

**UNIVERSIDADE DE TAUBATÉ**

**Flávia de Moura Pereira**

**REMOÇÃO DE DEBRIS UTILIZANDO DIFERENTES  
POTÊNCIAS ULTRASSÔNICAS NA LIMPEZA  
SUPLEMENTAR DE CANAIS ACHATADOS**

**Taubaté – SP  
2019**

**UNIVERSIDADE DE TAUBATÉ**

**FLÁVIA DE MOURA PEREIRA**

**REMOÇÃO DE DEBRIS UTILIZANDO DIFERENTES  
POTÊNCIAS ULTRASSÔNICAS NA LIMPEZA  
SUPLEMENTAR DE CANAIS ACHATADOS**

Trabalho de Dissertação apresentada para obtenção do  
Título de Mestre pelo Curso de mestrado do Departamento  
de Odontologia da Universidade de Taubaté.

Área de Concentração: Endodontia

Orientador: Prof<sup>a</sup>. Dr<sup>a</sup>. Flávia Goulart da Rosa Cardoso

**Taubaté – SP  
2019**

**FLÁVIA DE MOURA PEREIRA**

Data: \_\_\_\_\_

Resultado: \_\_\_\_\_

**BANCA EXAMINADORA**

Prof. Dr. \_\_\_\_\_ Universidade de Taubaté

Assinatura: \_\_\_\_\_

Prof. Dr. \_\_\_\_\_ Universidade \_\_\_\_\_

Assinatura: \_\_\_\_\_

Prof. Dr. \_\_\_\_\_ Universidade \_\_\_\_\_

Assinatura: \_\_\_\_\_

# *Dedico este trabalho....*

À minha filha, razão do meu viver. Alegria e motivação para minha vida, faço tudo por você! Amo você mais do que posso entender!

Ao meu marido, pela parceria, amor, paciência e amizade. Obrigada por tornar os momentos estressantes mais leves e até engraçados. Por todas às vezes que você assumiu a direção de nossa família sozinho, para que eu pudesse me afastar e dedicar tempo extra a esse projeto. Sem você, nada disso seria possível!!!!

À minha querida mãe, meu exemplo de mulher batalhadora, que em tantos momentos se abdicou, desde a graduação, para que eu tivesse o melhor!!!!

Obrigada por todo seu apoio incondicional em todos os momentos!!!!



## **AGRADECIMENTO**

Agradeço primeiramente à **Deus**, por sempre me acompanhar e por me dar coragem e força de vontade para prosseguir mesmo diante dos obstáculos que apareceram nesse percurso.

À minha orientadora **Profa. Dra. Flávia Goulart da Rosa Cardoso**, por me aceitar como sua orientada. Obrigada pela confiança e por ter acreditado em meu trabalho desde o início de nossa convivência. Agradeço por todo seu carinho e sua simpatia, sempre me recebendo com um sorriso no rosto, mesmo nas horas de preocupação. Por me fazer querer melhorar a cada dia, não apenas como aluna de Mestrado, mas também como profissional e como pessoa. Fiquei muito feliz em ser sua orientada. Espero poder retribuir um dia, tudo o que está me ensinando e proporcionando. Meus sinceros agradecimentos e minha eterna admiração e GRATIDÃO.

À **Universidade de Taubaté – UNITAU** e ao **Programa de Pós-Graduação**, na pessoa do coordenador, Prof. Dr. José Roberto Cortelli e da coordenadora adjunta Laís Regiane da Silva Concílio.

Aos **professores do programa de pós-graduação**: Priscila Christiane Susy Liporoni, Rayssa Ferreira Zanatta, Laís Regiane da Silva Concílio, Marina Amaral, Rafael Pino Vitti, Davi Romeiro Aquino, Sheila Cavalcanti Cortelli e José Roberto Cortelli pela contribuição em minha formação acadêmica, pelos ensinamentos transmitidos e atenção dispensada sempre que solicitada.

À secretária **Daniela**, do Departamento de pós-graduação, pelas informações e atenção prestada.

À **Universidade Estadual do Rio de Janeiro- UERJ**, por meio do **Prof. Adj. Dr. Emmanuel João Nogueira Leal Silva**, por possibilitar a realização das aquisições de micro-CT na instituição.

À aluna do programa de Pós-Graduação da UERJ, **Carolina Oliveira de Lima**, pelo auxílio e dedicação nas análises tomográficas desta pesquisa.

À **Profa. Dra. Sandra Márcia Habitante e Profa. Dra. Rayssa Ferreira Zanatta**, que prontamente aceitaram ser parte da minha banca examinadora, contribuindo com seu conhecimento na avaliação deste trabalho.

As empresas **Helse dental Technology** e **VDW** pelo fornecimento do material necessário para realização desta pesquisa.

Aos meus **colegas de mestrado e doutorado**, Dani Susin, Daniela Marques, Paula Alves, Janaina Benzi e Victor Catapreta e Thais Browne, pela amizade e companheirismo durante os créditos obrigatórios.

E a todos aqueles que direta ou indiretamente colaboraram na execução deste trabalho.

Pereira FM. Remoção de debris utilizando diferentes potências ultrassônicas na limpeza suplementar de canais achatados (Dissertação de Mestrado). Taubaté - SP: Universidade de Taubaté, Departamento de Odontologia, 2019.

## RESUMO

**Objetivo:** O objetivo do presente estudo foi comparar a eficácia do inserto ultrassônico Irrisonic Power, com duas diferentes potências ultrassônicas (10% e 30%) na capacidade de remoção de debris acumulados em canais achatados, por meio da análise de microtomografia computadorizada ( $\mu$ CT). **Métodos:** Vinte pré-molares inferiores achatados foram pareados anatomicamente com base em dimensões morfológicas semelhantes (comprimento, volume, relação de aspecto e configuração), por meio da análise de  $\mu$ CT, preparados com Reciproc R25, escaneados novamente e atribuídos a um dos dois grupos experimentais (n=10), de acordo com o protocolo de limpeza suplementar: Irrisonic Power na potência 10% e Irrisonic Power na potência de 30%. Em ambos os grupos, os canais radiculares foram irrigados com 3mL de hipoclorito de sódio 2,5%, mantido por 30s e, em seguida, agitados por mais 30s com o inserto Irrisonic Power a 1mm aquém do comprimento de trabalho. Em seguida, foram irrigados com 3mL de EDTA, mantidos por 30s e, após, agitados por mais 30s nos mesmos parâmetros. Esse protocolo foi então repetido, e, em seguida, todos os espécimes foram irrigados com 3mL de solução salina fisiológica, totalizando 15 mL de substância química auxiliar. Após os protocolos de limpeza suplementar, os espécimes foram escaneados novamente e os conjuntos de dados registrados foram examinados para quantificar os acumulados de debris e volume do canal radicular. Os dados foram analisados estatisticamente pelo teste t de student, com nível de significância de 5%. **Resultados:** Ambos os grupos apresentaram uma diminuição no acúmulo de debris após o uso dos protocolos finais de irrigação ( $p < 0,05$ ). O grupo Irrisonic Power 30% apresentou maiores valores de redução de acumulados de debris quando comparado ao grupo Irrisonic Power 10% ( $p < 0,05$ ). Para o volume a distribuição das amostras foi normal, não havendo diferença estatisticamente significativa entre os grupos. **Conclusão:** O protocolo de limpeza suplementar utilizando maior potência ultrassônica removeu uma quantidade maior de acumulados de debris, porém, não foi capaz de eliminar completamente.

**Palavras-chave:** Microtomografia computadorizada; Smear layer; Ultrassom.

Pereira FM. Debris removal using different ultrasonic potentials for the supplemental cleaning of flattened canals (Master's dissertation). Taubaté - SP: University of Taubaté, Department of Odontology, 2019.

## **ABSTRACT**

**Objective:** The aim of the present study was to compare the effectiveness of the Irrisonic Power ultrasonic insert with two different ultrasonic powers (10% and 30%) in the ability to remove accumulated debris in flattened root canals by means of computed microtomography ( $\mu$ CT) analysis. **Methods:** Twenty flattened lower premolars were anatomically matched based on similar morphological dimensions (length, volume, aspect ratio and configuration) using  $\mu$ CT analysis prepared with Reciproc R25, rescanned and assigned to one of two groups experimental ( $n = 10$ ) according to the supplemental cleaning protocol: Irrisonic Power at 10% power and Irrisonic Power at 30% power. In both groups, root canals were irrigated with 3mL of 2.5% sodium hypochlorite, maintained for 30s and then agitated for an additional 30s with the 1mm Irrisonic Power insert below working length. They were then irrigated with 3mL EDTA, kept for 30s and then shaken for another 30s at the same parameters. This protocol was then repeated, and then all specimens were irrigated with 3mL of physiological saline, totaling 15 mL of auxiliary chemical. After supplemental cleaning protocols, specimens were rescanned and recorded data sets were examined to quantify debris accumulations and root canal volume. Data were statistically analyzed by Student's t-test, with a significance level of 5%. **Results:** Both groups showed a decrease in debris accumulation after the use of final irrigation protocols ( $p < 0.05$ ). The Irrisonic Power 30% group showed higher accumulated debris reduction values when compared to the Irrisonic Power 10% group ( $p < 0.05$ ). For volume the distribution of samples was normal, with no statistically significant difference between the groups. **Conclusion:** The supplemental cleaning protocol using higher ultrasonic power removed a larger amount of debris accumulation but was not able to completely eliminate it.

**Keywords:** Computerized microtomography; Smear layer; Ultrasound.

# SUMÁRIO

<b>1</b>	<b>INTRODUÇÃO</b>	<b>10</b>
<b>2</b>	<b>PROPOSIÇÃO</b>	<b>14</b>
<b>3</b>	<b>MÉTODO</b>	<b>15</b>
	3.1 Delineamento Experimental	15
	3.2 Seleção Dos Dentes E Cálculo Amostral	16
	3.3 Procedimentos Éticos	17
	3.4 Preparo Dos Espécimes	18
	3.5 Protocolo De Limpeza Suplementar	19
	3.6 Aquisição Das Imagens Por $\mu$ ct	22
	3.7 Análise Estatística	24
<b>4</b>	<b>CAPÍTULO</b>	<b>25</b>
	<b>4.1 CAPÍTULO A - REMOÇÃO DE DEBRIS UTILIZANDO DIFERENTES POTENCIAS ULTRASSÔNICAS NA LIMPEZA SUPLEMENTAR DE CANAIS ACHATADOS</b>	<b>25</b>
<b>5</b>	<b>CONCLUSÃO</b>	<b>41</b>
	<b>REFERÊNCIAS</b>	<b>42</b>
	<b>ANEXOS</b>	<b>46</b>

# 1 INTRODUÇÃO

Sabe-se que após a limpeza e desinfecção dos canais radiculares, uma quantidade substancial de detritos acumula-se em fendas, regiões de istmos, irregularidades e ramificações do sistema de canais radiculares (SCR) (Paqué et al., 2009; Zhao et al., 2019). Além de ser considerado um acúmulo indesejável, essa camada de detritos formada após a modelagem tem sido considerada clinicamente mais “crítica”, pois nela, pode agregar-se micro-organismos, impedindo também a penetração de substâncias químicas auxiliares e medicações intracanaís (Haapasalo et al., 2007) nos túbulos dentinários, podendo comprometer o sucesso do tratamento endodôntico (De-Deus et al., 2008; Zuolo et al., 2018).

