



PONTIFÍCIA UNIVERSIDADE CATÓLICA DO PARANÁ
PRÓ-REITORIA DE PESQUISA, PÓS-GRADUAÇÃO E INOVAÇÃO

Escola de Medicina e Ciências da Vida
Programa de Pós-graduação em Odontologia - PPGO

ANÁLISE DA EFETIVIDADE DA IRRIGAÇÃO SÔNICA E ULTRASSÔNICA NA REMOÇÃO DE SMEAR LAYER EM PRÉ MOLARES INFERIORES POR MEIO DA MICROSCOPIA ELETRÔNICA DE VARREDURA

BRUNA FERNANDA ALIONÇO GONÇALVES

**CURITIBA
2024**



BRUNA FERNANDA ALIONÇO GONÇALVES

**ANÁLISE DA EFETIVIDADE DA IRRIGAÇÃO SÔNICA E ULTRASSÔNICA NA
REMOÇÃO DE SMEAR LAYER EM PRÉ MOLARES INFERIORES: POR MEIO
DA MICROSCOPIA ELETRÔNICA DE VARREDURA**

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

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

CURITIBA
2024

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

G635a
2024
Gonçalves, Bruna Fernanda Alionço
Análise da efetividade da irrigação sônica e ultrassônica na remoção e ultrassônica na remoção de *semeiar layer* em pré-molares inferiores : por meio da microscopia eletrônica de varredura / Bruna Fernanda Alionço Gonçalves ; orientador: Ulisses Xavier da Silva Neto. – 2024.
24 f. : il. ; 30 cm

Dissertação (mestrado) – Pontifícia Universidade Católica do Paraná, Curitiba, 2024
Bibliografia: f. 18-21

1. Odontologia. 2. Endodontia. 3. Camada de esfregaço. 4. Microscopia eletrônica de varredura. II. Pontifícia Universidade Católica do Paraná. Programa de Pós-Graduação em Odontologia. III. Título.

CDD. 20. ed. – 617.6



PONTIFÍCIA UNIVERSIDADE CATÓLICA DO PARANÁ

Escola de Medicina e Ciências da Vida

TERMO DE APROVAÇÃO

BRUNA FERNANDA ALIONÇO GONÇALVES

ANÁLISE DA EFETIVIDADE DA IRRIGAÇÃO SÔNICA E ULTRASSÔNICA NA REMOÇÃO DE SMEAR LAYER EM PRÉ MOLARES INFERIORES POR MEIO DA MICROSCOPIA ELETRÔNICA DE VARREDURA

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

Orientador(a): Prof. Dr. Ulisses Xavier da Silva Neto
Programa de Pós-Graduação em Odontologia, PUCPR

Prof. Dr. Bruno Cavalini Cavenago
Programa de Pós-Graduação em Odontologia, UFPR

Prof. Dr. Alexandre Kowalczuck
Curso de Odontologia, PUCPR

Curitiba, 05 de abril de 2024.

AGRADECIMENTOS

Gostaria de expressar meus sinceros agradecimentos a todas as pessoas e departamentos que tornaram possível a realização desta dissertação. Primeiramente, quero agradecer ao meu orientador, Prof. Dr. Ulisses Xavier da Silva Neto, pela orientação excepcional, apoio incansável e valiosos insights ao longo deste processo. Sua orientação foi fundamental para o sucesso deste trabalho. Também ao Prof. Dr. Paulo César Soares Júnior, tão essencial no suporte para a realização das imagens de microscópio eletrônico de varredura.

Agradeço também à Pontifícia Universidade Católica do Paraná por proporcionar um ambiente acadêmico estimulante e recursos necessários para a pesquisa. Meus colegas de curso, Nayara, Danielle, Karine, Isabela, Rafael e Douglas que desempenharam um papel significativo, a quem sou grata pela troca de conhecimento e experiências enriquecedoras.

Minha família merece gratidão especial, minha avó Marina, meu avô César, minha mãe Michele, meu pai Maykonn, meus irmãos Luana e Pedro, meus tios Alessio, Janaína e Marcos, os meus primos Mariana, Lucas e Bento e também meu cachorro Chico. Seu amor incondicional, apoio emocional e incentivo constante foram a âncora que me sustentou durante os desafios.

Por fim, meu querido namorado, João Gabriel Leger, merece um agradecimento especial por estar ao meu lado, oferecendo apoio moral e compreensão nos momentos de pressão.

A todos vocês, meu profundo agradecimento por serem parte fundamental desta jornada acadêmica.

SUMÁRIO

PÁGINA DE TÍTULO	7
RESUMO	8
INTRODUÇÃO	9
MATERIAL E MÉTODOS	11
RESULTADOS	16
DISCUSSÃO	17
REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS	20
ANEXOS:	
ANEXO I Parecer de comitê de ética	24

PÁGINA DE TÍTULO

ANÁLISE DA EFETIVIDADE DA IRRIGAÇÃO SÔNICA E ULTRASSÔNICA NA REMOÇÃO DE SMEAR LAYER EM PRÉ MOLARES INFERIORES: POR MEIO DA MICROSCOPIA ELETRÔNICA DE VARREDURA

Bruna Fernanda Alionço Gonçalves, DDS*, Vânia Portela Ditzel Westphalen, DDS, MS, PhD*, Everdan Carneiro, DDS, MS, PhD*, Paulo César Soares Júnior DDS, MS, PhD**, Sérgio Aparecido Ignácio, DDS, MS, PhD*, Douglas Augusto Fernandes Couto, DDS, MS*, Karine Santos Frassetto, DDS, MS*, Ulisses Xavier da Silva Neto, DDS, MS, PhD*

*Departamento de Endodontia, Escola de Saúde e Ciências da Vida, Pontifícia Universidade Católica do Paraná, Curitiba, Brasil.

