

**UNIVERSIDADE ESTADUAL DE PONTA GROSSA
PRÓ-REITORIA DE PESQUISA E PÓS-GRADUAÇÃO
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM ODONTOLOGIA-MESTRADO
ÁREA DE CONCENTRAÇÃO: DENTÍSTICA RESTAURADORA**

RODRIGO STADLER ALESSI

**EFEITO IMEDIATO DO TRATAMENTO PRÉVIO COM CLOREXIDINA NA
ADESÃO DE PINOS DE FIBRA COM CIMENTO RESINOSO AUTOADESIVO**

**PONTA GROSSA
2020**

RODRIGO STADLER ALESSI

**EFEITO IMEDIATO DO TRATAMENTO PRÉVIO COM CLOREXIDINA NA
ADESÃO DE PINOS DE FIBRA COM CIMENTO RESINOSO AUTOADESIVO**

Dissertação apresentada ao Programa de Pós-graduação *Stricto sensu* em Odontologia da Universidade Estadual de Ponta Grossa como requisito parcial para a obtenção do título de Mestre em Odontologia, área de concentração em Dentística Restauradora, linha de pesquisa em Propriedades Físico-Químicas e Biológicas de Materiais.

Orientador: Prof. Dr. João Carlos Gomes

Co-orientadora: Prof^a. Dr^a. Giovana Mongruel Gomes

**PONTA GROSSA
2020**

A371 Alessi, Rodrigo Stadler
Efeito imediato do tratamento prévio com clorexidina na adesão de pinos de fibra com cimento resinoso autoadesivo / Rodrigo Stadler Alessi. Ponta Grossa, 2020.
83 f.

Dissertação (Mestrado em Odontologia - Área de Concentração: Dentística Restauradora), Universidade Estadual de Ponta Grossa.

Orientador: Prof. Dr. João Carlos Gomes.

Coorientadora: Profa. Dra. Giovana Mongruel Gomes.

1. Cimentos de resina. 2. Clorexidina. 3. Pinos dentários. 4. Resistência ao cisalhamento. 5. Ultrassom. I. Gomes, João Carlos. II. Gomes, Giovana Mongruel. III. Universidade Estadual de Ponta Grossa. Dentística Restauradora. IV.T.

CDD: 617.6


RODRIGO STADLER ALESSI

**EFEITO IMEDIATO DO TRATAMENTO PRÉVIO COM CLOREXIDINA NA
ADESÃO DE PINOS DE FIBRA COM CIMENTO RESINOSO AUTOADESIVO**

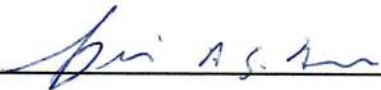
Dissertação apresentada ao Programa de Pós-graduação *Stricto sensu* em Odontologia da Universidade Estadual de Ponta Grossa como requisito parcial para a obtenção do título de Mestre em Odontologia, área de concentração em Dentística Restauradora, linha de pesquisa em Propriedades Físico-Químicas e Biológicas de Materiais.



Prof. Dr. João Carlos Gomes – Orientador
Universidade Estadual de Ponta Grossa



Prof. Dr. Antonio Setsuo Sakamoto Junior
Universidade Federal do Paraná



Prof.^a. Dr. César Augusto Galvão Arrais
Universidade Estadual de Ponta Grossa

Ponta Grossa, 14 de fevereiro de 2020.

“Tenho a impressão de ter sido uma
criança brincando à beira-mar,
divertindo-me em descobrir uma
pedrinha mais lisa ou uma concha mais
bonita que as outras, enquanto o imenso
oceano da verdade continua misterioso
diante de meus olhos”.

Isaac Newton

AGRADECIMENTOS

A **DEUS**, por ter me acompanhado nessa caminhada de aprendizado e amadurecimento, me dando força, saúde e sabedoria nos momentos de dificuldade.

A minha querida mãe, **EDELI CLEIDE STADLER**, que com muita determinação, coragem, carinho e principalmente amor, me ajudou a chegar até aqui. Grande parte do que sou é devido ao inimaginável esforço que fez durante todos os anos da minha vida.

Ao meu orientador **Prof. Dr. JOÃO CARLOS GOMES** pelos ensinamentos e confiança depositada. És um espelho para mim e para muitos de seus alunos por sua demonstração de amor à profissão e à docência.

À minha co-orientadora **Profa. Dra. GIOVANA MONGRUEL GOMES**, que me auxiliou com a metodologia de pesquisa e não mediu esforços para que fosse possível a realização deste trabalho. Obrigado por sua dedicação, paciência e disposição sempre.

À **Coordenação do Curso de Pós-Graduação em Odontologia da UEPG**, na pessoa da **Profa. Dra. NARA HELLEN CAMPANHA BOMBARDA**, pelo carinho, dedicação e atenção ao curso.

À **Universidade Estadual de Ponta Grossa** por toda a estrutura oferecida e oportunidade de realizar o curso de Mestrado.

Aos meus **amigos** e **colegas** de laboratório que sempre me auxiliaram e ajudaram para o curso de tornasse mais prazeroso.

DADOS CURRICULARES

Rodrigo Stadler Alessi

NASCIMENTO	09.10.1984	Imbituva, PR – Brasil
FILIAÇÃO	José Alberto Alessi Edeli Cleide Stadler	
2003-2007	Curso de Graduação em Odontologia pela Universidade Estadual de Ponta Grossa – UEPG. Ponta Grossa, PR – Brasil	
2009-2011	Especialização em Ortodontia pela Universidade Estadual de Ponta Grossa – UEPG. Ponta Grossa, PR – Brasil	
2014-2016	Especialização em Dentística Restauradora pela Escola de Aperfeiçoamento Profissional da Associação Brasileira de odontologia – Regional de Ponta Grossa – EAP/ABO- PG. Ponta Grossa, PR – Brasil	

2018-2020

Curso de Pós-Graduação em Odontologia pela Universidade Estadual de Ponta Grossa – UEPG.

Nível de Mestrado em Odontologia.

Área de Concentração: Dentística Restauradora.

Ponta Grossa, PR – Brasil.

RESUMO

ALESSI RS. **Efeito imediato do tratamento prévio com clorexidina na adesão de pinos de fibra com cimento resinoso autoadesivo** [Dissertação – Mestrado em Odontologia – Área de Concentração em Dentística Restauradora]. Ponta Grossa: Universidade Estadual de Ponta Grossa; 2020.

Avaliou-se o efeito da clorexidina (CHX) na dentina radicular aplicada por meio de diferentes métodos e sua influência na adesão dos pinos de fibra de vidro (PFV) cimentados com cimento resinoso autoadesivo U200 (3M ESPE). Foram selecionados 60 dentes permanentes unirradiculares, os quais tiveram suas coroas removidas imediatamente após a junção cimento-esmalte, tendo então suas raízes tratadas endodonticamente. Após uma semana, foi realizado o preparo padronizado dos condutos para a cimentação dos PFV. Nesse momento, as raízes foram divididas aleatoriamente em cinco grupos (n=12), de acordo com a combinação dos seguintes fatores: *tratamento dentinário previamente à cimentação dos PFV (solução irrigadora + método de irrigação)* – NaOCl 2,5% com irrigação convencional com agulha (NaOCl-AG - controle), CHX 2% com irrigação convencional com agulha (CHX-AG), CHX 2% com irrigação ativa por ultrassom (CHX-ULT), CHX 2% com irrigação ativa por lima Easy Clean (CHX-EC) e CHX 2% com irrigação ativa por lima XP-Endo Finisher (CHX-XP). Para cada grupo duas raízes foram selecionadas e preparadas para avaliação morfológica ultra estrutural do padrão da *smear layer* (SL) por microscopia eletrônica de varredura (MEV). Após os procedimentos de cimentação, sete raízes por grupo foram aleatoriamente avaliadas em resistência de união (RU) pelo teste de *push-out* e três para análise de nanoinfiltração (NI) por MEV. Para o padrão da SL, pode-se observar que o grupo CHX-AG não promoveu remoção da SL (*score* 3). Já o grupo NaOCl-AG e os grupos em que a CHX foi aplicada ativamente (CHX-ULT, CHX-EC e CHX-XP) removeram parcialmente a SL de forma semelhante (*score* 2). Para a RU, o teste ANOVA dois fatores demonstrou que a interação dupla (tratamento dentinário vs região radicular) foi significativa ($p < 0,001$). Todos os grupos apresentaram valores de RU significativamente superiores no terço coronário, quando comparados aos terços médio e apical ($p < 0,05$), exceto o CHX-AG. No terço médio, CHX-ULT e CHX-EC obtiveram resultados de RU significativamente superiores ao CHX-AG; porém foram estatisticamente semelhantes ao NaOCl-AG e ao CHX-XP. Para a NI, o teste ANOVA dois fatores demonstrou que a interação dupla (tratamento dentinário vs região radicular) não foi significativa ($p = 0,193$); apenas os fatores principais região radicular ($p < 0,001$) e tratamento dentinário ($p < 0,001$) foram estatisticamente significativos. Em relação à região radicular, menores valores de NI foram observados no terço coronário, e os maiores valores no terço apical. Em relação aos tratamentos dentinários, o maior valor de NI foi observado no grupo controle (NaOCl-AG), seguido do CHX-AG. O menor valor de NI foi observado para o CHX-ULT, o qual foi estatisticamente semelhante ao CHX-XP. Pode-se concluir que a aplicação ativa de CHX manteve os resultados de RU similares ao grupo controle em todas as regiões radiculares, e foi possível diminuir os valores de NI quando comparados a aplicação passiva de clorexidina e ao grupo controle.

Palavras-chave: Camada de Esfregaço. Cimentos de Resina. Clorexidina. Irrigantes do Canal Radicular. Pinos Dentários. Resistência ao Cisalhamento. Ultrassom

ABSTRACT

ALESSI RS. **Immediate effect of prior chlorhexidine treatment on the adhesion of fiber posts with self-adhesive resin cement** [Dissertação – Mestrado em Odontologia – Área de Concentração em Dentística Restauradora]. Ponta Grossa: Universidade Estadual de Ponta Grossa; 2020.

The effect of chlorhexidine (CHX) on root dentin applied by different methods and its influence on the adhesion of fiberglass posts (GFP) cemented with self-adhesive resin cement was evaluated. A total of sixty uniradicular permanent teeth were used, which had their crowns removed and their roots treated endodontically. After one week, the standard preparation of the post space was made for the cementation of the GFP. At this time, the roots were randomly divided into five groups, according to the combination of the following factors: *dentin treatment prior to cementation of GFP (irrigation solution + irrigation method)* - NaOCl 2,5% with conventional needle irrigation (NaOCl-AG - control), CHX 2% with conventional needle irrigation (CHX-AG), CHX 2% with active ultrasonic irrigation (CHX-ULT), CHX 2% with active irrigation by Easy Clean (CHX-EC), and CHX 2% with active irrigation by XP-Endo Finisher (CHX-XP). For each group two roots were selected and prepared for ultra-structural morphological evaluation of the *smear layer* (SL) by scanning electron microscopy (SEM). After the cementation procedures, seven roots per group were randomly evaluated in bond strength (BS) by push-out test and three for nanoleakage (NL). For the SL pattern, it can be observed that the CHX-AG group did not promote SL removal (score 3). The NaOCl-AG group and the groups in which CHX was actively applied (CHX-ULT, CHX-EC and CHX-XP) partially removed SL similarly (score 2). For BS, the two-way ANOVA test showed that the double interaction (dentin treatment vs root region) was significant ($p < 0.001$). All groups presented significantly higher BS values in the coronal third compared to the middle and apical thirds ($p < 0.05$), except for CHX-AG. In the middle third, CHX-ULT and CHX-EC obtained BS results significantly higher than CHX-AG; however, they were statistically similar to NaOCl-AG and CHX-XP. For NL, the two-way ANOVA test showed that the double interaction (dentin treatment vs root region) was not significant ($p = 0.193$); only the main factors root region ($p < 0.001$) and dentine treatment ($p < 0.001$) were statistically significant. Regarding the root region, lower NL values were observed in the coronary third, and the highest values in the apical third. Regarding dentin treatments, the highest NL value was observed in the control group (NaOCl-AG), followed by CHX-AG. The lowest NL value was observed for CHX-ULT, which was statistically similar to CHX-XP. It can be concluded that the active application of chlorhexidine kept the BS results similar to the control group in all root regions, and it was possible to decrease the NI values when compared to the passive application of chlorhexidine and the control group.

Keywords: Chlorhexidine. Dental Pins. Resin Cements. Shear Strength. Smear Layer. Root Canal Irrigants. Ultrasonics.

LISTA DE FIGURAS

Figura 1 –	Dente selecionado de acordo com os critérios de inclusão	30
Figura 2 –	Dente seccionado abaixo da JCE	31
Figura 3 –	Sequência de limas utilizadas no tratamento endodôntico. (A) Lima endodôntica do tipo C+ Plus #10; (B – F) Sistema Protaper Universal – S1, S2, F1, F2, F3	32
Figura 4 –	Obturação endodôntica. (A) Irrigação com EDTA; (B) Irrigação final com soro fisiológico; (C) Secagem com pontas de papel absorvente; (D e E) Obturação pela técnica de condensação vertical de Schilder; (F) Aspecto final da obturação endodôntica ...	33
Figura 5 –	Preparo do canal radicular. (A e B) Preparo do conduto com broca carbide correspondente ao pino de fibra; (C) Verificação da adaptação do pino ao comprimento de trabalho	34
Figura 6 –	Representação dos grupos experimentais	35
Figura 7 –	Representação do tratamento dentinário prévio do grupo NaOCl-AG (NaOCl 2,5% com irrigação passiva com agulha)	36
Figura 8 –	Representação do tratamento dentinário prévio do grupo CHX-AG (CHX 2% com irrigação passiva com agulha)	36
Figura 9 –	Representação do tratamento dentinário prévio do grupo CHX-ULT (CHX 2% com irrigação ativa por ultrassom)	37
Figura 10 –	Representação do tratamento dentinário prévio do grupo CHX-EC (CHX 2% com irrigação ativa por lima Easy Clean)	38
Figura 11 –	Representação do tratamento dentinário prévio do grupo CHX-XP (CHX 2% com irrigação ativa por lima XP-Endo Finisher)	38
Figura 12 –	Amostra metalizada para avaliação dos túbulos dentinários por MEV	42
Figura 13 –	Procedimento de cimentação dos PFV. (A) Secagem do conduto com pontas de papel absorvente; (B) Inserção do cimento resinoso; (C e D) Inserção do PFV; (E) Fotoativação por 40 s	45

Figura 14 – Preparo dos corpos de prova. (A e B) Obtenção das fatias com disco de diamante; (C) Mensuração da espessura das fatias	47
Figura 15 – Mensuração dos diâmetros da área adesiva pela face coronária (A) e apical (B)	48
Figura 16 – Teste de <i>push-out</i> . (A) Fatia posicionada sobre a mesa de ensaio universal. (B) Vista aproximada da fatia sobre a mesa de ensaio universal	50
Figura 17 – Espécimes fixados em stubs metálicos e planificados com sequência de lixas (A); Amostras metalizadas em ouro para serem levados ao MEV (B)	51
Figura 18 – Análise da nanoinfiltração. (A) Imagem em 60X obtida pelo MEV; (B) Cálculo do perímetro da interface adesiva entre cimento e dentina; (C) mensuração do perímetro com infiltração de nitrato de prata	52

LISTA DE QUADROS

Quadro 1 – Imagem, agente irrigante, fabricante e lote dos materiais utilizados na irrigação dos grupos	39
Quadro 2 – Instrumentos utilizados na ativação da clorexidina	40
Quadro 3 – Protocolo de aplicação dos agentes irrigantes e ativação	41
Quadro 4 – Representação dos scores para a classificação do padrão de <i>smear layer</i>	43
Quadro 5 – Imagem, material/ fabricante, composição e lote do cimento resinoso autoadesivo utilizado no experimento	46
Quadro 6 – Fotomicrografias representativas em MEV (500X e 2000X) da superfície do canal radicular obtida após os diferentes tratamentos	55
Quadro 7 – Imagens obtidas por MEV em 60X para análise de nanoinfiltração	62

