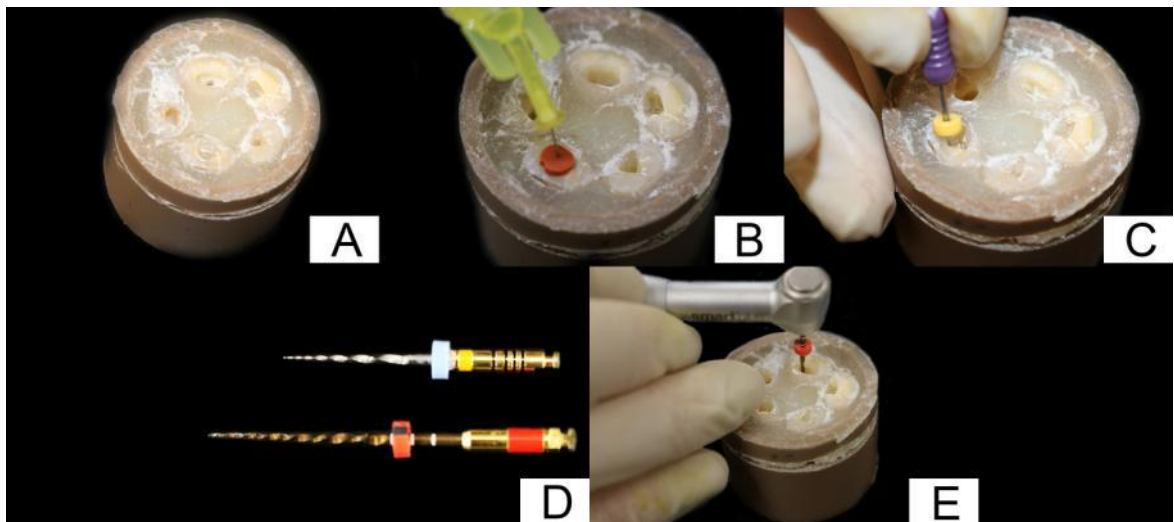


Figura 1. Sequência de instrumentação: (a) inicial; (b) irrigação com NaOCl a 2,5%; (c) exploração dos canais; (d) instrumentos Vortex e Wave One Gold Primary; (e) instrumentação dos canais

Irrigação Final

Os 40 espécimes foram incluídos novamente em sílica de condensação e aleatoriamente divididos em 4 grupos, seguindo o protocolo de irrigação final correspondente.

Grupo 1 – Protocolo EndoActivator

A solução irrigadora foi levada ao canal por uma agulha Navitip e ativada, utilizando a ponta “medium” (25.04) 1 mm aquém do comprimento de trabalho a 10000 cpm. A cavidade foi preenchida com NaOCl 2,5% e o sistema ativado por 60 segundos com fluxo contínuo de irrigação, utilizando 2 ml de NaOCl 2,5%. O mesmo procedimento foi repetido com 2 ml de EDTA 17%, totalizando 2 ciclos de ativação (Fig. 2).

Para remoção do EDTA, foi realizada irrigação com 1 ml de NaOCl 2,5% sem ativação. Os canais foram secos com o uso de pontas de papel absorvente.

Grupo 2 – Protocolo Easy Clean (EC)

A solução irrigadora foi levada ao canal por uma agulha NaviTip e ativada, introduzindo o instrumento Easy Clean no comprimento de trabalho, acoplado a um motor X-Smart Plus em movimento recíprocante (rotação 150° sentido anti-horário/ 30° sentido horário).

A cavidade foi preenchida com NaOCl 2,5%. O sistema foi ativado por 60 segundos com fluxo contínuo de irrigação, utilizando 2 ml de NaOCl 2,5%, o mesmo procedimento foi repetido com 2 ml de EDTA 17%, totalizando 2 ciclos de ativação (Fig. 3).

Para remoção do EDTA, foi realizada irrigação com 1 ml de NaOCl 2,5% sem ativação. Os canais foram secos com o uso de pontas de papel absorvente.

Grupo 3 – Protocolo XP-Endo Finisher

A solução irrigadora foi levada ao canal por uma agulha NaviTip e ativada introduzindo o instrumento no comprimento de trabalho. A sílica de condensação contendo os espécimes, foi imersa em água mantida em temperatura constante de 37°C. O instrumento foi resfriado utilizando gás refrigerante imediatamente antes de ser introduzido no canal, conforme instruções do fabricante.

Após a cavidade ser preenchida com NaOCl 2,5%, foi utilizado o sistema XP- Endo Finisher a 1mm aquém do comprimento de trabalho, acoplado a um motor rotatório X-Smart Plus programado para 800 rpm de rotação e 1 N de torque. Este sistema foi ativado por 60 segundos com fluxo contínuo de irrigação, utilizando 2 ml de NaOCl 2,5%. O mesmo procedimento foi repetido com 2 ml de EDTA 17%, totalizando 2 ciclos de ativação (Fig. 4).