**Departamento de Ciências de Materiais, Escola Politécnica, Pontifícia Universidade Católica do Paraná, Curitiba, Brasil.

Autor correspondente: Dr. Ulisses Xavier da Silva Neto, Departamento de Endodontia, Pontifícia Universidade Católica do Paraná, PUCPR, Imaculada Conceição, 1155, Prado Velho, 80215-901, Brasil. Endereço de e-mail: ulixneto@gmail.com

RESUMO

Introdução

O estudo teve como objetivo analisar a efetividade na remoção da smear layer da irrigação sônica e ultrassônica, utilizando microscopia eletrônica de varredura.

Métodos

Quarenta pré-molares inferiores foram preparados até o instrumento X5 do sistema rotatório ProTaper Next (Dentsply Sirona, Charlotte, Carolina do Norte, Estados Unidos da América), sendo irrigados com hipoclorito de sódio a 2,5%. Em seguida, os dentes foram divididos em grupos de acordo com a técnica final de ativação/administração do EDTA a 17% (Fórmula e Ação, São Paulo, São Paulo, Brasil), sendo C (Controle), PUI (Irrigação Ultrassônica Passiva), EA (EndoActivator) e PC (Perfect Clean), cada grupo recebeu dez dentes. A análise foi realizada utilizando microscópio eletrônico de varredura (Tescan VEGA 3, Tescan, Brno, República Tcheca) em ampliações de 1.000 X, capturando imagens a 1 mm, 5 mm, 8 mm e 12 mm do ápice radicular. A quantificação da smear layer remanescente foi feita com um sistema de pontuação de 4 categorias. Os testes estatísticos Kruskal-Wallis e Dunn foram aplicados ($p < 0,05$).

Resultados

Não houve diferença estatisticamente significativa na remoção da smear layer entre Perfect Clean, EndoActivator, PUI e irrigação por seringa ($p > 0,05$). Contudo, ao comparar os comprimentos do ápice radicular, observou-se diferença desfavorável entre 1 mm e os níveis de 5 mm, 8 mm e 12 mm ($p < 0,05$).

Conclusão

Não foram observadas diferenças na efetividade entre a irrigação sônica e ultrassônica na remoção da smear layer.

Palavras-chave: Smear Layer, Perfect Clean, EndoActivator, PUI.

INTRODUÇÃO

A complexidade da anatomia interna dentária frequentemente representa um desafio significativo para o preparo químico-mecânico em endodontia. Estruturas anatômicas específicas, como as ramificações apicais, os canais laterais e as áreas de istmo, são de difícil acesso e podem abrigar bactérias organizadas em biofilmes, ou seja, em múltiplas camadas de células e matriz extracelular (1). Além disso, a dificuldade é aumentada quando essas regiões estão cobertas por detritos, como restos de tecido pulpar e raspas de dentina, resultantes da abertura coronária e da instrumentação do canal radicular (2).

A presença de bactérias e detritos compromete significativamente o processo de desinfecção em endodontia. Esses fatores podem diminuir a permeabilidade da dentina, interferindo na difusão de agentes antimicrobianos dos irrigantes e medicamentos intracanaís na dentina radicular (3). Os detritos também bloqueiam a entrada dos cimentos obturadores endodônticos nos túbulos dentinários, atuando como uma barreira entre os materiais de obturação e as paredes do canal radicular, comprometendo o selamento do sistema de canais radiculares e aumentando as chances de reinfecção (4).

Após a instrumentação, seja rotatória ou reciprocante, do canal radicular principal, mesmo que acompanhada da irrigação realizada com o auxílio de seringa, resta cerca de 30% a 40% da área de superfície do canal radicular não tocada (5,6). Contudo, a desinfecção adequada depende do contato quase que completo das soluções irrigadoras com a área de superfície do sistema de canais radiculares (7); de modo que, junto da utilização da seringa para injeção das soluções, devem ser empregadas técnicas de agitação mecânica (8,9).

A agitação mecânica não somente propicia a melhor distribuição da solução dentro do sistema de canais radiculares, auxiliando para que a ela atinja as áreas anatômicas de difícil acesso, como também possibilita a remoção dos detritos anteriormente mencionados (8,9). Consequentemente, tem-se pela maior eficiência do processo de

desinfecção, bem como ganhos secundários como a melhor penetração do cimento endodôntico nos túbulos dentários e diminuição da dor pós-operatória (7, 10-14).

No cenário atual, o mercado oferece uma ampla variedade de equipamentos e técnicas para promover a agitação mecânica das soluções irrigadoras. A irrigação ultrassônica passiva, “PUI”, é uma técnica empregada com auxílio de insertos ultrassônicos próprios para a vibração da solução irrigadora. Essa abordagem promove uma distribuição mais eficaz das soluções irrigadoras nos canais radiculares, resultante da criação de bolhas de cavitação e do fluxo acústico (7).

Há também a utilização de equipamentos com motores sônicos e pontas de polímeros vibratórias para realização da agitação mecânica (15). Esses equipamentos foram desenvolvidos para evitarem o corte ativo das paredes internas do canal radicular que, por vezes, ocorria na irrigação ultrassônica passiva (16). Essas variadas abordagens de agitação mecânica desempenham um papel crucial no aprimoramento da eficácia dos procedimentos endodônticos, justificando a realização de análises mais aprofundadas sobre a irrigação dos canais radiculares (17).

Diante da falta de estudos comparativos abordando o equipamento sônico Perfect Clean, o objetivo deste estudo foi comparar a efetividade na remoção da smear layer entre os dispositivos sônicos EndoActivator e Perfect Clean, a técnica de agitação ultrassônica passiva e a irrigação utilizando apenas seringa, por meio de microscopia eletrônica de varredura.