LISTA DE TABELAS

Tabela 1 – Medianas (intervalos interquartis) da avaliação do padrão da <i>smear layer</i>	54
Tabela 2 – Médias e desvios padrões da resistência de união ao teste de <i>push-out</i> (MPa) para os diferentes grupos experimentais	58
Tabela 3 – Médias e desvios padrões de nanoinfiltração (%) para os diferentes grupos experimentais	61

LISTA DE ABREVIATURAS E SIGLAS

ANOVA	Análise de variância
µm	Micrômetro (s)
4-META	4-Metacriloxietil Anidrido Trimelítico
AgNO ₃ NH ₄	Nitrato de prata amoniacal
BDH	Banco de Dentes Humanos
Bis-GMA	Bis-Fenol A-Glicidil Metacrilato
BMP	Bis (2-Metacriloxietil) Ácido Fosfato
CIV	Cimento de ionômero de vidro
CEP	Comissão de Ética em Pesquisa
CHX	Clorexidina
CT	Comprimento de trabalho
D	Diagonal (is)
DeTD	Desobliteração dos túbulos dentinários
EDTA	Ácido etilenodiaminoteracético
Fenil-P	2-Metacriloxietil Fenil Hidrogênio Fosfato
G	Gramas (s)
GDMA	Glicerol dimetacrilato
Gpa	Giga (s) Pascal (is)
H	Hora (s)
H	Espessura
HEMA	Hidroxietil Metacrilato
JCE	Junção Cimento-Esmalte
Kg	Quilograma (s)
Kgf	Quilograma-força
kV	Quilovolt (s)
LED	Luz emitida por diodo
MDP	10-Metacriloxidecil Dihidrogênio Fosfato
MEV	Microscópio Eletrônico de Varredura
Min	Minuto (s)
ml	Mililitro (s)
Mm	Milímetro (s)
mm/min	Milímetro (s)/ minuto
mm ²	Milímetro (s) quadrado
Mpa	Mega Pascal (is)
mW/cm ²	Miliwatts por centímetro (s) quadrado

N	Newton (s)
n	Número amostral
NaOCl	Hipoclorito de Sódio
NI	Nanoinfiltração
PENTA-P	Monofosfato de Dipentaeritritol Pentacrilato
PFV	Pino de fibra de vidro
pH	Potencial hidrogeniônico
PMGDM	Dimetacrilato glicerol pirometílico
R	Raio coronário
r	Raio apical
Rpm	Rotação (ões) por minuto
RU	Resistência de união
RX	RelyX U200
s	Segundo (s)
S _L	Área de adesão
SL	Smear Layer
TEGDMA	Trietileno Glicol Dimetacrilato
TMPTMA	Trimetilolpropano Trimetacrilato
U.l/cc	Unidade internacional por centímetro cúbico
UDMA	Dimetacrilato de Uretano
UEPG	Universidade Estadual de Ponta Grossa
vs.	Versus

LISTA DE SÍMBOLOS

#	Sequência de número
=	Igual
+	Mais
±	Mais ou menos
%	Porcentagem
&	E (conjunção de adição)
<	Menor
>	Maior
X	Aumento de lente óptica
α	Alfa (nível de significância)
°C	Grau (s) Celsius
n°	Número
P	Significância estatística
®	Registrado
™	Marca registrada
π	Constante “pi” = 3,1416

SUMÁRIO

1	INTRODUÇÃO	18
2	REVISÃO DE LITERATURA	20
2.1	Retentores Radiculares	20
2.2	Cimentação Adesiva de Pinos de Fibra.....	21
2.2.1	Cimentos resinosos	22
2.3	MMP's, Cisteína Catepsinas (CC) e Adesão.....	23
2.4	Preparo Para o Pino de Fibra: Soluções Irrigantes	24
2.4.1	Clorexidina	25
2.4.2	Ativação de soluções irrigantes	26
3	PROPOSIÇÃO	29
3.1	Proposição Geral	29
3.2	Proposições Específicas	29
4	MATERIAL E MÉTODOS	30
4.1	Seleção dos Dentes	30
4.2	Preparo dos Dentes	30
4.2.1	Tratamento endodôntico	31
4.2.2	Preparo do canal radicular	33
4.3	Grupos Experimentais	34
4.3.1	Procedimentos de irrigação e ativação	35
4.4	Avaliação Morfológica Ultraestrutural da <i>Smear Layer</i>	41
4.5	Cimentação dos Pinos	44
4.6	Preparo dos Espécimes Para os Diferentes Testes	46

4.6.1	Divisão dos terços	48
4.7	Análise da Resistência de União (RU) Pelo Teste de <i>Push-out</i>	48
4.7.1	Avaliação dos padrões de fratura	50
4.8	Análise de Nanoinfiltração (NI) em Microscópio Eletrônico de Varredura (MEV)	50
4.9	Análise Estatística	52
5	RESULTADOS	53
5.1	Avaliação do Padrão da <i>Smear Layer</i>	53
5.2	Resistência de União	57
5.2.1	Padrão de fratura	57
5.3	Nanoinfiltração	60
6	DISCUSSÃO	63
7	CONCLUSÃO	68
	REFERÊNCIAS	69
	ANEXO A - APROVAÇÃO DO PROJETO PELA COMISSÃO DE ÉTICA EM PESQUISA (COEP) EM SERES HUMANOS DA UNIVERSIDADE ESTADUAL DE PONTA GROSSA (UEPG)	79

1 INTRODUÇÃO

Os pinos de fibra de vidro (PFV) representam uma boa alternativa para a restauração de dentes que sofreram extensa perda coronária e necessitaram tratamento endodôntico. Estes apresentam inúmeras vantagens como módulo de elasticidade semelhante ao da dentina e biocompatibilidade (Skupien et al.¹²⁶, 2016; Marchionatti et al.⁸⁵, 2017). Além disso, os PFV, juntamente aos sistemas adesivos e cimentos resinosos, permitem uma melhor distribuição das cargas mastigatórias sobre os dentes quando em função, aumentando a resistência à fratura e diminuindo o risco de falhas (Abduljawad et al.¹, 2016; Skupien et al.¹²⁶, 2016).

Esses pinos podem ser cimentados por meio de cimentos resinosos convencionais ou cimentos resinosos autoadesivos, sendo que estes últimos não requerem nenhum pré-tratamento (condicionamento ácido ou aplicação de sistema adesivo) para remover a *smear layer*, sendo aplicados em um único passo clínico (Kahnamouei et al.⁷¹, 2012), o que simplifica os procedimentos clínicos, reduz a sensibilidade da técnica (Arslan et al.⁵, 2015) e apresentam performance adesiva similar ou superior aos cimentos convencionais (Gomes et al.⁵⁹, 2011; Vichi et al.¹⁴⁷, 2012; Durski et al.³⁷, 2018).

A maioria das falhas clínicas envolvendo os PFV ao longo do tempo envolvem falhas adesivas, sendo a interface dentina-cimento resinoso o ponto fraco da cimentação (Parisi et al.¹⁰⁰, 2015). Esta interface é afetada por diversos fatores como o condicionamento da dentina, grau de umidade dentinária, soluções irrigadoras, tipo de sistema adesivo e cimentos endodônticos (Suzuki et al.¹³², 2015, Gruber et al.⁶³, 2017; Garcia et al.⁵³, 2018, Ruiz et al.¹¹¹, 2018). Outros fatores que afetam a adesão são a deterioração dos componentes resinosos pela absorção de água (Malacarne et al.⁸⁴, 2006) e degradação de fibras colágenas expostas devido à incompleta infiltração da camada híbrida (Pashley et al.¹⁰¹, 2004), que é induzida por um mecanismo proteolítico endógeno envolvendo metaloproteinases (MMPs) (Sulkala et al.¹³¹, 2007).

As MMP's são encontradas tanto na dentina coronária (Shimada et al.¹²⁴, 2009; Tersariol et al.¹³⁵, 2010) quanto na dentina radicular (Santos et al.¹¹⁴, 2009) e são ativadas tanto pelos sistemas adesivos simplificados ácido-dependentes e pelos autocondicionantes durante os procedimentos adesivos (Tay et al.¹³⁴, 2006; Mazzoni et al.⁹⁰, 2013). Estas enzimas são responsáveis pela degradação das fibras colágenas expostas na base da camada híbrida e que não foram completamente infiltradas pelos

monômeros resinosos, reduzindo a resistência de união ao longo do tempo (Egilmez et al.³⁸, 2013).

Além disso, a remoção parcial ou total da *smear layer* antes da inserção do cimento resinoso autoadesivo pode interferir na adesão desses pinos de fibra. Dessa forma, a limpeza do conduto por meio de soluções irrigadoras após o preparo do canal radicular resulta em diferentes padrões de superfície. Isso pode influenciar na ação dos monômeros ácidos que compõem os sistemas de cimentação autoadesivos (Santos et al.¹¹⁶, 2011).

Substâncias químicas como o NaOCl, EDTA, digluconato de clorexidina e suas combinações têm sido estudadas para aumentar a retenção micromecânica pela remoção da *smear layer*. Dentre essas substâncias, a clorexidina a 2% demonstrou inibir fatores intrínsecos como as MMPs (Sabatini¹¹², 2013), reduzindo, portanto, a degradação da camada híbrida, preservando a resistência de união dos pinos de fibra de vidro. Contudo não existe consenso quanto ao efeito das soluções irrigadoras na cimentação de pinos de fibra de vidro com cimentos resinosos autoadesivos e nem padronização sobre a limpeza do conduto por parte dos fabricantes, porém acredita-se que a solução utilizada, o tempo e forma de aplicação podem interferir na adesão (Oliveira et al.⁹⁷, 2018).

Estudos têm demonstrado a eficiência da ativação de soluções irrigantes na remoção da *smear layer* associados ao NaOCl e EDTA, por meio de pontas ultrassônicas e limas para este fim – Easy Clean (Easy) e XP-Endo Finisher (FKG) - previamente à obturação endodôntica (Zand et al.¹⁵³, 2017; Kato et al.⁷², 2016).

Neste contexto, o objetivo desse estudo foi avaliar, *in vitro*, o efeito de diferentes métodos de aplicação da clorexidina na dentina radicular no padrão de *smear layer* e verificar se esses métodos de ativação da clorexidina são efetivos em aumentar a resistência de união dos PFV cimentados com cimento resinoso autoadesivo.

2 REVISÃO DE LITERATURA

2.1 Retentores Intrarradiculares

Planejar a restauração de dentes tratados endodonticamente é de suma importância para a manutenção destes a longo prazo, pois suas propriedades mecânicas são diferentes em relação aos dentes vitais. Essas diferentes propriedades mecânicas resultam de grandes perdas de estrutura devido a restaurações pré-existentes, cáries, traumas e ao próprio acesso endodôntico (Dietschi et al.³⁴, 2008; Gbadebo et al.⁵⁴, 2014). A perda significativa de estrutura contribui para um aumento na deflexão cuspeada quando uma força é aplicada, favorecendo o risco de fratura ou de microinfiltração das margens da restauração (Schwartz; Robbins¹²¹, 2004).

Com o propósito de melhorar a retenção da restauração e a resistência à fratura em dentes com grandes perdas coronárias, bem como preservar a estrutura dentária remanescente, pinos de fibra de vidro têm sido amplamente propostos e estudados (Schwartz; Robbins¹²¹, 2004; Ferrari et al.⁴⁷, 2007; Albashaireh et al.², 2010; Sarkis-Onofre et al.¹³⁹, 2014; Skupien et al.¹²⁶, 2016).

Os tradicionais retentores metálicos (núcleos metálicos fundidos) apresentam alto módulo de elasticidade (média de 200 GPa) comparados à dentina radicular (18GPa). Essa grande diferença permite a transmissão das forças mastigatórias internamente, as quais tendem a se concentrar na região apical, favorecendo o risco de fratura do remanescente, irreversível em grande parte dos casos (Chieruzzi et al.²⁸, 2012).

Por volta de 1989, surgiram então os primeiros pinos de fibra, os quais eram compostos de fibras de carbono e possuíam boas propriedades mecânicas, entre as quais destaca-se a alta resistência à tração, módulo de elasticidade próximo à dentina, baixa condutibilidade elétrica e baixa toxicidade. A introdução dos pinos de fibra causou um grande impacto na Odontologia, visto que estes poderiam substituir os retentores metálicos utilizados até o momento. Sucessivamente, foram introduzidos os pinos de fibra de vidro e quartzo, os quais apresentavam radiopacidade, e por serem brancos ou translúcidos favoreciam melhores resultados estéticos (Giachetti et al.⁵⁶, 2009; Lamichhane et al.⁷⁶, 2014).

Com relação à sua composição, os pinos de fibra são formados por fibras de carbono ou sílica pré-alinhadas ou entrelaçadas unidas por uma matriz polimérica de

resina epóxica ou Bis-GMA (Drummond; Bapna³⁵, 2003; Goracci; Ferrari⁶⁰, 2011). Esta composição permite que os PFV possam ser cimentados ao canal radicular por meio de sistemas adesivos em combinação com cimentos resinosos (Ferrari et al.⁴⁹, 2001).

Entre as vantagens dos pinos de fibra de vidro estão o módulo de elasticidade semelhante ao da dentina (14 a 18,6 GPa), a alta resistência flexural o que reduz a transmissão de estresse para as paredes radiculares e o risco de fratura vertical, contribuindo para uma melhor distribuição das forças mastigatórias (Schwartz; Robbins¹²¹, 2004; Barjau-Escribano et al.⁸, 2006; Chieruzzi et al.²⁸, 2012).

Além disso, os PFV são biocompatíveis, possuem resistência à compressão e coeficiente de expansão térmica similares à dentina, apresentam propriedades ópticas favoráveis e contribuem para a estética, pois não apresentam risco de descoloração gengival ou alterações da superfície radicular por produtos corrosivos, facilidade de remoção em casos de retratamento endodôntico (Schwartz; Robbins¹²¹, 2004; Soares et al.¹²⁷, 2008; Zicari et al.¹⁵⁵ 2013; Santos-Filho et al.¹¹⁷, 2014).

2.2 Cimentação Adesiva de Pinos de Fibra

O tratamento com pinos de fibra de vidro é extremamente dependente da cimentação adesiva a qual deve promover adequada resistência de união na interface dentina-cimento-pino de fibra de vidro (Tian et al.¹³⁷, 2012). Uma adequada fixação desses pinos à dentina radicular é obtida pelo uso de cimentos resinosos e sistemas adesivos (Nissan et al.⁹⁵, 2001; Carvalho et al.¹⁸, 2009; Farina et al.⁴⁵, 2011), os quais proporcionam retenção mecânica à dentina e retenção mecânica e/ou química ao pino de fibra (Cecchin et al.²¹, 2011).

Porém, a cimentação adesiva no canal radicular pode ser um grande desafio devido a diferenças na capacidade dos sistemas adesivos em desmineralizar e infiltrar a dentina radicular, densidade e orientação dos túbulos dentinários, a presença de *smear layer* (criada pelos instrumentos endodônticos e preparo para o pino), a inserção do material no canal radicular (Ferrari et al.⁴⁹, 2001; Goracci et al.⁶², 2004; Ceballos et al.²⁰, 2007).

Ainda, em razão da sua anatomia, o terço apical da raiz dentária, por ser mais estreito e com menor número de túbulos dentinários e algumas vezes escleróticos, dificulta o controle da cimentação adesiva nessa área (Chandra et al.²⁵, 2012), o alto

índice do fator de configuração cavitário (Fator-C) bem como a distância da fonte de luz o que resulta em menor conversão dos monômeros e conseqüentemente, menor polimerização do cimento (Faria-e-Silva et al.⁴⁴, 2012; Pereira et al.¹⁰⁴, 2015).