Frequentemente, a desinfecção dos canais radiculares é realizada por meio do uso de substâncias químicas auxiliares em associação com diferentes técnicas de instrumentação, afim de reduzir níveis de micro-organismos e seus subprodutos do interior do SCR (Gomes et al., 2009; Carvalho et al., 2016; Cavalli et al., 2017; Nakamura et al., 2018). No entanto, estudos mostram que essas soluções irrigadoras comumente utilizadas não são capazes de tornar os canais radiculares completamente livres de bactérias e detritos decorrentes da instrumentação (Robinson et al., 2013; De-Deus et al., 2014; Rödig et al., 2018). Com o intuito de solucionar este problema, tem sido proposto a realização de protocolos de limpeza suplementar que auxiliem a remoção do acúmulo desses detritos, aumentando a permeabilidade dos túbulos dentinários, que conseqüentemente podem auxiliar em uma melhor ação das substâncias químicas e medicações intracanaís (Robinson et al., 2013).

A técnica tradicional de irrigação com seringa e agulha é a técnica mais comumente utilizada na prática clínica diária. Apesar de seu bom controle durante a irrigação (Boutsioukis et al., 2010), essa técnica fornece as soluções não mais que 0–1,1 mm além da ponta da agulha (Munoz & Camacho-Cuandra, 2012), sendo isso insuficiente na remoção de restos de tecido orgânico e inorgânico (Susin et al., 2010; Haapasalo et al., 2014), e na limpeza e desinfecção adequada de toda anatomia complexa do SCR (Villas-Bôas et al., 2011), especialmente na região apical (Susin et al., 2010).

Para superar as deficiências da irrigação com seringa, e com intuito de melhorar a limpeza e consequente desinfecção dos canais radiculares, diferentes dispositivos têm sido propostos para aumentar o fluxo/refluxo e a distribuição de soluções irrigadoras no interior do SCR (Gu et al., 2009). Uma das estratégias seria a agitação ultrassônica passiva, que consiste na agitação mecânica da substância química auxiliar por meio de insertos ultrassônicos até o terço apical (2 mm aquém do comprimento do dente), promovendo a transmissão acústica e/ou a cavitação ao redor do inserto (Weller et al., 1980; Van Der Sluis et al., 2010; Beus et al., 2012; Helvacioğlu et al., 2015), que auxilia na chegada de irrigantes em áreas de difícil acesso (Van der Sluis et al., 2007; De Gregório et al., 2010). Estudos evidenciam que o uso da agitação ultrassônica passiva promove uma limpeza mais eficaz quando comparado com a irrigação convencional, com seringa (Huque et al., 1998; Carver et al., 2007, Bernardes et al., 2016; Martins et al., 2017; Rödíg et al., 2018).

Apesar de muitos estudos demonstrarem a superioridade da limpeza do SCR após o uso da agitação ultrassônica passiva, alguns trabalhos não evidenciam essa diferença na limpeza e desinfecção quando comparado à técnica convencional com



seringa (Orozco et al., 2017; Haupt et al., 2019). Acredita-se que a razão para isso seria o grupo de dentes utilizados (dentes unirradiculares circulares), o fato do inserto ultrassônico requerer um espaço mínimo livre para sua atuação com êxito (Amato et al., 2011), dificultando principalmente sua eficiência na região apical. Esta dificuldade pode ser explicada pela redução do diâmetro do canal nesta região, implicando no acesso restrito do irrigante, e conseqüente redução do fluxo hidrodinâmico (McGill et al., 2008). Outro ponto questionável seria a variação da frequência emitida pelo aparelho ultrassônico, a qual poderia interferir diretamente na eficiência do instrumento.

Tradicionalmente, um dos instrumentos mais utilizados na agitação ultrassônica passiva é a Irrisonic (Helse dental Technology, São Paulo, Brasil), que possui conicidade correspondente à um instrumento #20.01, que foi preconizada para ser utilizada em uma potência de 10% (Helse dental Technology, São Paulo, Brasil). Com objetivo de alcançar uma melhor limpeza do SCR, recentemente foi desenvolvido o inserto Irrisonic Power (Helse dental Technology, São Paulo, Brasil), apresentando diferenciações, como alteração do comprimento do instrumento e ângulo de dobra, permitindo ser utilizado em potências mais altas, o que poderia gerar uma maior remoção de-acumulado de debris.

A técnica de Microtomografia Computadorizada ( $\mu$ CT) é considerada um método de avaliação confiável e menos invasivo, podendo diferenciar e avaliar áreas de limpeza, espaços vazios e estruturas dentárias (Jung et al., 2005). Essa tecnologia também permite avaliações longitudinais quantitativas e qualitativas dos resíduos de dentina com alta precisão (Paqué et al., 2009), sendo ainda uma metodologia indestrutível.

Alguns estudos avaliaram, por meio de  $\mu$ CT, a ação de diferentes instrumentos utilizados durante a limpeza suplementar de canais radiculares. No entanto, não foi estudado até o momento a diferença de potências utilizadas, acreditando que este ponto é de extrema relevância clínica para o sucesso do tratamento endodôntico.

## **2. PROPOSIÇÃO**

Diante do exposto, este estudo teve como objetivo, por meio da técnica de microtomografia computadorizada ( $\mu$ CT), avaliar e quantificar a presença de debris dentinários em canais radiculares de pré-molares inferiores achatados após a instrumentação e após limpeza suplementar, utilizando a agitação ultrassônica passiva, em diferentes potências ultrassônicas. A hipótese nula testada foi que não haveria diferença na remoção de acumulados de debris entre os protocolos de limpeza suplementar utilizados.

### 3 MÉTODOS

O projeto foi previamente enviado e aprovado pelo Comitê de Ética em Pesquisa da Universidade de Taubaté – UNITAU, por meio da Plataforma Brasil, sob protocolo número 2.975.186 (ANEXO A).

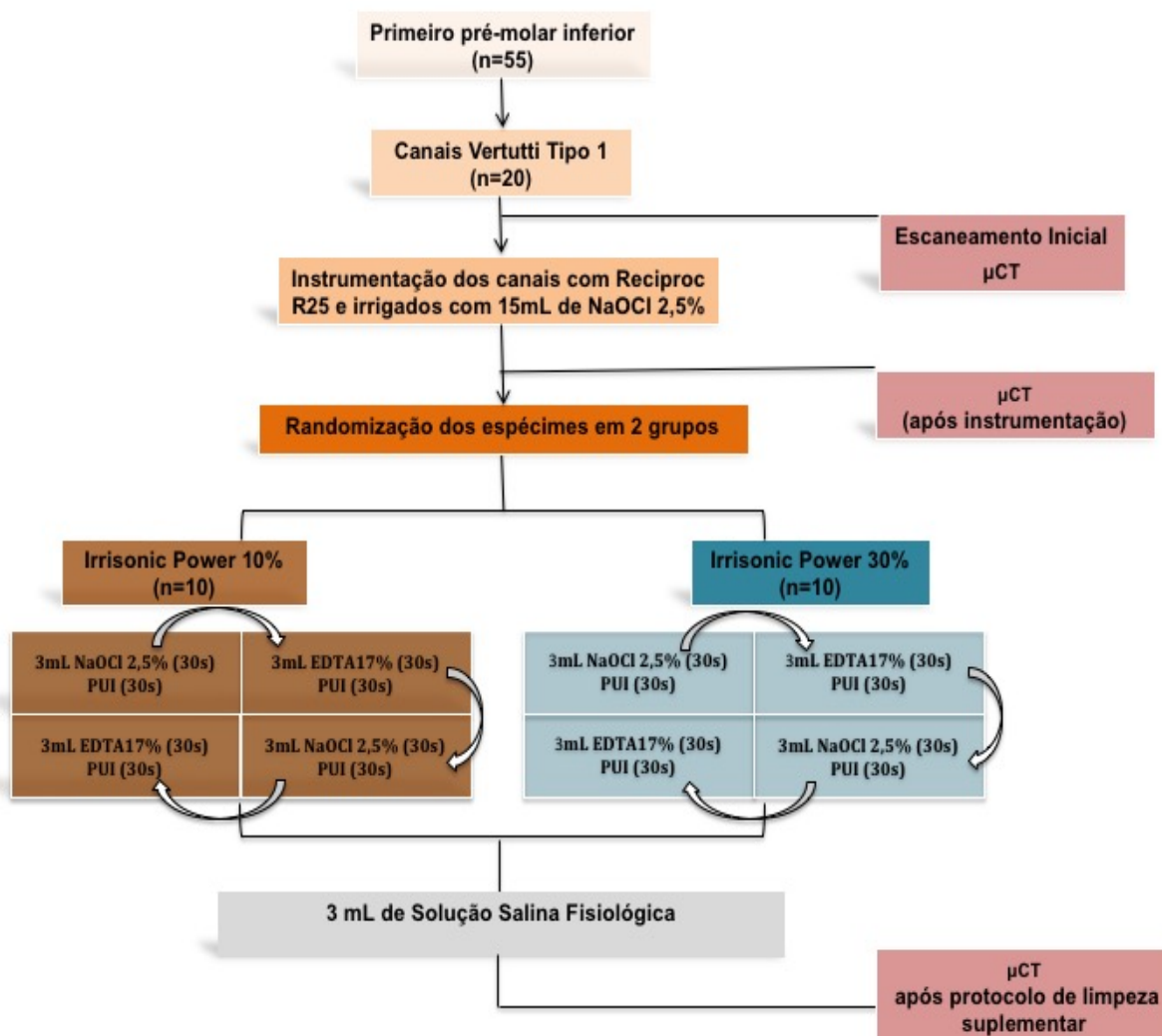
#### 3.1 DELINEAMENTO EXPERIMENTAL

A tabela 1 evidencia o delineamento experimental desenvolvido neste estudo.

**Tabela 1.** Delineamento experimental

<b>UNIDADE EXPERIMENTAL</b>	Dentes pré-molares unirradiculares achatados
<b>FATOR EM ESTUDO</b>	
<b>PROTOCOLO DE LIMPEZA SUPLEMENTAR</b>	Irrisonic Power potência 10%
	Irrisonic Power potência 30%
<b>METODOLOGIA</b>	Microtomografia computadorizada ( $\mu$ CT)
<b>VARIAVEIS RESPOSTA</b>	Volume
	% de debris

Para facilitar a compreensão do presente estudo, foi realizado um organograma para uma melhor visualização (Figura 1).



**Figura 1.** Fluxograma dos procedimentos experimentais.

\*Siglas: EDTA – ácido etilenodiaminotetracético; NaOCl – hipoclorito de sódio; μCT – Microtomografia computadorizada; PUI – irrigação ultrassônica passiva

### 3.2 SELEÇÃO DOS DENTES E CÁLCULO AMOSTRAL

Utilizando como referência estudos anteriores com metodologias semelhantes (Leoni et al., 2017; De-Deus et al., 2019; Silva et al., 2019), o tamanho da amostra para este estudo foi estabelecido ( $\alpha = 0,91$ ) e adicionado um poder  $\beta = 95\%$  e  $\alpha = 5\%$ , utilizando o teste da família F para análise unidirecional (Software G\* Power 3.1 para MacBook, Heinrich Heine, Universität Düsseldorf). Para amostra total, dezessete

espécimes foram indicados como o tamanho de amostra ideal necessário para observar diferenças significativas. Espécimes adicionais foram utilizados para compensar uma possível perda de amostra.

Foram realizadas radiografias digitais para cada espécime em direção mésio-distal e vestibulo-lingual afim de verificar a anatomia interna dos canais radiculares. Foram incluídos dentes pré-molares inferiores unirradiculares.