Para a remoção do EDTA, foi realizada irrigação com 1 ml de NaOCl 2,5% sem ativação. Os canais foram secos com o uso de pontas de papel absorvente.

Grupo 4 - Protocolo Ultrassom Passivo (PUI)

A solução irrigadora foi levada ao canal por uma agulha NaviTip e ativado utilizando a ponta #20/0.00 1 mm aquém do comprimento de trabalho, acoplado a

um aparelho de ultrassom em potência 5, aplicando movimento de “introdução e tração”. A cavidade foi preenchida com NaOCl 2,5% e o sistema ativado por 60 segundos com fluxo contínuo de irrigação, utilizando 2 ml de NaOCl 2,5%. O mesmo procedimento foi repetido com 2 ml de EDTA 17%, totalizando 2 ciclos de ativação (Fig. 5).

Para remoção do EDTA, foi realizada irrigação com 1 ml de NaOCl 2,5% sem ativação. Os canais foram secos com o uso de pontas de papel absorvente.

Após a realização de cada protocolo, a silicona de condensação foi removida com o auxílio de bisturi e os espécimes reposicionados no aparato utilizado para realização da μ TC pós irrigação final (Fig. 7 e 8).

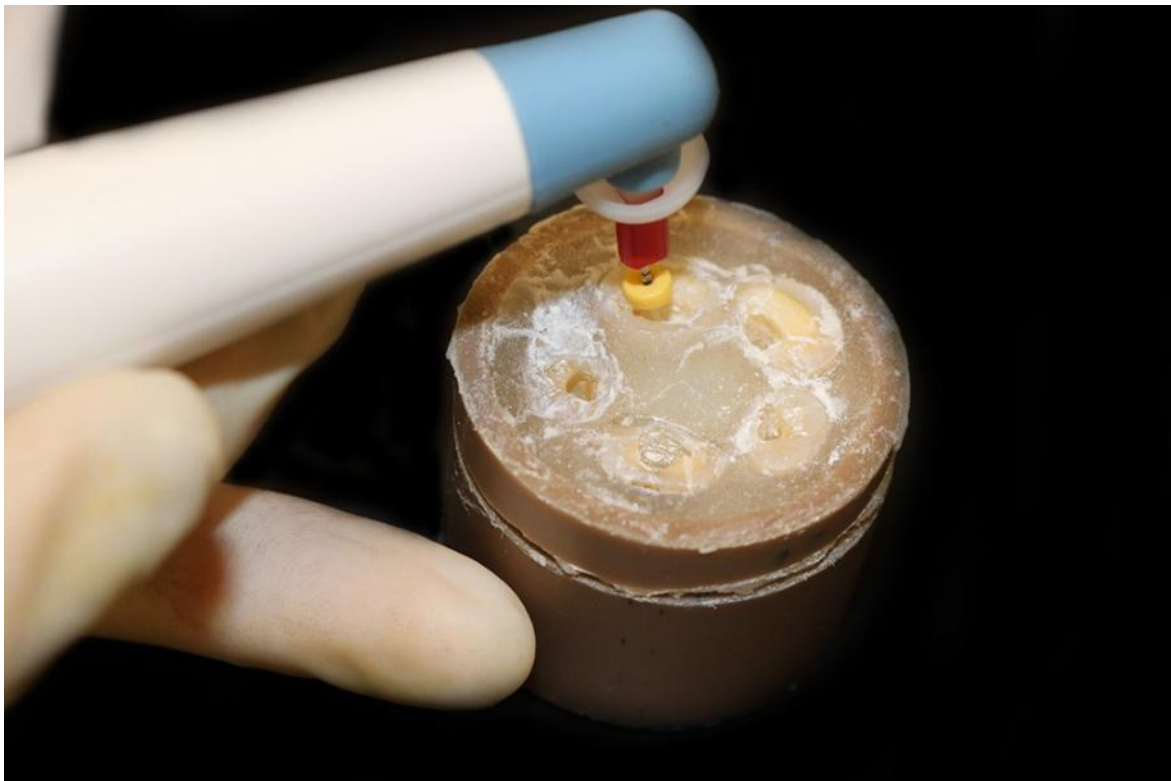


Figura 2. Protocolo de irrigação final com o sistema EndoActivator.



Figura 3. Protocolo de irrigação final com o sistema Easy Clean.



Figura 4. Protocolo de irrigação final com o sistema XP-Endo Finisher.