MATERIAL E METÓDOS

Quarenta pré-molares inferiores uniradiculares humanos extraídos foram selecionados do banco de dentes da Pontifícia Universidade Católica do Paraná com autorização do Comitê de Ética em Pesquisa do mesmo local (Número do Parecer: 5.751.487). Com auxílio da tomografia computadorizada cone beam verificou-se que os dentes não possuíam tratamento endodôntico prévio e apresentavam anatomia interna sem curvaturas acentuadas e ápices maduros.

Após a avaliação da anatomia interna dos dentes, foi realizada a medição das dimensões méso-distal e vestibulo-lingual em corte axial de tomografia computadorizada cone beam, situada a 5 mm do ápice radicular de cada dente. O objetivo dessa medida era calcular a média das dimensões para cada dente. Em seguida, os dentes foram distribuídos em três faixas com base nessas medidas. A Faixa 1 incluiu dentes com dimensões médias variando de 0,20 a 0,43 mm, a Faixa 2 abrangeu dentes com dimensões médias de 0,44 a 0,67mm, e a Faixa 3 consistiu em dentes com dimensões médias entre 0,68 e 0,90mm. Essa divisão foi realizada para garantir que cada grupo de pesquisa recebesse uma quantidade equitativa de dentes de cada intervalo de medidas

As superfícies radiculares externas dos dentes foram limpas por pontas ultrassônicas (Helse, Santa Rosa de Viterbo, São Paulo, Brasil) e ultrassom Profi NEO (Dabi Atlante, Ribeirão Preto, São Paulo, Brasil). Em seguida, os dentes foram mantidos em recipientes contendo solução de timol a 0,2% até o momento de uso, antes de serem utilizados para a pesquisa os dentes foram lavados em água destilada.

Posteriormente, as coroas dos dentes foram seccionadas próximo à junção amelocementária, utilizando um disco de dupla face (KG Sorensen, Barueri, São Paulo, Brasil), a fim de padronizar os segmentos radiculares com comprimento de 15 mm.

Preparo químico mecânico

Os canais radiculares foram explorados e preparados com auxílio de limas manuais K-Flexofiles (Dentsply Sirona, Charlotte, Carolina do Norte, Estados Unidos da América) até #20. Após a etapa de exploração foi realizado o preparo do terço cervical dos canais radiculares com a lima Orifice Shaper (MK Life, Porto Alegre, Rio Grande do Sul, Brasil). O comprimento de trabalho foi determinado inserindo um instrumento tipo K-Flexofile #15 até ser visualizado no forame apical, e subtraindo 1 mm a partir desta medição.

As condições clínicas foram simuladas selando a região apical de cada raiz com uma camada de barreira gengival OpalDam Green (Ultradent Products, South Jordan, Utah Estados Unidos da América), evitando o extravasamento da solução irrigadora (18,19). Uma lima K-Flexofile #15 foi inserida antes da aplicação da camada, para evitar que a barreira gengival penetre-se no interior do canal radicular (19).

Instrumentos ProTaper Next (Dentsply Sirona, Charlotte, Carolina do Norte, Estados Unidos da América), movidos por um motor elétrico E-Connect (MK Life, Porto Alegre, Rio Grande do Sul, Brasil), foram utilizados para a preparo mecânico dos corpos de prova, conforme às instruções do fabricante. Limas X1 a X5 do sistema ProTaper Next foram direcionadas para a região apical até alcançarem o comprimento de trabalho. Cada instrumento foi utilizado em seis dentes, sendo aplicado movimento rotatório com suave pressão apical, acompanhado por movimentos pecking motion com uma amplitude de cerca de 3mm, realizados de forma lenta para dentro e para fora.

A irrigação foi realizada utilizando uma agulha NaviTip Sideport calibre 30 (Ultradent Products, South Jordan, Utah, Estados Unidos da América), inserida no comprimento de trabalho. Foram administrados 2,5 mL de hipoclorito de sódio a 2,5% (Salvena Manipulação e Homeopatia, Curitiba Paraná, Brasil) após cada troca de instrumento (20). Seguida a conclusão, do preparo químico mecânico, os dentes foram submetidos a uma última irrigação com 20 mL de hipoclorito de sódio a 2,5%.

Após a conclusão das etapas de modelagem e irrigação, os dentes foram randomizados em quatro grupos distintos, um grupo controle (n = 10) e três grupos experimentais (n = 10), de acordo com o protocolo de agitação mecânica utilizando EDTA a 17% (Fórmula e Ação, São Paulo, São Paulo, Brasil), conforme apresentado na **Tabela 1**. A solução irrigadora foi administrada por meio de uma agulha NaviTip Sideport calibre 30, inserida a uma profundidade de 1 mm do comprimento de trabalho (CT).