Dentre os critérios de exclusão, dentes com reabsorção interna ou externa, rizogênese incompleta, presença de calcificações ou dentes que já tiveram sido submetidos à tratamento endodôntico prévio.

Para maior padronização do estudo, um único operador, especialista em endodontia, realizou o preparo químico mecânico bem como os procedimentos de limpeza suplementar com o auxílio do aparelho ultrassônico.

### 3.3 PROCEDIMENTOS ÉTICOS

Os dentes humanos utilizados neste estudo foram adquiridos por meio do Banco de Dentes da Universidade de Taubaté (UNITAU). Os dentes foram limpos com curetas periodontais e armazenados em solução de timol 0,1% até o momento do uso. Os dentes que não passaram pelos critérios de inclusão foram novamente devolvidos ao banco de dentes desta instituição.

### 3.4 PREPARO DOS ESPÉCIMES

A abertura coronária foi realizada com auxílio de pontas esféricas acionadas em alta rotação, sob refrigeração. Terminada a abertura coronária, os canais radiculares foram irrigados com hipoclorito de sódio 2,5% (NaOCl) (Byofórmula, São José dos Campos, SP, Brasil), sendo realizada exploração do canal radicular utilizando instrumento de fino calibre (Kerr #10) (Dentsply Maillefer Ind. E Com. Ltda, Petrópolis, RJ, Brasil) afim de obter patência apical. Então, o comprimento de trabalho (CT) foi estabelecido retirando-se 1 mm do forame apical. Para maior padronização dos espécimes, todos os dentes foram instrumentados manualmente até lima Kerr #15.

Em seguida, os canais radiculares foram preparados utilizando instrumento reciprocante Reciproc® R25 (25.08) (VDW, GMBH, Munique, Alemanha) em um movimento recíproco em um motor elétrico com torque limitado (VDW Silver; VDW, GMBH, Munique, Alemanha). O instrumento foi movido em direção apical utilizando o movimento de penetração e remoção, com aproximadamente 3 mm de amplitude e leve pressão apical. Cada instrumento foi utilizado em três dentes e depois descartado. Entre cada terço (cervical, médio e apical), os canais radiculares foram irrigados com 5 mL de NaOCl 2,5% afim de neutralizar o conteúdo do canal radicular, totalizando 15 mL para cada espécime. A patência foraminal foi mantida com o uso do instrumento Kerr #15.

### 3.5 PROTOCOLO DE LIMPEZA SUPLEMENTAR

Após a finalização do preparo químico mecânico, os espécimes foram divididos em 2 grupos de acordo com o protocolo de limpeza suplementar (Quadro 1).

**Irrisonic Power 10%** - Os canais radiculares foram irrigados com 3mL de NaOCl 2,5% utilizando a ponta NaviTip (Ultradent Products Inc, Utah, Estados Unidos), mantidos no canal por 30s, e, em seguida, agitados por 30s, utilizando o inserto Irrisonic Power E1P (#20.01) (Helse dental Technology, São Paulo, Brasil) 1mm aquém do CT, na potência 10% (2/20) montado em um aparelho ultrassônico piezoelétrico (P5 Newton XS; Acteon Satelec, Norwich, Reino Unido). Na sequência, os canais radiculares foram irrigados com 3mL de EDTA 17%, mantidos no canal radicular por 30s, e, em seguida, agitados por 30s utilizando a mesma técnica descrita anteriormente. Esse protocolo foi então repetido, e, após os canais foram irrigados com 3mL de solução salina fisiológica (Figuras 2 e 3).

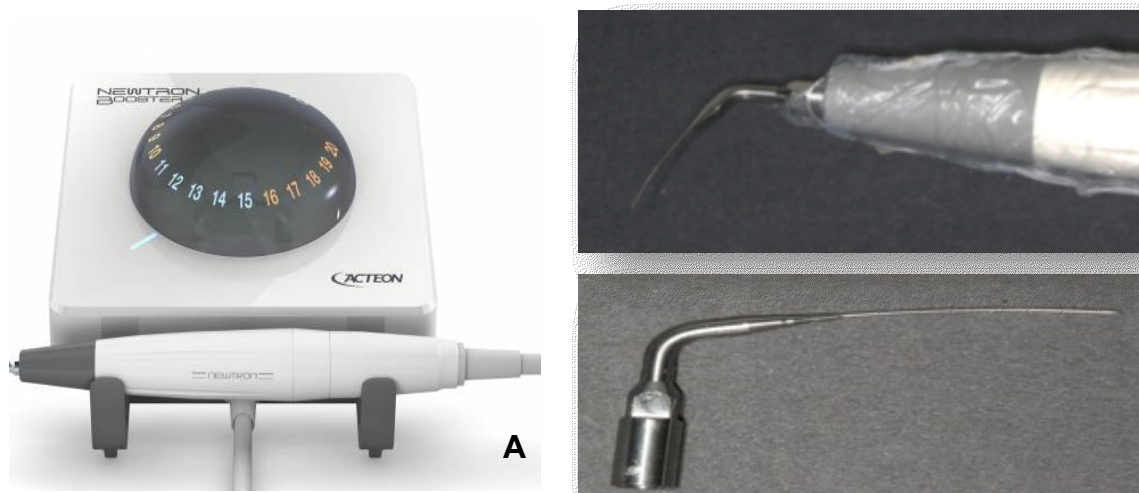
**Irrisonic Power 30%** - Neste grupo foi utilizado a mesma técnica descrita anteriormente, utilizando a potência 30% (6/20).

O mesmo volume final de solução irrigadora (15 mL) foi utilizado por grupo sendo 6 mL de NaOCl 2,5%, 6 mL de EDTA 17% e 3 mL de solução salina fisiológica.

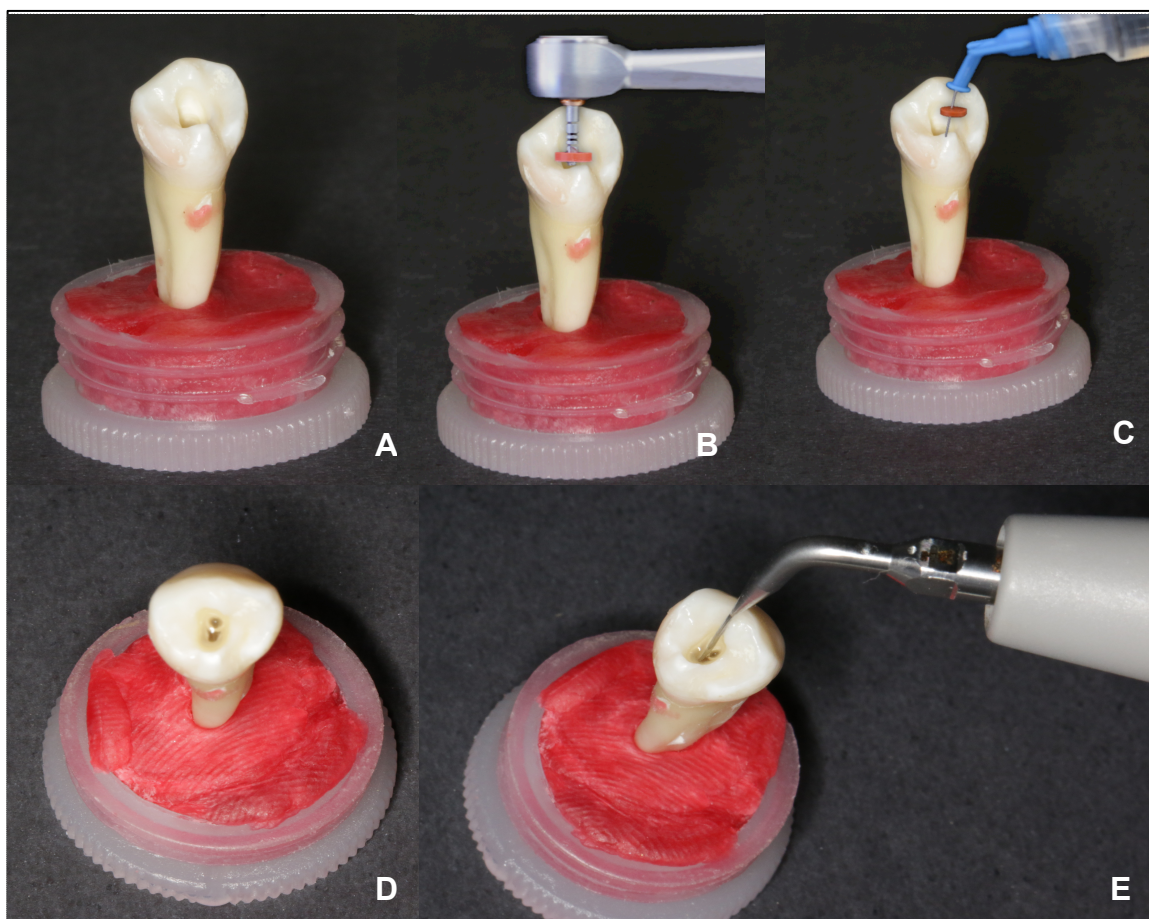


**Quadro 1.** Divisão dos grupos experimentais (n=10)

ULTRASSOM	POTÊNCIA	PROTOCOLO DE LIMPEZA SUPLEMENTAR
<b>IRRISONIC POWER 10</b>	<b>10%</b>	3 mL NaOCl 2,5% (30seg)
		PUI 1mm aquém do CT (30seg)
		3 mL EDTA 17% (30seg)
		PUI 1mm aquém do CT (30seg)
		3 mL NaOCl 2,5% (30 seg)
		PUI 1mm aquém do CT (30seg)
<b>IRRISONIC POWER 30</b>	<b>30%</b>	3 mL EDTA 17% (30seg)
		PUI 1mm aquém do CT (30seg)
		3 mL NaOCl 2,5% (30 seg)
		PUI 1mm aquém do CT (30seg)
		3 mL EDTA 17% (30seg)
		PUI 1mm aquém do CT (30seg)
		3 mL de solução salina fisiológica



**Figura 2.** Protocolo de limpeza suplementar: **A.** Imagem do aparelho ultrassônico utilizado nessa pesquisa; **B.** Inserto ultrassônico Irrisonic Power; **C.** Inserto acoplado a ponta do aparelho ultrassônico

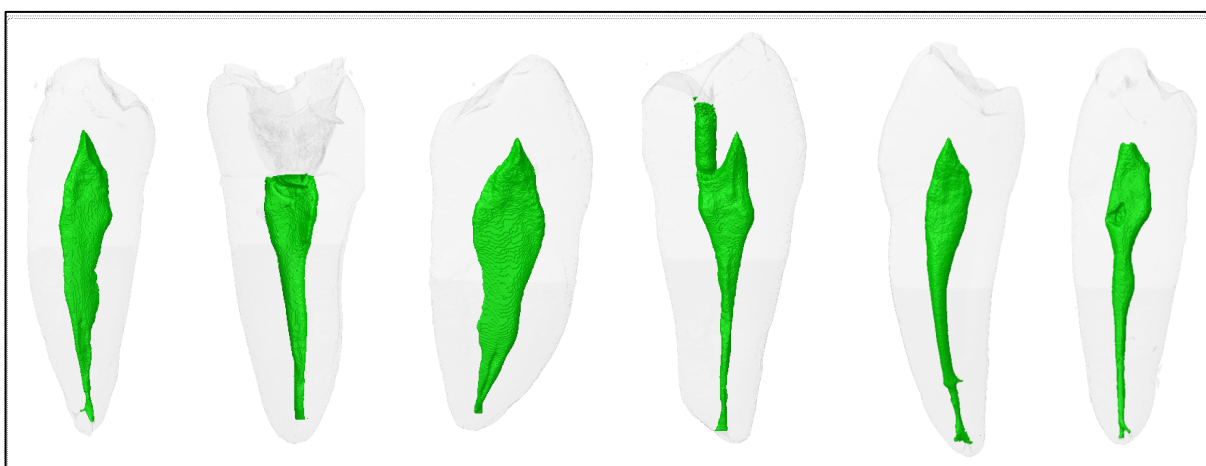


**Figura 3.** Sequência operatória: **A.** Acesso coronário; **B.** Instrumentação com sistema Reciproc R25; **C.** Irrigação com NaOCl 2,5%; **D.** Dente inundado com NaOCl 2,5% para realização da limpeza suplementar; **E.** Realização da limpeza suplementar utilizando inserto Irrisonic Power