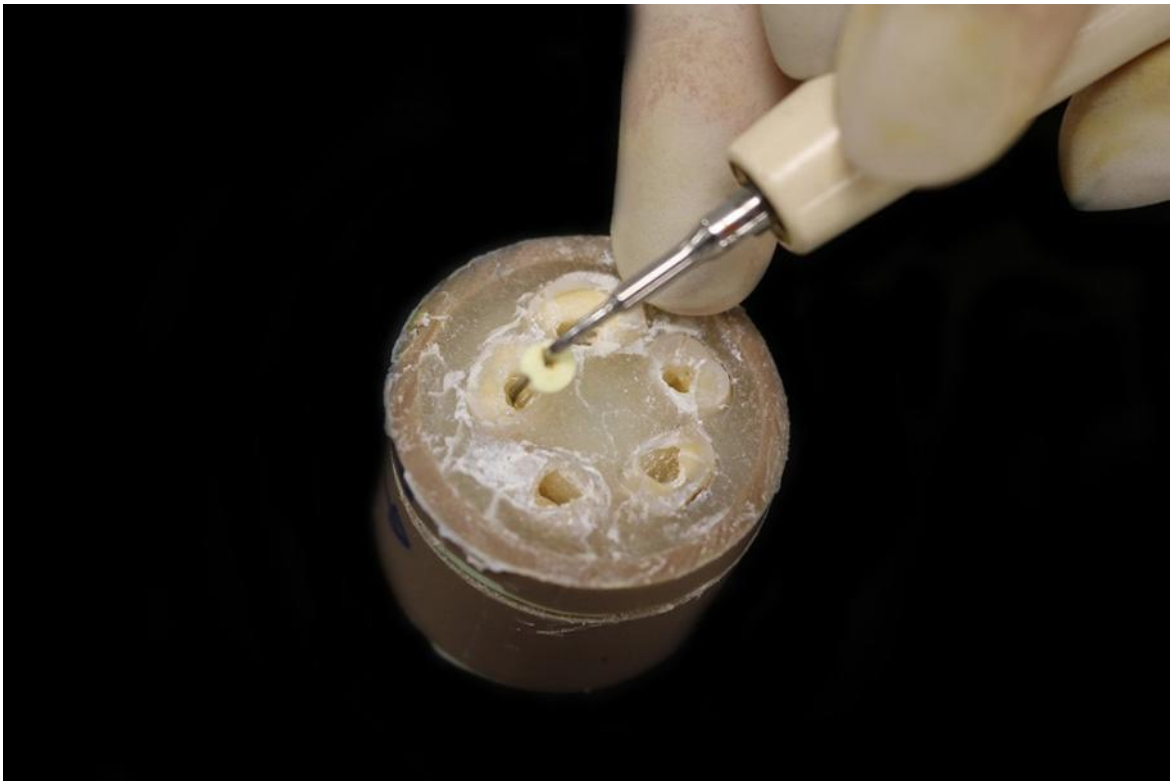


Figura 5. Protocolo de irrigação final com o sistema PUI.