Todos esses fatores, tornam a cimentação adesiva sujeita a falhas, sendo a perda de adesão a mais comum relatada em estudos *in vivo* e *in vitro* (Ferrari et al.⁴⁸, 2000; Goracci et al.⁶¹, 2005).

2.2.1 Cimentos resinosos

Os cimentos resinosos podem ser classificados de acordo com o modo de polimerização em autopolimerizável, dupla polimerização ou fotopolimerizável (Caughman et al.¹⁹, 2001; Bouillaguet et al.¹², 2003). Os cimentos de dupla polimerização são os mais indicados na cimentação de pinos de fibra pois combinam vantagens dos cimentos auto e fotopolimerizável como tempo de trabalho e propriedades mecânicas adequadas, além de iniciadores químicos que garantem a polimerização em áreas mais profundas onde o acesso da luz é limitado (Erdemir et al.⁴², 2010; Marghalani⁸⁶, 2012).

Os cimentos resinosos também podem ser classificados de acordo com o tratamento dentinário: condicionamento total (*etch-and-rinse*), no qual a *smear layer* é removida pela aplicação de uma substância ácida (ácido fosfórico de 35 a 37%) e em seguida enxaguada e mantida levemente úmida para aplicação do primer e adesivo (em frascos separados ou em único frasco); autocondicionante (*self-etch*), onde o primer aplicado contém monômeros ácidos que desmineralizam e infiltram a dentina e, portanto, não removem a *smear layer*, sendo esta incorporada à interface adesiva (Van Meerbeek et al.¹⁴⁶, 2003; De Munck et al.³², 2005; Viotti et al.¹⁵¹, 2009). Em 2002, foi criado um novo grupo, o autoadesivo (*self-adhesive*), o qual não requer nenhum pré-tratamento da superfície dentária tornando o procedimento de cimentação extremamente simples e reduzindo o risco de falhas (Radovic et al.¹⁰⁸, 2008; Farina et al.⁴⁵, 2011; Stape et al.¹²⁹, 2013).

Os cimentos resinosos autoadesivos são materiais híbridos de dupla ativação aos quais são adicionados monômeros acídicos e hidrofílicos que simultaneamente desmineralizam e infiltram o substrato dentário (De Munck et al.³², 2005; Lührs et al.⁸², 2010; Ferracane et al.⁴⁶, 2011). Esses monômeros multifuncionais podem ser derivados do ácido fosfórico (grupos fosfatos ou fosfonatos) ou ácido carboxílico (Van

Landuyt et al.¹⁴⁵, 2008). A presença dos monômeros funcionais do grupo fosfato conferem ao cimento, além da retenção micromecânica, uma adesão química, pois os mesmos reagem com os íons Ca^{2+} da hidroxiapatita formando ligações químicas (Gerth et al.⁵⁵, 2006; Stape et al.¹²⁹, 2013).

Entretanto, o preparo do canal radicular para receber o pino de fibra produz uma *smear layer* formada por remanescentes de guta-percha, cimento endodôntico e dentina, que diretamente afetam a resistência de união entre dentina e cimento resinoso (Vichi et al.¹⁴⁸, 2002; Kul et al.⁷⁵, 2016), pois impedem o cimento autoadesivo de desmineralizar a dentina através da *smear layer* e formar uma camada híbrida e *tags* resinosos (Monticelli et al.⁹², 2008).

Após a manipulação, os cimentos resinosos autoadesivos apresentam-se bastante ácidos (pH entre 2,0 e 2,4) e após a fotoativação, o pH começa a aumentar atingindo a neutralidade após 24h por meio de reações dos grupos acídicos com componentes alcalinos e com a hidroxiapatita (Radovic et al.¹⁰⁸, 2008; Ferracane et al.⁴⁶, 2011; Liu et al.⁸⁰, 2018).

2.3 Mmp's, Cisteína Catepsinas (CC) e Adesão

As MMP's são uma família de 30 enzimas pertencentes à família das endopeptidases e são encontradas na matriz extracelular (Hannas et al.⁶⁵, 2007; Kato et al.⁷³, 2011; Thompson et al.¹³⁶, 2012; Strobel; Hellwig¹³⁰, 2015). Essas enzimas são zinco- e cálcio-dependentes e atuam em processos fisiológicos como na remodelação de tecidos pela degradação de proteínas, principalmente o colágeno, via hidrólise (Hannas et al.⁶⁵, 2007; Osorio et al.⁹⁹, 2011; Strobel; Hellwig¹³⁰, 2015), e participam da formação e calcificação da dentina intertubular e intratubular (Bourd-Boittin et al.¹³, 2005; Hannas et al.⁶⁵, 2007; Lührs et al.⁸², 2010).

Podem ser encontradas em quase todos os tecidos do corpo, incluindo a saliva, fluido gengival e na dentina (Osorio et al.⁹⁹, 2011; Strobel; Hellwig¹³⁰, 2015). Na dentina, estão presentes tanto na dentina coronária quanto radicular (Santos et al.¹¹⁴, 2009; Toledano et al.¹³⁹, 2010) as seguintes variações de MMP's: MMP-2, MMP-3, MMP-8, MMP-9 e MMP-20, as quais são produzidas pelos odontoblastos durante a dentinogênese e então incorporadas à dentina sob uma forma inativa (Stanislawczuk et al.¹²⁸, 2009; Thompson et al.¹³⁶, 2012; Strobel; Hellwig¹³⁰, 2015).

Porém, as MMPs da dentina podem se tornar ativas quando submetidas a um meio ácido com valores de pH abaixo de 4,5, como por exemplo quando expostas à bactérias cariogênicas, ou mesmo frente ao condicionamento ácido ou uso de adesivos autocondicionantes durante os procedimentos restauradores (Vidal et al.¹⁴⁹, 2014; Chaves et al.²⁷, 2018).

O condicionamento ácido realizado nos procedimentos adesivos pode ativar MMP's latentes, o que promove alterações na conformação dessas enzimas e expõe seus sítios catalíticos (Scaffa et al.¹¹⁹, 2012).

Devido à atração química das MMPs ao colágeno, ao serem ativadas, ocorre a degradação do colágeno. Inclui-se nessa degradação as fibras colágenas expostas pela incompleta infiltração resinosa na dentina, que por sua vez, permite a penetração de água na camada híbrida. Dessa forma, ocorre a degradação hidrolítica dos materiais restauradores, reduzindo suas propriedades mecânicas e a resistência de união, e conseqüentemente, pode comprometer a durabilidade do tratamento restaurador (Pashley et al.¹⁰¹, 2004; Leitune et al.⁷⁷, 2010; Kato et al.⁷³, 2011; Strobel; Hellwig¹³⁰, 2015).

As CC's são proteinases encontradas na pré-dentina, dentina cariada, tecido pulpar e odontoblastos pertencentes à família das proteases de cisteína do tipo papaína e que participam da reabsorção e remodelação óssea e são capazes, assim como as MMPs, de degradar o colágeno exposto abaixo da camada híbrida (Tersariol et al.¹³⁵, 2010; Tjäderhane et al.¹³⁸, 2013). Entre os diferentes tipos de CC's encontradas nos tecidos humanos, a catepsina K, B e L estão presentes na polpa e na dentina (Tersariol et al.¹³⁵, 2010; Vidal et al.¹⁴⁹, 2014), Assim como as MMP's, quando submetidas a um meio ácido, favorecem a degradação da matriz orgânica da dentina e pode ativar as MMP's (Tjäderhane et al.¹³⁸, 2013; Christensen; Shastri²⁹, 2015).

2.4 Preparo Para o Pino de Fibra: Soluções Irrigantes

Conforme já mencionado, um dos fatores que tornam crítica a cimentação no canal radicular é a *smear layer* produzida durante o uso de brocas para preparo do canal para receber o PFV, a qual é formada por remanescentes de cimento endodôntico, gutta-percha, dentina e microorganismos, e que pode atingir entre 1µm e 2 µm de espessura e ainda penetrar no interior dos túbulos dentinários sob a forma

de *smear plug*. Essa camada de *smear layer* pode impedir a penetração e adaptação dos cimentos resinosos autoadesivos no interior dos túbulos dentinários reduzindo sua capacidade de união, sobretudo quando a camada de *smear layer* é muito espessa (Hayashi et al.⁶⁸, 2005; Perdigão et al.¹⁰², 2007; Angeloni et al.⁴, 2017). Com o objetivo de remover a *smear layer* e melhorar o processo de adesão, diversas substâncias químicas têm sido estudadas: NaOCl, EDTA, clorexidina, ácido fosfórico, ácido cítrico, peróxido de hidrogênio (Ertas et al.⁴³, 2014; Barreto et al.⁹, 2016; Baena et al.⁷, 2017; Alkudhairy et al.³, 2018).

Embora o NaOCl seja o irrigante mais utilizado em Endodontia em razão do seu amplo espectro antimicrobiano (Ordinola-Zapata et al.⁹⁸, 2012) e capacidade de dissolução de tecidos orgânicos (Baumgartner; Made¹⁰, 1987), sua ação promove alterações no conteúdo orgânico/inorgânico da dentina o que é motivo de preocupação com relação à adesão dos cimentos resinosos à dentina (Zehnder¹⁵⁴, 2006; Moreira et al.⁹³, 2011). Alguns estudos demonstram que o NaOCl reduz a resistência de união entre cimento resinoso e dentina radicular promovendo aumento da microinfiltração. Isto se deve, principalmente pela formação de uma camada rica em oxigênio após a irrigação pela decomposição do NaOCl em cloro e oxigênio, interferindo no processo de polimerização do cimento resinoso (Gu et al.⁶⁴, 2009; Perdigão et al.¹⁰³, 2000).

2.4.1 Clorexidina

A CHX é considerada o padrão-ouro dos antissépticos orais, sendo utilizada no controle da placa bacteriana e gengivite, prevenção e tratamento de cáries, prevenção de infecções secundárias em procedimentos cirúrgicos e manutenção da saúde peri-implantar (Gomes et al.⁵⁸, 2013). Em Endodontia, a CHX tem sido indicada como um irrigante alternativo devido a sua atividade antimicrobiana, biocompatibilidade e substantividade (Ferraz et al.⁵⁰, 2001; Santos et al.¹¹⁵, 2006; Bitter et al.¹¹, 2013; Kul et al.⁷⁵, 2016). Além disso, a clorexidina não interfere com o colágeno da matriz orgânica da dentina radicular, mantendo dessa forma a qualidade do substrato (Leitune et al.⁷⁷, 2010; Cecchin et al.²³, 2014). Erdemir et al.⁴¹ (2004) concluíram que a CHX aumentou significativamente a RU à dentina radicular pois a adsorção da CHX à dentina pode favorecer a infiltração do cimento resinoso à dentina radicular.

Com relação a forma de apresentação, ela pode ser líquida ou em gel. Estudos demonstram que a CHX líquida possui atividade microbiana igual ou superior a CHX em gel (Gomes et al.⁵⁷, 2001; Sena et al.¹²³, 2006).

Estudos demonstram que a clorexidina pode ser empregada como um inibidor não específico das metaloproteinases (MMPs) da dentina e das cisteína catepsinas reduzindo a degradação da união entre dentina e materiais resinosos bem como preservação da camada híbrida e da resistência de união (Breschi et al.¹⁵, 2008; Campos et al.¹⁶, 2009; Lindblad et al.⁷⁹, 2012).

Durski et al.³⁷ (2018) avaliaram o efeito do tratamento prévio com clorexidina imediatamente após a cimentação dos pinos de fibra com um cimento resinoso autoadesivo e um cimento de condicionamento total, e após 10.000 e 20.000 ciclos, e concluíram que o cimento resinoso autoadesivo apresentou melhores resultados de resistência de união que o de condicionamento total em todos os terços radiculares, e que o tratamento prévio com clorexidina melhorou a adesão tanto imediatamente quanto ao longo do tempo. Isso se deve ao fato da adsorção da clorexidina pela dentina pode favorecer a infiltração dos agentes resinosos nos túbulos dentinários, e a presença de surfactantes de superfície na composição das soluções de clorexidina aumentam a energia de superfície da dentina e conseqüentemente sua molhabilidade o que poderia contribuir para uma melhor adesão da dentina radicular aos cimentos resinosos (Santos et al.¹¹⁵, 2006; Hashem et al.⁶⁷, 2009; Lindblad et al.⁷⁸, 2010; Elnaghy⁴⁰, 2014) e sua ação antes da cimentação inibiu MMP's preservando a união ao longo do tempo (Breschi et al.¹⁴, 2010; Sabatini et al.¹¹², 2013).

Entretanto, os estudos demonstram que a CHX, assim como o NaOCl, não é eficiente na remoção da *smear layer* (Violich; Chandler¹⁵⁰, 2010; Elnaghy et al.⁴⁰, 2014), especialmente quando são usadas passivamente, sem nenhum tipo de ativação (Kuah et al.⁷⁴, 2009).

2.4.2 Ativação de soluções irrigantes

O método mais utilizado para a irrigação do canal radicular é a irrigação convencional com agulha no qual uma cânula é acoplada à uma seringa e a solução é injetada no interior do canal. Contudo, esse método é bastante limitado na remoção da *smear layer*, principalmente na região apical (Mozo et al.⁹⁴, 2014).

Técnicas para ativação de soluções irrigantes durante o tratamento

endodôntico têm sido desenvolvidas e estudadas com o objetivo de remover, de maneira mais eficaz, microrganismos, tecidos orgânicos e a *smear layer* (Yost et al.¹⁵², 2015; FundaoğLu Küçükekenci; Küçükekenci⁵², 2019), embora estudos em que as soluções irrigantes são aplicadas ativamente previamente a cimentação de pinos são escassos.

A Irrigação Passiva Ultrasônica ou *Passive Ultrasonic Irrigation* (PUI) pode contribuir na remoção de debris, bem como de microrganismos e tecidos orgânicos (Van der Sluis et al.¹⁴³, 2007; Metzger et al.⁹¹, 2013). Dessa forma, ocorre um aumento da exposição dos túbulos dentinários e potencializa-se a ação de soluções irrigantes em áreas anatômicas mais complexas (Van der Sluis et al.¹⁴⁴, 2010), o que favorece a penetração do cimento resinoso contribuindo para maiores valores na resistência de união de pinos de fibra (Barreto et al.⁹, 2016). Esse método consiste em ativar a solução irrigante no canal radicular já preparado por meio de uma ponta ultrasônica acoplada à um aparelho de ultrassom, o qual converte energia elétrica em ondas ultrasônicas de uma determinada frequência (30 kHz), produzindo um fluxo acústico na solução devido sua rápida agitação (Van der Sluis et al.¹⁴³, 2007).

A lima Easy Clean é um instrumento plástico similar à um instrumento rotatório endodôntico de tamanho 25/04 e sua parte ativa possui a forma de uma “asa de aeronave”. Esse sistema promove limpeza pela agitação da solução irrigante e remoção mecânica de detritos aderidos às paredes do canal por todo o comprimento do instrumento e com a vantagem de não deformar as paredes do canal pois diferentemente de uma ponta ultrasônica, esta é feita de plástico (Kato et al.⁷², 2016). Embora pouco estudada, ela tem apresentado resultados semelhantes à PUI na remoção de debris das paredes dentinárias (Kato et al.⁷², 2016; Rodrigues et al.¹⁰⁹, 2017), e preconiza-se ser realizado três ciclos de 20 segundos renovando a solução entre cada ciclo (Duque et al.³⁶, 2017).

A lima XP-Endo Finisher é um instrumento rotatório de NiTi com diâmetro ISO 25 e *taper* 0, flexível, sendo seu uso recomendado após a instrumentação dos canais radiculares com a finalidade de melhorar a limpeza dos canais e preservar a dentina. (Zand et al.¹⁵³ 2017; Trope; Debelian¹⁴², 2015). Ao ser acionada em instrumento de baixa rotação ela pode expandir até 6 mm de diâmetro ou 100 vezes o seu volume inicial alcançando áreas pouco acessíveis (FKG Dentaire SA⁵¹).