### 3.4 AQUISIÇÃO DAS IMAGENS POR $\mu$ CT

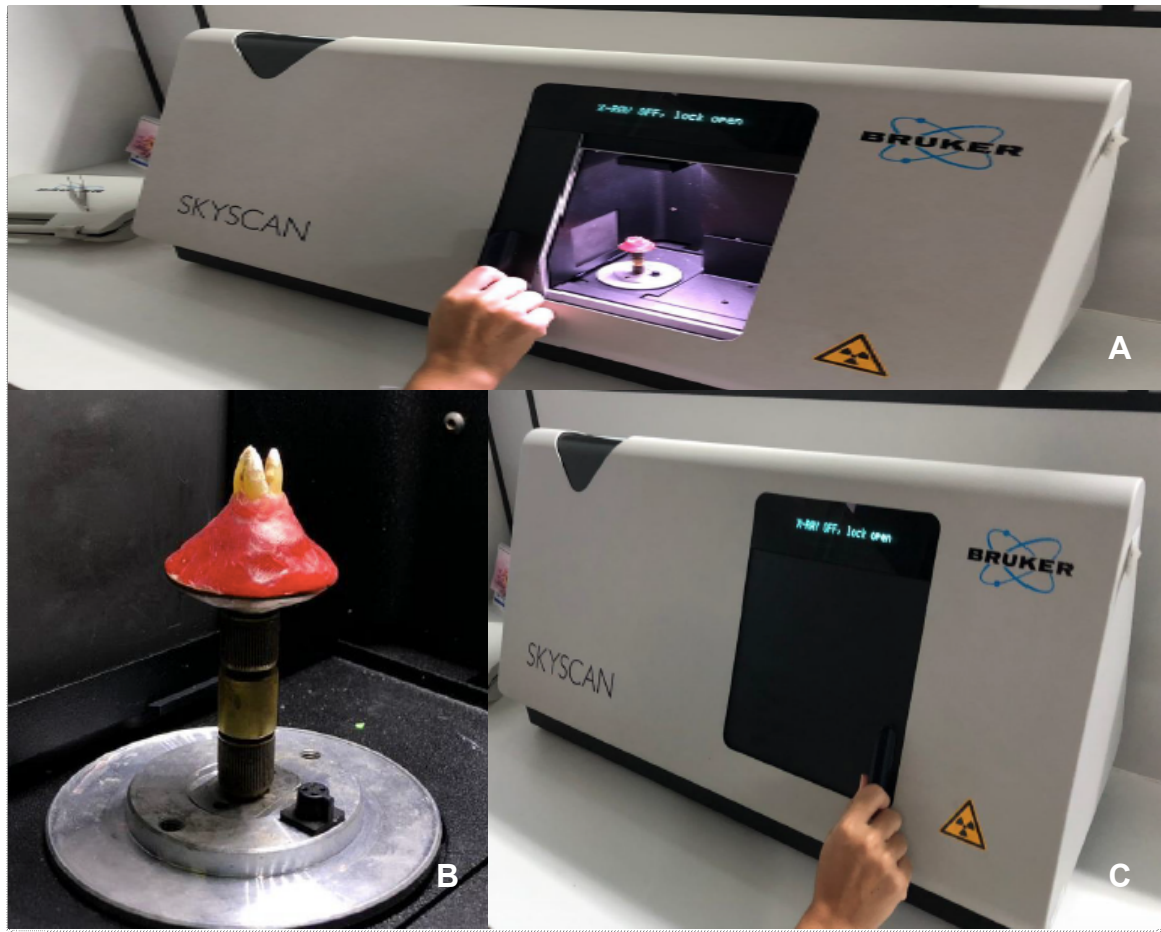
Os dentes foram escaneados no microtomógrafo (SkyScan 1174, Bruker, Kontich, Bélgica) com os seguintes parâmetros de aquisição: 800 mA e 50Kv, resolução isotrópica de 27  $\mu$ m, com filtro de alumínio 0,5mm de espessura, tempo de exposição de 5200 milissegundos, passo de rotação de 0,5 e 180° em torno do eixo vertical. Todas as imagens foram reconstruídas por meio do software NRecon (v1.6.1.0; Bruker, Kontich, Bélgica) com os mesmos parâmetros: 7 de redução de artefato de anel, correção de endurecimento do feixe de 35% e suavização de 3 para todas as imagens.

Em seguida, foram verificados os parâmetros da área de superfície ( $\text{mm}^2$ ), volume ( $\text{mm}^3$ ) e anatomia dos canais radiculares, de maneira a permitir a divisão das amostras em dois grupos ( $n=10$ ) com área, volume e anatomia tridimensional semelhante (Figura 4).



**Figura 4.** Amostras iniciais de pré-molares inferiores inicialmente submetidos à  $\mu$ CT

A figura 5 ilustra como foi realizada a aquisição inicial de  $\mu$ CT.



**Figura 5.** Aquisição das imagens por  $\mu$ CT: **A.** Visão do anteparo posicionado para início da aquisição; **B.** Vista do espécime colocado no anteparo, com cera; **C.** Visão do tomógrafo com a porta fechada para início das aquisições

### 3.6.1 AVALIAÇÃO DAS IMAGENS POR $\mu$ CT

Os slices das imagens dos dentes após o protocolo suplementar de ativação ultrassônica foram registrados com suas respectivas imagens pós-operatórias a partir do software 3D Slicer 4.4.0 (disponível em <http://www.slicer.org>), sobrepondo-se as imagens a uma precisão maior que 1 voxel (De-Deus et al., 2019). O volume dos canais radiculares antes e após o preparo foi calculado pelo programa Image J (v.1.49, Fiji, Madison, WI) (Neves et al., 2015). O material com densidade similar a dentina localizada na região do canal instrumentado, que anteriormente foi ocupado por ar, foi considerado debris dentinário (De-Deus et al., 2015), que foi quantificado

conforme descrito anteriormente pela interseção entre imagens antes e depois dos protocolos de ativação da irrigação (Neves et al., 2015) e expresso como a porcentagem do volume total dos canais radiculares após a instrumentação de cada amostra. Em seguida, as imagens obtidas após a quantificação dos debrís dentinários foram transformadas em imagens tridimensionais através do programa CT Vol (v. 2.2.1, Bruker micro-CT).

### 3.5 ANÁLISE ESTATÍSTICA

O volume ( $\text{mm}^3$ ) e o acúmulo de resíduos de debrís (%) dos protocolos finais de agitação foram utilizados como parâmetros de referência para verificar se os espécimes dentro dos grupos tinham condições semelhantes. O volume demonstrou uma distribuição normal dos dados (teste de Shapiro-Wilk ( $p > 0,05$ )). Por isso, o teste T-student foi utilizado para comparar o volume entre os grupos. Para a avaliação de debrís (%), a amostra não apresentou distribuição normal, realizando o teste não-paramétrico Mann-Whitney, com nível de significância de 5%.

## 4 CAPÍTULOS

### 4.1 CAPÍTULO A

# REMOÇÃO DE DEBRIS UTILIZANDO DIFERENTES POTÊNCIAS ULTRASSÔNICAS NA LIMPEZA SUPLEMENTAR DE CANAIS ACHATADOS

Moura FP, Silva EJNL, Lima CO, Vitti RP, Khoury RD, Cardoso FG

(O artigo será submetido à revista *Journal of Endodontics*)

## RESUMO

**Objetivo:** O objetivo do presente estudo foi comparar a eficácia do inserto ultrassônico Irrisonic Power, com duas potências ultrassônicas (10% e 30%) na capacidade de remoção de debris acumulados (AHTD) em canais achatados, por meio da análise de microtomografia computadorizada ( $\mu$ CT). **Métodos:** Vinte pré-molares inferiores achatados foram pareados anatomicamente com base em dimensões morfológicas semelhantes (comprimento, volume, relação de aspecto e configuração), por meio da análise de  $\mu$ CT, preparados com Reciproc R25, digitalizados novamente e atribuídos a um dos dois grupos experimentais (n=10), de acordo com o protocolo final de irrigação: Irrisonic Power 10% e Irrisonic Power 30%. Após os protocolos suplementares de irrigação, os espécimes foram redigitalizados e os conjuntos de dados registrados foram examinados para quantificar a quantidade de AHTD. Os dados foram analisados estatisticamente pelo

teste T-student, com nível de significância de 5%. **Resultados:** Ambos os grupos apresentaram uma diminuição no acúmulo de debris após o uso dos protocolos finais de irrigação ( $p < 0,05$ ). O grupo Irrisonic Power 30% apresentou maiores valores de redução de AHTD quando comparado ao grupo Irrisonic Power 10% ( $p < 0,05$ ). Para o volume a amostra foi normal, não encontrando diferença entre os dois grupos. **Conclusão:** O protocolo de irrigação suplementar com maior potência influenciou diretamente a remoção de AHTD.

**Relevância Clínica:** Sabe-se que atualmente muitos aparelhos ultrassônicos têm sido utilizados durante a limpeza suplementar de canais radiculares. No entanto, não existem estudos que avaliem a melhor potência utilizada para apresentar uma melhor limpeza e desinfecção do complexo sistema de canais radiculares.

**Palavras-chave:** Agitação Ultrassônica Passiva; Debris;  $\mu$ CT

## INTRODUÇÃO

Durante o preparo químico mecânico do sistema de canais radiculares (SCR), a substância química auxiliar atua como desinfetante e lubrificante, auxiliando na eliminação de restos pulpares e necróticos, bem como fragmentos de tecido duro criados pela ação de corte dos instrumentos (1). A permanência desses debris acumulados (AHTD) no interior do SCR é clinicamente relevante uma vez que pode facilmente abrigar micro-organismos (2), principalmente em regiões de difícil acesso, comprometendo os protocolos de desinfecção, assim como interferindo nos procedimentos obturadores (3).



Estudos mostram que a irrigação convencional realizada com seringa e agulha, pode ser ineficiente na remoção de AHTD, principalmente em irregularidades anatômicas e/ou regiões de difícil acesso (4). Para promover uma melhor efetividade das substâncias químicas auxiliares, novos métodos de irrigação têm sido propostos (5), destacando-se a ativação de irrigantes por meio de dispositivos ultrassônicos, que tem sido associado à melhora na limpeza e desinfecção do SCR (5-7). A irrigação ultrassônica passiva (PUI) é a ativação de um irrigante no canal radicular utilizando instrumentos ultrassonicamente oscilantes (8). A eficácia da PUI na remoção de AHTD tem sido estudada exaustivamente (9-16). Embora os trabalhos demonstrem uma melhora na remoção dos AHTD, nenhum deles demonstrou que essa técnica é capaz de limpar completamente o SCR (15).

