

PONTIFÍCIA UNIVERSIDADE CATÓLICA DE MINAS GERAIS

Programa de Pós-graduação em Odontologia

Ananda Dias de Oliveira

**AVALIAÇÃO DA EFICÁCIA DE PROTOCOLOS DE IRRIGAÇÃO NA
REMOÇÃO DA *SMEAR LAYER* NO TRATAMENTO ENDODÔNTICO: análise
por microscopia eletrônica de varredura**

Belo Horizonte

2024

Ananda Dias de Oliveira

**AVALIAÇÃO DA EFICÁCIA DE PROTOCOLOS DE IRRIGAÇÃO NA
REMOÇÃO DA *SMEAR LAYER* NO TRATAMENTO ENDODÔNTICO: análise
por microscopia eletrônica de varredura**

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

Linha de Pesquisa: Propriedades físicas, químicas e biológicas dos materiais odontológicos.

Orientador: Prof. Dr. Frank Ferreira Silveira

Belo Horizonte

2024

FICHA CATALOGRÁFICA

Elaborada pela Biblioteca da Pontifícia Universidade Católica de Minas Gerais

O48a	Oliveira, Ananda Dias de Avaliação da eficácia de protocolos de irrigação na remoção da <i>smear layer</i> no tratamento endodôntico: análise por microscopia eletrônica de varredura / Ananda Dias de Oliveira. Belo Horizonte, 2024. 58 f. : il. Orientador: Frank Ferreira Silveira Dissertação (Mestrado) - Pontifícia Universidade Católica de Minas Gerais. Programa de Pós-Graduação em Odontologia 1. Irrigantes do canal radicular. 2. Microscopia eletrônica de varredura. 3. Preparo de canal radicular. 4. Endodontia. 5. Descontaminação. 6. Canal radicular - Tratamento. I. Silveira, Frank Ferreira. II. Pontifícia Universidade Católica de Minas Gerais. Programa de Pós-Graduação em Odontologia. III. Título. SIB PUC MINAS CDU: 616.314.18
------	---

Ficha catalográfica elaborada por Fabiana Marques de Souza e Silva - CRB 6/2086

Ananda Dias de Oliveira

**AVALIAÇÃO DA EFICÁCIA DE PROTOCOLOS DE IRRIGAÇÃO NA
REMOÇÃO DA *SMEAR LAYER* NO TRATAMENTO ENDODÔNTICO: análise
por microscopia eletrônica de varredura**

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

COMPOSIÇÃO DA BANCA EXAMINADORA:

- 1- Prof. Dr. Luis Cardoso Rasquin – UFBA
- 2- Prof. Dr. Eduardo Nunes – PUC Minas
- 3- Prof. Dr. Frank Ferreira Silveira – PUC Minas

DATA DA APRESENTAÇÃO E DEFESA: 31 de julho de 2024

A dissertação, nesta identificada, foi aprovada pela Banca Examinadora

Prof. Dr. Frank Ferreira Silveira
Orientador

Prof. Dr. Rodrigo Villamarim Soares
**Coordenador do Programa de Pós-graduação
em Odontologia**

AGRADECIMENTOS

Agradeço primeiramente a Deus, autor do meu destino e causa primordial de todas as coisas.

À minha mãe, Eliane Dias de Oliveira, pelo incentivo, compreensão e todo amor a mim dispensado.

À meu pai, Antonio Silva de Oliveira, pelo estímulo e exemplo de honestidade.

À meu irmão, Diego Dias de Oliveira, pela cumplicidade, resenhas e parceria.

Ao meu marido, Wellington Pereira dos Santos, agradeço pela confiança no meu potencial, pelo companheirismo e suporte em todos os momentos.

Aos meus sogros, Edevilde Pereira dos Santos e Canuto Santos Filho, pelas orações, carinho e preocupação durante esse percurso.

Ao meu eterno anjinho, que no final deste ciclo, deu ainda mais sentido a minha vida.

Ao meu orientador, Frank Ferreira Silveira, pelos conteúdos compartilhados, paciência e dedicação.

Aos professores Eduardo Nunes e Maria Ilma de Souza Cortês, por todos os ensinamentos transmitidos.

À Edilene, eu agradeço a amizade, carinho e dedicação durante a utilização do microscópio eletrônico de varredura.

Às minhas amigas do Mestrado Bárbara, Lorena, Mariana e Camille, agradeço pela boa convivência, apoio e resenhas. Vocês tornaram este ciclo mais leve!

RESUMO

A terapia endodôntica está baseada no preparo ao sistema de canais radiculares, remoção de debris, restos pulpares ou necróticos e *smear layer*, afim de promover o processo de descontaminação e recuperação da saúde periapical. O objetivo desse estudo, portanto, foi avaliar por microscopia eletrônica de varredura (MEV) a limpeza dos túbulos dentinários sobre a capacidade de remoção da *smear layer*, utilizando três diferentes técnicas de irrigação complementares durante o preparo químico-mecânico dos canais radiculares. Com esse propósito, foram utilizados 40 dentes extraídos e unirradiculados. Os espécimes foram instrumentados com o sistema Wave one gold (Primary, Medium e Large) sempre intercalados com uma lima K#10 na patência foraminal. Em seguida, a amostra foi dividida em três grupos (n=10) de acordo com o método complementar de irrigação: inserto ultrassônico E1- Irrisonic®; Easy Clean® e a lima XP-Endo® Finisher. No grupo controle (n=10) não foi realizado método complementar. Posteriormente, as raízes foram clivadas em seu longo eixo e divididas em duas hemipartes. A hemiparte que permaneceu mais conservada foi selecionada e levada a um microscópio eletrônico de varredura para análise e contagem de túbulos dentinários limpos e desobstruídos. A análise estatística demonstrou que não houve diferenças expressivas na média de desobstrução dos túbulos dentinários entre os terços apical, médio e cervical em nenhum dos grupos experimentais. A avaliação inter-grupos revelou diferenças significativas apenas entre o grupo controle e todos os grupos testes. No entanto, apesar de terem potencializado a limpeza do SCR, nenhum dos protocolos de irrigação empregados teve capacidade de remover completamente *smear layer* do interior dos canais radiculares. Conclui-se que todos os dispositivos ou sistemas complementares de irrigação corroboram para melhor limpeza dos túbulos dentinários no tratamento endodôntico.

Palavras-chave: *Smear layer*. Descontaminação. Irrigantes do canal radicular. Preparo do canal radicular.

ABSTRACT

Endodontic therapy is based on preparing the root canal system, removing debris, pulpal or necrotic remains, and smear layer in order to promote the decontamination process and recovery of periapical health. The objective of this study, therefore, was to evaluate by scanning electron microscopy (SEM) the cleaning of dentinal tubules and the ability to remove the smear layer, using three different complementary irrigation techniques during the chemical-mechanical preparation of root canals. For this purpose, 40 extracted and single-rooted teeth were used. The specimens were instrumented with the Wave one gold system (Primary, Medium and Large) always interspersed with a K#10 file in the foraminal patency. Then, the sample was divided into three groups (n=10) according to the complementary irrigation method: ultrasonic insert E1- Irrisonic®; Easy Clean® and the XP-Endo® Finisher. In the control group (n=10), no additional method was performed. Subsequently, the roots were cleaved along their long axis and divided into two hemiparts. The hemipart that remained most preserved was selected and taken to a scanning electron microscope for analysis and counting of clean and unobstructed dentinal tubules. Statistical analysis demonstrated that there were no significant differences in the mean clearance of dentinal tubules between the apical, middle and cervical thirds in any of the experimental groups. The inter-group evaluation revealed significant differences only between the control group and all test groups. However, despite enhancing the cleaning of the SCR, none of the irrigation protocols used were able to completely remove the smear layer from the interior of the root canals. It is concluded that all complementary irrigation devices or systems contribute to better cleaning of dentinal tubules in endodontic treatment.

Keywords: Smear layer. Descontamination. Root canal irrigants. Root canal preparation.

LISTA DE FIGURAS

Figura 1: Limas Wave One gold (Primary (25/07), Medium (35/06) e Large (45/05)	26
Figura 2: Imagem do Inseto Ultrassônico	27
Figura 3: Fluxograma mostrando a divisão da amostra em 3 diferentes grupos	27
Figura 4: Análise MEV. A) Microscópio Eletrônico de Varredura. B e C) Processo de metalização em ouro. D) Hemipartes selecionadas e metalizadas	28
Figura 5: Áreas marcada 2, 5 e 8 mm do ápice	29
Figura 6: Imagens em MEV, dos terços apical, médio e cervical	30

LISTA DE ABREVIATURAS E SIGLAS

CT	Comprimento de trabalho
MEV	Microscópio eletrônico de varredura
mm	Milímetro
PUI	Irrigação ultrassônica passiva
SCR	Sistema de canais radiculares
XPR	XP-Endo finisher

SUMÁRIO

1	INTRODUÇÃO	17
2	OBJETIVOS	23
2.1	Objetivo geral	23
2.2	Objetivos específicos	23
3	MATERIAL E MÉTODOS	25
3.1	Aspectos éticos	25
3.2	Seleção da amostra	25
3.3	Preparo da amostra	25
3.3.1	<i>Divisão dos grupos</i>	26
3.4	Análise em microscópio eletrônico de varredura (MEV)	28
3.5	Análise estatística	31
4	ARTIGO CIENTÍFICO	33
5	CONSIDERAÇÕES FINAIS	47
	REFERÊNCIAS	49
	ANEXO A- Mediana, valor mínimo e valor máximo da variável "grau de desobstrução dos túbulos dentinários"	51
	ANEXO B- Parecer Consubstanciado do CEP PUC Minas	53
	ANEXO C – Dados coletados após análise pelo MEV	57

1 INTRODUÇÃO

O sucesso da terapia endodôntica está vinculado com o adequado preparo, descontaminação e obturação do sistema de canais radiculares (SCR), viabilizando a saúde dos tecidos perirradiculares (Haapasalo *et al.*, 2008).

Microrganismos são os principais agentes etiológicos das doenças da polpa e do periápice, pois, sua presença pode levar ao quadro de necrose pulpar e desenvolvimento das periodontites apicais (Machado *et al.*, 2013). O SCR apresenta complexidades anatômicas como ramificações apicais, regiões de istmos e achatamentos radiculares, que desafiam a completa descontaminação e remoção destes microrganismos durante a terapia endodôntica (Reis *et al.*, 2020).