Tabela 1 - Grupos experimentais e Protocolos

<i>Grupo</i>	<i>Protocolo</i>
C	A agitação de 2,5 ml de EDTA a 17% foi realiza apenas movimentos de entrada e saída com agulha NaviTip Sideport calibre 30, a solução irrigadora permaneceu durante 3 minutos no interior do canal radicular.
PUI	A irrigação ultrassônica passiva foi realizada com auxílio do inserto ultrassônico Irrisonic E1 (Helse, Santa Rosa de Viterbo, São Paulo, Brasil), calibrado a 1 mm aquém do comprimento de trabalho, sendo ativado por ultrassom Profi Neo (Dabi Atlante, Ribeirão Preto, São Paulo, Brasil) a uma potência de 10%, foram realizados ciclos de agitação de 20 segundos cada, totalizando 3 minutos de agitação. A cada ciclo, os canais radiculares foram preenchidos com 2,5 ml de EDTA a 17% com auxílio de uma agulha NaviTip Sideport calibre 30.
EA	A solução irrigadora foi agitada com auxílio do equipamento sônico EndoActivator (Dentsply Sirona, Charlotte, Carolina do Norte, Estados Unidos da América), a ponta de polímero utilizada foi do tamanho large (35.04) e foram realizados ciclos de agitação de 20 segundos cada, totalizando 3 minutos de agitação. A cada ciclo, os canais radiculares foram preenchidos com 2,5 ml de EDTA a 17% com auxílio de uma agulha NaviTip Sideport calibre 30.
PC	A solução irrigadora foi agitada com auxílio do equipamento sônico Perfect Clean (Microdont, São Paulo, São Paulo, Brasil), na potência alta e com a ponta de polímero do tamanho grossa (35.04), foram realizados ciclos de agitação de 20 segundos cada, totalizando 3 minutos de agitação. A cada ciclo, os canais radiculares foram preenchidos com 2,5 ml de EDTA a 17% com auxílio de uma agulha NaviTip Sideport calibre 30.

C, Controle; PUI, Irrigação Passiva Contínua, EA, EndoActivator; PC, Perfect Clean

Após finalizada a etapa anterior, o canal radicular foi então irrigado com 2,5 mL de NaOCl 2,5% e seco com pontas de papel absorvente ProTaper Next X5 (Dentsply Sirona, Charlotte, Carolina do Norte, Estados Unidos da América).

Análise por microscópio eletrônico de varredura

Um cone de guta-percha ProTaper Next X5 (Dentsply Sirona, Charlotte, Carolina do Norte, Estados Unidos da América) foi introduzido no canal de todos os espécimes. Foram realizados sulcos longitudinais nas superfícies externas mesial e distal de cada dente para facilitar a clivagem do espécime em metades, utilizando discos diamantados dupla face, operados em baixa velocidade de rotação até a presença do cone de guta-percha, evitando assim a contaminação accidental e a invasão do canal por detritos pontiagudos (19,21).

A hemi-seção que continha a parte mais visível da parede radicular interna foi então fixada em um peça de metal circular para revestir a superfície com uma camada de ouro de 30 nm de espessura (Balzers SCD030, Oerlikon Balzers, Balzers, Liechtenstein). Imagens de cada hemi-seção foram capturadas a 1 mm, 5 mm, 8 mm e 12 mm do ápice radicular em ampliação de 1.000 X, usando um microscópio eletrônico de varredura (Tescan VEGA 3, Tescan, Brno, República Tcheca)(**Figura 1**).

Primeiramente, as imagens foram armazenadas em um arquivo digital, passando posteriormente por um processo de codificação e randomização para a sequência de análise. A avaliação da camada de smear layer remanescente em cada imagem foi realizada por um examinador independente, previamente calibrado e cego ao estudo, empregando um sistema de escores com 4 categorias adaptado a partir da metodologia proposta por Gambarini e Laszkiewicz (22,23):

- 1) Túbulos dentinários abertos, sem camada de smear layer;
- 2) Túbulos dentinários abertos, com camada de smear layer cobrindo até 50% da área;

3) Túbulos dentinários abertos, com camada de smear layer cobrindo mais de 50% da área;

4) Túbulos dentinários com a camada de smear layer cobrindo 100% da área examinada.

Análise estatística

O teste não paramétrico de Kruskal-Wallis para amostras independentes foi utilizado para comparar os escores de eficácia na limpeza entre os quatro grupos, os quatro comprimentos e a interação entre grupo e comprimento. Quando o teste de Kruskal-Wallis indicou diferenças estatisticamente significativas, o teste não paramétrico de Dunn foi aplicado para realizar comparações múltiplas entre os pares. Todas as análises estatísticas foram conduzidas utilizando o software SPSS 25 (IBM, Armonk, Nova Iorque, Estados Unidos), com um nível de significância de 5%.