Um dos instrumentos mais utilizados na agitação ultrassônica passiva é o Irrisonic (Helse dental Technology, São Paulo, Brasil), que possui conicidade correspondente à um instrumento #20.01. Devido a fragilidade inerente ao calibre do instrumento, o mesmo é preconizado para ser utilizado em uma potência de 10% (17). Uma vez que a potência de ativação de um instrumento pode ter uma relação direta com a capacidade de limpeza do mesmo (18,19), recentemente foi desenvolvido o inserto Irrisonic Power (Helse dental Technology, São Paulo, Brasil), apresentando diferenciações, como alteração do comprimento do instrumento e ângulo de dobra, permitindo ser utilizado em potências mais altas, o que poderia gerar uma maior remoção de AHTD.

Diante do exposto, o objetivo do presente estudo foi comparar a atividade do inserto Irrisonic Power ativado a 10% e 30% como um protocolo de irrigação suplementar, na capacidade de remoção de AHTD utilizando uma análise de  $\mu$ CT. A



hipótese nula testada foi que não haveria diferença na remoção de AHTD quando diferentes potências são utilizadas para ativar o inserto Irrisonic Power.

## **MATERIAIS E MÉTODOS**

### ***Tamanho da amostra***

O tamanho da amostra foi calculado com base em estudos anteriores com metodologias semelhantes (10,15,20). O tamanho do efeito para este estudo foi estabelecido ( $= 0,91$ ) e adicionado a uma potência  $\beta = 95\%$  e  $\alpha = 5\%$  de entradas em uma família de teste F para análise unidirecional (Software G \* Power 3.1.7 para MacBook, Heinrich Heine, Universität Düsseldorf, Alemanha). Dezesete espécimes foram indicados como o tamanho de amostra ideal necessário para observar diferenças significativas. Um total de 20 espécimes foram utilizados para compensar uma possível perda de amostra.

### ***Seleção e distribuição de espécimes***

Este estudo foi aprovado pelo Comitê de Ética local, (n. 2.975.186). Um total de 55 pré-molares humanos inferiores foram selecionados e armazenados em solução de timol a 0,1% a 5°C. Foram realizadas radiografias digitais para cada espécime em direção méso-distal e vestibulo-lingual afim de verificar a anatomia interna dos canais radiculares. Foram incluídos dentes com canal único, ápice totalmente formado e canais achatados.

Os dentes foram escaneados no microtomógrafo (SkyScan 1174, Bruker, Kontich, Bélgica) com os seguintes parâmetros de aquisição: 800 mA e 50Kv, resolução isotrópica de 27  $\mu\text{m}$ , com filtro de alumínio 0,5mm de espessura, tempo de

exposição de 5200 milissegundos, passo de rotação de 0,5 e 180° em torno do eixo vertical. Todas as imagens foram reconstruídas por meio do software NRecon (v1.6.1.0; Bruker, Kontich, Bélgica) com os mesmos parâmetros: 7 de redução de artefato de anel, correção de endurecimento do feixe de 35% e suavização de 3 para todas as imagens. Para assegurar a homogeneidade da amostra, a área de superfície (mm<sup>3</sup>) e o volume (mm<sup>3</sup>) dos canais foram calculados pelo programa CTAn (Bruker Micro-CT, Kontich, Bélgica) e a imagem tridimensional foi obtida a partir do CTVol (Bruker Micro-CT, Kontich, Bélgica). Posteriormente, os dentes foram distribuídos em dois grupos experimentais (n=10). A normalidade dos dados (P>0,05; Shapiro-Wilk) e a homogeneidade dos grupos foram avaliadas, confirmando a correspondência anatômica entre os grupos experimentais (p>0,05; T-student e Mann-Whitney)

### ***Preparo do canal radicular***

A abertura coronária foi realizada com auxílio de brocas esféricas acionadas em alta rotação, sob refrigeração. Terminada a abertura coronária, os canais radiculares foram irrigados com hipoclorito de sódio 2,5% (NaOCl)(Byofórmula, São José dos Campos, SP, Brasil), sendo realizada exploração do canal radicular utilizando um instrumento Kerr #10 (Dentsply Maillefer Ind. E Com. Ltda, Petrópolis, RJ, Brasil)afim de obter patência apical. Então, o comprimento de trabalho (CT) foi estabelecido retirando-se 1 mm do comprimento total do canal. Com o objetivo de simular a região periapical, o ápice radicular de cada dente foi selado com cera utilidade (Lysanda, São Paulo, SP, Brasil).

Em seguida, um *glide path* foi estabelecido com o instrumento K #15 e os canais radiculares foram preparados com o instrumento recíprocante Reciproc R25 (25.08) (VDW, GMBH, Munique, Alemanha) em um movimento recíproco, em um motor elétrico com torque limitado (VDW Silver; VDW, GMBH, Munique, Alemanha). O instrumento foi movido em direção apical utilizando o movimento de penetração e remoção, com aproximadamente 3 mm de amplitude e leve pressão apical. Cada instrumento foi utilizado em três dentes e depois descartado. Entre cada terço (cervical, médio e apical), os canais radiculares foram irrigados com 5 mL de NaOCl 2,5% utilizando a ponta NaviTip (Ultradent Products Inc, Utah, Estados Unidos) afim de neutralizar o conteúdo do canal radicular, totalizando 15 mL para cada espécime. A patência foraminal foi mantida com o uso do instrumento Kerr #15. Os espécimes foram submetidos a novos procedimentos de  $\mu$ CT, aplicando-se os parâmetros mencionados.

### ***Protocolo de limpeza Suplementar***

Após o preparo químico mecânico, os espécimes foram divididos em 2 grupos (n=10) de acordo com o protocolo de limpeza suplementar.

**Irrisonic Power 10%** - Os canais radiculares foram irrigados com 3mL de NaOCl 2,5% com agulha NaviTip (Ultradent Products Inc, Utah, Estados Unidos), mantidos no canal por 30s, e, em seguida, agitados por 30s, utilizando o inserto ultrassônico Irrisonic Power (Helse dental Technology, São Paulo, Brasil) 1mm aquém do CT, na potência 10% (2/20) montado em um aparelho ultrassônico piezoelétrico (P5 Newton XS; Acteon Satelec, Norwich, Reino Unido). Na sequência, os canais

radiculares foram irrigados com 3mL de EDTA 17%, mantidos no canal radicular por 30s, e, em seguida, agitados por 30s utilizando a mesma técnica descrita anteriormente. Esse protocolo foi então repetido mais uma vez, e, após os canais foram irrigados com 3mL de solução salina fisiológica.

**Irrisonic Power 30%** - Os canais radiculares foram irrigados com 3mL de NaOCl 2,5% com agulha NaviTip (Ultradent Products Inc, Utah, Estados Unidos), mantidos no canal por 30s, e, em seguida, agitados por 30s, utilizando o inserto Irrisonic Power (Helse dental Technology, São Paulo, Brasil) 1mm aquém do CT, na potência 30% (6/20) (Acteon Satelec, Reino Unido). Na sequência, os canais radiculares foram irrigados com 3mL de EDTA 17%, mantidos no canal radicular por 30s, e, em seguida, agitados por 30s utilizando a mesma técnica descrita anteriormente. Esse protocolo foi então repetido 1 vez, e após os canais foram irrigados com 3mL de solução salina fisiológica.

O mesmo volume final de solução irrigadora (15 mL) foi utilizado por grupo sendo 6 mL de NaOCl 2,5%, 6 mL de EDTA 17% e 3 mL de solução salina fisiológica.

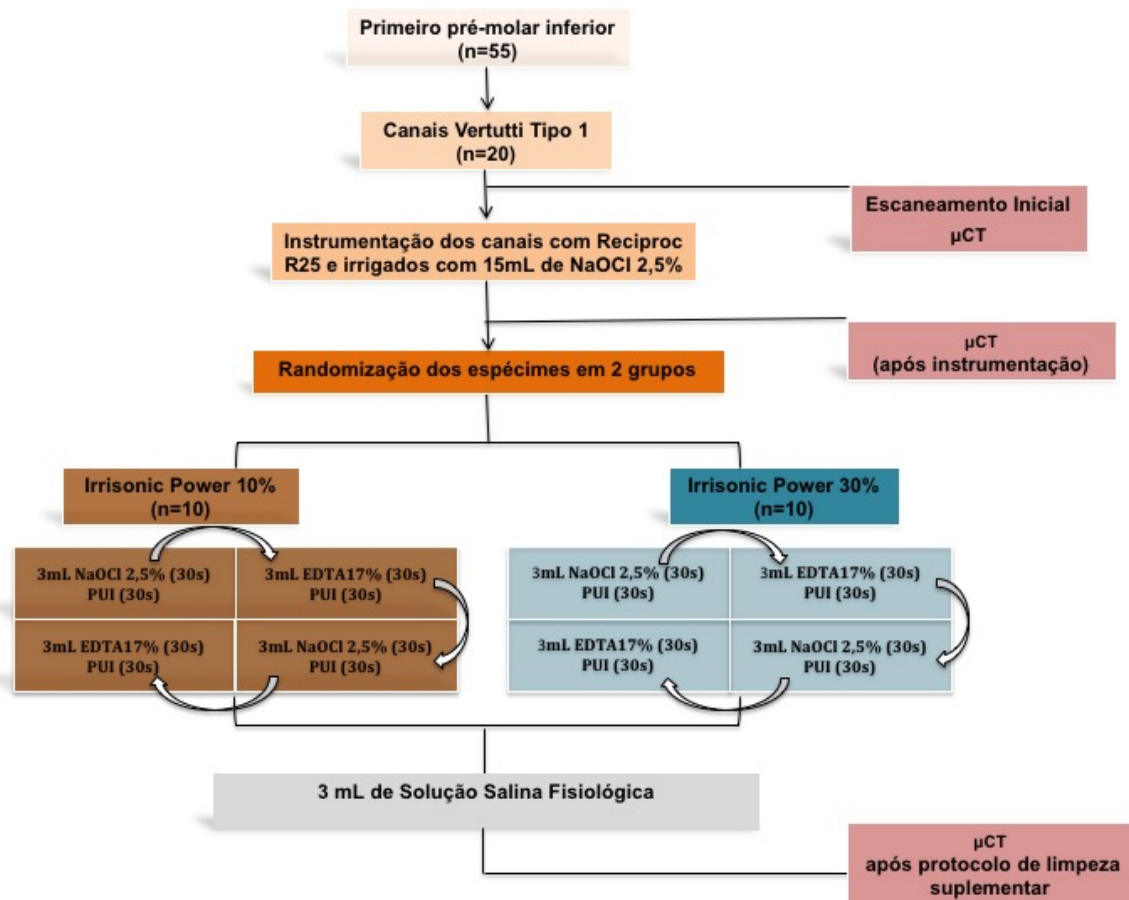
Um único operador experiente conduziu todos os procedimentos experimentais. Finalmente, os espécimes foram secos com cones de papel absorvente (Dentsply Maillefer Ind. E Com. Ltda, Petrópolis, RJ, Brasil). Finalizando este estágio, os espécimes foram submetidos a novos procedimentos de  $\mu$ CT, aplicando-se os parâmetros mencionados (Figura 1).