A *smear layer* é consequência da ação de instrumentos, seja manual ou rotatório, sobre a parede dentinária dos canais radiculares. Pode ser descrita como uma fina película de detritos superficial, frouxamente aderida à superfície dentinária e sua espessura pode alternar de 1 a 5 µm. No entanto, é possível ser empurrada para o interior dos túbulos dentinários devido aos movimentos empregados durante a instrumentação, atingindo uma profundidade de até 40 µm, sendo composta por matéria inorgânica, as raspas de dentina e matéria orgânica, constituída pelos remanescentes de tecido pulpar e componentes bacterianos (Oda *et al.*, 2016).

O principal objetivo de todo procedimento endodôntico é reduzir o tecido orgânico ou necrótico, microrganismos e seus subprodutos (Oliveira *et al.*, 2019). Para atingir a consecução deste objetivo, emprega-se o preparo químico-mecânico dos canais radiculares, que deve propiciar condições viáveis para o reparo dos tecidos periapicais (Castelo-Baz *et al.*, 2012; Oliveira *et al.*, 2019).

Embora os instrumentos mecanizados empregados durante a terapia endodôntica corroborem para a limpeza do SCR, a variedade anatômica destes canais leva ao desbridamento incompleto, mantendo diversas áreas de dentina sem serem tocadas (Silva *et al.*, 2021), por esse motivo, a ação das substâncias químicas é fundamental.

A irrigação convencional é definida por uma pressão apical positiva de um agente irrigante por meio de uma agulha acoplada em seringa. Ainda que esse método de irrigação seja o mais utilizado, apresenta uma eficácia restrita para seu propósito. Desse modo, torna-se notório que a irrigação convencional não deve ser usada de forma isolada durante a terapia endodôntica (Castelo-Baz *et al.*, 2012; Cesário *et al.*, 2018; Van der Sluis *et al.*, 2007). Neste contexto, a irrigação ultrassônica passiva (PUI) é considerada na literatura um meio auxiliar de

limpeza dos canais radiculares, e apesar de ser utilizada por muitos profissionais, ela requer a utilização de equipamentos especiais.

Surgem frequentemente no mercado, inúmeras técnicas e dispositivos de irrigação com o intuito de melhorar a limpeza e descontaminação do SCR. A PUI é considerada um excelente auxiliar na limpeza final, sendo utilizada por muitos profissionais. No entanto, é necessário o desenvolvimento de mais trabalhos que mostrem a efetividade desses equipamentos quanto aos requisitos necessários para uma irrigação eficiente (Bernardes *et al.*, 2015; Park *et al.*; 2020; Souza *et al.*, 2021).

Simultaneamente, dispositivos relacionados a agitação mecânica são introduzidos no mercado. O Easy® Clean foi lançado no mercado com a finalidade de potencializar a ação das soluções irrigadoras (Duque *et al.*, 2017; Kato *et al.*, 2016; Silva *et al.*, 2021).

Outro instrumento é o XP-Endo® Finisher, para ser utilizado como um complemento ao preparo mecânico-químico do SCR, com o propósito de melhorar a eficácia da irrigação, em casos de tratamento endodôntico (Alves *et al.*, 2016; Hassan *et al.*, 2022). Uma vez que, apresenta o níquel-titânio em sua composição participando de um tratamento térmico especial na liga, chamado MaxWire. Constitui um material altamente flexível, que comporta diferentes níveis de temperatura. Além disso, apresenta-se retilíneo em sua fase martensítica, quando em temperaturas abaixo de 30° e quando introduzido no canal se expondo a temperatura corporal, muda para fase austenítica, exibindo forma de anzol, com um comprimento de 10 mm a partir da ponta e uma profundidade de 1,5 mm.

Portanto, uma das formas de se avaliar a limpeza nos túbulos dentinários é através de análise por Microscópio Eletrônico de varredura (MEV). Este método é capaz de avaliar a quantidade de *smear layer* removida (Bernardes *et al.*, 2015).

Partindo desses pressupostos, o objetivo desse trabalho foi utilizar o MEV para realizar uma análise em túbulos dentinários sobre a capacidade de remoção da *smear layer* de diferentes técnicas de irrigação durante o preparo químico-mecânico dos canais radiculares.

Durante a limpeza e modelagem do SCR, independente da técnica utilizada, são formadas raspas de dentina pela ação da instrumentação. Associadas à matéria orgânica, microrganismos e remanescentes pulpare, formam uma camada chamada de *smear layer*. (Ohara; Torabinejad; Kettering, 1993).

O preparo biomecânico dos canais radiculares representa uma etapa imprescindível do tratamento uma vez que, após a instrumentação, restos orgânicos e inorgânicos são aderidos aos túbulos dentinários. Neste sentido, a solução irrigadora e sua capacidade estão intimamente relacionada com o volume, concentração e o contato com as paredes do canal radicular. Além

disso, o método de irrigação e o debridamento dos microrganismos, influenciam no sucesso da terapia endodôntica (Kato *et al.*, 2016).

O método de irrigação convencional é definido por uma pressão positiva do irrigante através de uma agulha acoplada em seringa. Desse modo, para a eficiência da ação do irrigante no interior dos canais radiculares, é necessário que movimentos de pequena amplitude e renovação da solução irrigadora sejam executados. Embora este método seja ainda o mais utilizado, possui sua utilidade reduzida no terço apical e nas áreas de complexidade anatômica (Cesário *et al.*, 2018).

Os debris inorgânicos da dentina, bactérias e biofilmes podem ser removidos com instrumentos manuais, rotatórios, reciprocantes e soluções irrigadoras. Nesse contexto, vários métodos adicionais de agitação de irrigação têm sido propostos com o objetivo de aprimorar a remoção desses materiais (Kato *et al.*, 2016; Souza *et al.*, 2021).

Urban *et al.* (2016) desenvolveram um estudo *in vitro* cujo objetivo estava baseado na eficácia dos diferentes métodos de ativação de irrigação final na remoção de detritos e *smear layer*, nos segmentos apical, médio e coronário, durante o tratamento endodôntico. Para o estudo, os autores utilizaram canais radiculares retos de 58 pré-molares inferiores recém-extraídos. Estes canais foram preparados no tamanho 40.06, e durante a instrumentação a irrigação foi feita com hipoclorito de sódio a 3%. A remoção de *smear layer*, tecidos pulpare e necróticos foi considerada a chave para o sucesso da terapia endodôntica (Arias-Moliz, 2022; Boutsoukis; Ribeiro *et al.*, 2020).

Agitação ultrassônica passiva (PUI) é o método de agitação de soluções irrigadoras mais utilizado entre os profissionais e é a segunda técnica mais utilizada nos tempos modernos. O mecanismo recebe esse nome pois acreditava-se que os insertos ultrassônicos poderiam oscilar no interior dos canais sem contato físico com suas paredes. No entanto, essa possibilidade já foi desconsiderada algumas vezes (Arias-Moliz, 2022; Boutsoukis; Ribeiro *et al.*, 2020). A técnica consiste na agitação de irrigantes utilizando um inserto ultrassônico posicionado no centro do canal radicular, induzindo ativação acústica do irrigante e cavitação transitória, levando a solução em áreas de alta complexidade anatômica e aprimorando a limpeza mecânica do sistema de canais radiculares, uma vez que, aumenta a força de cisalhamento do líquido nas paredes dentinárias. Esse procedimento tem sido utilizado para potencializar a limpeza e desinfecção dos canais radiculares, remover *smear layer*, debris, medicação intracanal e materiais obturadores em casos de retratamento, inclusive em áreas de alta complexidade anatômica (Bernardes *et al.*, 2015; Crozeta *et al.*, 2020).

Durante a ativação ultrassônica passiva, a energia é transmitida ao irrigante por ondas ultrassônicas que induzem fenômenos físicos, como a corrente acústica, como um movimento rápido e circular ao redor do instrumento e cavitação da solução irrigadora através da formação de bolhas pela alta velocidade e fluxo dessa solução (Kato *et al.*, 2016).

O inserto utilizado para realizar esse procedimento deve ser liso e de pequeno diâmetro e conicidade. O inserto E1-Irrisonic® já possui um respaldo científico em relação ao seu emprego endodôntico (Bernardes *et al.*, 2015; Crozeta *et al.*, 2020; Kato *et al.*, 2016; Rodrigues *et al.*, 2017; Souza *et al.*, 2021).

Simultaneamente, o mercado foi contemplado com outro instrumento denominado de Easy® Clean caracterizado por um dispositivo plástico com diâmetro 25 e conicidade 0.04 mm. Este deve ser utilizado no contra ângulo em movimentos rotatórios, que através do atrito da haste com a solução, propicia a dispersão e entrega do irrigante no interior do sistema de canais radiculares. O emprego deste método, permite que áreas não tocadas pela instrumentação sejam limpas e desbridadas durante a agitação da solução irrigadora (Reis *et al.*, 2020; Silva *et al.*, 2021). O Easy® Clean além de potencializar a solução irrigadora, não oferece risco de danificar as paredes dos canais pois, diferente dos insertos ultrassônicos são fabricados em plástico. Nesse contexto, o instrumento tem sido proposto como um recurso adicional na fase final do preparo do canal radicular (Monteiro *et al.*, 2023; Rodrigues *et al.*, 2017).

Outro instrumento utilizado como complemento ao preparo químico-mecânico é o XP-Endo® Finisher (XPR; FKG Dentaire, La Chaux-de-Fonds, Switzerland). Possui na sua Composição níquel-titânio e participa um tratamento térmico especial na liga, chamado MaxWire. Trata-se um material altamente flexível, que reage a diferentes níveis de temperatura. Apresenta-se retilíneo em sua fase martensítica, quando em temperaturas abaixo de 30° e quando introduzido no canal se expando a temperatura corporal, muda para fase austenítica, exibindo forma de anzol, com um comprimento de 10mm a partir da ponta e uma profundidade de 1,5mm. A sua capacidade de expandir e a sua forma permite atingir e limpar áreas que anteriormente eram difíceis de alcançar (Alves *et al.*, 2016; Hassan *et al.*, 2022).