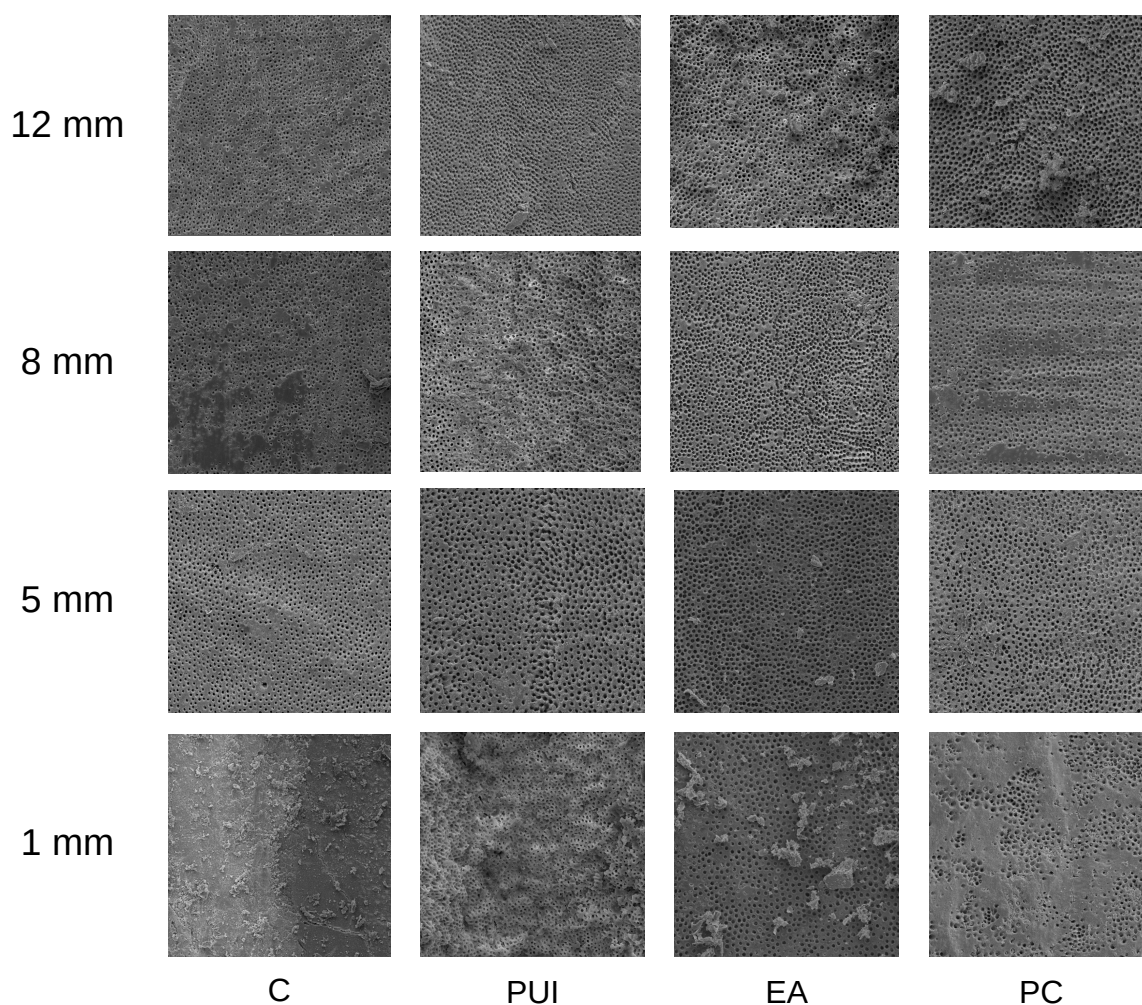


Figura 1 - Imagens representativas geradas por microscopia eletrônica de varredura com ampliação de 1.000x. C, Controle; PUI, Irrigação Passiva Contínua, EA, EndoActivator; PC, Perfect Clean.

RESULTADOS

A partir da análise das imagens obtidas por meio de microscopia eletrônica de varredura, foi conduzida a avaliação da remoção da camada de smear layer, e os resultados para cada grupo e para cada medida estão registrados na **Tabela 2**, apresentando a pontuação média e o desvio padrão.

Tabela 2 - *Remoção da camada de Smear Layer com diferentes métodos*

	1 mm		5 mm		8 mm		12 mm	
	Média	DP	Média	DP	Média	DP	Média	DP
C	2,70	1,33	2,20	1,22	1,90	0,99	2,50	1,26
PUI	2,90	1,10	1,40	0,51	2,00	1,05	1,60	0,69
EA	2,30	1,16	1,50	0,85	1,30	0,67	1,70	0,67
PC	3,30	0,94	1,60	1,07	1,80	0,78	1,50	0,97

DP, Desvio Padrão; C, Controle; PUI, Irrigação Passiva Contínua, EA, EndoActivator; PC, Perfect Clean.

Não foi observada diferença estatisticamente significativa ($p > 0,05$) na remoção de smear layer ao utilizar os dispositivos Perfect Clean, EndoActivator ou a técnica de irrigação ultrassônica passiva, em comparação com a irrigação exclusiva por meio de seringa. Entretanto, ao invés de comparar os diferentes métodos de agitação da solução irrigadora, comparamos os quatro comprimentos. Como resultado, foi observado que há uma diferença desfavorável ($p \leq 0,001$) na remoção da smear layer entre o nível de 1 mm do ápice radicular e os níveis de 5 mm, 8 mm e 12 mm.

Ao avaliar os escores na região a 12 mm do ápice, correspondente ao terço cervical, constatou-se que o grupo que utilizou o dispositivo Perfect Clean para a agitação da solução irrigadora apresentou uma remoção superior de smear layer ($p = 0,039$) em comparação com o grupo controle.

DISCUSSÃO

No decorrer do estudo, constatou-se que não houve diferença estatisticamente significativa na remoção da smear layer, ao comparar o uso dos dispositivos Perfect Clean, EndoActivator e a técnica de irrigação ultrassônica passiva com a irrigação exclusiva por seringa. Esta constatação contrasta com alguns estudos anteriores, nos quais a agitação ultrassônica e sônica das soluções irrigadoras mostrou-se uma remoção mais eficaz da smear layer em comparação com a irrigação realizada exclusivamente por seringa (24-26).

Entretanto, a divergência com estudos anteriores pode ser atribuída a variações no tamanho do preparo apical, na profundidade de inserção da agulha de irrigação e devido à anatomia específica dos dentes selecionados.

No presente estudo, o preparo dos canais radiculares foi realizado até o instrumento X5 do sistema ProTaper Next, que apresenta um taper de 0.06 e um tip de 50. Assim, o preparo assumiu uma configuração cônica e ampla, permitindo espaço para entrada e saída eficazes das soluções irrigadoras dentro do sistema de canais radiculares (27).

A agulha de irrigação NaviTip Sideport, com calibre 30, possibilitou a administração da solução irrigadora a uma distância de apenas 1 mm do comprimento de trabalho. Sendo que a profundidade de inserção da agulha desempenha um importante papel na remoção de detritos (28).