### **Avaliação de $\mu$ CT e análise tridimensional quantitativa**

Os slices das imagens dos dentes após os protocolos de ativação da irrigação foram registrados com suas respectivas imagens pós-operatórias a partir do software 3D Slicer 4.4.0 (disponível em <http://www.slicer.org>), sobrepondo-se as imagens a uma precisão maior que 1 voxel (15). O volume dos canais antes e após a instrumentação foi calculado pelo programa ImageJ (v.1.49, Fiji, Madison, WI) (17). O material com densidade similar a dentina localizada na região do canal instrumentado, que anteriormente foi ocupado por ar, foi considerado debris dentinário (10), que foi quantificado conforme descrito anteriormente pela interseção entre imagens antes e depois dos protocolos de ativação da irrigação (20) e expresso como a porcentagem do volume total dos canais radiculares após a instrumentação de cada amostra. Em seguida, as imagens obtidas após a quantificação dos debris dentinários foram transformadas em imagens tridimensionais através do programa CTVol (v. 2.2.1, Bruker micro-CT).

### ***Análise estatística***

O volume ( $\text{mm}^3$ ) e o acúmulo de resíduos de debris (%) dos protocolos finais de agitação foram utilizados como parâmetros de referência para verificar se os espécimes dentro dos grupos tinham condições semelhantes. O volume demonstrou uma distribuição normal dos dados (teste de Shapiro-Wilk ( $p > 0,05$ )). Por isso, o teste T-student foi utilizado para comparar o volume entre os grupos. Para a avaliação de debris (%), a amostra não apresentou distribuição normal, realizando o teste não-paramétrico Mann-Whitney, com nível de significância de 5%.



**Figura 1.** Fluxograma dos procedimentos experimentais.

## RESULTADOS

O grau de homogeneidade (baseline) dos grupos foi confirmado em relação ao comprimento do canal, volume e área de superfície, bem como o volume de AHTD obtido após o preparo do canal ( $p>0,05$ ). Os dois protocolos de limpeza suplementar foram efetivos na remoção de AHTD. No entanto, o grupo Irrisonic Power 30% demonstrou maior redução de AHTD (0,16%) em relação ao grupo

Irrisonic Power 10% (0,90%), (Mann-Whitney -  $P < 0,05$ ), conforme descrito na Tabela 1.

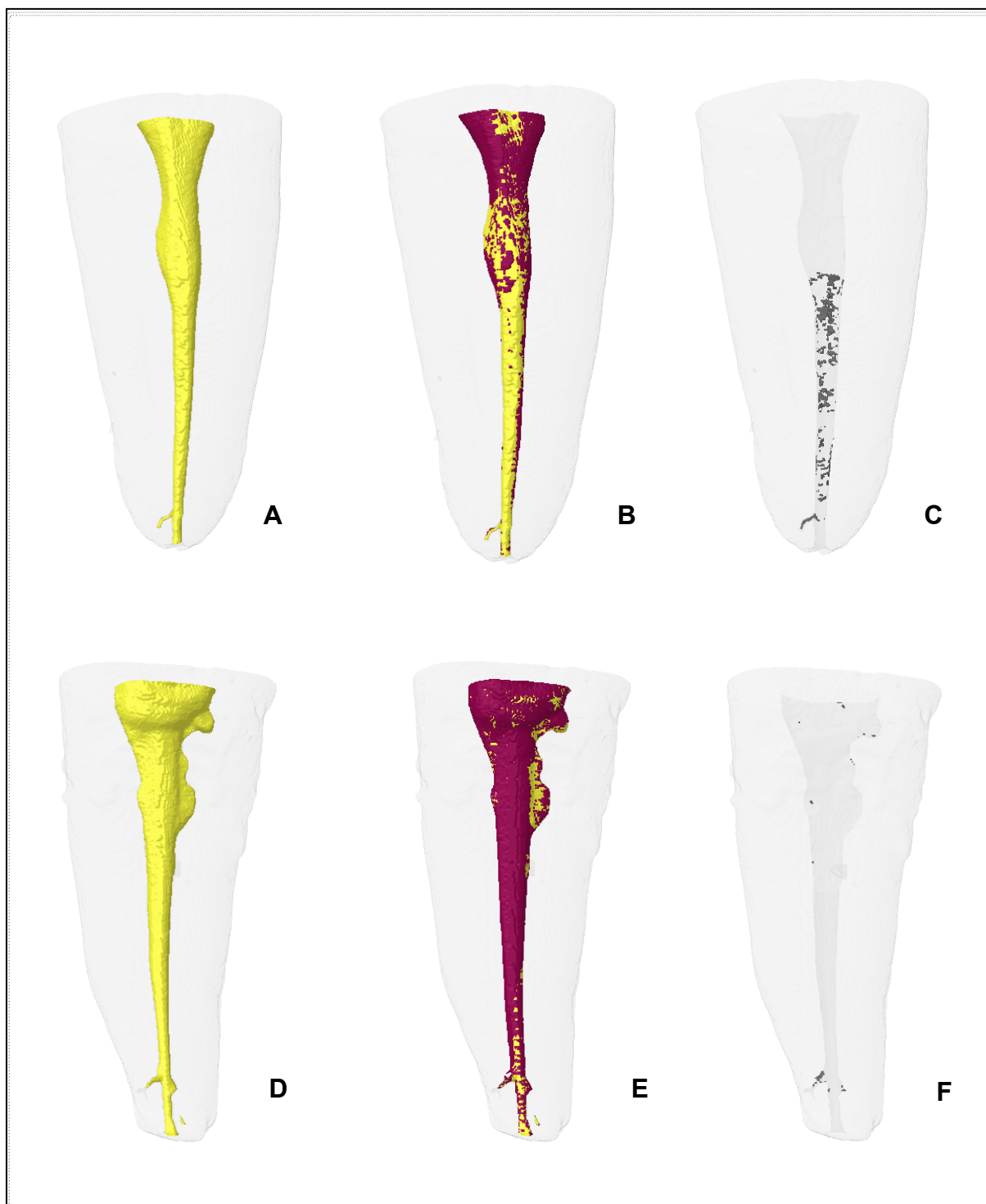
**Tabela 1.** Média  $\pm$  desvio-padrão do volume e área do canal radicular e acúmulo de debris de acordo com a instrumentação e limpeza suplementar

Parâmetros de avaliação		Power 10%	Power 30%
Canal radicular	Volume pós-instrumentação ( $\text{mm}^3$ )	9,08 $\pm$ 2,91 <sup>a</sup>	9,70 $\pm$ 2,40 <sup>a</sup>
	Volume pós-agitação ( $\text{mm}^3$ )	9,55 $\pm$ 2,97 <sup>a</sup>	10,66 $\pm$ 2,48 <sup>a</sup>
Debris	Volume pós-agitação ( $\text{mm}^3$ )	0,08 $\pm$ 0,09 <sup>a</sup>	0,01 $\pm$ 0,01 <sup>b</sup>
	Volume pós-agitação (%)	0,90 $\pm$ 1,16 <sup>a</sup>	0,16 $\pm$ 0,13 <sup>b</sup>

\*Letras diferentes na mesma linha indicam significância estatística entre os grupos, conforme indicado pelo teste t Student ( $p < 0,05$ ).

Na Figura 2 verifica-se uma representação tridimensional de pré-molares inferiores achatados antes e após o protocolo suplementar de agitação ultrassônica passiva utilizando o inserto Irrisonic Power na potência 10% e Irrisonic Power na potência 30%.

Ao analisar a Figura 2, bem como a tabela 1, verifica-se que ambos os grupos experimentais apresentaram redução significativa de debris dentinários após os protocolos de limpeza suplementar, evidenciando a necessidade de sua execução após a instrumentação de canais radiculares achatados. Observou-se também que o inserto Irrisonic Power quando utilizado na potência ultrassônica 30%, apresentou resultados consideravelmente melhores de redução de *smear layer* (0,16%) quando comparado ao inserto Irrisonic Power na potência ultrassônica 10% (0,90%) ( $p < 0,05$ ).



**Figura 2.** Representação de modelos tridimensionais de canais achatados de pré-molares inferiores: **Grupo Irrisonic Power 10%** -**A.** volume após instrumentação (amarelo); **B.** volume antes (amarelo) e após protocolo suplementar utilizando inserto Irrisonic Power na potência 30% (vermelho); **C.** localização de debris (cinza). **Grupo Irrisonic Power 30%** -**D.** volume após instrumentação (amarelo); **E.** volume antes (amarelo) e após protocolo suplementar utilizando inserto Irrisonic Power na potência 30% (vermelho); **F.** localização de debris (cinza).



## DISCUSSÃO

O presente estudo avaliou o impacto de diferentes potências ultrassônicas na utilização de protocolos de limpeza suplementar na remoção de AHTD de dentes unirradiculares achatados por meio da análise  $\mu$ CT. Esta tecnologia de imagem não destrutiva demonstrou ser o método padrão-ouro para a avaliação de AHTD nas irregularidades do SCR, permitindo avaliar áreas de limpeza, espaços vazios e estruturas dentárias, permitindo avaliações longitudinais quantitativas e qualitativas de debris dentinários com alta precisão (10,21,22).

Devido à heterogeneidade encontrada na morfologia desses canais radiculares, foi realizado uma pré-triagem utilizando  $\mu$ CT dos espécimes com base na configuração e morfologia (comprimento, volume e área de superfície) que permitiu distribuir 10 espécimes em dois grupos experimentais. Como resultado, as estatísticas demonstraram um equilíbrio adequado entre os espécimes dos grupos em relação ao volume do canal e à área da superfície. Estes dados permitiram aumentar a viabilidade do presente estudo e reduziu substancialmente o viés anatômicos que podem induzir ao erro os resultados.

Os resultados encontrados no presente estudo, mostraram que a limpeza suplementar dos canais radiculares utilizando agitação ultrassônica passiva melhora a eficiência na remoção de debris dentinários, estando de acordo com estudos anteriores que também mostraram remoção de detritos semelhante utilizando este método complementar (13,14,23). No entanto, neste estudo, observou-se que o grupo Irrisonic Power 30%, apresentou maior capacidade de limpeza dos canais radiculares, quando comparado ao grupo Irrisonic Power 10% ( $P < 0,05$ ). Portanto, a hipótese nula testada foi rejeitada.

Embora os protocolos suplementares de agitação utilizados neste estudo apresentem muitas semelhanças, como técnica de ativação, cinemática e flexibilidade, deve-se levar em consideração que o ajuste da potência do equipamento, bem como pequenas alterações nos insertos ultrassônicos, podem estar relacionados com a melhor capacidade de limpeza da Irrisonic Power na potência 30%. Quando comparada a Irrisonic convencional à Irrisonic Power, verifica-se que características como comprimento total da peça e ângulo de dobra foram alteradas, com intuito de melhorar a frequência e qualidade mecânica da vibração. Essas melhorias mecânicas permitiram a utilização do inserto em uma potência de 30%, confirmando apresentar uma melhor capacidade de limpeza, demonstrando resultados estatisticamente significantes com relação ao inserto Irrisonic Power na potência 10%. Conseqüentemente, os resultados também podem ser explicados pela interação entre dois fatores que permitem a remoção satisfatória de detritos durante a preparação do canal radicular: (i) uma alta potência empregada (30%) pelo aparelho agitando o irrigante com mais precisão e assim aumentado o fluxo acústico (24) e (ii) alteração do comprimento do instrumento e ângulo de dobra. Desta forma, o recém-desenvolvido instrumento Irrisonic Power, ainda não mencionado na literatura, apresentou desempenho superior quando comparado ao instrumento Irrisonic convencional.