Pedrinha *et al.* (2020) realizaram um estudo que avaliou a descontaminação do canal utilizando diferentes soluções irrigantes, seguidas das etapas de agitação para canais infectados. Utilizou-se 68 incisivos e os canais foram explorados com limas K #10 e o comprimento de trabalho determinado com 1 mm aquém do vértice radiográfico. As amostras foram divididas em grupos com diferentes irrigantes como NaOCl seguido de ácido etilenodiaminotetracético, NaOCl com hidroxietilideno bisfosfonato (HEBP) e NaOCl seguido de EDTA-T. Como métodos de irrigação, a irrigação ultrassônica passiva (PUI) e agitação realizada com o

instrumento XP-Endo Finisher, foram empregadas. As amostras submetidas à agitação com XP-Endo Finisher expuseram valores mais baixos de contaminação do que aqueles nos grupos ativados por PUI.

Os instrumentos endodônticos sejam eles manuais ou mecanizados, são incapazes de alcançar todo o segmento do sistema de canais radiculares. Neste sentido, visando a remoção completa de debris e estruturas inorgânicas durante o preparo químico mecânico, há uma necessidade da execução de estudos que discutam sobre as soluções irrigadoras e os métodos de agitação dessas soluções, certo que, o sucesso da terapia endodôntica está baseada na completa limpeza e desinfecção dos canais radiculares (Arias-Moliz, 2022; Boutsoukis; Ribeiro *et al.*, 2020).

2 OBJETIVOS

2.1 Objetivo geral

Analisar a efetividade dos dispositivos mecânicos e ultrassônicos de agitação em remover a camada de lama dentinária ou *smear layer* do SCR e efetuar a limpeza dos túbulos dentários por meio da avaliação com (MEV).

2.2 Objetivos específicos

- a) avaliar a capacidade de remoção de debris e limpeza dos túbulos dentinários do inserto ultrassônico E1-Irrisonic® (Helse®), utilizando o ultrassom ENAC;
- b) avaliar a capacidade de remoção de debris e limpeza dos túbulos dentinários utilizando Easy® Clean;
- c) avaliar a capacidade de remoção de debris e limpeza dos túbulos dentinários utilizando XP-Endo® Finisher.

3 MATERIAL E MÉTODOS

3.1 Aspectos éticos

O presente estudo foi submetido e aprovado pelo Comitê de Ética em Pesquisa da PUC Minas, sob o parecer nº 6.789.371 (ANEXO A).

3.2 Seleção da amostra

A amostra foi constituída por 40 dentes humanos extraídos, unirradiculados, obtidos no Banco de Dentes da PUC Minas e o cálculo amostral utilizado foi o Software (G POWER). (Vidal *et al.*, 2016).

Para inclusão nesta pesquisa, foram selecionados dentes com canal único, sem curvaturas e avaliados clinicamente para detectar a presença de formação radicular completa, a ausência de trincas, fraturas radiculares e grandes curvaturas radiculares. Todos os espécimes foram submetidos a radiografia digital, méso e distoangulado para avaliar o grau de achatamento e padronizar as amostras durante experimento.

3.3 Preparo da amostra

Foi realizada a cavidade de acesso de maneira convencional, seguida pela localização do canal radicular. Uma lima tipo K#10 foi inserida no canal radicular, para que visualmente observe a ponta da lima na saída do forame, determinando o comprimento de patência do canal (CPC). Dessa forma, o comprimento de trabalho (CT) foi determinado diminuindo 1,0 mm do CPC. Para a instrumentação utilizou-se o sistema Wave One gold (Primary (25/07), Medium (35/06) e Large (45/05) (Dentsply Maillefer, Ballaigues, Suíça), no sentido coroa ápice, introduzindo a lima no canal com 3 movimentos de entrada e saída, até que o instrumento atingisse o comprimento de trabalho sempre intercalando com uma lima K#10 na patência foraminal. A irrigação foi realizada com 1ml de hipoclorito de sódio (NaOCl) com concentração 2,5% a cada troca de lima, utilizando seringa de irrigação e agulha NaviTip de 30-G (Ultradent, South Jordan, UT). O volume de solução irrigante foi padronizado para que todos os espécimes recebessem a mesma quantidade.

Figura 1: Wave one gold (Primary (25/07), Medium (35/06) e Large (40/05))



Fonte: Arquivo Pessoal

3.3.1 Divisão de grupos

As amostras foram divididas em quatro grupos experimentais (n=10), de acordo com os métodos de agitação da solução irrigadora durante a irrigação final e um grupo controle positivo (n=10).

A irrigação final foi realizada de maneira padronizada com 2 ml da respectiva solução irrigadora:

- a) - 3 ciclos de 20 segundos de NaOCl concentração a 2,5%;
- b) - 3 ciclos de 20 segundos de EDTA concentração a 17%;
- c) - 3 ciclos de 20 segundos de NaOCl concentração a 2,5%.

No grupo experimental I, foi utilizado, o método ultrassônico de ativação da solução irrigadora, e nos grupos experimentais II e III, métodos mecânicos.

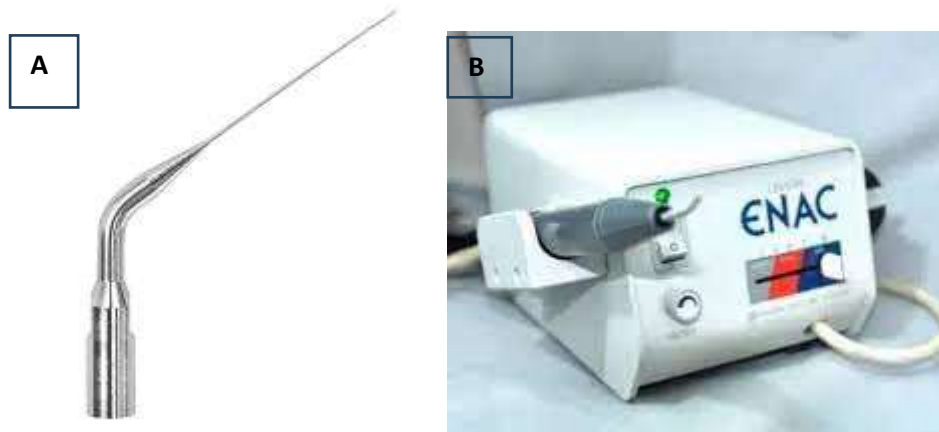
No grupo I, as soluções irrigadoras foram agitadas no interior dos canais radiculares utilizando o inserto ultrassônico E1- Irrisonic® (Helse Ind. e comércio LTDA, Sorocaba, Brasil) acoplado em um aparelho de ultrassom ENAC (Osada Eletric Co.. Ltd, Tokyo, Japão), utilizado com potência de 20%, para agitação da solução durante a irrigação final.

Nos grupos II e III foram utilizados métodos mecânicos de agitação da solução irrigadora. No grupo II foi manuseado o dispositivo Easy® Clean (Easy Equipamentos Odontológicos, Belo Horizonte, Brasil) acoplado em um motor de baixa rotação com velocidade de aproximadamente 20.000 rotações por minuto e no grupo III, o instrumento XP-Endo® Finisher, (FKG Dentaire, La Chaux-de-Fonds, Suíça) acoplado em um motor X-Smart

Plus (Dentsply Maillefer, Ballaigues, Suíça) utilizada em uma velocidade de 800 rpm e 1Ncm de torque, de acordo com a recomendação do fabricante.

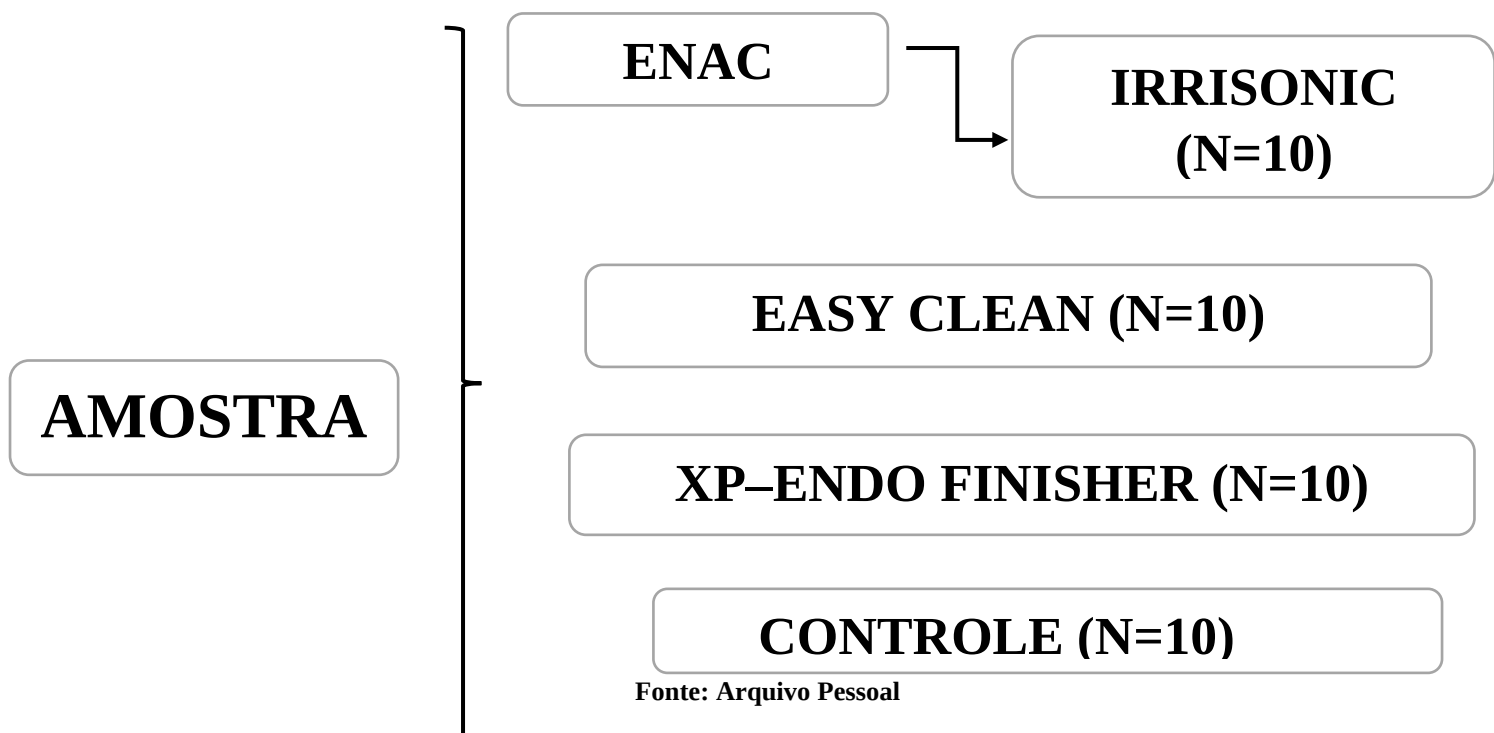
No grupo IV (controle positivo), não foi realizada a irrigação final com soluções de EDTA e NaOCL.