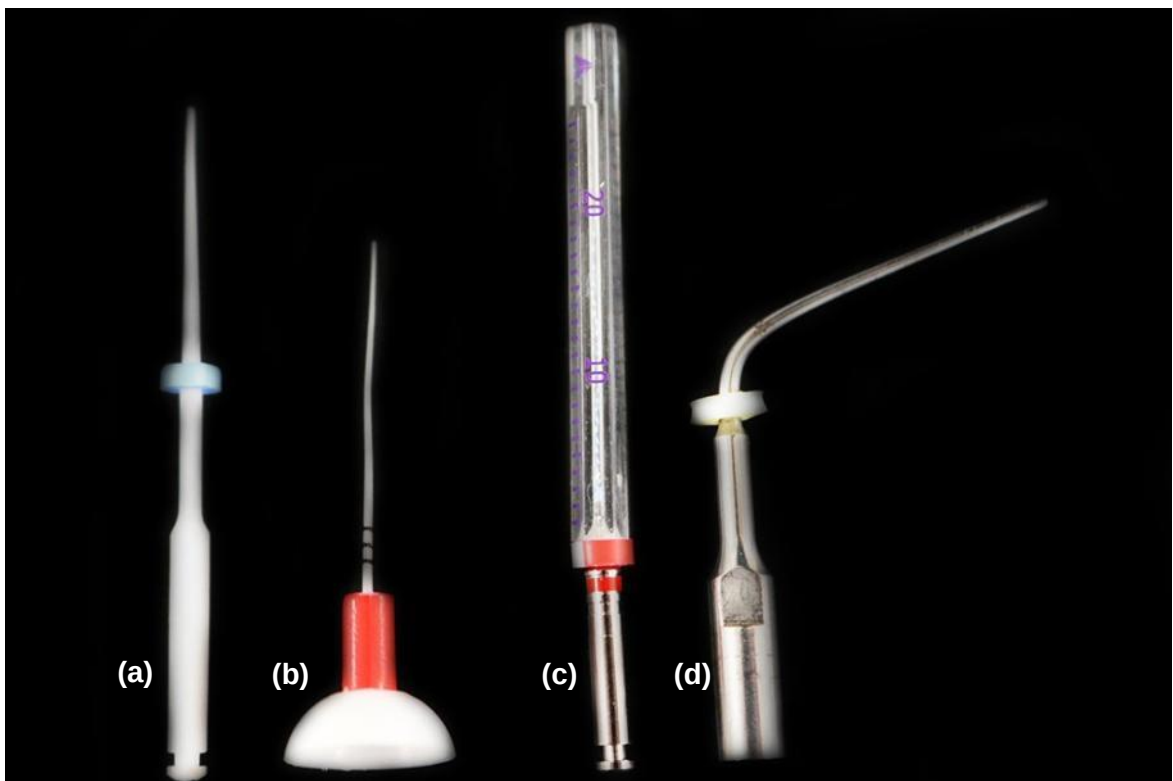


Figura 6. Instrumentos dos sistemas Easy Clean (a), EndoActivator (b), XP-Endo Finisher (c) e PUI (d).

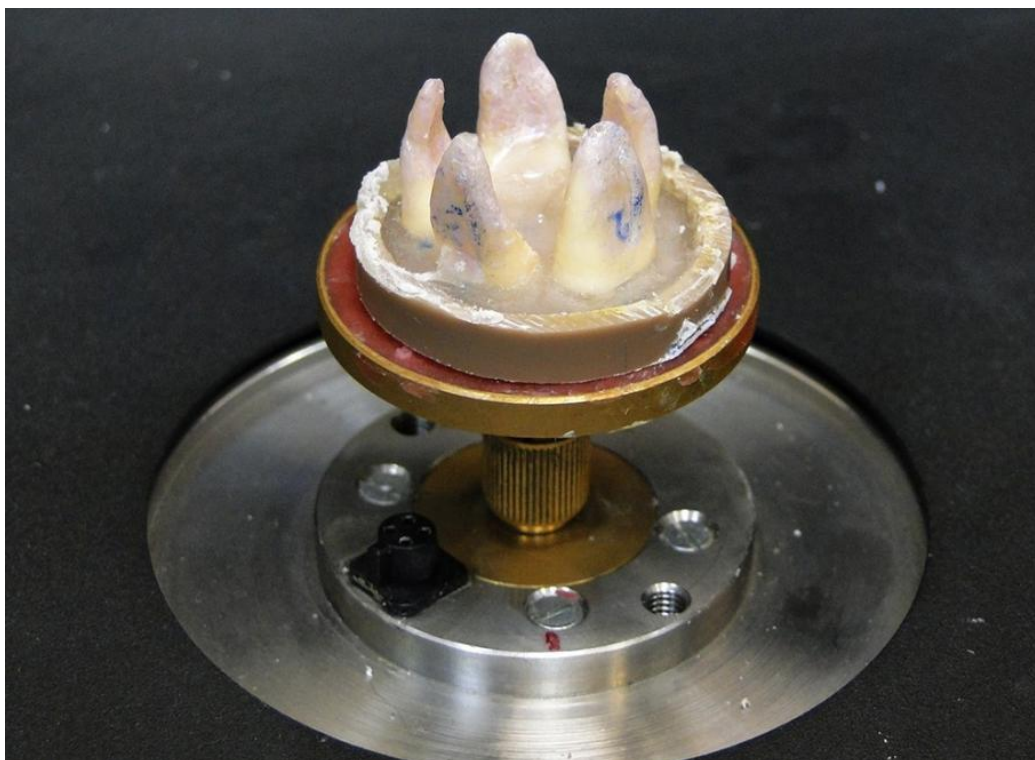


Figura 7. Anteparo com o espécime para realização da μTC .