Em temperatura ambiente a lima é reta e está na fase martensítica. Ao ser introduzida no canal radicular (35°C), ela passa para a fase austenítica modificando

sua forma devido sua memória molecular. Ao ser colocada novamente em temperatura ambiente a lima retorna à sua forma original. (Zand et al.¹⁵³, 2017). Estudos tem demonstrado sua eficiência na remoção de *smear layer* em combinação com NaOCl e EDTA e recomendando seu uso (Jayakumaar et al.⁶⁹, 2019; Zand et al.¹⁵³, 2017).

Poletto et al.¹⁰⁵ (2017) avaliaram a remoção da *smear layer* comparando EDTA, NaOCl e CHX com e sem ativação por PUI. Não houve diferença entre os grupos NaOCl e CHX nem por irrigação passiva por agulha nem por PUI, não obtendo nenhum benefício na remoção da *smear layer* por meio da ativação ultrassônica, sendo que o EDTA apresentou os melhores resultados. Contudo, estudos que realizaram a ativação da CHX antes da obturação endodôntica demonstraram resultados semelhantes entre CHX e NaOCl com relação à profundidade de penetração nos túbulos dentinários, indicando um aumento na remoção de debris (Llena et al.⁸¹, 2015).

Diante do exposto pela literatura, acredita-se que a clorexidina e sua ativação previamente à cimentação de pinos de fibra podem alterar a superfície dentinária, melhorando a exposição dos túbulos dentinários pela remoção mecânica da *smear layer* e, dessa forma, influenciar na adesão dos PFV com cimentos resinosos autoadesivos.

3 PROPOSIÇÃO

3.1 Proposição Geral

Avaliar o efeito de diferentes métodos de aplicação da clorexidina 2% no tratamento prévio da dentina radicular na adesão do cimento resinoso autoadesivo ao canal radicular durante a cimentação de pinos de fibra de vidro.

3.2 Proposições Específicas

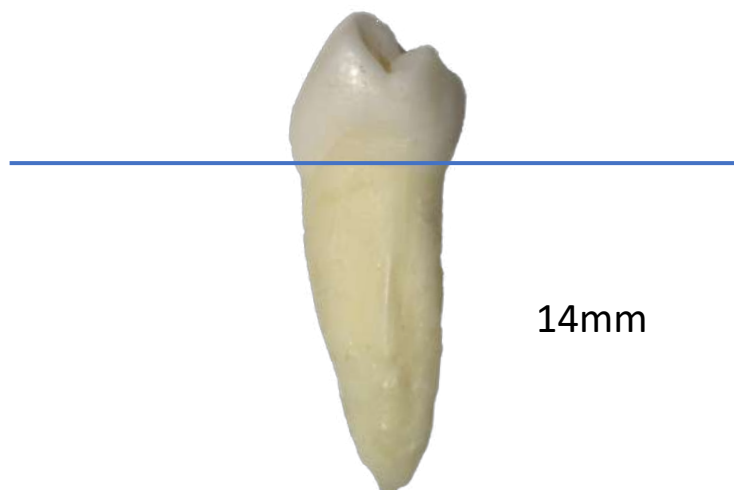
- 3.2.1 Avaliar o efeito de diferentes métodos de aplicação da clorexidina (irrigação convencional com agulha, ativa por ultrassom, ativa por lima Easy Clean e ativa por lima XP-Endo Finisher) na dentina radicular, para cimentação de pinos de fibra de vidro, utilizando-se cimento resinoso autoadesivo nos valores de **resistência de união** entre pino de fibra e dentina radicular nas diferentes regiões radiculares (terço coronário, médio e apical).
- 3.2.2 Avaliar o efeito de diferentes métodos de aplicação ativa da clorexidina (irrigação convencional com agulha, ativa por ultrassom, ativa por lima Easy Clean e ativa por lima XP-Endo Finisher) na dentina radicular, para cimentação de pinos de fibra de vidro, utilizando-se cimento resinoso autoadesivo nos valores de **nanoinfiltração** dentro da dentina radicular após a cimentação de pinos de fibra de vidro nas diferentes regiões radiculares (terço coronário, médio e apical).
- 3.2.3 Avaliar o efeito de diferentes métodos de aplicação ativa da clorexidina (irrigação convencional com agulha, ativa por ultrassom, ativa por lima Easy Clean e ativa por lima XP-Endo Finisher) na dentina radicular, no **padrão de smear layer** da dentina radicular; por microscopia eletrônica de varredura (MEV).

4 MATERIAL E MÉTODOS

4.1 Seleção dos Dentes

Este estudo foi submetido e aprovado pela Comissão de Ética em Pesquisa da Universidade Estadual de Ponta Grossa (CEP-UEPG) por meio do parecer nº. 3.019.405 (Anexo A). Foram selecionados 60 dentes permanentes unirradiculares, obtidos no Banco de Dentes Humanos (BDH) da UEPG. Os dentes foram limpos com curetas periodontais (Duflex, SS White, Rio de Janeiro, RJ, Brasil) e armazenados em água destilada à temperatura ambiente até 6 meses após extração. Os dentes selecionados para o presente estudo obedeceram aos seguintes critérios de inclusão: ausência de cárie, de dilacerações radiculares, de tratamento endodôntico prévio, de ápice incompleto, além de um comprimento radicular medido da junção cemento-esmalte (JCE) de pelo menos 14 mm (Figura 1).

Figura 1 – Dente selecionado de acordo com os critérios de inclusão



Fonte: O autor

4.2 Preparo dos Dentes

Os dentes foram seccionados perpendicularmente em relação ao seu longo eixo imediatamente abaixo da JCE, com disco de diamante montado em uma máquina

de corte ISOMET 1000 (Buehler, Lake Bluff, IL, EUA) a uma velocidade de 300 rpm sob refrigeração com água constante, de modo a criar um acesso ao canal radicular (Figura 2).

Figura 2 – Dente seccionado abaixo da JCE

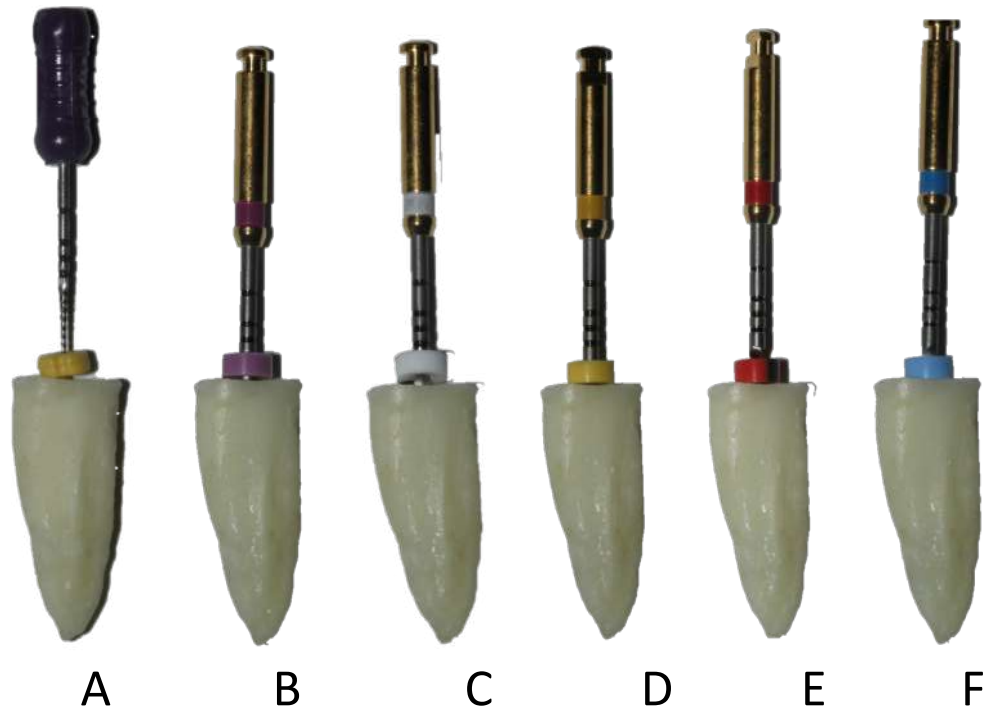


Fonte: O autor

4.2.1 Tratamento endodôntico

O esvaziamento dos condutos foi realizado com limas tipo C+ Plus (Dentsply Maillefer, Ballaigues, Suíça) # 10, associando solução de NaOCl 2,5% para suspensão da matéria orgânica. Em seguida realizou-se a irrigação/instrumentação alternada de NaOCl 2,5%, e instrumento Ni-Ti ProTaper (Dentsply Maillefer, Ballaigues, Suíça) na sequência S1, S2, F1, F2 e F3, conforme as recomendações do fabricante (Figura 3). As limas foram substituídas a cada três dentes instrumentados. Para a instrumentação utilizou-se o motor endodôntico X-Smart Plus (Dentsply Maillefer, Ballaigues, Suíça).

Figura 3 – Sequência de limas utilizadas no tratamento endodôntico. (A) Lima endodôntica do tipo C+ Plus #10; (B – F) Sistema Protaper Universal – S1, S2, F1, F2, F3.



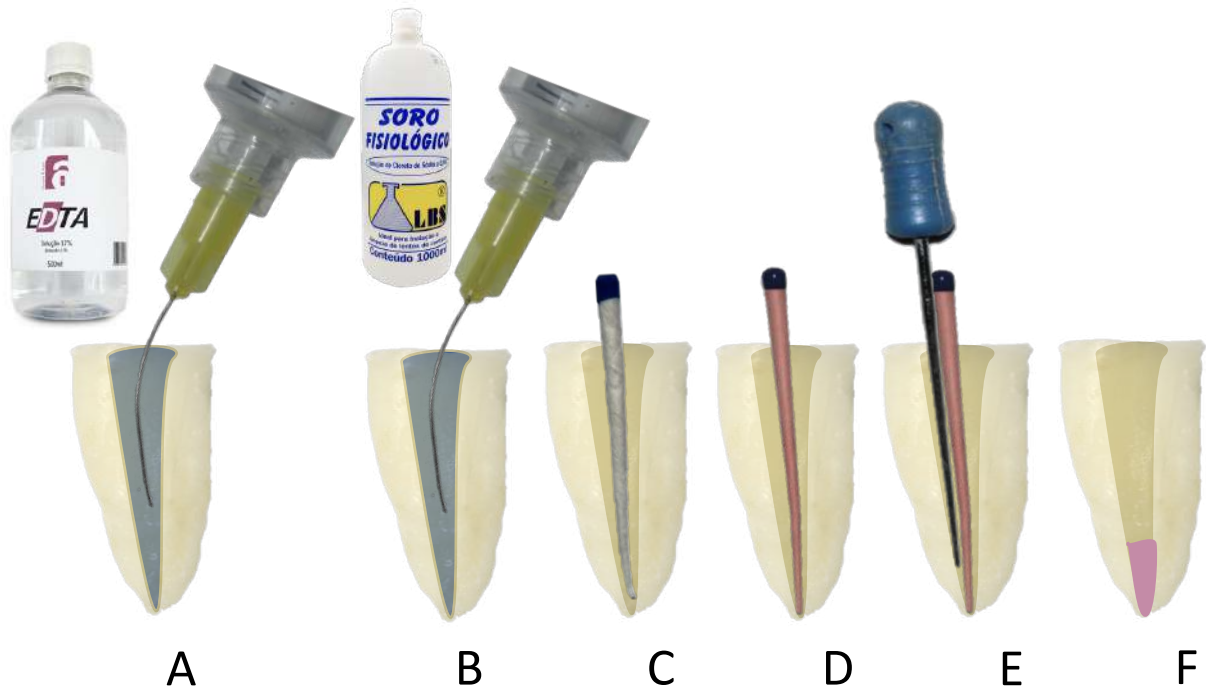
Fonte: O autor

Após esse procedimento, foi efetuado o enxágue dos canais com soro fisiológico, irrigação e aspiração final com solução de EDTA 17% (Fórmula e Ação, São Paulo, SP, Brasil) durante 3 min seguidos de irrigação final com soro fisiológico. Os canais foram secos com pontas de papel absorvente (Dentsply Maillefer, Petrópolis, RJ, Brasil) e obturados somente os 4 mm apicais por meio do primeiro passo da técnica de condensação vertical de Schilder¹²⁰ (1967) utilizando cones de guta-percha aquecidos (Dentsply Maillefer, Petrópolis, RJ, Brasil) e cimento obturador à base de hidróxido de cálcio (Sealer 26, Dentsply Indústria e Comércio Ltda, Petrópolis, RJ, Brasil), manipulado de acordo com as instruções do fabricante (Figura 4). Todas as raízes tiveram o tratamento endodôntico realizado pelo mesmo operador.

Tomadas radiográficas periapicais dos canais radiculares (Kodak Ultra, Eastman Kodak, NY, EUA) foram realizadas para verificação da completa ausência de material obturador além dos 4 mm apicais dos canais. Em seguida, procedeu-se um vedamento da entrada dos canais radiculares de todos os dentes com cimento de

ionômero de vidro convencional (Vitro Fil, DFL, Rio de Janeiro, RJ, Brasil) e as raízes foram armazenadas em estufa sob umidade relativa à 37°C por uma semana.

Figura 4 – Obturação endodôntica. (A) Irrigação com EDTA; (B) Irrigação final com soro fisiológico; (C) Secagem com pontas de papel absorvente; (D e E) Obturação pela técnica de condensação vertical de Schilder; (F) Aspecto final da obturação endodôntica.



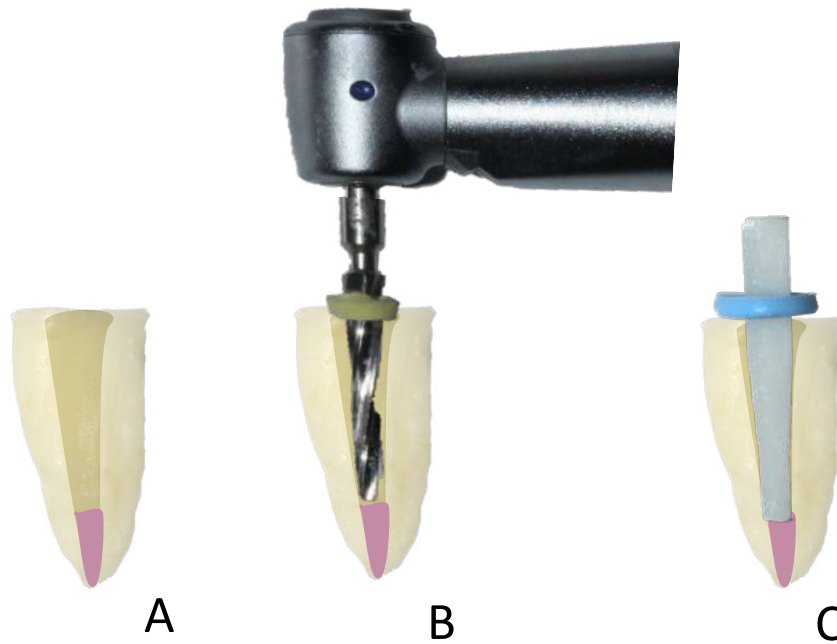
Fonte: O autor

4.2.2 Preparo radicular

Após uma semana de armazenamento em umidade relativa com água destilada a $37^{\circ} \pm 1^{\circ}\text{C}$, os condutos foram preparados com a broca correspondente ao pino de fibra de vidro White Post DC nº 2 (FGM, Joinville, SC, Brasil) adaptadas em um aparelho de baixa rotação, com o objetivo de facilitar a adaptação exata do pino dentro do canal radicular.

O comprimento de trabalho (CT) foi de 10 mm para todos os dentes, respeitando o limite apical do material obturador de 4 mm (Figura 5). A cada cinco preparos, a broca de preparos dos canais foi substituída.

Figura 5 – Preparo do canal radicular. (A e B) Preparo do conduto com broca carbide correspondente ao pino de fibra; (C) Verificação da adaptação do pino ao comprimento de trabalho.