Figura 2: Imagem do Inserto Ultrassônico (A) e Aparelho Ultrassônico (B)



Fonte: Arquivo Pessoal

Figura 3: Fluxograma mostrando a divisão da amostra em 3 diferentes grupos

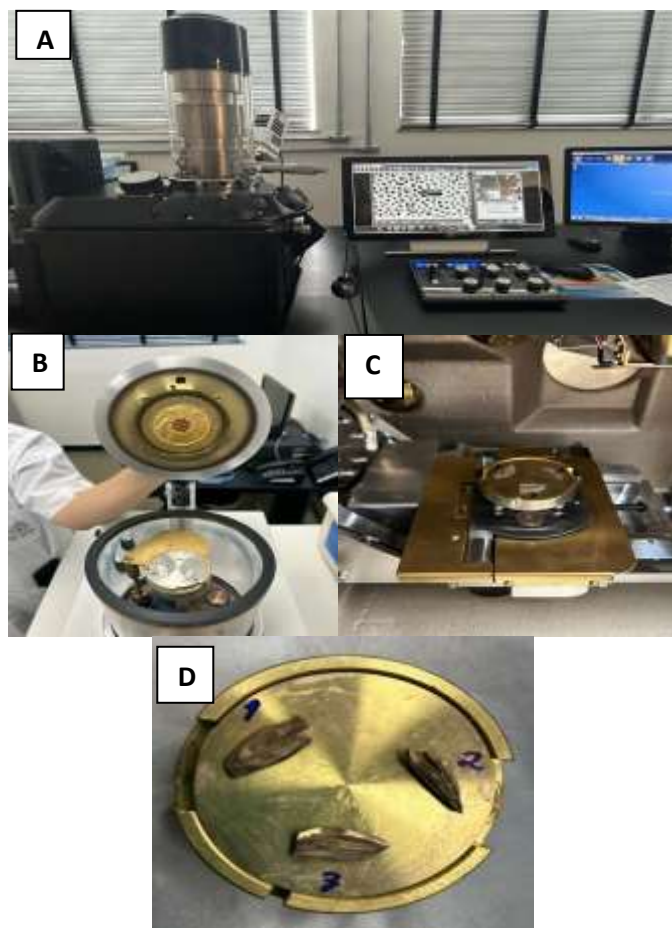


Fonte: Arquivo Pessoal

3.4 Análise em microscópio eletrônico de varredura (MEV)

Após o final da irrigação, foram realizados cortes longitudinais nas faces vestibular e palatina dos dentes utilizando um disco flexível diamantado dupla face (7010, KG Sorensen, São Paulo). Com auxílio de um alicate de corte, as raízes foram então clivadas em seu longo eixo, sendo divididas em duas hemipartes. Assim, a hemiparte que permaneceu mais conservada foi selecionada e levada a um Microscópio Eletrônico de Varredura JSM-6510LV (JEOL, Tokyo, Japão), montados em suporte para MEV, posteriormente à metalização em ouro (Fig. 4D).

Figura 4: Análise MEV. A) Microscópio Eletrônico de Varredura. B e C) Processo de metalização em ouro. D) Hemipartes selecionadas e metalizadas

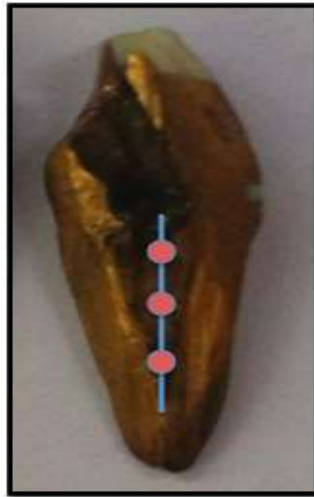


Fonte: Arquivo Pessoal

Para a análise da presença de túbulos dentinários desobstruídos no terço apical, terço médio e

terço cervical, nos cinco grupos, áreas a 2, 5 e 8 milímetros do ápice, de maneira centralizada, foram marcadas e analisadas em todos os elementos, em um aumento de 2000x (Fig. X).

Figura 5: Áreas marcada a 2, 5 e 8 mm do ápice

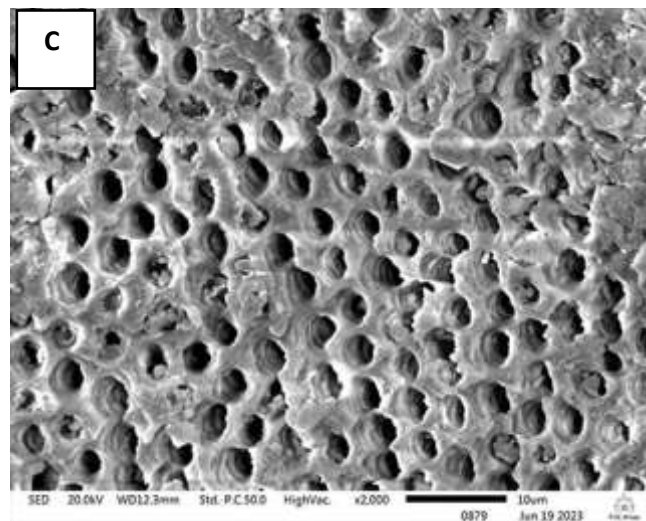
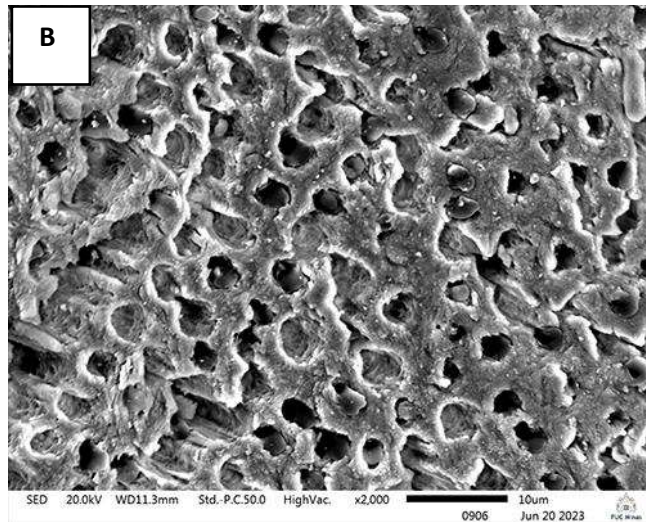
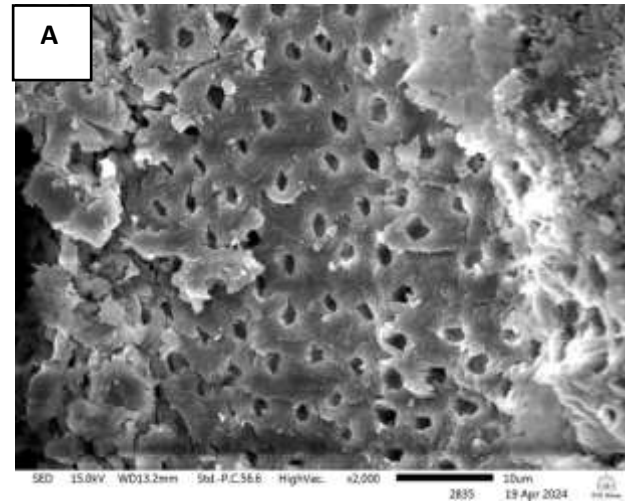


Fonte: Vidal *et al.* (2016)

A partir das imagens selecionadas, os scores dos túbulos desobstruídos foram avaliados da seguinte maneira:

- a) ausente (0): túbulos totalmente obstruídos; com nenhum túbulo dentinário visivelmente limpo;
- b) leve (1): túbulos levemente desobstruídos; com até 10 túbulos dentinários limpos;
- c) moderado (2): túbulos moderadamente desobstruídos; com presença de 10 a 20 túbulos dentinários limpos;
- d) severamente (3): túbulos totalmente desobstruídos; com presença de mais de 20 túbulos dentinários limpos.

Figura 6: Imagens em MEV, dos terços Apical (A), Médio (B) e Cervical (C)



Fonte: Arquivo Pessoal

3.5 Análise estatística

Os dados foram submetidos ao teste estatístico de Kruskal-Wallis seguido do teste post hoc de Dunn, buscando avaliar diferenças na variável grau de desobstrução e limpeza dos túbulos dentinários entre os 4 grupos.

4 ARTIGO CIENTÍFICO

Avaliação da eficácia de protocolos de irrigação na remoção da *smear layer* no tratamento endodôntico: análise por Microscopia Eletrônica de Varredura

Artigo escrito nas normas da **Pesquisa Brasileira em Odontopediatria e Clínica Integrada (Qualis A4)**

Normas para submissão de artigos podem ser encontradas no seguinte endereço eletrônico: <https://www.scielo.br/journal/pboci/about/#instructions>

**AVALIAÇÃO DA EFICÁCIA DE PROTOCOLOS DE IRRIGAÇÃO NA REMOÇÃO
DA SMEAR LAYER NO TRATAMENTO ENDODÔNTICO: análise por microscopia
eletrônica de varredura**

Ananda Dias de Oliveira ¹ Frank Ferreira Silveira²

¹ Programa de Pós-Graduação em Odontologia, Clínicas Odontológicas, Pontifícia Universidade Católica de Minas Gerais, Belo Horizonte, Minas Gerais, Brasil.

² Departamento de Odontologia, Pontifícia Universidade Católica de Minas Gerais, Belo Horizonte, Minas Gerais, Brasil.

Autor correspondente:

Frank Ferreira Silveira

Programa de Pós-graduação em Odontologia, Pontifícia Universidade Católica de Minas Gerais,
Av. Dom José Gaspar, Prédio 46/Sala 101 - Coração Eucarístico, 30535-901.

Belo Horizonte, Minas Gerais, Brasil.