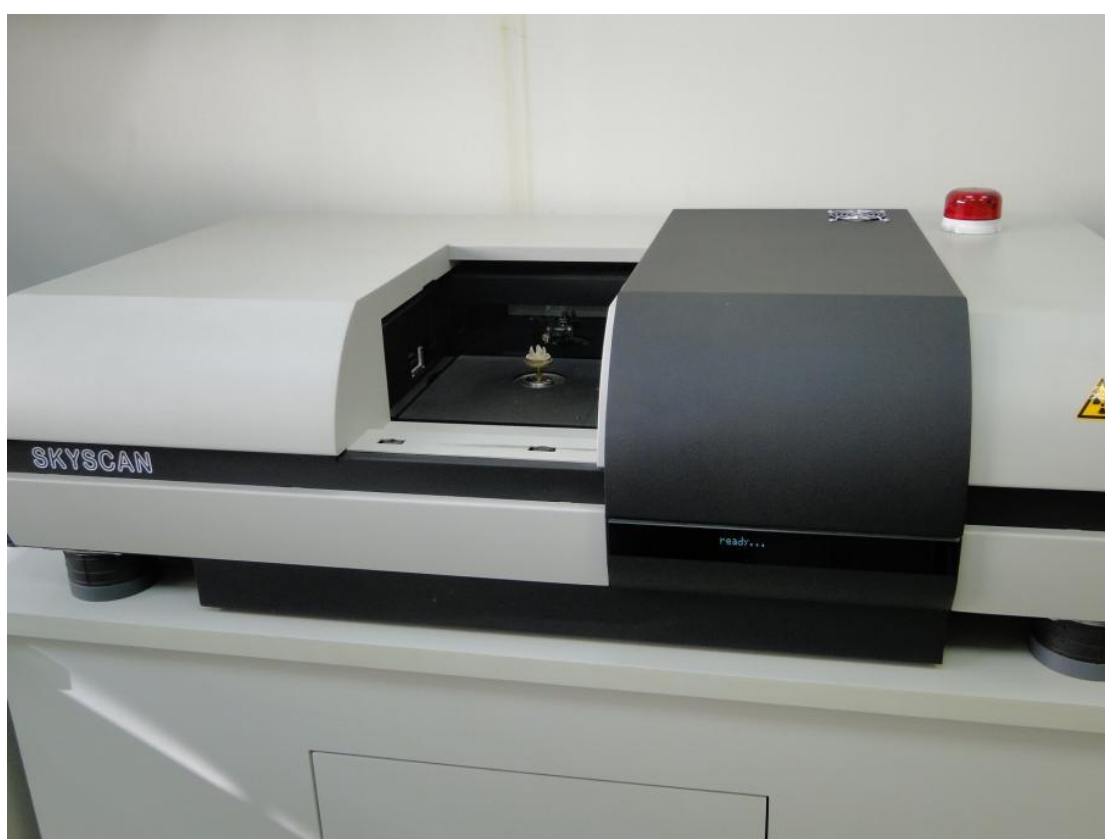


Figura 8. Aparelho de μTC Skyscan.

Método de Avaliação

Inicialmente foi calculada a quantidade de debris produzidos após o preparo radicular. Por meio da sobreposição das imagens pré e pós-preparo, foi calculado o volume de debris, de densidade similar à da dentina, localizado em regiões do canal ocupadas anteriormente por ar nas imagens pré-operatórias. O volume de debris remanescentes após a irrigação final foi determinado pela sobreposição das imagens pós-irrigação e a imagem binária de debris pós-preparo. A percentagem de redução de debris (RD) foi calculada por meio da seguinte fórmula:

$$\%RD = (VDPI * 100) / VDPP - 100$$

Onde:

VDPP = volume de debris pós-preparo

VDPI = volume de debris pós irrigação final

Anexo IV – Análise estatística

Visando comparar se existiu diferença entre as variáveis independentes, segundo protocolo e terço, primeiro testou-se a normalidade dos dados com os testes de Kolmogorov-Smirnov e Shapiro-Wilk. Não houve normalidade na distribuição da amostra, foi então utilizado o teste não paramétricos de Kruskal-Wallis, seguido do teste de Dunn. O nível de significância adotado em todos os testes foi de 5%.

Comparações por Método Dunn de Protocolo de irrigação final

Sample 1-Sample 2	Diferença Posto médio	Estatística do teste	Valor p
EasyClean-PUI	-19,950	-2,222	0,0263
EasyClean-EndoActivator	21,950	2,445	0,0145
EasyClean-XP Endo Finisher	-40,967	-4,562	0,0000
PUI-EndoActivator	2,000	,223	0,8237
PUI-XP Endo Finisher	21,017	2,341	0,0193
EndoActivator-XP Endo Finisher	-19,017	-2,118	0,0342

Cada linha testa a hipótese nula em que as distribuições Amostra 1 e Amostra 2 são iguais.

As significâncias assintóticas (teste de dois lados) são exibidas. O nível de significância é ,05.

Porcentagem de redução (%) de debris total em todos os grupos (média e desvio padrão).

Grupo	Redução de debris (%)
	M±DP
EndoActivator	53,24±33,42 ^a
Easy Clean	31,88±24,68 ^b
XP-Endo Finisher	70,42±32,18 ^c
PUI	51,32±29,80 ^a

*Nível de significância adotado pelo teste de Dunn: 0,05

Letras minúsculas diferentes indicam que houve diferença estatística entre os protocolos.