Para a pesquisa, foram selecionados pré-molares inferiores cuja anatomia foi verificada por meio de tomografia computadorizada cone beam. Este grupo dentário, em sua maioria, apresenta anatomia relativamente simples, sendo que 75,8% dos dentes possuem um único canal e 78,9% apresentam apenas um forame. Mesmo nos casos de pré-molares inferiores com anatomia interna em formato de "C", a prevalência é de 3% (29,30). Essa anatomia simplificada pode facilitar a remoção da smear layer quando comparada a dentes com anatomia mais complexa,

tornando desnecessário o uso de equipamentos complementares para a realização da irrigação, a fim de obter resultados satisfatórios.

A ausência de diferença estatisticamente significativa na remoção da smear layer, ao comparar o uso dos dispositivos Perfect Clean, EndoActivator e a técnica de irrigação ultrassônica passiva com a irrigação exclusiva por seringa, destaca uma relevância clínica importante. Para dentes com anatomia interna simples, a aplicação de protocolos de irrigação em sistemas de canais radiculares, utilizando exclusivamente seringa e incorporando a manobra manual de agitação da solução irrigadora com agulhas de menores calibres, ressalta a importância de estratégias acessíveis. Tais abordagens são capazes de proporcionar uma desinfecção excelente, contribuindo para a realização de tratamentos endodônticos de alta qualidade, mesmo em cenários nos quais recursos mais avançados podem não estar prontamente disponíveis.

Quando a comparação dos escores foi realizada analisando os comprimentos de 1 mm, 5 mm, 8 mm e 12 mm do ápice radicular, verificou-se que a remoção da smear layer em 1 mm, que corresponde ao terço apical, é menos eficaz em comparação com os comprimentos correspondentes aos terços médio e cervical. Esse achado reforça as dificuldades enfrentadas na remoção da smear layer nos milímetros finais do canal radicular, conforme também apontado por outros autores (18, 21). Esse resultado pode ser atribuído à constrição do terço apical, que dificulta o fluxo das soluções irrigadoras, comprometendo a eficácia na remoção da smear layer.

A seleção dos comprimentos de 1 mm, 5 mm, 8 mm e 12 mm do ápice radicular para a captura de imagens através do microscópio eletrônico de varredura foi planejada com o objetivo de fornecer representações de todos os terços do sistema de canais radiculares, abrangendo o apical, médio e cervical. Dado que os dentes utilizados não apresentavam curvatura acentuada, área de istmo ou um sistema de canais mais complexo, a região de 1 mm do ápice radicular foi selecionada como a área de maior complexidade analisada. Essa escolha fundamenta-se na

proximidade com o forame apical, que permanece um desafio significativo para a descontaminação, mesmo em condições de anatomia menos complexa.

Outro achado a ser analisado destaca-se no grupo que utilizou o dispositivo Perfect Clean para a agitação da solução irrigadora, revelando uma remoção superior da smear layer a 12 mm do ápice, correspondendo ao terço cervical, quando comparado ao grupo controle. Este resultado assume relevância ao considerarmos a futura reabilitação do elemento dentário, especialmente quando o procedimento inclui o uso de pinos de fibra de vidro. A irrigação endodôntica, além de facilitar a penetração da resina nos túbulos dentinários, demonstrou aprimorar a resistência de união entre o pino de fibra de vidro à dentina (31).

Este estudo in vitro evidenciou que a irrigação sônica e ultrassônica não resultou em uma remoção significativamente superior da smear layer do interior do canal radicular em comparação com a irrigação exclusiva por seringa. Importante notar que esta pesquisa se concentrou na remoção de smear layer, não abordando diretamente a eliminação efetiva de bactérias. Sendo assim, são necessárias pesquisas adicionais para estabelecer uma correlação mais precisa entre resíduos de smear layer e as bactérias remanescentes no sistema de canais radiculares.

Seria valioso também realizar estudos clínicos mais abrangentes que investigassem os resultados a longo prazo do tratamento de canal radicular, comparando a agitação mecânica das soluções irrigadoras com a irrigação exclusivamente por seringa. Tais estudos poderiam oferecer insights sobre o impacto dessas técnicas no biofilme e os resultados duradouros do tratamento.

Dentro das limitações deste estudo, podemos concluir que tanto a técnica de agitação manual quanto as abordagens de agitação mecânica sônica e ultrassônica das soluções irrigadoras demonstraram efetividade na remoção da smear layer no interior do sistema de canais radiculares de pré-molares inferiores.

REFÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

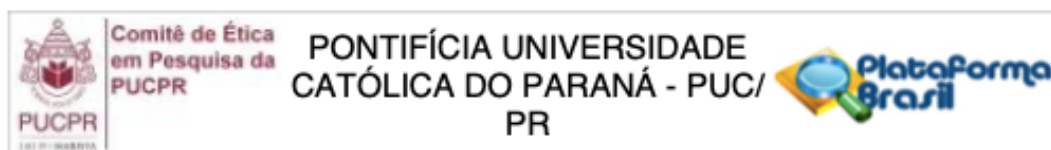
- 1 Chan R, Versiani MA, Friedman S, et al. Efficacy of 3 Supplementary Irrigation Protocols in the Removal of Hard Tissue Debris from the Mesial Root Canal System of Mandibular Molars. *Journal of Endodontics*. 2019;45(7):923–929.
- 2 Siqueira JF, Pérez AR, Marceliano-Alves MF, et al. What happens to unprepared root canal walls: a correlative analysis using micro-computed tomography and histology/scanning electron microscopy. *International Endodontic Journal*. 2018;51(5):501-508.
- 3 Foster KH, Kulild JC, Weller RN. Effect of smear layer removal on the diffusion of calcium hydroxide through radicular dentin. *Journal of Endodontics*. 1993;19:136–40.
- 4 Shahravan A, Haghdoust AA, Adl A, et al. Effect of smear layer on sealing ability of canal obturation: a systematic review and meta-analysis. *Journal of Endodontics*. 2007;33:96–105.
- 5 Azim AA, Piasecki L, da Silva Neto UX, et al. XP Shaper, a novel adaptive core rotary instrument: micro-computed tomographic analysis of its shaping abilities. *Journal of endodontics*. 2017; 43(9): 1532–8.
- 6 De-Deus G, Belladonna FG, Simões-Carvalho M, et al. Shaping efficiency as a function of time of a new heat- treated instrument. *International Endodontic Journal*. 2019; 52(3): 337–42.
- 7 Orłowski NB, Schimdt TF, da Silveira Teixeira C, et al. Smear layer removal using passive ultrasonic irrigation and different concentrations of sodium hypochlorite. *Journal of Endodontics*. 2020;46(11):1738-1744.
8. Curtis TO, Sedgley CM. Comparison of a Continuous Ultrasonic Irrigation Device and Conventional Needle Irrigation in the Removal of Root Canal Debris. *Journal of Endodontics*. 2012;38(9):1261–1264.