Telefone: +55 31 3319-4414. E-mail: frankfoui@uol.com.br

RESUMO

A terapia endodôntica está baseada no preparo ao sistema de canais radiculares, remoção de debris, restos pulparem ou necróticos e smear layer, afim de promover o processo de descontaminação e recuperação da saúde periapical. **Objetivo:** Avaliar por microscopia eletrônica de varredura (MEV) a limpeza dos túbulos dentinários sobre a capacidade de remoção da *smear layer*, utilizando três diferentes técnicas de irrigação complementares durante o preparo químico-mecânico dos canais radiculares. **Métodos:** Utilizou-se 40 dentes extraídos e unirradiculados. Os espécimes foram instrumentados com o sistema Wave one gold (Primary, Medium e Large) sempre intercalados com uma lima K#10 na patência foraminal. Em seguida, a amostra foi dividida em três grupos (n=10) de acordo com o método complementar de irrigação: inserto ultrassônico E1- Irrisonic®; Easy Clean® e a lima XP-Endo® Finisher. No grupo controle (n=10) não foi realizado método complementar. Posteriormente, as raízes foram clivadas em seu longo eixo e divididas em duas hemipartes. A hemiparte que permaneceu mais conservada foi selecionada e levada a um microscópio eletrônico de varredura para análise e contagem de túbulos dentinários limpos e desobstruídos. **Resultados:** A análise estatística demonstrou que não houve diferença expressiva na média de desobstrução dos túbulos dentinários entre os terços apical, médio e cervical em nenhum dos grupos experimentais. A avaliação inter-grupos, portanto, revelou diferença significativa apenas entre o grupo controle e todos os grupos testes. No entanto, apesar de terem potencializado a limpeza do SCR, nenhum dos protocolos de irrigação empregados teve capacidade de remover completamente *smear layer* do interior dos canais radiculares. **Conclusão:** Conclui-se que todos os dispositivos ou sistemas complementares de irrigação corroboram para melhor limpeza dos túbulos dentinários no tratamento endodôntico, embora, nenhum destes protocolos empregados possuiu a capacidade de remover completamente o *smear layer* presente no SCR.

Palavras-chave: *Smear layer*. Descontaminação. Irrigantes do canal radicular. Preparo do canal radicular.

INTRODUÇÃO

O sucesso da terapia endodôntica está vinculado com o adequado preparo, descontaminação e obturação do sistema de canais radiculares (SCR), viabilizando a saúde dos tecidos perirradiculares [1].

Microrganismos são os principais agentes etiológicos das doenças da polpa e do periápice, pois, sua presença pode levar ao quadro de necrose pulpar e desenvolvimento das periodontites apicais [1,2]. O SCR apresenta complexidades anatômicas como ramificações apicais, regiões de istmos e achatamentos radiculares, que desafiam a completa descontaminação e remoção destes microrganismos durante a terapia endodôntica [3].

A *smear layer* é consequência da ação de instrumentos, seja manual ou rotatório, sobre a parede dentinária dos canais radiculares. Pode ser descrita como uma fina película de detritos superficial, frouxamente aderida à superfície dentinária e sua espessura pode alternar de 1 a 5 μm . No entanto, é possível ser empurrada para o interior dos túbulos dentinários devido aos movimentos empregados durante a instrumentação, atingindo uma profundidade de até 40 μm , sendo composta por matéria inorgânica, as raspas de dentina e matéria orgânica, constituída pelos remanescentes de tecido pulpar e componentes bacterianos [3,4].

O principal objetivo de todo procedimento endodôntico é reduzir o tecido orgânico ou necrótico, microrganismos e seus subprodutos [1,3]. Para atingir a consecução deste objetivo, emprega-se o preparo químico-mecânico dos canais radiculares, que deve propiciar condições viáveis para o reparo dos tecidos periapicais [2,3,4].

Embora os instrumentos mecanizados empregados durante a terapia endodôntica corroborem para a limpeza do SCR, a variedade anatômica destes canais leva ao debridamento incompleto, mantendo diversas áreas de dentina sem serem tocadas [3,5] e por esse motivo, a ação das substâncias químicas é fundamental.

A irrigação convencional é definida por uma pressão apical positiva de um agente irrigante por meio de uma agulha acoplada em seringa. Ainda que esse método de irrigação seja o mais utilizado, apresenta uma eficácia restrita para seu propósito. Desse modo, torna-se notório que a irrigação convencional não deve ser usada de forma isolada durante a terapia endodôntica [6,4,7]. Neste contexto, a irrigação ultrassônica passiva (PUI) é considerada na literatura um meio auxiliar de limpeza dos canais radiculares e apesar de ser utilizada por muitos profissionais, é necessário o desenvolvimento de trabalhos para avaliar a efetividade desses equipamentos [8].

Surgem frequentemente no mercado, inúmeras técnicas e dispositivos de irrigação com o intuito de melhorar a limpeza e descontaminação do SCR. A PUI é considerada um excelente

auxiliar na limpeza final, sendo utilizada por muitos profissionais. No entanto, é necessário o desenvolvimento de mais trabalhos que mostrem a efetividade desses equipamentos quanto aos requisitos necessários para uma irrigação eficiente. [7,9,10].

Simultaneamente, dispositivos relacionados a agitação mecânica são introduzidos no mercado. O Easy® Clean foi lançado no mercado com a finalidade de potencializar a ação das soluções irrigadoras. Consiste em um dispositivo plástico de diâmetro 25 e conicidade 0,04 (25/.04) e deve ser acoplado em um motor em movimento de rotação assimétrica ou motor de baixa rotação. Além disso, constitui um método mecânico com o propósito de realizar agitação das soluções irrigadoras no interior do SCR para propiciar a remoção de detritos dentinários e possíveis biofilmes aderidos a áreas não tocadas pelos instrumentos endodônticos [11,1].

Outro instrumento é o XP-Endo® Finisher, para ser utilizado como um complemento ao preparo mecânico-químico do SCR, com o propósito de melhorar a eficácia da irrigação, em casos de tratamento endodôntico [11,13]. Esse instrumento é produzido em níquel-titânio e recebe um tratamento térmico especial na liga, chamado MaxWire. Devido a essa liga especial o instrumento é reto em sua fase martensítica, quando em temperaturas abaixo de 30°C e quando introduzido no canal se expondo a temperatura corporal, muda para fase austenítica, apresentando forma de anzol, com um comprimento de 10mm a partir da ponta e uma profundidade de 1,5 mm. A sua capacidade de expandir e a sua forma em foice permite atingir e limpar áreas que anteriormente eram difíceis de alcançar [13].

Paralelamente, uma das formas de se avaliar a limpeza nos túbulos dentinários é através de análise por Microscópio Eletrônico de varredura (MEV). Este método é capaz de avaliar a quantidade de *smear layer* removida, sendo também capaz de realizar a contagem de túbulos dentinários desobstruídos [9,1].

Partindo desses pressupostos, o objetivo desse trabalho foi utilizar o MEV para realizar uma análise em túbulos dentinários sobre a capacidade de remoção da *smear layer* através de diferentes técnicas de irrigação durante o preparo químico-mecânico dos canais radiculares.

MATERIAL E MÉTODOS

Seleção da Amostra

Após aprovação do Comitê de Ética em Pesquisa da Pontifícia Universidade Católica de Minas Gerais (PUCMinas) sob parecer número 6.789.371/2024, quarenta dentes humanos unirradiculados extraídos, doados pelo biobanco de dentes da PUCMinas, com formação

radicular completa, ausência de linhas de fratura, fraturas radiculares e grandes curvaturas radiculares.

Preparo da Amostra

Foi realizada a cavidade de acesso de maneira convencional, seguida pela localização do canal radicular. Uma lima tipo K#10 foi inserida no canal radicular, para que visualmente observe a ponta da lima na saída do forame, determinando o comprimento de patência do canal (CPC). Dessa forma, o comprimento de trabalho (CT) foi determinado diminuindo 1,0 mm do CPC. Para a instrumentação utilizou-se o sistema Wave One gold (Primary (25/07), Medium (35/06) e Large (45/05) (Dentsply Maillefer, Ballaigues, Suíça), no sentido coroa ápice, para remover a maior parte de smear layer no sentido coroa ápice, introduzindo a lima no canal com 3 movimentos de entrada e saída, até que o instrumento atingisse o comprimento de trabalho sempre intercalando com uma lima K#10 na patência foraminal, utilizando o localizador apical, de acordo com as orientações do fabricante. A irrigação foi realizada com 1ml de hipoclorito de sódio (NaOCl) com concentração a 2,5% a cada troca de lima, utilizando seringa de irrigação e agulha NaviTip de 30-G (Ultradent, South Jordan, UT).

Divisão dos Grupos

As amostras foram divididas em quatro grupos (n=10), de acordo com os métodos de agitação da solução irrigadora durante a irrigação final e um grupo controle (n=10).

A irrigação final foi realizada de maneira padronizada com 2 ml da respectiva solução irrigadora:

- a) 3 ciclos de 20 segundos de NaOCl a 2,5%
- b) 3 ciclos de 20 segundos de EDTA a 17%
- c) 3 ciclos de 20 segundos de NaOCl a 2,5%

No grupo experimental I, foi utilizado, o método ultrassônico de ativação da solução irrigadora, e nos grupos experimentais II e III, métodos mecânicos.

No grupo I, as soluções irrigadoras foram agitadas no interior dos canais radiculares utilizando o inserto ultrassônico E1- Irrisonic® (Helse Ind. e comércio LTDA, Sorocaba, Brasil) acoplado em um aparelho de ultrassom ENAC, utilizado com potência de 20%, para agitação da solução durante a irrigação final.

Nos grupos II e III foram utilizados métodos mecânicos de agitação da solução irrigadora. No grupo II foi manuseado o dispositivo Easy® Clean (Easy Equip. Odontol., Belo Horizonte, Brasil) acoplado em um motor de baixa rotação com velocidade de aproximadamente 20.000 rotações por minuto e no grupo III, o instrumento XP-Endo® Finisher R (FKG Dentaire, La Chaux-de-Fonds, Suíça) acoplado em um motor X-Smart Plus (Dentsply Maillefer, Ballaigues, Suíça), utilizada em uma velocidade de 800 rpm e 1Ncm de torque, de acordo com o fabricante.

No grupo IV (controle positivo), não foi realizado a irrigação final com soluções de EDTA e NaOCL.