Comparações por Método Dunn de Protocolo de irrigação final x Terço

Sample 1-Sample 2	Diferença Posto médio	Estatística do teste	Valor p
EasyClean / Médio-EasyClean / Apical	2,600	,167	0,8672
EasyClean / Médio-EasyClean / Cervical	-12,050	-,775	0,4385
EasyClean / Médio-PUI / Apical	-14,800	-,952	0,3413
EasyClean / Médio-EndoActivator / Médio	22,400	1,440	0,1498
EasyClean / Médio-PUI / Cervical	-25,800	-1,659	0,0971
EasyClean / Médio-EndoActivator / Apical	27,400	1,762	0,0781
EasyClean / Médio-EndoActivator / Cervical	30,700	1,974	0,0484
EasyClean / Médio-PUI / Médio	-33,900	-2,180	0,0293
EasyClean / Médio-XP Endo Finisher / Apical	-42,400	-2,726	0,0064
EasyClean / Médio-XP Endo Finisher / Cervical	-44,600	-2,868	0,0041
EasyClean / Médio-XP Endo Finisher / Médio	-50,550	-3,250	0,0012
EasyClean / Apical-EasyClean / Cervical	-9,450	-,608	0,5434
EasyClean / Apical-PUI / Apical	-12,200	-,784	0,4328
EasyClean / Apical-EndoActivator / Médio	19,800	1,273	0,2030
EasyClean / Apical-PUI / Cervical	-23,200	-1,492	0,1358
EasyClean / Apical-EndoActivator / Apical	24,800	1,595	0,1108
EasyClean / Apical-EndoActivator / Cervical	28,100	1,807	0,0708
EasyClean / Apical-PUI / Médio	-31,300	-2,013	0,0442
EasyClean / Apical-XP Endo Finisher / Apical	-39,800	-2,559	0,0105
EasyClean / Apical-XP Endo Finisher / Cervical	-42,000	-2,701	0,0069
EasyClean / Apical-XP Endo Finisher / Médio	-47,950	-3,083	0,0020
EasyClean / Cervical-PUI / Apical	-2,750	-,177	0,8596
EasyClean / Cervical-EndoActivator / Médio	10,350	,665	0,5057
EasyClean / Cervical-PUI / Cervical	-13,750	-,884	0,3766
EasyClean / Cervical-EndoActivator / Apical	15,350	,987	0,3237
EasyClean / Cervical-EndoActivator / Cervical	18,650	1,199	0,2305
EasyClean / Cervical-PUI / Médio	-21,850	-1,405	0,1600
EasyClean / Cervical-XP Endo Finisher / Apical	-30,350	-1,951	0,0510
EasyClean / Cervical-XP Endo Finisher / Cervical	-32,550	-2,093	0,0364
EasyClean / Cervical-XP Endo Finisher / Médio	-38,500	-2,475	0,0133

PUI / Apical-EndoActivator / Médio	7,600	,489	0,6251
PUI / Apical-PUI / Cervical	-11,000	-,707	0,4794
PUI / Apical-EndoActivator / Apical	12,600	,810	0,4178
PUI / Apical-EndoActivator / Cervical	15,900	1,022	0,3066
PUI / Apical-PUI / Médio	-19,100	-1,228	0,2194
PUI / Apical-XP Endo Finisher / Apical	27,600	1,775	0,0760
PUI / Apical-XP Endo Finisher / Cervical	29,800	1,916	0,0554
PUI / Apical-XP Endo Finisher / Médio	35,750	2,299	0,0215
EndoActivator / Médio-PUI / Cervical	-3,400	-,219	0,8270
EndoActivator / Médio-EndoActivator / Apical	5,000	,321	0,7478
EndoActivator / Médio-EndoActivator / Cervical	-8,300	-,534	0,5936
EndoActivator / Médio-PUI / Médio	-11,500	-,739	0,4596
EndoActivator / Médio-XP Endo Finisher / Apical	-20,000	-1,286	0,1985
EndoActivator / Médio-XP Endo Finisher / Cervical	-22,200	-1,427	0,1535
EndoActivator / Médio-XP Endo Finisher / Médio	-28,150	-1,810	0,0703
PUI / Cervical-EndoActivator / Apical	1,600	,103	0,9181
PUI / Cervical-EndoActivator / Cervical	4,900	,315	0,7527
PUI / Cervical-PUI / Médio	8,100	,521	0,6025
PUI / Cervical-XP Endo Finisher / Apical	16,600	1,067	0,2858
PUI / Cervical-XP Endo Finisher / Cervical	18,800	1,209	0,2267
PUI / Cervical-XP Endo Finisher / Médio	24,750	1,591	0,1115
EndoActivator / Apical-EndoActivator / Cervical	-3,300	-,212	0,8320
EndoActivator / Apical-PUI / Médio	-6,500	-,418	0,6760
EndoActivator / Apical-XP Endo Finisher / Apical	-15,000	-,964	0,3348
EndoActivator / Apical-XP Endo Finisher / Cervical	-17,200	-1,106	0,2688
EndoActivator / Apical-XP Endo Finisher / Médio	-23,150	-1,489	0,1366
EndoActivator / Cervical-PUI / Médio	-3,200	-,206	0,8370
EndoActivator / Cervical-XP Endo Finisher / Apical	-11,700	-,752	0,4519
EndoActivator / Cervical-XP Endo Finisher / Cervical	-13,900	-,894	0,3715
EndoActivator / Cervical-XP Endo Finisher / Médio	-19,850	-1,276	0,2018
PUI / Médio-XP Endo Finisher / Apical	8,500	,547	0,5847
PUI / Médio-XP Endo Finisher / Cervical	10,700	,688	0,4915
PUI / Médio-XP Endo Finisher / Médio	16,650	1,071	0,2844
XP Endo Finisher / Apical-XP Endo Finisher / Cervical	-2,200	-,141	0,8875
XP Endo Finisher / Apical-XP Endo Finisher / Médio	-8,150	-,524	0,6003
XP Endo Finisher / Cervical-XP Endo Finisher / Médio	5,950	,383	0,7020