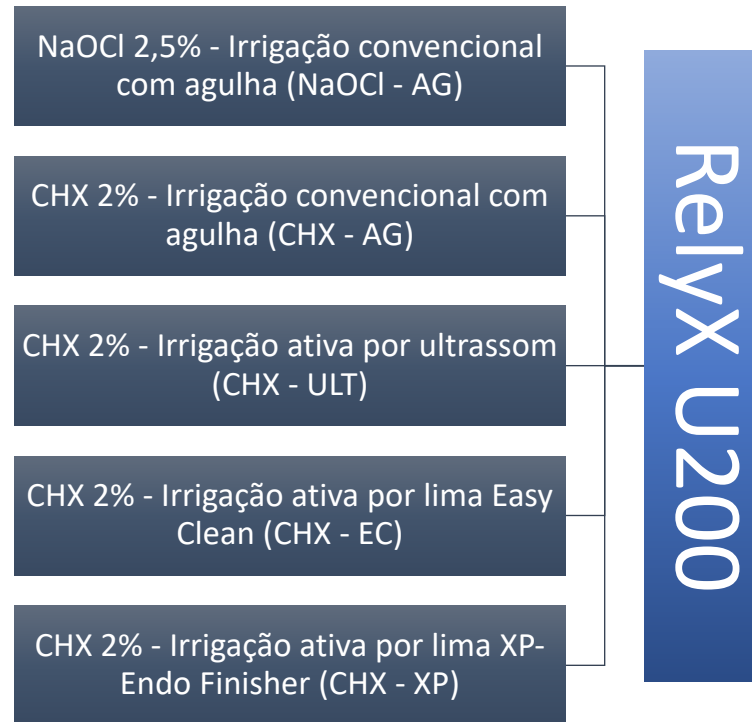


Fonte: O autor

4.3 Grupos Experimentais

Após o preparo mecânico dos canais radiculares, as raízes foram aleatoriamente divididas em 5 grupos (n=12), de acordo com o **tratamento dentinário previamente à cimentação dos PFV (solução irrigadora + método de irrigação)** – NaOCl 2,5% com irrigação convencional com agulha (controle), clorexidina (CHX) 2% com irrigação convencional com agulha, CHX 2% com irrigação ativa por ultrassom, CHX 2% com irrigação ativa por lima Easy Clean (Easy, Belo Horizonte, MG, Brasil) e CHX 2% com irrigação ativa por lima XP-Endo Finisher (FKG, La Chaux-de-Fonds, Suíça) (Figura 6).

Figura 6 – Representação dos grupos experimentais



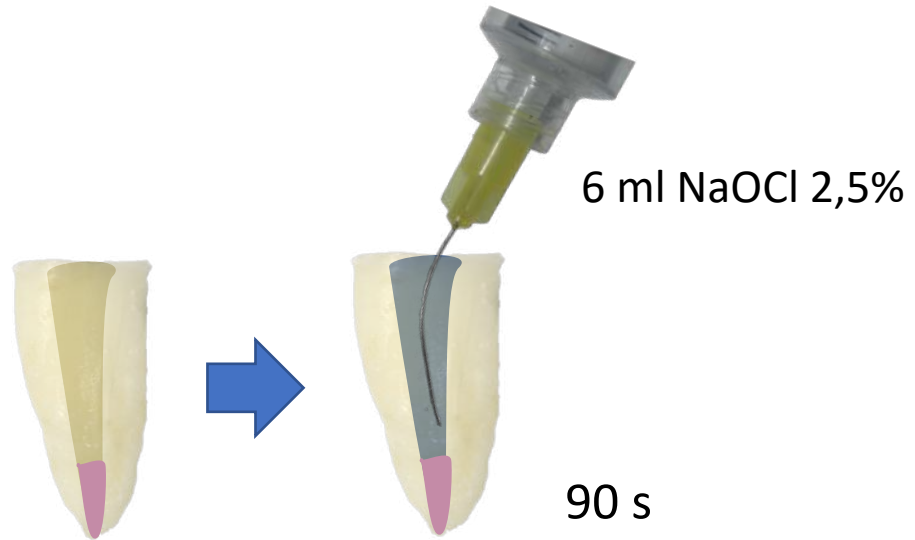
Fonte: O autor

4.3.1 Procedimentos de irrigação e ativação

Os diferentes tratamentos de superfícies foram realizados pelo mesmo operador da seguinte forma:

- NaOCl 2,5% com irrigação passiva com agulha (NaOCl-AG [controle]): Irrigação de 6 ml de NaOCl 2,5% durante 90 s. Durante a irrigação utilizou-se seringa descartável e uma agulha de calibre 30 (NaviTip, Ultradent, South Jordan, UT) inserida 1 mm aquém da obturação do canal radicular, e movendo-a aproximadamente 4 mm em movimentos de vai-e-vem durante a irrigação (Figura 7).

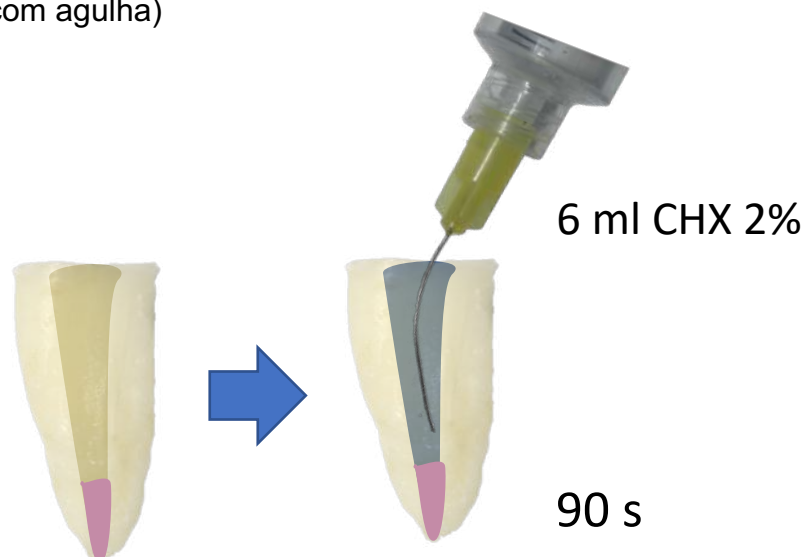
Figura 7 – Representação do tratamento dentinário prévio do grupo NaOCl-AG (NaOCl 2,5% com irrigação passiva com agulha)



Fonte: O autor

- **CHX 2% com irrigação passiva com agulha (CHX-AG):** Irrigação de 6 ml de CHX 2% durante 90 s. Durante a irrigação utilizou-se uma agulha de calibre 30 (NaviTip, Ultradent, South Jordan, UT) inserida 1 mm aquém da obturação do canal radicular, e movendo-a aproximadamente 4 mm em movimentos de vai-e-vem durante a irrigação (Figura 8).

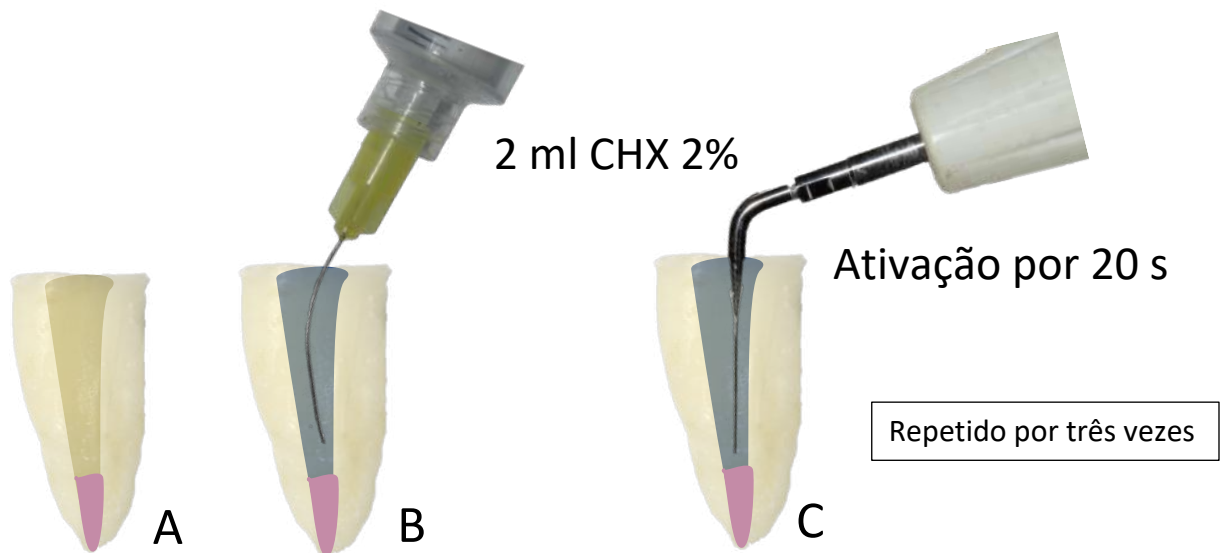
Figura 8 – Representação do tratamento dentinário prévio do CHX-AG (CHX 2% com irrigação passiva com agulha)



Fonte: O autor

- **CHX 2% com irrigação ativa com ultrassom (CHX-ULT):** Irrigação de 2 ml de CHX 2% por 10 s seguida de ativação com ponta ultrassônica (E1 – Irrisonic, Helse Dental Technology, Santa Rosa de Viterbo, SP, Brasil) por 20 s em um aparelho de ultrassom Profi Neo (Dabi Atlante, Ribeirão Preto, SP, Brasil) na potência de 20%, sendo esse procedimento repetido por três vezes (Figura 9).

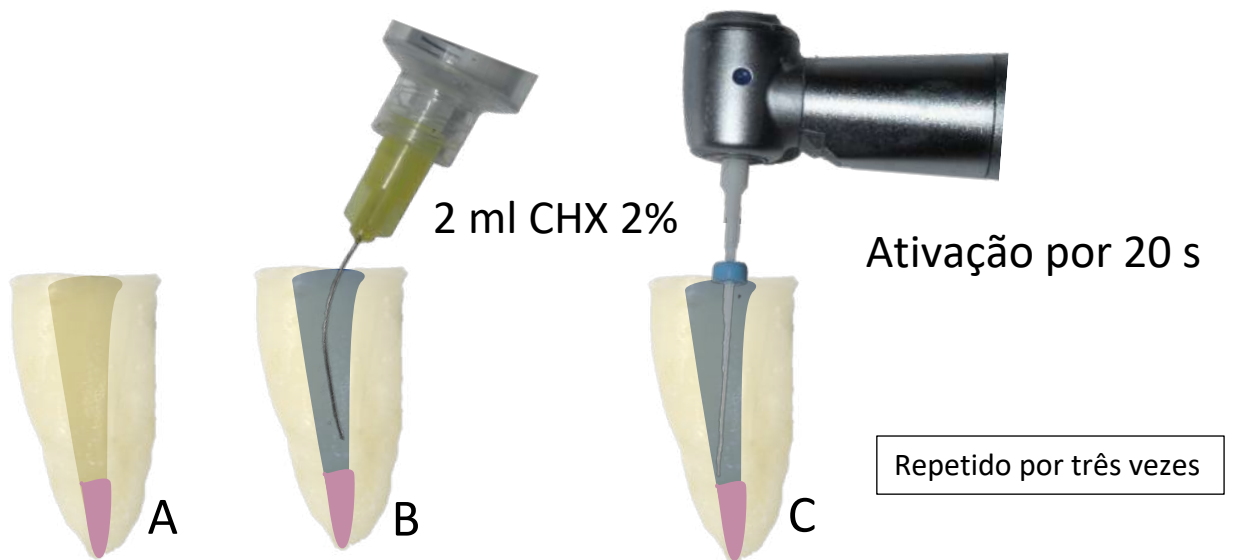
Figura 9 – Representação do tratamento dentinário prévio do grupo CHX-ULT (CHX 2% com irrigação ativa por ultrassom)



Fonte: O autor

- **CHX 2% com irrigação ativa com lima Easy Clean (CHX-EC):** Irrigação de 2 ml de CHX 2% por 10 s seguida de ativação com lima Easy Clean (Easy) por 20 s acoplada em instrumento de baixa rotação (20.000 rpm), sendo esse procedimento repetido por três vezes (Figura 10).

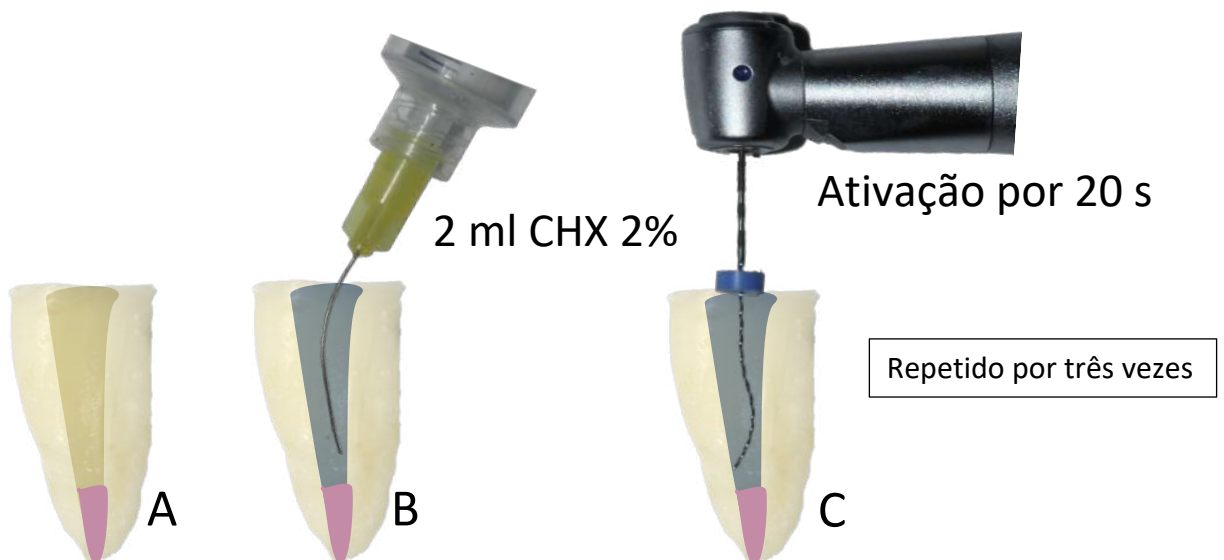
Figura 10 – Representação do tratamento dentinário prévio do grupo CHX-EC (CHX 2% com irrigação ativa por lima Easy Clean)



Fonte: O autor

- **CHX 2% com irrigação ativa com lima XP-Endo Finisher (CHX-XP):** Irrigação de 2 ml de CHX 2% por 10 s seguida de ativação com lima XP-Endo Finisher (FKG) por 20 s acoplada ao motor endodôntico X-Smart Plus (Dentsply) a 800 rpm e torque 1 N, sendo esse procedimento repetido por três vezes (Figura 11).

Figura 11 – Representação do tratamento dentinário prévio do grupo CHX-XP (CHX 2% com irrigação ativa por lima XP-Endo Finisher)





Fonte: O autor

Os protocolos de irrigação/ativação utilizados foram adaptados de van der Sluis et al.¹⁴⁴, 2010 e Duque et al.³⁶, 2017.

Após os tratamentos de superfície, os canais radiculares foram enxaguados com água destilada por 1 min e secos com jato de ar por 3 s e duas pontas de papel absorvente.




Os agentes irrigantes e os instrumentos ativadores estão descritos no quadro 1 e quadro 2 respectivamente, e no quadro 3 o tempo de aplicação/ativação do irrigante em cada grupo.