Análise em Microscópio Eletrônico de Varredura (MEV)

Após o final da irrigação, foram realizados cortes longitudinais nas faces vestibular e palatina dos dentes utilizando um disco flexível diamantado dupla face (7010, KG Sorensen, São Paulo). Com auxílio de um alicate de corte, as raízes foram então clivadas em seu longo eixo, sendo divididas em duas hemipartes. Assim, a hemiparte que permaneceu mais conservada foi selecionada e levada a um Microscópio Eletrônico de Varredura JSM-6510LV (JEOL, Tokyo, Japão), montados em suporte para MEV, posteriormente à metalização em ouro.

Para a análise da presença de túbulos dentinários desobstruídos no terço apical, terço médio e terço cervical, nos cinco grupos, áreas a 2, 5 e 8 milímetros do ápice, de maneira centralizada, foram marcadas e analisadas em todos os elementos, em um aumento de 2000x.

A partir das imagens selecionadas, dois avaliadores calibrados realizaram a contagem dos túbulos desobstruídos. Os scores utilizados serão classificados em:

1. ausente (0): túbulos totalmente obstruídos; com nenhum túbulo dentinário visivelmente limpo;
2. leve (1): túbulos levemente desobstruídos; com até 10 túbulos dentinários limpos;
3. moderado (2): túbulos moderadamente desobstruídos; com presença de 10 a 20 túbulos dentinários limpos;
4. severamente (3): túbulos intensamente desobstruídos; com presença de mais de 20 túbulos dentinários limpos.

Análise estatística

Os dados foram submetidos ao teste estatístico de Kruskal-Wallis seguido do teste post hoc de Dunn, buscando avaliar diferenças na variável grau de desobstrução e limpeza dos túbulos dentinários entre os 4 grupos e entre os terços de cada grupo.

RESULTADOS

A avaliação intra-grupos (Tabela 1) não relatou diferenças relevantes no “grau de desobstrução dos túbulos dentinários” entre os terços apical, médio e cervical em nenhum dos grupos ($p>0,05$).

A avaliação inter-grupos (Tabela 1) mostrou diferença significativa apenas entre o grupo controle e todos os grupos teste no “grau de desobstrução dos túbulos dentinários” nos terços avaliados ($p<0,05$), não sendo encontrada diferença significativa no “grau de desobstrução dos túbulos dentinários” entre eles. ($p>0,05$).

DISCUSSÃO

O preparo biomecânico dos canais radiculares caracteriza uma etapa imprescindível do tratamento endodôntico, uma vez que, após a instrumentação, restos orgânicos e inorgânicos são aderidos aos túbulos dentinários. Neste sentido, a solução irrigadora e sua capacidade estão intimamente relacionada com o volume, concentração e o contato com as paredes do canal radicular. Além disso, o método de irrigação e o debridamento dos microrganismos, influenciam no sucesso da terapia endodôntica [1,14].

Múltiplos estudos são realizados para avaliar a habilidade das técnicas do preparo químico-mecânico na remoção da *smear layer* dentro do SCR, certo que, estes métodos são dificultados em virtude à complexidade anatômica desse sistema [1,5]. Na presente análise, foi utilizado o sistema Wave one gold (Primary, Medium e Large), associada a uma irrigação efetiva e, descontaminação deste complexo [6,15]. No entanto, independente do sistema utilizado, técnicas manuais, rotatórias ou reciprocantes, não são capazes de remover completamente a *smear layer* produzido durante o preparo mecânico [3,4,5,7,15]. Como descrito na literatura a energização das soluções irrigadoras durante os protocolos de irrigação tem potencializado a remoção da *smear layer* durante este processo [8,16].

Cientificamente, a energização das soluções irrigadoras é mencionada como um recurso de potencialização durante a remoção de debris dentinários, em casos de tratamento endodôntico. A princípio, avaliaram-se técnicas manuais e mecanizadas, compreendendo um

aumento significativo do contato das soluções irrigadoras nas paredes dos canais, sobretudo, em áreas difíceis de serem alcançadas [9,17].

No presente estudo, todos os protocolos de irrigação empregados exibiram diferenças estatísticas relevantes em relação ao grupo controle, contribuindo dessa forma, com os estudos realizados previamente.

Com a exibição deste estudo, as três técnicas de irrigação mencionadas e testadas, não apresentaram diferença estatisticamente considerável entre si, nos três terços, certificando a hipótese nula. No que se refere a Easy Clean, esses resultados estão de acordo com Rodrigues et al. [18] e Souza et al. [19,20] que a compararam com o uso da PUI em casos de tratamento endodôntico, e também, não encontram alteração entre elas. No entanto, apesar da Easy Clean ter sido fabricada para utilização com movimentos reciprocantes, Duque et al. [12] compararam sua eficácia quando utilizada em duas cinemáticas diferentes (rotação contínua e recíprocante), para remoção de debris de sulcos internos de dentes artificiais, de acrílico. O referido estudo demonstrou que houve melhor eficácia do instrumento, quando utilizado em movimento rotatório em baixa velocidade. Diante desse pressuposto, há um aumento na remoção de debris dentinários dos canais principais e istmos dos canais mesiais de molares inferiores, quando utilizada através dessa técnica.

O uso do Easy Clean com essa cinemática tornou-se acessível, não só pelo custo relativamente mais baixo, como também pela dispensa de um aparelho ultrassônico ou motor com sistema recíprocante para realizar agitação das soluções irrigadoras (14,20). Através deste, é possível alcançar um resultado benéfico e com aplicabilidade clínica satisfatória principalmente para alunos de graduação e clínicos gerais que praticam a endodontia em consultórios. No entanto, apesar da sua utilidade clínica, o uso deste dispositivo pode apresentar como risco, a liberação de fragmentos no interior do SCR, dificultando a limpeza dos túbulos dentinários.

A utilização do inserto ultrassônico mostrou-se eficaz no seu objetivo, sendo viável concluir que a PUI pode ser realizada também, com insertos helicoidais ao invés de apenas com pontas lisas como descrito em estudos preexistentes [19,21,22].

A lima XP-Endo Finher, por apresentar uma forma de anzol em sua ponta quando exposta à temperatura corporal possibilita aumento do contato do instrumento com as paredes dos canais e conseqüentemente, maior limpeza e remoção da *smear layer* [13, 23]. Cesario et al. [24] observaram em seu estudo que a XP-Endo Finher foi mais efetiva na remoção de *smear layer* em canais ovais do que a PUI. No entanto, este resultado foi questionável com o presente estudo, visto que, não houve diferença expressiva entre eles. Esta discordância pode ser

compreendida pelo fato de os autores terem utilizado uma metodologia diferente e a Micro CT para avaliação da quantidade de *smear layer* presente nos canais radiculares [23,25,26,27].

Alguns métodos têm sido utilizados para avaliar a quantidade de *smear layer* presentes no canais radiculares durante o preparo químico-mecânico. As técnicas mais utilizadas são a Microscopia confocal a laser, Micro CT e o MEV [25,26]. No presente estudo, optou-se pelo emprego do microscópio eletrônico de varredura para obtenção de imagens do canal radicular após o preparo químico-mecânico, com um aumento considerável de 2000X. Esse método fornece dados topográficos e morfológicos mostrando-se eficiente para avaliação da limpeza dos túbulos dentinários e consequente eficácia dos procedimentos testados [11].

Entretanto, apesar do MEV permitir uma observação detalhada dos túbulos dentinários, apresenta como limitação a não visualização 3D de toda a extensão do canal. Assim, o MEV permite apenas a avaliação de áreas limitadas das paredes do canal [15,27].

Devido a quantidade de instrumentos e equipamentos que surgem no mercado habitualmente, em virtude ao avanço tecnológico, é indiscutível que mais pesquisas sejam realizadas afim de comprovar a sua eficácia, facilitando assim, o acesso dos profissionais a informações pertinentes a sua prática clínica.

CONCLUSÃO

Com base nos resultados pôde-se concluir que:

1. Todos os protocolos de irrigação utilizados nesse estudo foram eficazes em potencializar a limpeza do SCR, em casos de tratamento endodôntico.
2. Existem maneiras eficazes de promover a energização das soluções irrigadoras sem utilização de aparelhos ultrassônicos.
3. Nenhum dos protocolos de irrigação teve capacidade de remover completamente a *smear layer* do interior dos canais radiculares.

REFERÊNCIAS

1. Haapasalo M, SHEN Y, Ricucci D. Reasons for persistent and emerging post-treatment endodontic disease. *Endodontic Topics*. 2011; 1 (18): 31-50. <https://doi.org/10.1111/j.1601-1546.2011.00256.x>
2. Machado MEL, Nabeshima CK, Leonardo MFP, Reis FAZ, Britto MLB, Cai S. Influence of reciprocating single-file and rotary instrumentation on bacterial reduction on infected root canals. *Int Endod J*. 2013; 46(11):1083-1087. doi: 10.1111/iej.12108.
3. Reis S, Victor M.C, Duarte M.A.H, Bueno E.S, Vivan R.R, Pelegrine R.A, Bruno K.F, et al. Volumetric analysis of irrigant extrusion in immature teeth after different final agitation techniques. *J Endod*. 2020; 46(5): 682-687. doi: 10.1016/j.joen.2020.01.014.
4. Castelo-Baz P, Lozano F.J.R, Ginzo-Villamayor M.J, Vila R.M, Seoane-Romero J, Martín Cruces J, et al. In vitro comparison of passive and continuous ultrasonic irrigation in simulated lateral canals of extracted teeth. *J Endod*. 2021; 38(5): 01-09. doi: 10.1038/s41598-021-90430-0.
5. Boutsoukis C, Arias-moliz M. Present status and future directions –irrigants and irrigation methods. *International Endodontic Journal*. 2022; 55(3): 588–612. doi: 10.1111/iej.13739.
6. Souza D.S, Silva A.S, Ormiga F, Lopes R, Gusman H. The effectiveness of passive ultrasonic irrigation and the easy-clean instrument for removing remnants of filling material. *J Conserv Dent*. 2021;24 (1):57-62. doi: 10.4103/JCD.JCD_590_20.
7. Sluis LWM.V, Versluis M. . Passive ultrasonic irrigation of the root canal: a review of the literature. *J Endod*. 2007;40(6):415-26. doi: 10.1111/j.1365-2591.2007.01243.x.
8. Bernardes R, Duarte M, Vivian R, Alcalde D, Vasconcelos B, Bramante C. Comparison of three retreatment techniques with ultrasonic activation in flattened canals using micro-computed tomography and scanning electron microscopy *International Endodontic Journal*. 2016;49(9):890-897. doi: 10.1111/iej.12522.
9. Yeon P.S, Kang M.K, Choi H.W, Shon W. Comparative Analysis of Root Canal Filling Debris and Smear Layer Removal E_cacy Using Various Root Canal Activation Systems during Endodontic Retreatment. *Medicina*. 2020;56(11):615-626. doi: 10.3390/medicina56110615.
10. Kato A.S, Cunha R.S, Silveira B, Pelegrine R.A, Fontana C.E, Martin A.S. Investigation of the Efficacy of Passive Ultrasonic Irrigation Versus Irrigation with Reciprocating Activation: An Environmental Scanning Electron Microscopic Study. *Journal of Endodontics*. 2016;42(4):659-663. doi: 10.1016/j.joen.2016.01.016.