Cada linha testa a hipótese nula em que as distribuições Amostra 1 e Amostra 2 são iguais. As significâncias assintóticas (teste de dois lados) são exibidas. O nível de significância é ,05.

Porcentagem de redução (%) de debris em todos os grupos por terços (média e desvio padrão).

Terço	EndoActivator	Easy Clean	XP-Endo Finisher	PUI
Cervical	57,89±30,21 ^{ACa}	39,39±23,17 ^{ABa}	68,94±36,29 ^{Ca}	51,61±29,97 ^{ABCa}
Médio	48,63±41,36 ^{ABCa}	26,86±29,27 ^{Aa}	74,17±35,57 ^{Ba}	60,53±28,57 ^{BCa}
Apical	53,18±30,45 ^{ACa}	29,41±21,72 ^{ABa}	68,15±27,03 ^{Ca}	41,84±30,87 ^{ABCa}

*Nível de significância adotado pelo teste de Dunn: 0,05

Letras maiúsculas diferentes na mesma linha indicam diferença estatisticamente significativa entre protocolos.

Letras minúsculas iguais na mesma coluna indicam que não houve diferença estatística entre os terços no mesmo protocolo.

Organization of Original Research Manuscripts

Please Note: All abstracts should be organized into sections that start with a one-word title (in bold), i.e., *Introduction, Methods, Results, Conclusions, etc.*, and should not exceed more than 250 words in length.

1. **Title Page:** The title should describe the major emphasis of the paper. It should be as short as possible without loss of clarity. Remember that the title is your advertising billboard—it represents your major opportunity to solicit readers to spend the time to read your paper. It is best not to use abbreviations in the title since this may lead to imprecise coding by electronic citation programs such as PubMed (e.g., use “sodium hypochlorite” rather than NaOCl). The author list must conform to published standards on authorship (see authorship criteria in the Uniform Requirements for Manuscripts Submitted to Biomedical Journals at www.icmje.org). The manuscript title, name and address (including email) of one author designated as the corresponding author. This author will be responsible for editing proofs and ordering reprints when applicable. The contribution of each author should also be highlighted in the cover letter.
2. **Abstract:** The abstract should concisely describe the purpose of the study, the hypothesis, methods, major findings and conclusions. The abstract should describe the new contributions made by this study. The word limitations (250 words) and the wide distribution of the abstract (e.g., PubMed) make this section challenging to write clearly. This section often is written last by many authors since they can draw on the rest of the manuscript. Write the abstract in past tense since the study has been completed. Three to ten keywords should be listed below the abstract.
3. **Introduction:** The introduction should briefly review the pertinent literature in order to identify the gap in knowledge that the study is intended to address and the limitations of previous studies in the area. The purpose of the study, the tested hypothesis and its scope should be clearly described. Authors should realize that this section of the paper is their primary opportunity to establish communication with the diverse readership of the JOE. Readers who are not expert in the topic of the manuscript are likely to skip the paper

if the introduction fails to succinctly summarize the gap in knowledge that the study addresses. It is important to note that many successful manuscripts require no more than a few paragraphs to accomplish these goals. Therefore, authors should refrain from performing extensive review of the literature, and discussing the results of the study in this section.

4. **Materials and Methods:** The objective of the materials and methods section is to permit other investigators to repeat your experiments. The four components to this section are the detailed description of the materials used and their components, the experimental design, the procedures employed, and the statistical tests used to analyze the results. The vast majority of manuscripts should cite prior studies using similar methods and succinctly describe the essential aspects used in the present study. Thus, the reader should still be able to understand the method used in the experimental approach and concentration of the main reagents (e.g., antibodies, drugs, etc.) even when citing a previously published method. The inclusion of a “methods figure” will be rejected unless the procedure is novel and requires an illustration for comprehension. If the method is novel, then the authors should carefully describe the method and include validation experiments. If the study utilized a **commercial product**, the manuscript must state that they either followed manufacturer’s protocol *or* specify any changes made to the protocol. If the study used an ***in vitro* model** to simulate a clinical outcome, the authors must describe experiments made to validate the model, or previous literature that proved the clinical relevance of the model. Studies on **humans** must conform to the Helsinki Declaration of 1975 and state that the institutional IRB/equivalent committee(s) approved the protocol and that informed consent was obtained after the risks and benefits of participation were described to the subjects or patients recruited. Studies involving **animals** must state that the institutional animal care and use committee approved the protocol. The statistical analysis section should describe which tests were used to analyze which dependent measures; p-values should be specified. Additional details may include randomization scheme, stratification (if any), power analysis as a basis for sample size computation, drop-outs from clinical trials, the effects of important confounding variables, and bivariate versus multivariate analysis.