Quadro 1: Imagem, agente irrigante, fabricante e lote dos materiais utilizados na irrigação dos grupos

	Agente Irrigante	Fabricante	Lote
	Hipoclorito de Sódio (NaOCl) 2,5%	Asfer Indústria Química Ltda, São Caetano do Sul, SP, Brasil	54
	Clorexidina (CHX) 2%	Rioquímica, São José do Rio Preto, SP, Brasil	1802190C

Fonte: O autor

Quadro 2: Instrumentos utilizados na ativação da clorexidina

Instrumento	Nome/ Fabricante
 A curved, multi-lumen irrigation tip with a long, thin, tapered end.	E1-Irrisonic (Helse Dental Technology, Santa Rosa de Viterbo, SP, Brasil)
 A straight, multi-lumen irrigation tip with a blue handle and a long, thin, tapered end.	Easy Clean (Easy, Belo Horizonte, MG, Brasil)
 A straight, multi-lumen irrigation tip with a blue handle and a long, thin, tapered end with a wavy tip.	XP-Endo Finisher (FKG, La Chaux-de-Fonds, Suíça)

Fonte: O autor

Quadro 3: Protocolo de aplicação dos agentes irrigantes e ativação

Grupo	Protocolo
NaOCl 2,5% - Irrigação convencional com agulha (NaOCl-AG)	Irrigação de 6 ml de NaOCl 2,5% durante 90 s
CHX 2% - Irrigação convencional de agulha (CHX-AG)	Irrigação de 6 ml de CHX 2% durante 90 s
CHX 2% - Irrigação ativa por ultrassom (CHX-ULT)	Irrigação de 2 ml de CHX 2% durante 10 s e ativação por meio de ponta ultrassônica por 20 s, sendo esse procedimento realizado três vezes
CHX 2% - Irrigação ativa por lima Easy Clean (CHX-EC)	Irrigação de 2 ml de CHX 2% durante 10 s e ativação por meio da lima Easy Clean por 20 s, sendo esse procedimento realizado três vezes
CHX 2% - Irrigação ativa por lima XP-Endo Finisher (CHX-XP)	Irrigação de 2 ml de CHX 2% durante 10 s e ativação por meio da lima XP-Endo Finisher por 20 s, sendo esse procedimento realizado três vezes

Fonte: O autor

4.4 Avaliação Morfológica Ultraestrutural da *Smear Layer*

Duas raízes por grupo (n=2) que não iriam receber a cimentação do pino de fibra de vidro foram aleatoriamente selecionadas para avaliação do padrão da *smear layer* após a irrigação dos canais radiculares. Para facilitar a fragmentação da raiz e consequente exposição da luz do canal, foram confeccionados dois sulcos longitudinais de orientação na superfície radicular externa dos dentes com auxílio de um disco diamantado de dupla face adaptado em baixa rotação, um na face vestibular e outro na lingual, tomando-se o cuidado para não atingir o interior dos canais radiculares. Em seguida, usando um cinzel (instrumento cortante manual), realizou-se a clivagem longitudinal das raízes, sendo as mesmas divididas em duas hemiseções deixando exposta toda a extensão do canal radicular.

As amostras (hemi-seções) foram fixadas em uma base metálica (*stub*) e então desidratadas mantendo-as em um recipiente com sílica coloidal e em estufa seca à 37°C por 48h. Após esse período, as amostras foram metalizadas com ouro e analisadas em microscopia eletrônica de varredura (MEV) (Figura 12).

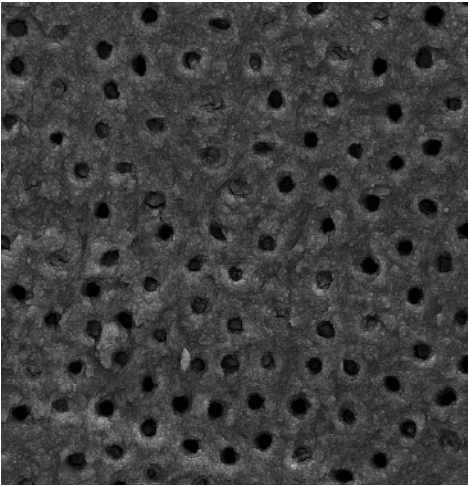
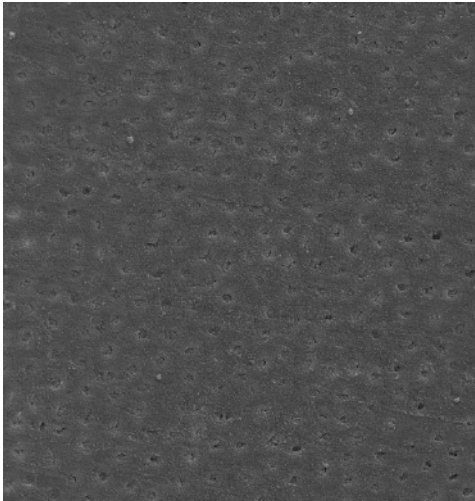
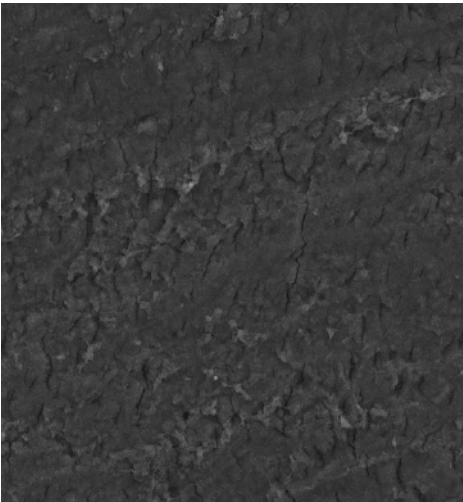
Figura 12 – Amostra metalizada para avaliação dos túbulos dentinários por MEV.



Fonte: O autor

Foram obtidas imagens de cada amostra dos seus terços coronário, médio e apical registrados em diferentes ampliações (100X, 500X e 2000X), totalizando 9 imagens por hemiseção. A avaliação dos túbulos dentinários abertos foi realizada através das imagens de 2000X por dois operadores, previamente calibrados, que classificaram o padrão de *smear layer* em uma escala ordinal de 1 a 3 (Quadro 4). Onde (1) corresponde a sem *smear layer* (SL), quando a superfície do canal radicular não apresenta SL e todos os túbulos estão limpos e abertos, (2) indica quantidade moderada de SL, sem SL na superfície do canal radicular, porém, os túbulos contém debris e (3) representa grande quantidade de SL cobrindo a superfície do canal radicular e túbulos dentinários (Torabinejad et al.¹⁴¹, 2003; Poletto et al.¹⁰⁵, 2017). Caso não houvesse concordância entre os avaliadores, a amostra em questão foi analisada em conjunto até obter o consenso. As outras imagens obtidas foram utilizadas para avaliação qualitativa da abertura dos túbulos dentinários

Quadro 4: Representação dos scores para a classificação do padrão de *smear layer*

IMAGEM EM 2000 X	SCORE ATRIBUÍDO
	<p>Score 1: Sem SL. Sem SL na superfície do canal radicular, todos os túbulos limpos e abertos</p>
	<p>Score 2: Quantidade moderada de SL. Sem SL na superfície do canal radicular, túbulos contém debris.</p>
	<p>Score 3: Grande quantidade de SL. SL cobrindo a superfície do canal radicular e túbulos dentinários.</p>

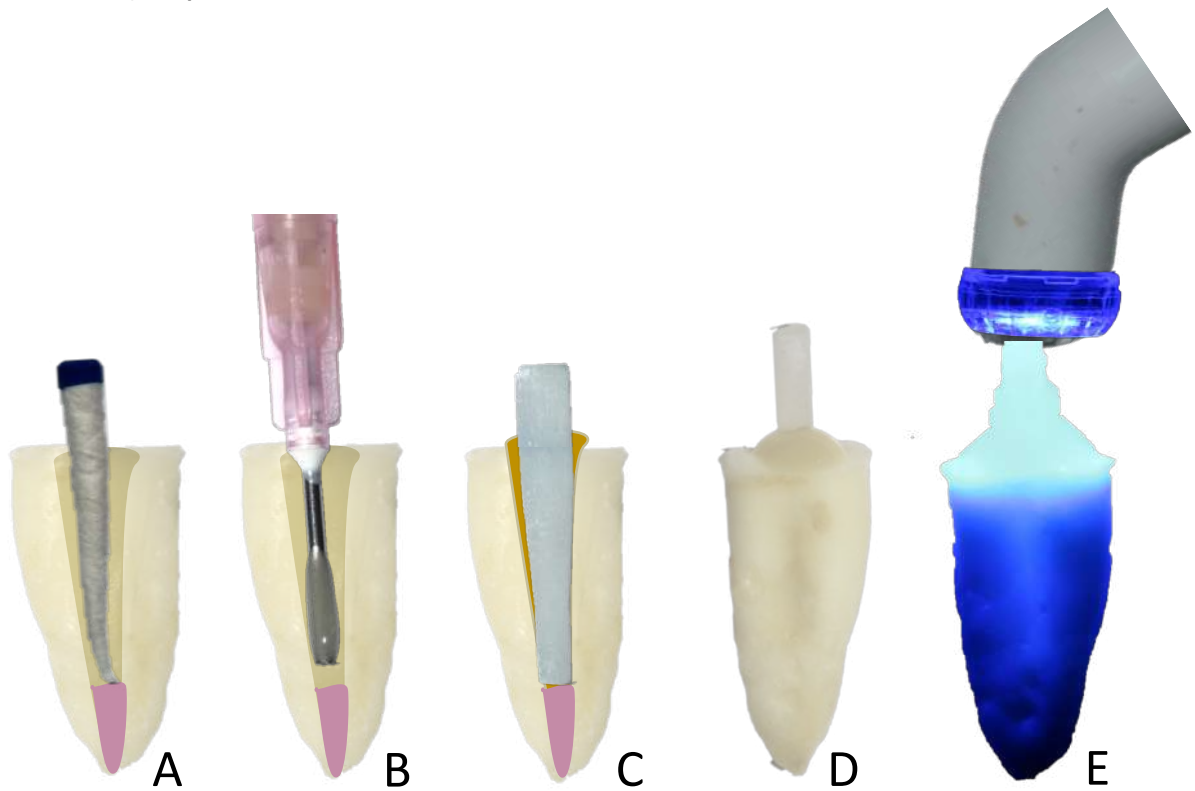
Fonte: O autor

4.5 Cimentação dos Pinos

Em cada grupo experimental (n=12) foram cimentados os PFV White Post DC nº 2 (FGM, Joinville, SC, Brasil) nas 10 raízes restantes utilizando-se o cimento resinoso autoadesivo RelyX U200 (3M ESPE, St. Paul, EUA). Os pinos foram seccionados com o auxílio de uma ponta diamantada nº 4138 (KG Sorensen, Cotia, São Paulo, Brasil) em alta rotação e sob refrigeração de água, a fim de obter 13 mm de comprimento, sendo que 10 mm preencheriam o CT radicular, e os outros 3 mm serviram como guia da distância do aparelho fotopolimerizador durante a fotoativação dos espécimes. Em seguida, os pinos foram limpos com gaze com álcool 70% por 5 s conforme orientação do fabricante.


A inserção do cimento resinoso para a cimentação dos pinos de fibra de vidro foi realizada por meio de uma seringa de insulina (100 U.l/cc - 13 x 0,45 mm - 26 G1/2 [Descarpack®, São Paulo, SP, Brasil]) e agulha calibre 1,20 x 40 mm (BD PrecisionGlide™, Curitiba, PR, Brasil) seccionada em 10 mm para diminuir o comprimento e facilitar a aplicação dentro do conduto. A fotopolimerização foi realizada através de um aparelho de LED, luz emitida por diodo (Radii Plus, SDI Limited, Victoria, Austrália), por 40 s com uma intensidade de 1200 mW/cm² posicionado sobre o PFV na cervical (Figura 13). Após os procedimentos de cimentação, todas as raízes foram armazenadas em umidade relativa com água destilada a 37°C ± 1°C por 24h. A composição detalhada do cimento resinoso autoadesivo utilizado está no Quadro 5.

Figura 13 – Procedimento de cimentação dos PFV. (A) Secagem do canal com pontas de papel absorvente; (B) Inserção do cimento resinoso; (C e D) Inserção do PFV; (E) Fotoativação por 40 s.



Fonte: O autor

Quadro 5: Imagem, material/ fabricante, composição e lote do cimento resinoso autoadesivo utilizado no experimento.

Imagem	Material / Fabricante	Composição	Lote
	<p>RelyX U200 / 3M ESPE</p>	<p>Pasta A: Pó de vidro tratado com silano, ácido 2-propenóico, 2-metil, 1,1'-[1-(hydroxymetil)-1,2-ethanoidyl] éster, TEGDMA, sílica tratada com silano, fibra de vidro, persulfato de sódio e per-2,5,5-trimetil- hexanoato t-butila.</p> <p>Pasta B: Pó de vidro tratado com silano, dimetacrilato substituto, sílica tratada com silano p-toluenosulfonato de sódio, 1-benzil-5-fenil-ácido báico, sais de cálcio, 1,12- dodecano dimetacrilato, hidróxido de cálcio e dióxido de titânio.</p>	<p>1816500278</p>

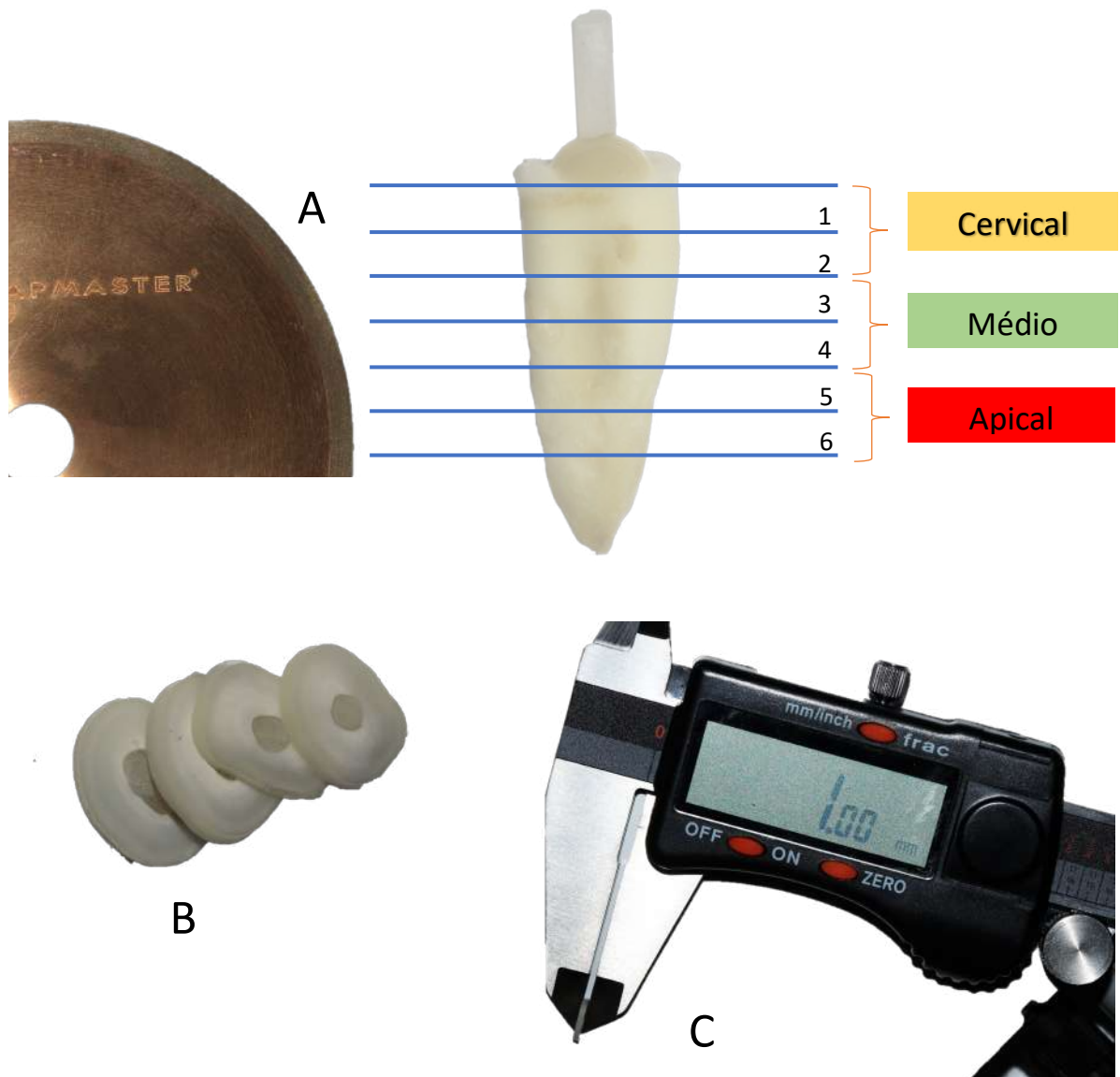
Fonte: O autor

4.6 Preparo dos Espécimes Para os Diferentes Testes

Das dez raízes que receberam PFV de cada grupo experimental, sete foram aleatoriamente selecionadas para o teste de resistência de união (RU) e três para análise de nanoinfiltração (NI).