9. Rödiger T, Bozkurt M, Konietschke F, et al. Comparison of the Vibringe System with Syringe and Passive Ultrasonic Irrigation in Removing Debris from Simulated Root Canal Irregularities. *Journal of Endodontics*. 2010;36(8):1410–1413.
10. Susila A, Minu, J. Activated Irrigation vs. Conventional non-activated Irrigation in Endodontics â A Systematic Review. *European Endodontic Journal*. 2019;25(3):96-110.
11. Decurcio DA, Rossi-Fedele G, Estrela C, et al. Machine-assisted Agitation Reduces Postoperative Pain during Root Canal Treatment: A Systematic Review and Meta-analysis from Randomized Clinical Trials. *Journal of Endodontics*. 2019;45(4):387-393.
12. Nogueira L, Amaral G, Silva E, et al. Bacterial Reduction in Oval-Shaped Root Canals After Different Irrigant Agitation Methods. *European Endodontic Journal*. 2021;6(1):110-116.
13. Li Q, Zhang Q, Zou, X, et al. Evaluation of four final irrigation protocols for cleaning root canal walls. *International Journal of Oral Science*. 2020;12:29.
14. El Hachem R, Le Brun G, Le Jeune, et al. Influence of the EndoActivator Irrigation System on Dentinal Tubule Penetration of a Novel Tricalcium Silicate-Based Sealer. *Dentistry Journal*. 2018;6(3):45.
15. Topçuoğlu HS, Topçuoğlu G, Arslan, H. The Effect of Different Irrigation Agitation Techniques on Postoperative Pain in Mandibular Molar Teeth with Symptomatic Irreversible Pulpitis: A Randomized Clinical Trial. *Journal of Endodontics*. 2018;44(10):1451-1456.
16. Boutsoukis C, Verhaagen B, Walmsley AD, et al. Measurement and visualization of file-to-wall contact during ultrasonically activated irrigation in simulated canals. *International Endodontic Journal*. 2013;46(11):1046–1055.

- 17 Boutsoukakis C, Arias-Moliz MT. Present status and future directions—irrigants and irrigation methods. *International Endodontic Journal*. 2022; 55:588-612.
- 18 Mancini M, Cerroni L, Iorio L, et al. Smear layer removal and canal cleanliness using different irrigation systems (EndoActivator, EndoVac, and passive ultrasonic irrigation): field emission scanning electron microscopic evaluation in an in vitro study. *Journal of Endodontics*. 2013;39(11):1456-1460.
- 19 Bueno CR, Cury MT, Vasques AM, et al. Cleaning effectiveness of a nickel-titanium ultrasonic tip in ultrasonically activated irrigation: a SEM study. *Brazilian Oral Research*. 2019;33:17.
- 20 Silva EJ, Carvalho CR, Belladonna FG, et al. 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*. 2019;23(2):681-687.
- 21 Schmidt TF, Teixeira CS, Felipe MC, et al. Effect of ultrasonic activation of irrigants on smear layer removal. *Journal of Endodontics*. 2015;41(8):1359-1363.
- 22 Gambarini G, Laszkiewicz J. A scanning electron microscopic study of debris and smear layer remaining following use of GT rotary instruments. *International Endodontic Journal*. 2002;35:422–7.
- 23 Kato, AS, Cunha RS, da Silveira Bueno, CE, et al. 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.
- 24 Duque A, Duarte H, Canali F, 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*. 2017;43(2):326–331.

- 25 Blank-Gonçalves M, Nabeshima K, Martins R, et al. Qualitative Analysis of the Removal of the Smear Layer in the Apical Third of Curved Roots: Conventional Irrigation versus Activation Systems. *Journal of Endodontics*. 2011;37(9):1268–1271.
- 26 Caron G, Nham K, Bronnec F, et al. Effectiveness of Different Final Irrigant Activation Protocols on Smear Layer Removal in Curved Canals. *Journal of Endodontics*. 2010;36(8):361–1366.
- 27 Bronnec F, Bouillaguet S, Machtou P. Ex vivo assessment of irrigant penetration and renewal during the final irrigation regimen. *International Endodontic Journal*. 2010;43(8):663–672.
- 28 Perez R, Neves A, Belladonna G, et al. Impact of needle insertion depth on the removal of hard-tissue debris. *International Endodontic Journal*. 2016;50(6):560–568.
- 29 Cleghorn M, Christie H, Dong S. The Root and Root Canal Morphology of the Human Mandibular First Premolar: A Literature Review. *Journal of Endodontics*. 2007;33(5):509–516.
- 30 Martins R, Francisco H, Ordinola-Zapata, R. Prevalence of C-shaped Configurations in the Mandibular First and Second Premolars: A Cone-beam Computed Tomographic In Vivo Study. *Journal of Endodontics*. 2017;43(6):890–895.
- 31 Hayashi M, Takahashi Y, Hirai M, et al. Effect of endodontic irrigation on bonding of resin cement to radicular dentin. *European Endodontic Journal*. 2005;113:70–6.