5. **Results:** Only experimental results are appropriate in this section (*i.e.*, neither methods, discussion, nor conclusions should be in this section). Include only those data that are critical for the study, as defined by the aim(s). Do not include all available data without justification; any repetitive findings will be rejected from publication. All Figures, Charts and Tables should be described in their order of numbering with a brief description of the major findings. Author may consider the use of supplemental figures, tables or video clips that will be published online. Supplemental material is often used to provide additional information or control experiments that support the results section (*e.g.*, microarray data).
6. **Figures:** There are two general types of figures. The first type of figures includes photographs, radiographs or micrographs. Include only essential figures, and even if essential, the use of composite figures containing several panels of photographs is encouraged. For example, most photo-, radio- or micrographs take up one column-width, or about 185 mm wide X 185 mm tall. If instead, you construct a two columns-width figure (*i.e.*, about 175 mm wide X 125 mm high when published in the *JOE*), you would be able to place about 12 panels of photomicrographs (or radiographs, etc.) as an array of four columns across and three rows down (with each panel about 40 X 40 mm). This will require some editing to emphasize the most important feature of each photomicrograph, but it greatly increases the total number of illustrations that you can present in your paper. Remember that each panel must be clearly identified with a letter (*e.g.*, “A,” “B,” etc.), in order for the reader to understand each individual panel. Several nice examples of composite figures are seen in recent articles by Jeger et al (*J Endod* 2012;38:884–888); Olivieri et al., (*J Endod* 2012;38:1007–1011); Tsai et al (*J Endod* 2012;38:965–970). Please note that color figures may be published at no cost to the authors and authors are encouraged to use color to enhance the value of the illustration. Please note that a multipanel, composite figure only counts as one figure when considering the total number of figures in a manuscript (see section 3, below, for maximum number of allowable figures). The second type of figures are graphs (*i.e.*, line drawings including bar graphs) that plot a dependent measure (on the Y axis) as a function of an independent measure (usually plotted on the X axis). Examples include a graph depicting pain

scores over time, etc. Graphs should be used when the overall trend of the results are more important than the exact numerical values of the results. For example, a graph is a convenient way of reporting that an ibuprofen-treated group reported less pain than a placebo group over the first 24 hours, but was the same as the placebo group for the next 96 hours. In this case, the trend of the results is the primary finding; the actual pain scores are not as critical as the relative differences between the NSAID and placebo groups.

7. **Tables:** Tables are appropriate when it is critical to present exact numerical values. However, not all results need be placed in either a table or figure. For example, the following table may not be necessary:

% NaOCl	N/Group	% Inhibition of Growth
0.001	5	0
0.003	5	0
0.01	5	0
0.03	5	0
0.1	5	100
0.3	5	100
1	5	100
3	5	100

Instead, the results could simply state that there was no inhibition of growth from 0.001-0.03% NaOCl, and a 100% inhibition of growth from 0.03-3% NaOCl (N=5/group). Similarly, if the results are not significant, then it is probably not necessary to include the results in either a table or as a figure. These and many other suggestions on figure and table construction are described in additional detail in Day (1998).

8. **Discussion:** This section should be used to interpret and explain the results. Both the strengths and weaknesses of the observations should be discussed. How do these findings compare to the published literature? What are the clinical implications? Although this last section might be tentative given the nature of a particular study, the authors should realize that even preliminary clinical implications might have value for the clinical readership. Ideally, a

review of the potential clinical significance is the last section of the discussion. What are the major conclusions of the study? How does the data support these conclusions

9. **Acknowledgments:** All authors must affirm that they have no financial affiliation (e.g., employment, direct payment, stock holdings, retainers, consultantships, patent licensing arrangements or honoraria), or involvement with any commercial organization with direct financial interest in the subject or materials discussed in this manuscript, nor have any such arrangements existed in the past three years. Any other potential conflict of interest should be disclosed. Any author for whom this statement is not true must append a paragraph to the manuscript that fully discloses any financial or other interest that poses a conflict. Likewise the sources and correct attributions of all other grants, contracts or donations that funded the study must be disclosed
10. **References:** The reference style follows Index Medicus and can be easily learned from reading past issues of the *JOE*. The *JOE* uses the Vancouver reference style, which can be found in most citation management software products. Citations are placed in parentheses at the end of a sentence or at the end of a clause that requires a literature citation. Do not use superscript for references. Original reports are limited to 35 references. There are no limits in the number of references for review articles.