11. Duque J.A, Duarte A.H, Canali L.C.F, Zancan R.F, Vivan R.R, Bernardes R.A 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):326-331. doi: 10.1016/j.joen.2016.10.009.
12. Hassan E, Sharaan M, Ragab M. Cleaning Efficacy and Debris Extrusion using XP-Endo Finisher and XP-Endo Finisher R as Supplementary Files during Retreatment: An *in Vitro* Study. *European Endodontic Journal.* 2022; 7(1): 40–46. doi: 10.14744/eej.2021.44366.
13. Ohara, P.K, Torabinejad M, Kettering J. D, Antibacterial effects of various endodontic irrigants on selected bacteria. *Endod Dent Traumatol.*1993; 9(3):95-100. <https://doi.org/10.1590/S0103-64402007000400004>.
14. Prado M, Felipe A, Leonardo A, Oliveira L.C, Jefferson M.J.C, Antoun R.S et al. Current trends in irrigation among Brazilian endodontists. *Dental Press Endod.* 2018; 8(3): 34-40.
15. Saber SEL-D, Hashem AA. Efficacy of different final irrigation activation techniques on smear layer removal. *J Endod.* 2011;37(9):1272-1275. doi: 10.1016/j.joen.2011.06.007.
16. Habshi AY, Aga N, Hhabshi ky, Hassan MEM, Choudhry Z, Ahmed MA et al. Efficacy of Smear Layer Removal at the Apical One-Third of the Root Using Different Protocols of Erbium-Doped Yttrium Aluminium Garnet (Er:YAG) Laser. *Medicina (Kaunas).* 2023; 59(3):433. doi: 10.3390/medicina59030433.
17. Rodrigues C.T, Duarte M.A.H, Guimarães B.M, Vivan R.R, Bernadeneli N. Brazilian Oral Research.2017;31(7):1-7. <https://doi.org/10.1590/1807-3107BOR-2017.vol31.0113>.
18. Monteiro L.P.B, Sousa S.E.M, Castro R.F, Silva E.J.N.L, Brandão J.M.S. Mechanical activation with Easy Clean device enhanced organic tissue removal from simulated internal root resorption in a laboratory evaluation. *BMC Oral Health.* 2023;23(1):385. doi: 10.1186/s12903-023-03122-8.
19. Souza D.S, Silva A.S.S, Ormiga F, Lopes R.T, Gusman H. The effectiveness of passive ultrasonic irrigation and the easy-clean instrument for removing remnants of filling material. *J Conserv Dent.* 2021; 24(1): 57-62.
20. Crozeta B.M,Souza L.C, Sousa Y.T.C, Sousa-Neto M, Jaramillo D.E, Silva R.M. Evaluation of Passive Ultrasonic Irrigation and GentleWave System as Adjuvants in Endodontic Retreatment. *Journal of Endodontics.*2020;46(9):1279-1285. doi: 10.1016/j.joen.2020.06.001.
21. Kato A.S, Cunha R.S, Bueno C.E.S, Pelegrine R.A, Fontana C.E,Marton A.S. Investigation of the Efficacy of Passive Ultrasonic Irrigation Versus Irrigation with

- Reciprocating Activation: An Environmental Scanning Electron Microscopic Study. *Journal of Endodontics*.2016;42(4):659-63. doi: 10.1016/j.joen.2016.01.016.
22. Hulsmann M, Rummelin C, Schafer F. Root canal cleanliness after preparing with different endodontic hand pieces and hand instruments: A comparative SEM investigation. *J Endod*.1997; 23 (7): 301-306.
 23. CESARIO, F. et. al. Comparisons by microcomputed tomography of the efficiency of different irrigation techniques for removing dentinal debris from artificial grooves. *J Conserv Dent*.2018; 21(4): 383–387.
 24. Cesario F, Duarte M.A.H, Duque J.A, Alcalde M.P, Andrade F.B, Reis M.V.R, Vasconcelos B.C et al. Comparisons by microcomputed tomography of the efficiency of different irrigation techniques for removing dentinal debris from artificial grooves. *J Conserv Dent*.2018;21(4):383-387. doi: 10.4103/JCD.JCD_286_16.
 25. Asgary S, Eghbal MJ, Parirok M, Ghoddusi J. Effect of two storage solutions on surface topography of two root-end fillings. *Aust Endod J*. 2009; 35(3):147-52. doi: 10.1111/j.1747-4477.2008.00137.x.
 26. Vidal FT, Nunes E, Horta MCR, Freitas MRLS, Silveira FF. Evaluation of three different rotary systems during endodontic retreatment – Analysis by scanning electron microscopy. *J Clin Exp Dent*. 2016; 8(2): 125-129.

5 CONSIDERAÇÕES FINAIS

Os protocolos de agitação das soluções irrigadoras são de extrema relevância para o sucesso do tratamento endodôntico porque contribuem na potencialização da remoção de smear layer e consequente descontaminação do SCR. No entanto, ainda que existem inúmeros instrumentos e métodos que permitam a realização desse procedimento, estudos comparativos não evidenciam a completa eficácia de nenhum deles.

Na presente análise, apesar de nenhum dos protocolos de irrigação terem alcançado a desobstrução máxima dos túbulos dentinários, eles foram muito eficazes em promover a remoção de restos pulpares ou necróticos, demonstrando a importância de se realizar essa etapa durante o preparo químico-mecânico.

A presença de métodos eficazes para realizar a energização dos irrigantes que não precisam de aparelho de ultrassom ou motor endodôntico para serem realizados, permite a implementação de protocolos de irrigação na formação de cirurgiões-dentistas, durante a graduação e a acessibilidade da população a esses procedimentos.

Dessa forma, torna-se imprescindível, que este conhecimento seja empregado pela comunidade de endodontistas, principalmente entre os docentes de odontologia, a fim de incluir esses protocolos na rotina dos graduandos durante os atendimentos.

Em síntese, é indispensável que pesquisas por instrumentos e/ou abordagens sejam continuamente realizadas a fim de atingir esse objetivo, certo que, nenhum método pesquisado até hoje foi capaz de promover a limpeza completa do SCR.

REFERÊNCIAS

- ASGARYS, S. *et al.* Effect of two storage solutions on surface topography of two root-end fillings. **Australian Endodontic Journal**, v. 35, n. 3, p. 147-52, 2009.
- BERNARDES, R. A. *et al.* Comparison of three retreatment techniques with ultrasonic activation in flattened canals using micro-computed tomography and scanning electron microscopy **International Endodontic Journal**, v. 49, n. 9, p. 890-897, 2015.
- BOUTSIOUKIS, C.; ARIAS-MOLIZ, M. Present status and future directions –irrigants and irrigation methods. **International Endodontic Journal**, v. 55, n. 3, p. 588-612, 2022.
- CASTELO-BAZ, P.C. *et al.* In vitro comparison of passive and continuous ultrasonic irrigation in simulated lateral canals of extracted teeth. **International Endodontic Journal**, v. 38, n. 5, p. 688-691, 2012.
- CESARIO, F. *et al.* Comparisons by microcomputed tomography of the efficiency of different irrigation techniques for removing dentinal debris from artificial grooves. **Journal of Conservative Dentistry**, v. 21, n. 4, p. 383–387, 2018.
- CROZETA B. M. *et al.* Evaluation of Passive Ultrasonic Irrigation and GentleWave System as Adjuvants in Endodontic Retreatment. **Journal of Endodontics**, v. 46, n. 9, p. 1279-1285, 2020.
- DUQUE, J. A. *et al.* Comparative effectiveness of new mechanical irrigant agitating devices for debris removal from the canal and isthmus of mesial roots of mandibular molars. **Journal of Endodontics**, v. 43, n. 2, p. 326-331, 2017.
- HAAPASALO, M. *et al.* Reasons for persistent and emerging post-treatment endodontic disease. **Endodontic Topics**, v. 18, n. 1, p. 31-50, 2011.
- HABSHI, A. Y. *et al.* Efficacy of Smear Layer Removal at the Apical One-Third of the Root Using Different Protocols of Erbium-Doped Yttrium Aluminium Garnet (Er:YAG) Laser. **Medicina (Kaunas)**, v. 22, n. 3, p. 433, 2023.
- HASSAN E. *et al.* Cleaning Efficacy and Debris Extrusion using XP-Endo Finisher and XP-Endo Finisher R as Supplementary Files during Retreatment: An *in Vitro* Study. **European Endodontic Journal**, v.7, n.1, p. 40-46, 2022.
- HULSMANN, M.; RUMMELIN C.; SCHAFERS, F. Root canal cleanliness after preparing with different endodontic hand pieces and hand instruments: A comparative SEM investigation. **Journal of Endodontics**, Baltimore, v. 23, n. 5, p. 301-306, 1997.
- KATO A. S. *et al.* Investigation of the efficacy of passive ultrasonic irrigation versus irrigation with reciprocating activation: an environmental scanning electron microscopic study. **Journal of Endodontics**, v. 42, n. 4, p. 659-663, 2016.

MACHADO, M.E. *et al.* Influence of reciprocating single-file and rotary instrumentation on bacterial reduction on infected root canals. **International Endodontic Journal**, v. 46, n. 11, p.1083-1087, 2013.

MONTEIRO, L. P. B, *et al.* Mechanical activation with Easy Clean device enhanced organic tissue removal from simulated internal root resorption in a laboratory evaluation. **BMC Oral Health**, v. 23, n. 2, p. 385-390, 2023.

ODA, D. F. *et al.* Smear layer na endodontia, preservar ou remover. Revista **Salusvita, Bauru**, v. 35, n. 1, p. 119-127, 2016.