Embora os protocolos suplementares tenham mostrado uma diminuição significativa no acúmulo de debris de tecido duro ( $P < 0,05$ ), o que pode ser traduzido em melhora na capacidade de limpeza do SCR, nenhum deles foi capaz de tornar os canais radiculares de pré-molares achatados completamente livres desse conteúdo. Esse achado está de acordo com diversos estudos anteriores (10, 13-16, 23), e ressalta que o preparo químico mecânico dos canais radiculares invariavelmente cria

um acúmulo de detritos em áreas de irregularidades anatômicas que não podem ser totalmente removidas com as técnicas disponíveis.

Dentro das condições deste estudo, pode-se concluir que ambos os protocolos de limpeza suplementar foram eficazes na remoção do AHTD. No entanto, o inserto Irrisonic Power na potência 30% mostrou ser mais eficiente na remoção de debris de canais radiculares achatados.

## REFERÊNCIAS

1. Siqueira JF, Alves FRF, Versiani A, Rôças IN, Almeida BM, Neves MAS, Sousa-Neto MD. Correlative bacteriologic and micro-computed tomographic analysis of mandibular molar mesial canals prepared by self-adjusting file, reciproc, and twisted file systems. *J Endod* 2013;39:1044–50.
2. Siqueira JF. Microbial causes of endodontic flare-ups. *Int Endod J* 2003;36:453–63.
3. De-Deus G, Reis C, Beznos D, de Abranches AMG, Coutinho-Filho T, Paciornik S. Limited ability of three commonly used thermoplasticized gutta-percha techniques in filling oval-shaped canals. *J Endod* 2008;34:1401–5.
4. Andrade-Junior CV, Batista RM, Marceliano-Alves M, Alves FRF, Silva EJNL. Efficacy of a new activation device in irrigant penetration into simulated lateral canals. *Eur Endod J* 2016;1:2.
5. Gu LS, Kim JR, Ling J, Chol KK, Pashley DH, Tay FR. Review of contemporary irrigant agitation techniques and devices. *J Endod* 2009;35:791–804.
6. Haapasalo M, Shen Y, Wang Z, Gao Y. Irrigation in endodontics. *Br Dent J* 2014;216:299–303.
7. Zhao Y, Fan W, Xu T, Tay FR, Gutmann JL, Fan B. Evaluation of several instrumentation techniques and irrigation methods on the percentage of untouched canal wall and accumulated dentine debris in C-shaped canals. *Int Endod J* 2019; 52:1354-1365.

8. Weller RN, Brady JM, Bernier WE. Efficacy of ultrasonic cleaning. *J Endod* 1980;6:740–3.
9. Paqué F, Boessler C, Zehnder M. Accumulated hard tissue debris levels in mesial roots of mandibular molars after sequential irrigation steps. *Int Endod J* 2011;44:148–53.
10. De-Deus G, Marins J, Silva EJNL, Souza E, Belladonna FG, Reis C, Machado AS, Lopes RT, Versiani MA, Paciornik S, Neves AA. Accumulated hard tissue debris produced during reciprocating and rotary nickel-titanium canal preparation. *J Endod* 2015; 41:676–81.
11. De-Deus G, Marins J, Neves Ade A, Reis C, Fidel S, Versiani MA, Alves H, Lopes RT, Paciornik S. Assessing accumulated hard-tissue debris using micro-computed tomography and free software for image processing and analysis. *J Endod* 2014; 40:271-6.
12. Versiani MA, Alves FR, Andrade-Junior CV, Marceliano-Alves M, Provenzano JC, Rôças IN, Sousa-Neto MD, Siqueira JF Jr. Micro-CT evaluation of the efficacy of hard-tissue removal from the root canal and isthmus area by positive and negative pressure irrigation systems. *Int Endod J* 2016;49:1079–87.
13. 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; 50:398-406.
14. Keleş A, Alçın H, Sousa-Neto MD, Versiani MA. Supplementary Steps for Removing Hard Tissue Debris from Isthmus-containing Canal Systems. *J Endod* 2016;42:1677–82.
15. De-Deus G, Belladonna FG, de Siqueira Zuolo A, Perez R, Carvalho MS, Souza EM, Lopes RT, Silva EJNL. 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. *Clin Oral Investig* 2019; 23:3087-93.
16. Silva EJNL, Carvalho CR, Belladonna FG, Prado MC, Lopes RT, De-Deus G, Moreira E JL. Micro-CT evaluation of different final irrigation protocols on the removal of hard-tissue debris from isthmus-containing mesial root of mandibular molars. *Clinical Oral Investigations*. *Clin Oral Investig* 2019; 23:681-87.
17. Activating Irrigation Solution with Ultrasonics - Helse Ultrasonic. Available at:

<<http://helseultrasonic.com/procedure/activating-irrigation-solution/>>.

18. van der Sluis LWM, Versluis M, Wu MK, Wesselink PR. Passive ultrasonic irrigation of the root canal: a review of the literature. *Int Endod J* 2007;40:415–26.
19. Neves AA, Silva EJ, Roter JM, Belladonna FG, Alves HD, Lopes RT, Paciornik S, De-Deus G. Exploiting the potential of free software to evaluate root canal biomechanical preparation outcomes through micro-CT images. *Int Endod J* 2015;48:1033–42.
20. Paqué F, Laib A, Gautschi H, Zehnder M. Hard-Tissue Debris Accumulation Analysis by High-Resolution Computed Tomography Scans. *J Endod* 2009;35:1044–7.
21. Perez R, Neves AA, Belladonna FG, Silva EJNL, Sousa EM, Fidel S, Versiani MA, Lima I, Carvalho C, De-Deus G. Impact of needle insertion depth on the removal of hard-tissue debris. *Int Endod J* 2017;50:560–8.
22. Freire LG, Iglecias EF, Cunha SR, dos Santos M, Gavini G. 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;41:1660–6.
23. Boutsoukis C, Lambrianidis T, Verhaagen B, Versluis M, Kastrinakis E, Wesselink PR, van der Sluis LW. The effect of needle-insertion depth on the irrigant flow in the root canal: evaluation using an unsteady computational fluid dynamics model. *J Endod* 2010;36:1664–8.
24. Thomas AR, Velmurugan N, Smita S, Jothlatha S. Comparative Evaluation of Canal Isthmus Debridement Efficacy of Modified EndoVac Technique with Different Irrigation Systems. *J Endod* 2014;40:1676–80.

## 5 CONCLUSÃO

Sob as condições deste experimento, frente aos resultados obtidos, pode-se concluir que quanto aos diferentes níveis de potencia avaliados, no protocolo de limpeza suplementar de canais achatados:

- Tanto a utilização do inserto ultrassônico Irrisonic Power na potência 10%, quanto na potência 30% diminuiu consideravelmente a quantidade de debris presente nas paredes dos canais radiculares;
- O inserto ultrassônico Irrisonic Power utilizado na potência 30% apresentou melhor limpeza dos canais radiculares, sendo o melhor protocolo a ser utilizado na limpeza suplementar de canais achatados;
- Nenhum dos dois protocolos apresentados foi capaz de eliminar 100% dos debris de canais radiculares achatados.

## REFERÊNCIAS\*

1. Paqué F, Laib A, Gautschi H, Zehnder M. Hard-tissue debris accumulation analysis by high-resolution computed tomography scans. *J Endod* 2009; 35:1044-7.
2. Zhao Y, Fan W, Xu T, Tay FR, Gutmann JL, Fan B. Evaluation of several instrumentation techniques and irrigation methods on the percentage of untouched canal wall and accumulated dentine debris in C-shaped canals. *Int Endod J* 2019; 21:1-5.
3. Haapasalo M, Qian W, Portenier I, Waltimo T. Effects of dentin on the antimicrobial properties of endodontic medicaments. *J Endod* 2007; 33:917-25.
4. De-Deus G, Reis C, Beznos D, de Abranches AM, Coutinho-Filho T, Paciornik S. Limited ability of three commonly used thermoplasticized gutta-percha techniques in filling oval-shaped canals. *J Endod* 2008; 34:1401-5.
5. Zuolo ML, Zaia AA, Belladonna FG, Silva EJNL, Souza EM, Versiani MA, Lopes RT, De-Deus G. Micro-CT assessment of the shaping ability of four root canal instrumentation systems in oval-shaped canals. *Int Endod J* 2018; 51:564-71.
6. Gomes BP, Martinho FC, Vianna ME. Comparison of 2.5% sodium hypochlorite and 2% chlorhexidine gel on oral bacterial lipopolysaccharide Reduction from primarily infected root canals. *J Endod* 2009; 35:1350-3.
7. Carvalho AS, Oliveira LD, Cardoso FG, Oliveira FE, Valera MC, Carvalho CA. Limewater polymyxin B associated with NaOCl for endotoxin detoxification in root canal with necrotic pulp. *Braz Dent J* 2016; 27:573-77.
8. Cavalli D, Toia CC, Flores Orozco EI, Khoury RD, Cardoso FGDR, Alves MC, Carvalho CAT, Valera MC. Effectiveness in the removal on endotoxins and microbiological profile in primary endodontic infections using 3 different instrumentation systems: a randomized clinical study. *J Endod* 2017; 43:1237-45.
9. 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; 1:12-22.
10. Robinson JP, Lumley PJ, Cooper PR, Grover LM, Walmsley AD. 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: 1067-70.
11. De-Deus G, Marins J, Neves Ade A, Reis C, Fidel S, Versiani MA, Alves H, Lopes RT, Paciornik S. Assessing accumulated hard-tissue debris using micro-computed tomography and free software for image processing and analysis. *J Endod* 2014;40:271-6.

---

\* Baseado em:

Essa seção foi elaborada de acordo com as Normas Vancouver (disponíveis em: [www.icmje.org](http://www.icmje.org)).

12. Rödiger T, Zimmermann F, Konietschke F, Sydow HG, Wiegand A. Comparison of the antibacterial efficacy of sonic and two ultrasonic-activated irrigation techniques in reducing intracanal *Enterococcus faecalis* populations. *Quintessence Int.* 2018; 49:689-97.
13. Boutsoukis C, Lambrianidis T, Verhaagen B, Versluis M, Kastrinakis E, Wesselink PR, van der Sluis LW. The effect of needle-insertion depth on the irrigant flow in the root canal: evaluation using an unsteady computational fluid dynamics model. *J Endod* 2010; 36:1664-8.
14. Muñoz HR, Camacho-Cuandra K. In vivo efficacy of three different endodontic irrigation systems for irrigant delivery to working length of mesial canals of mandibular molars. *J Endod* 2012;38:445-8.
15. Susin L, Liu Y, Yoon JC, Parente JM, Loushine RJ, Ricucci D, Bryan T, Weller RN, Pashley DH, Tay FR. Canal and isthmus debridement efficacies of two irrigant agitation techniques in a closed system. *Int Endod J* 2010; 43:1077-90.
16. Haapasalo M, Wang Z, Shen Y, Curtis A, Patel P, Khakpour M. Tissue dissolution by a novel multisonic ultracleaning system and sodium hypochlorite. *J Endod* 2014; 40:1178-81.
17. Villas-Bôas MH, Bernardineli N, Cavenago BC, Marciano M, Del Carpio-Perochena A, de Moraes IG, Duarte MH, Bramante CM, Ordinola-Zapata R. Micro-computed tomography study of the internal anatomy of mesial root canals of mandibular molars. *J Endod* 2011; 37:1682-6.
18. Gu LS, Kim JR, Ling J, Choi KK, Pashley DH, Tay FR. Review of contemporary irrigant agitation techniques and devices. *J Endod* 2009;35:791-804.
19. Weller RN, Brady JM, Bernier WE. Efficacy of ultrasonic cleaning. *J Endod* 1980; 6:740-43.
20. Van der Sluis LW, Vogels MP, Verhaagen B, Macedo R, Wesselink PR. Study on the influence of refreshment/activation cycles and irrigants on mechanical cleaning efficiency during ultrasonic activation of the irrigant. *J Endod* 2010; 36:737-40.
21. Beus C, Safavi K, Stratton J, Kaufman B. Comparison of the effect of two endodontic irrigation protocols on the elimination of bacteria from root canal system: a prospective, randomized clinical trial. *J Endod* 2012; 38:1479-83.
22. Helvacioğlu Kivanç B, Deniz Arısu H, Yanar NÖ, Silah HM, İnam R, Görgül G. Apical extrusion of sodium hypochlorite activated with two laser systems and ultrasonics: a spectrophotometric analysis. *BMC Oral Health* 2015; 26:15:71.
23. Van der Sluis LW, Versluis M, Wu MK, Wesselink PR. Passive ultrasonic irrigation of the root canal: a review of the literature. *Int Endod J* 2007; 40:415-26.