ANEXO I - Parecer comitê de ética



PARECER CONSUBSTANCIADO DO CEP

DADOS DO PROJETO DE PESQUISA

Título da Pesquisa: COMPARAÇÃO IN VITRO DA EFETIVIDADE DA IRRIGAÇÃO SÔNICA E ULTRASSÔNICA EM CANAIS RADICULARES POR MEIO DE MICROSCOPIA ELETRÔNICA DE VARREDURA

Pesquisador: Bruna Alionço

Área Temática:

Versão: 1

CAAE: 64309722.7.0000.0020

Instituição Proponente: Pontifícia Universidade Católica do Paraná - PUCPR

Patrocinador Principal: Financiamento Próprio

DADOS DO PARECER

Número do Parecer: 5.751.487

Apresentação do Projeto:

Resumo:

O propósito deste estudo será avaliar a efetividade de diferentes técnicas de agitação de soluções irrigadoras na remoção de smear layer. Serão utilizados quarenta e quatro pré-molares inferiores uniradiculares humanos extraídos, os dentes não terão tratamento endodôntico prévio e possuíram anatomia interna sem curvaturas acentuadas, ápices maduros e raízes maiores que 14 mm. Os espécimes serão preparados mecanicamente com os instrumentos X1 a X5 do sistema ProTaper Next (Dentsply Sirona, Charlotte, Carolina do Norte, Estados Unidos da América) e irrigados com hipoclorito de sódio a 2,5% (Salvena Manipulação e Homeopatia, Curitiba, Paraná, Brasil) com auxílio de uma agulha NaviTip Sideport calibre 31 (Ultradent Products, South Jordan, Utah, Estados Unidos da América). Então serão divididos em cinco grupos (um grupo controle [n = 4] e quatro grupos experimentais [n = 10]) de acordo com o protocolo de remoção da smear layer que será utilizado (seringa, irrigação ultrassônica passiva [PUI], irrigação ultrassônica contínua [CUI], irrigação sônica utilizando EndoActivador [Dentsply Sirona, Charlotte, Carolina do Norte, Estados Unidos da América] ou irrigação sônica utilizando PefectClean [Microdont, São Paulo, São Paulo, Brasil]). Os elementos dentários serão divididos longitudinalmente e observados por microscopia eletrônica de varredura. Será avaliada a presença de smear layer nos três terços dos canais radiculares (cervical, médio e apical) utilizando o sistema de pontuação proposto por

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

Torabinejad et al. : 1) ausência ou pequena quantidade de smear layer; 2) presença moderada de smear layer; e 3) camada de esfregaço densa cobrindo praticamente todas as entradas dos túbulos dentinários. O teste de Kruskal-Wallis será usado para comparar os escores de eficácia da limpeza.

Objetivo da Pesquisa:

Objetivo Primário:

Diante da inexistência de trabalhos comparativos com o equipamento sônico Perfect Clean, o presente estudo tem o objetivo de, por meio de microscopia eletrônica de varredura, analisar e comparar a eficiência do referido equipamento com relação ao equipamento EndoActivator, bem como, com relação às técnicas de CUI e PUI, para realização da agitação mecânica.

Avaliação dos Riscos e Benefícios:

Estudo in vitro. Sem riscos ou benefícios diretos ao participante.

Comentários e Considerações sobre a Pesquisa:

Estudo in vitro utilizando dentes doados para o Banco de Dentes da PUC.

Considerações sobre os Termos de apresentação obrigatória:

Adequados.

Conclusões ou Pendências e Lista de Inadequações:

Não existem óbices éticos para a realização da pesquisa.

Considerações Finais a critério do CEP:

Lembramos aos senhores pesquisadores que, no cumprimento da Resolução 466/12, o Comitê de Ética em Pesquisa (CEP) deverá receber relatórios anuais sobre o andamento do estudo, bem como a qualquer tempo e a critério do pesquisador nos casos de relevância, além do envio dos relatos de eventos adversos, para conhecimento deste Comitê.

Salientamos ainda, a necessidade de relatório completo ao final do estudo. Eventuais modificações ou emendas ao protocolo devem ser apresentadas ao CEP-PUCPR de forma clara e sucinta, identificando a parte do protocolo a ser modificado e as suas justificativas.

Este parecer foi elaborado baseado nos documentos abaixo relacionados:

Tipo Documento	Arquivo	Postagem	Autor	Situação
Informações Básicas do Projeto	PB_INFORMAÇÕES_BÁSICAS_DO_P ROJETO_2032985.pdf	18/10/2022 11:00:58		Aceito

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

Continuação do Parecer: 5.751.487

Declaração de Pesquisadores	dispensa_do_termo_de_consentimento_.pdf.pdf	18/10/2022 11:00:32	Bruna Alionço	Aceito
Folha de Rosto	folha_de_rosto_assdecano_.pdf.pdf	17/10/2022 15:56:55	Bruna Alionço	Aceito
Declaração de Manuseio Material Biológico / Biorepositório / Biobanco	carta_banco_de_dentesassinada_.pdf.pdf	17/10/2022 15:16:33	Bruna Alionço	Aceito
Projeto Detalhado / Brochura Investigador	projeto_detalhado_.pdf.pdf	12/10/2022 16:39:16	Bruna Alionço	Aceito

Situação do Parecer:

Aprovado

Necessita Apreciação da CONEP:

Não

CURITIBA, 10 de Novembro de 2022

**Assinado por:
Ana Carla Efig
(Coordenador(a))**

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