Para esse propósito, após o período de armazenagem, as raízes foram adaptadas com cera pegajosa (Asfer, São Caetano do Sul, SP, Brasil) e então seccionadas perpendicularmente em relação ao seu longo eixo com um disco de diamante montado em uma máquina de corte ISOMET 1000 (Buehler, Lake Bluff, IL, EUA) sob refrigeração com água constante. Seis fatias com espessura média de $1 \pm 0,1$ mm serão obtidas, as quais foram verificadas por meio de um paquímetro digital de precisão de 0,01 mm (Mitutoyo Digimatic Caliper, Tóquio, Japão) (Figura 14). A primeira fatia coronal de todas as amostras foi descartada pela presença de excesso de cimento resinoso.

Figura 14 – Preparo dos corpos de prova. (A e B) Obtenção das fatias com disco de diamante; (C) Mensuração da espessura das fatias.



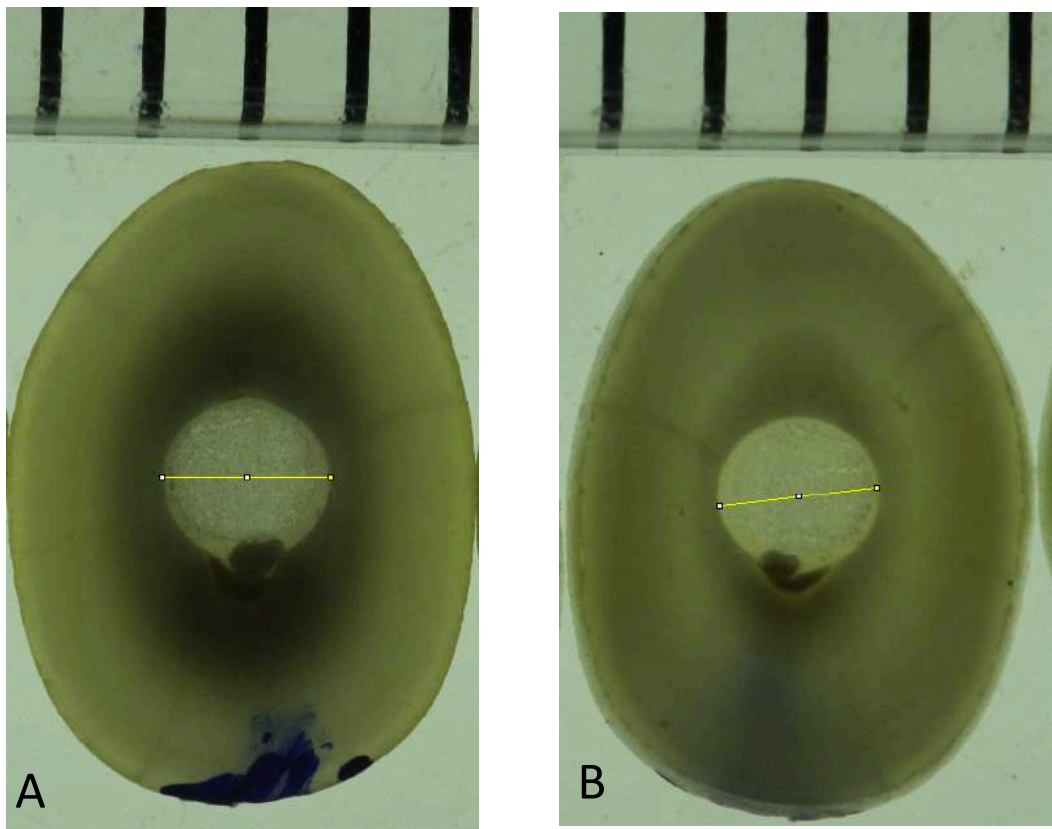
4.6.1 Divisão dos terços

Para cada raiz foram obtidos seis corpos-de-prova (fatias), os quais foram distribuídos da seguinte forma: terço coronário (duas fatias), terço médio (duas fatias) e terço apical (duas fatias).

4.7 Análise da Resistência de União (RU) Pelo Teste de *Push-Out*

Previamente ao ensaio de *push-out* todas as fatias de sete raízes por grupo experimental (n=7) foram fotografadas nos dois lados, com aumento de 40 X, em microscópio óptico (Olympus, modelo BX 51, Olympus, Tóquio, Japão) associado a uma câmera digital (Olympus DP72, Tóquio, Japão) e um programa *Software Cell Sens Standard*. Para calcular a área de adesão (SL) em cada fatia, foram realizadas as medidas do diâmetro da área adesiva (pino + cimento) na porção coronária e apical, através do *Software Image J* (National Institute of Health, NIH, EUA) (Figura 15).

Figura 15 – Mensuração dos diâmetros da área adesiva pela face coronária (A) e apical (B)



Fonte: O autor

Para o teste de RU, cada corpo-de-prova foi posicionado sobre um dispositivo metálico com uma pequena abertura central, com sua porção mais coronária posicionada para baixo, de tal forma que a carga exerce uma força compressiva constante, no sentido apico-coronal até promover o deslocamento do pino intrarradicular. Esta força foi aplicada através de pontas metálicas cilíndricas (atuadores) correspondentes ao diâmetro do pino que estará sendo ensaiado. O atuador foi posicionado no centro de cada fragmento de pino de modo que a força fosse exercida somente nessa região, sem estressar as paredes laterais dos canais radiculares. O conjunto foi ensaiado em uma máquina de ensaio universal (AG-I, Shimadzu Autograph, Tóquio, Japão) com uma célula de carga de 50 Kg a uma velocidade de 0,5 mm/min até o deslocamento do pino (Figura 16).

O valor da carga foi registrado em Newtons (N) e então calculado o valor da resistência de união em MPa dividindo o valor da carga (N) pelo valor da área adesiva (mm²). A área adesiva (S_L) foi estimada por meio da fórmula utilizada para calcular a área de superfície lateral de um cone truncado:

$$S_L = \pi(R + r)[h^2 + (R - r)^2]^{1/2}$$

Onde:

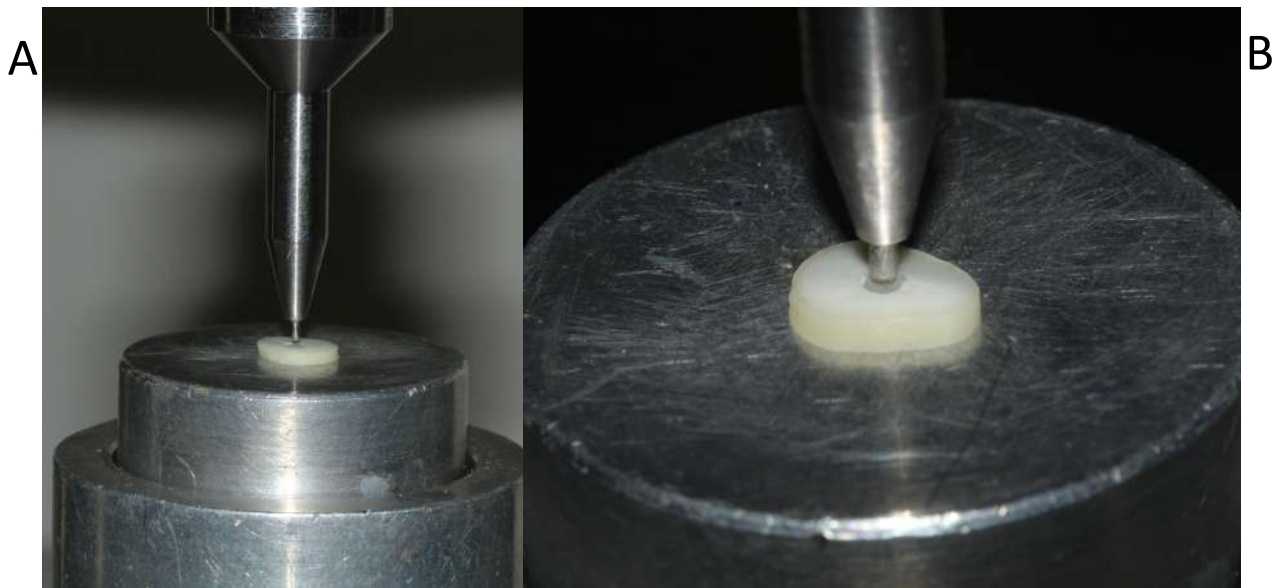
π é a constante 3,1416;

R representa o raio coronário do canal radicular (mm);

r representa o raio apical do canal radicular (mm) e;

h representa a espessura dos corpos-de-prova (mm).

Figura 16 – Teste de push-out. (A) Fatia posicionada sobre a mesa de ensaio universal. (B) Vista aproximada da fatia sobre a mesa de ensaio universal.



Fonte: O autor

4.7.1 Avaliação dos padrões de fratura

Após o ensaio de *push-out* o padrão de fratura de todos os espécimes foi avaliado em um microscópio óptico (Olympus, model BX 51, Olympus, Tóquio, Japão) com ampliação de 40X, onde foram classificados em: 1- fraturas adesivas entre cimento resinoso e dentina radicular, 2- fraturas adesivas entre cimento resinoso e pino de fibra, 3- fraturas coesivas de cimento resinoso, 4- fraturas coesivas de pino de fibra, 5- fraturas coesivas de dentina radicular e 6- fraturas mistas.

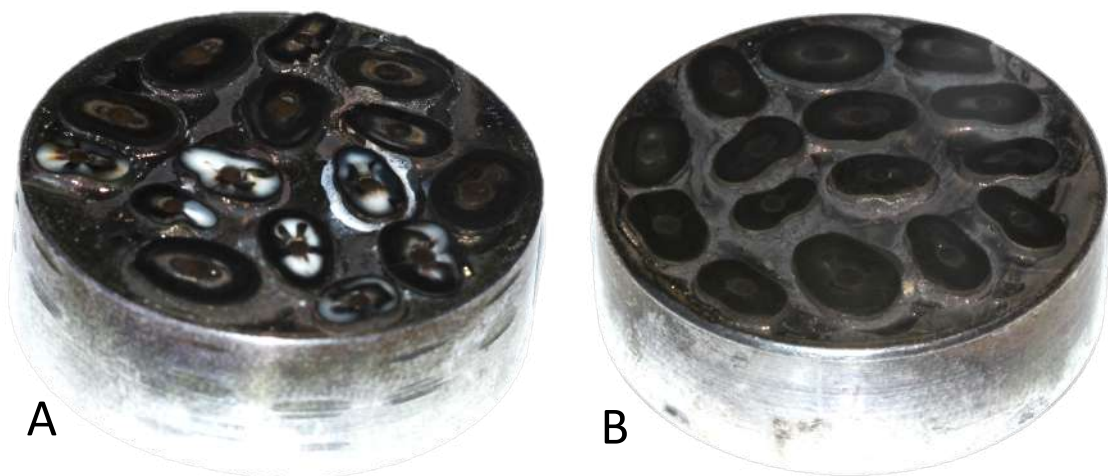
4.8 Análise de Nanoinfiltração (NI) em Microscópio Eletrônico de Varredura (MEV)

Para a avaliação da nanoinfiltração dentro da dentina radicular, foram utilizadas as primeiras fatias de cada terço do canal radicular (coronário, médio e apical) das três raízes (n=3) remanescentes de cada grupo experimental. Cada fatia, após o corte, foi submersa em uma solução de Nitrato de Prata Amoniacal 50% (AgNO_3NH_4 – Laboratório de química inorgânica, UEPG, Ponta Grossa, PR, Brasil), permanecendo 24 h a 37° C dentro de um recipiente escuro. Passado esse tempo, os espécimes foram imersos em uma solução reveladora (Carestream, São Paulo, SP, Brasil) por 8 h em exposição de iluminação fluorescente indireta através da iluminação ambiente.

Após isso os espécimes foram lavados abundantemente em água corrente e então fixados em bases metálicas de alumínio (*stubs*) com cola permanente (SuperBonder Original, Henkel, São Paulo, SP, Brasil). Já fixados nos *stubs*, os espécimes foram lixados com lixas de Carbetto de Silício #600, 1200, 1500, 2000, 2500 e 3000 (3M ESPE, Sumaré, SP, Brasil) por 30 s cada, sob refrigeração, e depois polidas com discos de feltro e pastas para polimento de alumina (Bellinzoni, Rio de Janeiro, RJ, Brasil). Entre cada granulação de lixa, as amostras foram lavadas em água corrente por 1 min. Terminada a etapa de polimento, os espécimes foram mantidos em recipientes contendo sílica coloidal em estufa seca a 37°C por 48 h.

Finalizado este processo, as amostras foram metalizadas em ouro (Belzers SCD 050 Sputter Coater, Bal-Tec, Alemanha) (Figura 17) para serem observadas sob Microscopia Eletrônica de Varredura (MEV; SSX - 550; Shimadzu, Tóquio, Japão) operando em alto vácuo numa potência de 15 kV de voltagem de aceleração, no qual foram obtidas imagens de elétrons retro espalhados, em uma foto com aumento de 60X.

Figura 17 – Espécimes fixados em *stubs* metálicos e planificados com sequência de lixas (A); Amostras metalizadas em ouro para serem levados ao MEV (B).

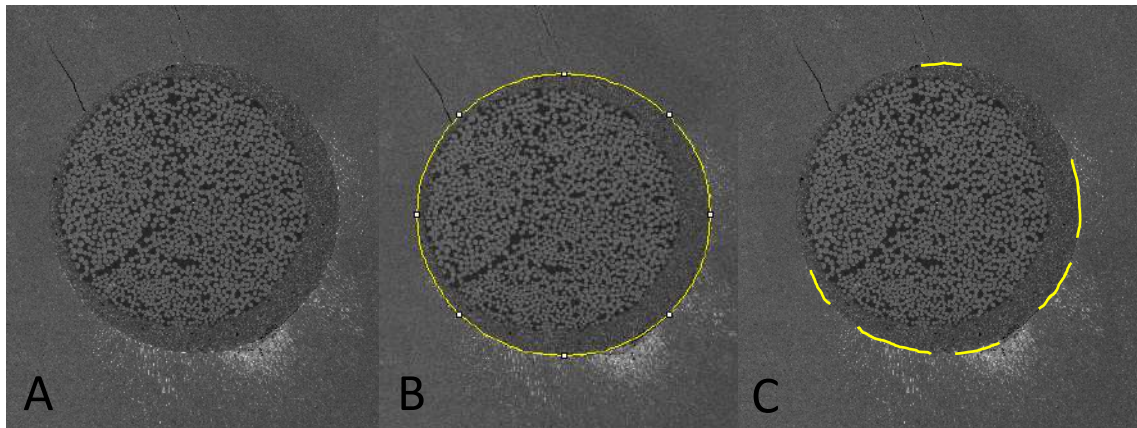


Fonte: O autor

Para calcular o nível de nanoinfiltração, as imagens foram analisadas utilizando o *Software Image J* (National Institutes of Health, Bethesda; Maryland, EUA). Primeiramente foi calculado o perímetro total da interface dentina radicular com o cimento resinoso e, em seguida o perímetro das regiões infiltradas com nitrato de

prata (Figura 18). A partir destes valores, foi obtido o percentual do perímetro em que houve infiltração com nitrato de prata.