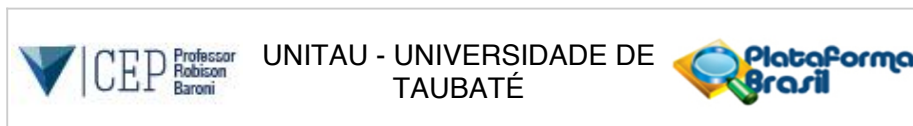


24. de Gregorio C, Estevez R, Cisneros R, Paranjpe A, Cohenca N. Efficacy of different irrigation and activation systems on the penetration of sodium hypochlorite into simulated lateral canals and up to working length: an in vitro study. *J Endod* 2010;36:1216-21.
25. Huque J, Kota K, Yamaga M, Iwaku M, Hoshino E. Bacterial eradication from root dentine by ultrasonic irrigation with sodium hypochlorite. *Int Endod J* 1998; 31:242-50.
26. Carver K, Nusstein J, Reader A, Beck M. In vivo antibacterial efficacy of ultrasound after hand and rotary instrumentation in human mandibular molars. *J Endod* 2007; 33:1038-43.
27. Bernardes RA, Duarte MAH, Vivan RR, Alcalde MP, Vasconcelos BC, Bramante CM. Comparison of three retreatment techniques with ultrasonic activation in flattened canals using micro-computed tomography and scanning electron microscopy. *Int Endod J* 2016; 49:890-7.
28. Martins MP, Duarte MA, Cavenago BC, Kato AS, da Silveira Bueno CE. Effectiveness of the ProTaper Next and Reciproc Systems in Removing Root Canal Filling Material with Sonic or Ultrasonic Irrigation: A Micro-computed Tomographic Study. *J Endod* 2017; 43:467-71.
29. Orozco EIF, Toia C, Cavalli D, Khoury RD, Cardoso FGR, Bresciani E, Valera MC. Efeito da irrigação ultrassônica passiva sobre microrganismos em dentes com infecção endodôntica primária: estudo clínico randomizado. In: SBPqO 2017, 2017, Campinas. *Braz Oral Res* 2017; 31:287.
30. Hauptet F, Meinel M, Gunawardana A, Hülsmann M. Effectiveness of different activated irrigation techniques on debris and smear layer removal from curved root canals: a SEM evaluation. *Aust Endod J* 2019; 25:1-5.
31. Amato M, Vanoni-Heineken I, Hecker H, Weiger R. Curved versus straight root canals: the benefit of activated irrigation techniques on dentin debris removal. *Oral Surg, Oral Med, Oral Pathol, Oral Radiol, and Endod* 2011; 111:529-34.
32. McGill S, Gulabivala K, Mordan N, Ng YL. The efficacy of dynamic irrigation using a commercially available system (RinsEndo) determined by removal of a collagen 'bio-molecular film' from an ex vivo model. *Int Endod J* 2008; 41:602-8.
33. Jung M, Lommel D, Klimek J. The imaging of root canal obturation using micro-CT. *Int Endod J* 2005; 38:617-26.
34. 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; 50:398-406.
35. De-Deus G, Belladonna FG, de Siqueira Zuolo A, Perez R, Carvalho MS, Souza EM, Lopes RT, Silva EJNL. 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. *Clin Oral Investig* 2019; 23:3087-93.

36. Silva EJNL, Carvalho CR, Belladonna FG, Prado MC, Lopes RT, De-Deus G, Moreira EJM. Micro-CT evaluation of different final irrigation protocols on the removal of hard-tissue debris from isthmus-containing mesial root of mandibular molars. *Clinical Oral Investigations*. Clin Oral Investig. 2019; 23:681-87.
37. Neves AA, Silva EJNL, Roter JM, Belladonna FG. Exploiting the potential of free software to evaluate root canal biomechanical preparation outcomes through micro-CT images. *Int Endod J* 2015; 48:1033–42.
38. De-Deus G, Marins J, Silva EJNL, Souza E, Belladonna FG, Reis C, Machado AS, Lopes RT, Versiani MA, Paciornik S, Neves AA. Accumulated hard tissue debris produced during reciprocating and rotary nickel-titanium canal preparation. *J Endod* 2015;41:676–81.

## ANEXO

### ANEXO A – Aprovação do Comitê de Ética em Pesquisa



#### PARECER CONSUBSTANCIADO DO CEP

##### DADOS DO PROJETO DE PESQUISA

**Título da Pesquisa:** AVALIAÇÃO DE DIFERENTES PROTOCOLOS DE LIMPEZA FINAL NA DESOBTURAÇÃO DE CANAIS RADICULARES ACHATADOS: UM ESTUDO DE MICROSCOPIA ELETRÔNICA DE VARREDURA E MICRO-CT

**Pesquisador:** FLAVIA GOULART DA ROSA CARDOSO

**Área Temática:**

**Versão:** 2

**CAAE:** 97270718.0.0000.5501

**Instituição Proponente:** Universidade de Taubaté

**Patrocinador Principal:** Financiamento Próprio

##### DADOS DO PARECER

**Número do Parecer:** 2.975.186

##### Apresentação do Projeto:

O projeto de pesquisa apresenta uma temática importante dentro da Endodontia, sendo que a introdução e justificativa estão claras e pautadas em literatura científica recente e relevante. A metodologia está bem delineada, o cronograma atende a expectativa da pesquisa, sendo que os riscos e benefícios foram bem justificados.

##### Objetivo da Pesquisa:

O objetivo geral está bem esclarecido e responde a dúvida, que é pertinente, levantada na introdução. O autor irá avaliar a efetividade de cinco protocolos de limpeza adicionais na remoção de restos de gutapercha em canais achatados por meio da análise radiográfica, microscopia eletrônica de varredura e micro-CT. Não há objetivos secundários.

##### Avaliação dos Riscos e Benefícios:

Os autores não relatam riscos e benefícios, pois os dentes que serão utilizados no trabalho serão obtidos por meio de um banco de dentes composto por dentes que já foram extraídos por motivos alheios a esta pesquisa. Dessa forma, o autor solicitou ao CEP a dispensa da aplicação do TCLE por não ser possível identificar os indivíduos dos quais os dentes foram extraídos. Os riscos e benefícios ao participante explícitos geralmente no TCLE não se aplicam neste caso.

**Endereço:** Rua Visconde do Rio Branco, 210  
**Bairro:** Centro **CEP:** 12.020-040  
**UF:** SP **Município:** TAUBATE  
**Telefone:** (12)3635-1233 **Fax:** (12)3635-1233 **E-mail:** cepunitau@unitau.br

## DECLARAÇÃO DE AUTORIA



### UNIVERSIDADE DE TAUBATÉ PRÓ-REITORIA DE PESQUISA E PÓS-GRADUAÇÃO

#### DECLARAÇÃO

As cópias dos artigos completos, de minha autoria, já publicados, aceitos ou submetidos para publicação em revistas científicas sujeitas a arbitragem que constam na minha dissertação intitulada “REMOÇÃO DE DEBRIS UTILIZANDO DIFERENTES POTENCIAS ULTRASSÔNICAS NA LIMPEZA SUPLEMENTAR DE CANAIS ACHATADOS” e apresentada ao Departamento de Pós-graduação em Odontologia da Universidade de Taubaté, não infringem os dispositivos da Lei no 9.610/98, nem o direito autoral de qualquer editora.

Taubaté, 28 de agosto de 2019.

---

Flávia de Moura Pereira

RG 44.893.585-5

---

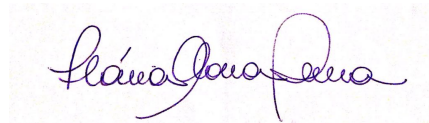
**Orientador**

Profa. Dra. Flávia Goulart da Rosa Cardoso

RG 29.029.929-9

## AUTORIZAÇÃO PARA REPRODUÇÃO

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



---

Flávia de Moura Pereira

Taubaté, 28 de agosto de 2019

## DECLARAÇÃO DE REVISÃO DAS NORMAS

Eu, Professora Doutora Flávia Goulart da Rosa Cardoso, como orientadora da discente Flávia de Moura Pereira, venho por meio deste documento declarar que o seu trabalho de Dissertação foi conferido e está dentro das normas estabelecidas pela UNITAU.

Taubaté, 28 de agosto de 2019



---

**Orientador**

Profa Dra Flávia Goulart da Rosa Cardoso

**COMprovante de SubMissao**

# Comprovante De Submissão

## Journal of Endodontics

### Ex vivo evaluation of hard-tissue debris removal using different ultrasonic power settings during supplementary irrigation of flattened root canals

--Manuscript Draft--

<b>Manuscript Number:</b>	
<b>Article Type:</b>	Basic Research - Technology
<b>Keywords:</b>	Passive Ultrasonic Activation; Hard-tissue debris; Micro-computed tomography
<b>Corresponding Author:</b>	Flavia Goulart da Rosa Cardoso, Ph.D University of Taubaté - UNITAU Taubaté, São Paulo BRAZIL
<b>First Author:</b>	Flávia Moura Pereira
<b>Order of Authors:</b>	Flávia Moura Pereira Emmanuel Joao Nogueira Leal Silva Carolina Oliveira Lima Rafael Pino Vitti Rayana Duarte Khoury Flavia Goulart da Rosa Cardoso, Ph.D
<b>Manuscript Region of Origin:</b>	Latin & South America
<b>Abstract:</b>	<p><b>Introduction:</b> The aim of the present study was to compare the effectiveness of Irrisonic Power tip with two different ultrasonic power settings (10% and 30%) on the removal of accumulated hard-tissue debris (AHTD) in flattened root canals by micro-computed tomography (microCT) analysis.</p> <p><b>Methods:</b> Twenty lower premolars were anatomically matched based on similar morphological dimensions (length, volume, aspect ratio and configuration) by microCT analysis prepared with the Reciproc® R25 instrument, re-digitized and assigned to one of two experimental groups (n = 10), according to final irrigation protocol: Irrisonic Power 10% and Irrosonic Power 30%. Following final irrigation protocols, specimens were re-scanned and recorded data sets were examined to quantify the amount of AHTD. Data were statistically analyzed by Student's t-test, with a significance level of 5%.</p> <p><b>Results:</b> Both groups showed a decrease in hard tissue debris accumulation after the use of supplemental irrigation protocols (P&lt;0.05). The Irrisonic Power 30% group had higher AHTD reduction values when compared to the Irrisonic Power 10% group (P &lt;0.05).</p> <p><b>Conclusions:</b> The higher power final irrigation protocol directly influenced the removal of AHTD.</p>