OHARA, P. K.; TORABINEJAD, M.; KETTERING, J. D. Antibacterial effects of various endodontic irrigants on selected bacteria. **Endodontic Dental Traumatologic**, v. 9, n. 3, p.95-100, June, 1993.

PARK S. Y. *et al.* Comparative Analysis of Root Canal Filling Debris and Smear Layer Removal E_cacy Using Various Root Canal Activation Systems during Endodontic Retreatment. **Medicina**, v. 56, n. 11, p. 615-626, 2020.

PEDRINHA, V. F. Impact of irrigation protocols with some chelators and mechanical agitation on intratubular decontamination. **Brazilian Oral Research**, v. 35, n. 3, p. 1-7, 2021.

PRADO, M. A. F.; ATHIAS, L. *et al.* Current trends in irrigation among Brazilian endodontists. **Dental Press Endodontics**. v. 8, n. 3, p. 34-40, 2018.

REIS, S. *et al.* Volumetric analysis of irrigant extrusion in immature teeth after different final agitation techniques. **International Endodontic Journal**, v. 46, n. 5, p.682–87, 2020.

RODRIGUES, C. T. *et al.* Comparison of two methods of irrigant agitation in the removal of residual filling material in retreatment. **Brazilian Oral Research**, v. 31, n. 2, p. 1-7, 2017.

SABER S. E. D.; HASHEM, A. A. Efficacy of different final irrigation activation techniques on smear layer removal. **Journal of Endodontics**, v. 37, n. 9, 1272-1275, 2021.

SOUZA, D. S. *et al.* The effectiveness of passive ultrasonic irrigation and the easy-clean instrument for removing remnants of filling material. **Journal of Conservative Dentistry**, v. 24, n. 1, p. 57-62, 2021.

TEVES C. A. *et al.* Impact of different agitation methods on smear layer cleaning of mesial canals with accentuated curvature. **Restorative Dentistry Endodontics**, v. 49, n. 2 p. 2-12, 2024.

VAN DER SLUIS, L. W. M. *et al.* Passive ultrasonic irrigation of the root canal: a review of the literature. **International Endodontic Journal**, v. 40, n. 6, p. 415-426, 2007.

ANEXO A – Tabela 1: Mediana, valor mínimo e valor máximo da variável “grau de desobstrução dos túbulos dentinários”

	<u>Irrisonic</u>	<u>Easy Clean</u>	<u>XP-Endo</u>	<u>Controle</u>	<u>p</u>
	<u>Finisher</u>				
Apical	2 A	2 A	2 A	0 B	P<0,0001
Médio	3 A	2,5 A	2 A	0 B	P<0,0001
Cervical	2,5 A	3 A	3 A	0 B	P<0,0001

Análise estatística de Kruskal-Wallis e teste post-hoc de Dunn, $p<0,05$. Letras maiúsculas distintas indicam diferenças entre os métodos de tratamento (linha) dentro de cada terço avaliado.

ANEXO B - Parecer Consubstanciado do CEP PUC Minas



PONTIFÍCIA UNIVERSIDADE
CATÓLICA DE MINAS GERAIS -
PUCMG



PARECER CONSUBSTANCIADO DO CEP

DADOS DO PROJETO DE PESQUISA

Título da Pesquisa: AVALIAÇÃO DA EFICÁCIA DE PROTOCOLOS DE IRRIGAÇÃO NA REMOÇÃO DO SMEAR LAYER NO TRATAMENTO ENDODÔNTICO- ANÁLISE POR MICROSCOPIA ELETRÔNICA DE VARREDURA.

Pesquisador: Ananda Dias de Oliveira

Área Temática:

Versão: 2

CAAE: 77756023.1.0000.5137

Instituição Proponente: SOCIEDADE MINEIRA DE CULTURA

Patrocinador Principal: Financiamento Próprio

DADOS DO PARECER

Número do Parecer: 6.789.371

Apresentação do Projeto:

Trata-se de um estudo experimental com dentes humanos extraídos provenientes do Biobanco da PUC Minas, para avaliar a eficácia de diferentes protocolos de irrigação na remoção de smear layer dentro do sistema de canais radiculares, utilizando-se microscopia eletrônica de varredura. Serão selecionados dentes uniradiculares de acordo com os critérios de seleção proposta pelos autores. Os dentes serão distribuídos em 4 diferentes grupos de acordo com os protocolos de irrigação a ser testado. Posteriormente os dentes serão clivados e analisados em microscópio eletrônico de varredura e caracterizados de acordo com a presença de obstrução dos condutos dentinários.

Objetivo da Pesquisa:

Objetivo Primário:

- Analisar a efetividade dos dispositivos mecânicos e ultrassônicos de agitação em remover smear layer do sistema de canais radiculares e efetuar a limpeza dos túbulos dentinários por meio da avaliação com Microscópio Eletrônico de Varredura (MEV).

Objetivos Secundários:

a) Avaliar a capacidade de remoção de debris e limpeza dos túbulos dentinários do inserto ultrassônico E1-Imisoric® (Helse®), utilizando o ultrassom ENAC.

Endereço: Av. São, nº 525 - Prédio 80, sala 201

Bairro: Colégio Euclides

CEP: 30.535-901

UF: MG

Município: BELO HORIZONTE

Telefone: (31)3319-4517

Fax: (31)3319-4517

E-mail: cep.propg@pucminas.br



Continuação do Parecer 8.768.371

- b) Avaliar a capacidade de remoção de debris e limpeza dos túbulos dentinários utilizando Easy® Clean.
 c) Avaliar a capacidade de remoção de debris e limpeza dos túbulos dentinários utilizando XP-Endo® Finisher.

Avaliação dos Riscos e Benefícios:

Riscos: Tratando-se de um estudo experimental envolvendo dentes humanos extraídos não foram apontados riscos.

Benefícios: O presente estudo irá gerar grande impacto na ciência e no ramo da Endodontia.

Comentários e Considerações sobre a Pesquisa:

Pesquisa exequível e relevante. Atende aos requisitos éticos da pesquisa envolvendo seres humanos.

Considerações sobre os Termos de apresentação obrigatória:

Os termos de apresentação obrigatória foram anexados e estão de acordo com as normas vigentes.

Conclusões ou Pendências e Lista de Inadequações:

Diante do exposto e tendo em vista as Resoluções que norteiam a pesquisa envolvendo Seres Humanos consideramos o protocolo de pesquisa SEM PENDÊNCIAS, devendo o pesquisador acatar as orientações conforme o disposto no Parecer Consubstanciado.

Considerações Finais a critério do CEP:

Diante do exposto, o Comitê de Ética em Pesquisa (CEP), de acordo com as atribuições definidas na Resolução CNS n.º 466, de 2012, e na Norma Operacional n.º 001, de 2013, do CNS, manifesta-se pela aprovação do protocolo de pesquisa.

Este parecer foi elaborado baseado nos documentos abaixo relacionados:

Tipo Documento	Arquivo	Postagem	Autor	Situação
Informações Básicas do Projeto	PE_INFORMACOES_BASICAS_DO_PROJETO_2240546.pdf	24/04/2024 20:43:45		Aceito
Folha de Rosto	FolhadeRosto.pdf	24/04/2024 20:43:00	Ananda Dias de Oliveira	Aceito
Declaração de Manuseio Material Biológico I	material_biologico.pdf	21/04/2024 13:08:32	Ananda Dias de Oliveira	Aceito

Endereço: Av. Itaú, nº 525 - Prédio 80, sala 201
Cidade: Belo Horizonte **CEP:** 30.535-901
UF: MG **Município:** BELO HORIZONTE
Telefone: (31)3319-4517 **Fax:** (31)3319-4517 **E-mail:** cep.propaq@pucminas.br



PONTIFÍCIA UNIVERSIDADE
CATÓLICA DE MINAS GERAIS -
PUCMG



Continuação do Parecer S.T84.271

Biorepositório / Biotanco	material_biológico.pdf	21/04/2024 13:08:32	Ananda Dias de Oliveira	Aceito
Outros	Carta_Resposta_pdf.pdf	21/04/2024 12:59:43	Ananda Dias de Oliveira	Aceito
Projeto Detalhado / Brochura	ProjetoBrochura_Ananda.pdf	21/04/2024 12:53:39	Ananda Dias de Oliveira	Aceito
Investigador Outros	Termo_de_dados_TCUB.pdf	04/01/2024 20:13:13	Ananda Dias de Oliveira	Aceito

Situação do Parecer:

Aprovado

Necessita Apreciação da CONEP:

Não

BELO HORIZONTE, 26 de Abril de 2024

Assinado por:

CRISTIANA LEITE CARVALHO
(Coordenador(a))

Endereço: Av. Itaú, nº 525 - Prédio B3, sala 201

Bairro: Centro Universitário

CEP: 30535-901

UF: MG

Município: BELO HORIZONTE

Telefone: (31)3319-4517

Fax: (31)3319-4517

E-mail: cnp.proprio@pucminas.br

ANEXO C – Dados coletados após análise pelo MEV

Grupo I (IRRISONIC)	(TERÇO APICAL) A	(TERÇO MÉDIO) B	(TERÇO CERVICAL) C
01	2	3	3
02	2	3	2
03	1	3	3
04	1	2	3
05	3	2	3
06	3	3	2
07	3	3	2
08	2	2	2
09	1	3	1
10	3	1	3

GRUPO II (EASY CLEAN)	(TERÇO APICAL) A	(TERÇO MÉDIO) B	(TERÇO CERVICAL) C
01	1	2	3
02	2	3	3
03	2	1	3
04	2	3	2
05	3	3	3
06	2	2	3
07	3	3	3
08	3	3	2
09	3	2	3
10	2	1	3

GRUPO III (XP- ENDO FINISHER)	(TERÇO APICAL) A	(TERÇO MÉDIO) B	(TERÇO CERVICAL) C
01	2	3	3
02	2	2	3
03	1	3	3

04	2	3	3
05	3	2	2
06	3	2	2
07	2	1	3
08	2	3	3
09	1	2	3
10	3	2	3

GRUPO IV (CONTROLE POSITIVO)	(TERÇO APICAL) A	(TERÇO MÉDIO) B	(TERÇO CERVICAL) C
01	0	0	1
02	0	0	0
03	0	0	0
04	1	0	0
05	0	1	0
06	0	0	1
07	1	0	0
08	0	0	0
09	0	0	2
10	0	1	0