Figura 18 – Análise da nanoinfiltração. (A) Imagem em 60X obtida pelo MEV; (B) Cálculo do perímetro da interface adesiva entre cimento e dentina; (C) mensuração do perímetro com infiltração de nitrato de prata.



Fonte: O autor

4.9 Análise Estatística

Os dados obtidos por meio dos *scores* da avaliação da desobliteração dos túbulos dentinários foram analisados pelo teste não-paramétrico de *Kruskal Wallis* e pós-teste *Student-Newman-Keuls* ($\alpha=0,05$ e intervalo de confiança de 95%); e as imagens obtidas em maiores ampliações foram apenas avaliadas qualitativamente.

Os dados obtidos de resistência de união e nanoinfiltração foram submetidos à análise de variância (ANOVA) de dois fatores (tratamento dentinário vs terço radicular) e pós teste de *Tukey* ($\alpha=0,05$). Os dados dos padrões de fratura foram avaliados apenas qualitativamente.

Todos os cálculos foram realizados com o programa estatístico DellTM StatisticaTM versão 13.2.

5 RESULTADOS

5.1 Avaliação do Padrão da *Smear Layer*

As medianas e os intervalos interquartis dos *scores* obtidos pela avaliação do padrão da *smear layer* (SL) estão representadas na Tabela 1. O teste de *Kruskall Wallis* demonstrou que houve diferença significativa entre os tratamentos ($p = 0,005$), em que os *scores* do grupo CHX-AG foi inferior aos demais grupos. Os grupos em que houve ativação da clorexidina (CHX-ULT, CHX-EC e CHX-XP) foram estatisticamente semelhantes ao grupo controle (NaOCl-AG) ($p < 0,05$).

Na análise qualitativa das imagens de microscopia eletrônica de varredura (Quadro 6), pode-se observar que a CHX com irrigação convencional com agulha (CHX-AG) não promoveu remoção da SL (*score* 3). Já o grupo NaOCl-AG (controle) e os grupos em que a CHX foi aplicada ativamente removeram parcialmente a SL de forma semelhante (*score* 2).

Tabela 1 – Medianas (intervalos interquartis) da avaliação do padrão da *smear layer*

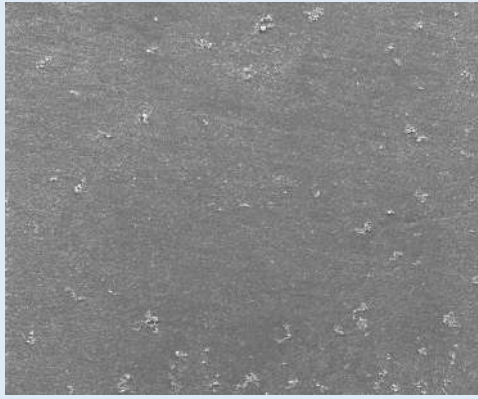
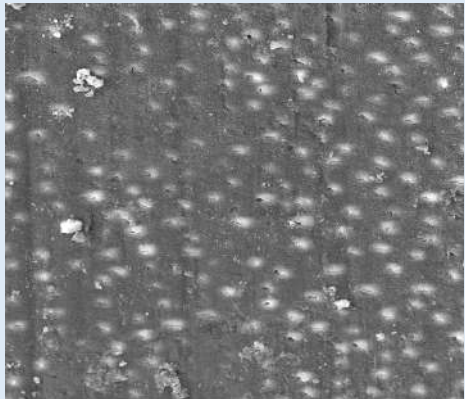
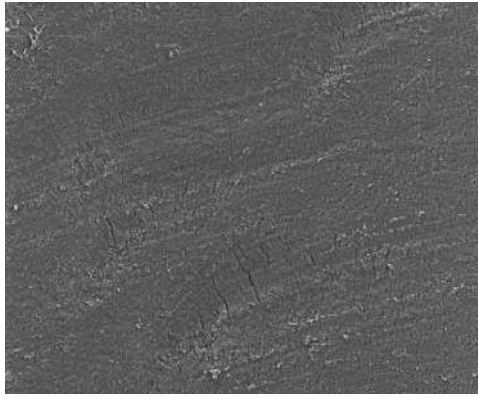
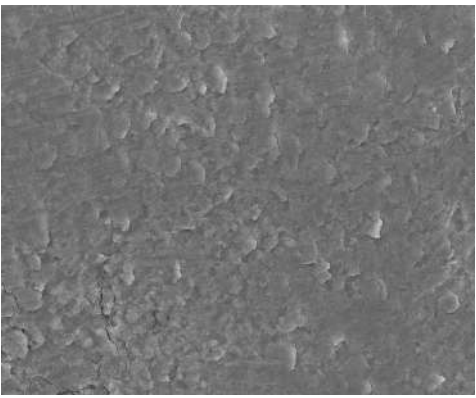
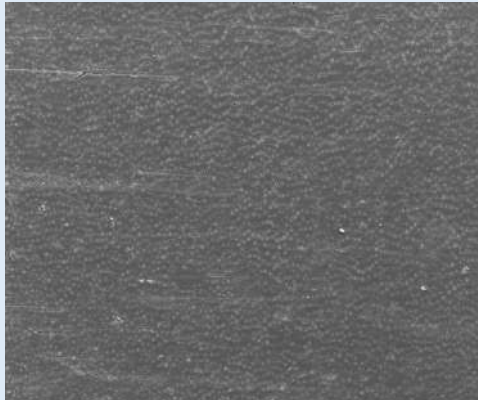
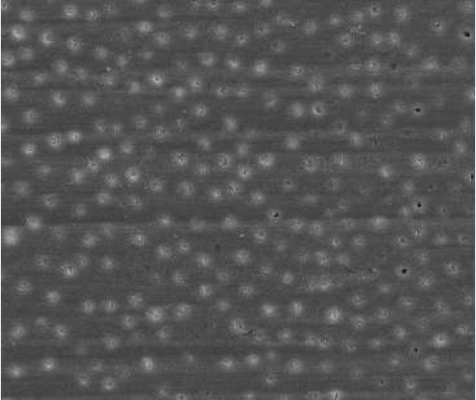
GRUPOS EXPERIMENTAIS	SCORE
NaOCl-AG	2 (1-3) A
CHX-AG	3 (3-3) B
CHX-ULT	2,5 (2-3) A
CHX-EC	2,5 (2-3) A
CHX-XP	2 (2-3) A

(*) Letras diferentes indicam significância estatística (Teste de *Student-Newman-Keuls*, $p < 0,05$)

Fonte: O autor

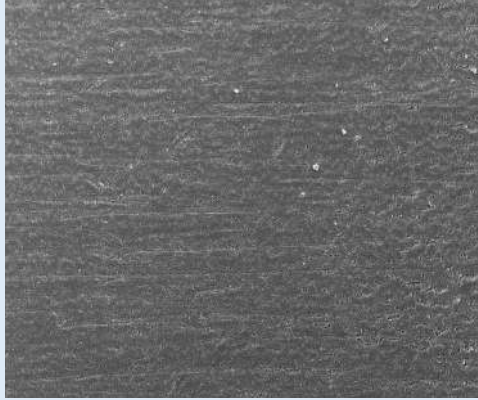
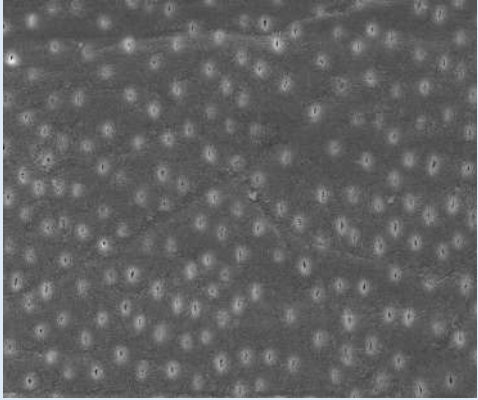
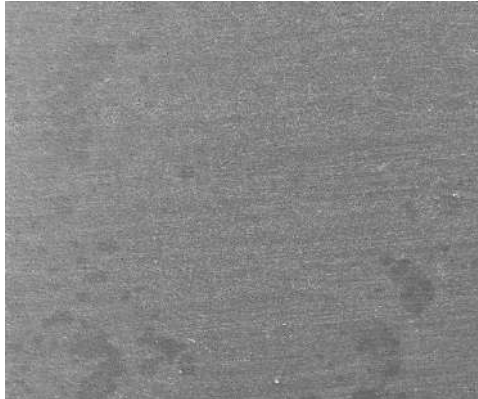
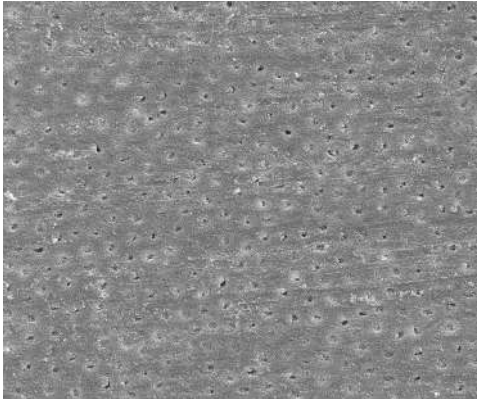
Quadro 6 – Fotomicrografias representativas em MEV (500X e 2000X) da superfície do canal radicular obtida após os diferentes tratamentos

(Continua)

	500X	2000X
NaOCI-AG		
CHX-AG		
CHX-ULT		

Quadro 6 – Fotomicrografias representativas em MEV (500X e 2000X) da superfície do canal radicular obtida após os diferentes tratamentos

(Conclusão)

	500X	2000X
CHX-EC		
CHX-XP		

Fonte: O autor

5.2 Resistência de União

Os resultados de resistência de união (média \pm desvios padrões) para os diferentes grupos experimentais estão demonstrados na Tabela 2.

O teste ANOVA dois fatores demonstrou que a interação dupla (tratamento dentinário vs região radicular) foi significativa ($p < 0,001$). No terço coronário, o CHX-AG apresentou resultados de resistência de união estatisticamente inferior a todos os grupos ($p < 0,05$), os quais não diferiram estatisticamente entre si. Com exceção do CHX-AG, todos os grupos apresentaram valores de resistência de união significativamente superiores no terço coronário, quando comparados aos valores dos terços médio e apical ($p < 0,05$). No terço médio, as aplicações ativas de clorexidina com ultrassom e lima Easy Clean (CHX-ULT e CHX-EC) obtiveram resultados de resistência de união significativamente superiores àqueles observados no grupo aplicação convencional com agulha (CHX-AG); porém foram estatisticamente semelhantes aos valores do grupo NaOCI-AG (grupo controle) e aos valores do grupo CHX-XP (lima XP).

5.2.1 Padrão de fratura

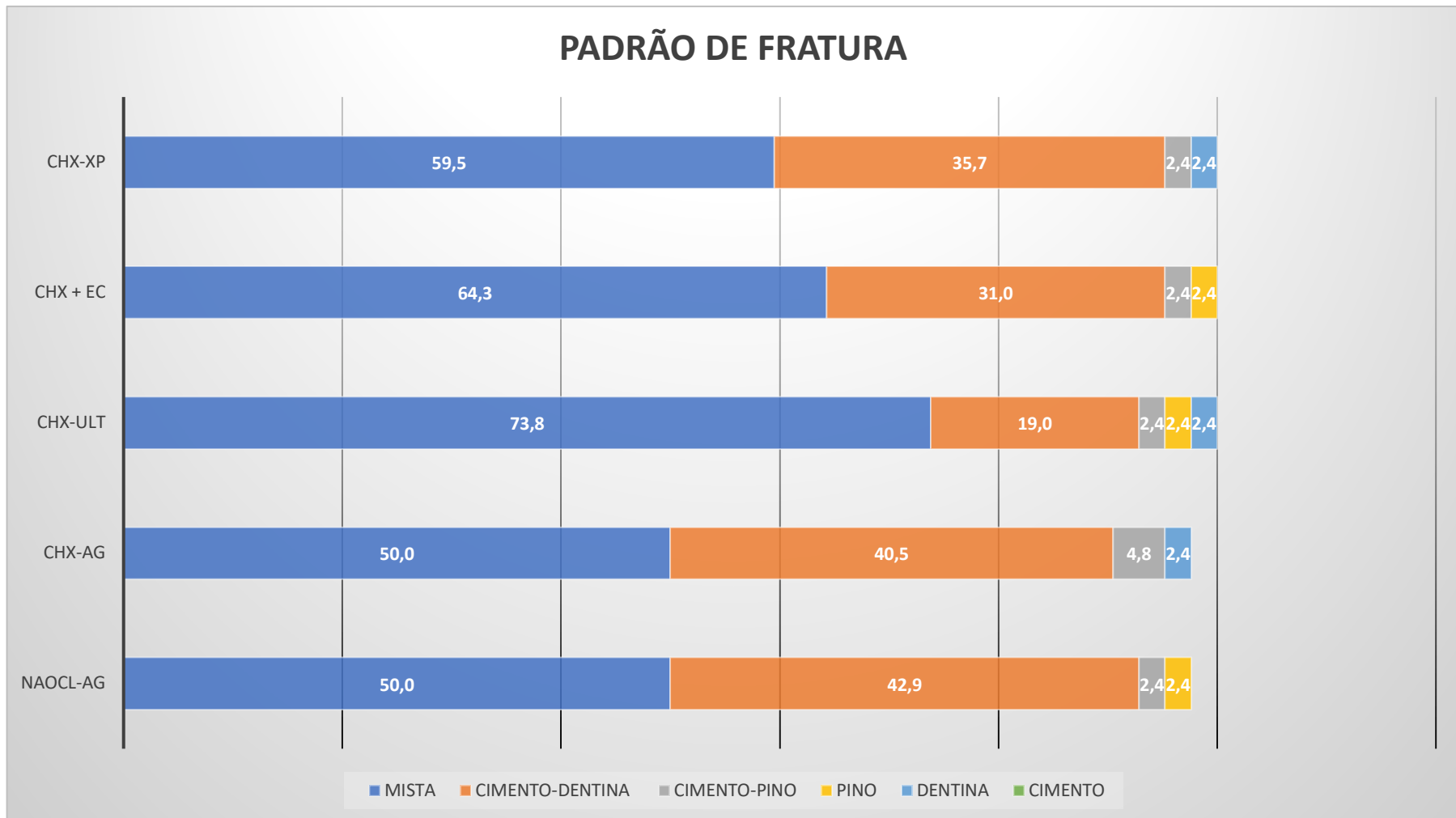
A distribuição do padrão de fratura para cada grupo experimental está ilustrada no Gráfico 1. Pode-se observar que a fratura mista foi predominante para todos os grupos experimentais. As fraturas coesivas ocorreram com menor frequência, sendo que não foi observado nenhuma fratura coesiva em cimento e apenas 2,4% de fraturas coesivas em dentina para os grupos CHX-AG, CHX-ULT e CHX-XP. A falha coesiva de PFV foi observada em 2,4% para os grupos NaOCI-AG, CHX-EC e CHX-ULT. As falhas entre cimento-pino ocorreram em 2,4% em todos os grupos exceto o grupo CHX-AG que apresentou 4,8%.

Tabela 2- Valores médios e desvios padrões de resistência de união ao teste *push-out* (MPa) para os diferentes grupos experimentais

REGIÃO RADICULAR	GRUPO EXPERIMENTAL (tratamento dentinário)				
	NaOCl-AG (controle)	CHX-AG	CHX-ULT	CHX-EC	CHX-XP
Coronário	13,2 ± 2,1 ab	6,4 ± 1,9 de	16,2 ± 2,8 a	15,4 ± 2,4 a	13,9 ± 3,0 ab
Médio	8,1 ± 1,5 cd	6,2 ± 1,3 de	11,3 ± 2,5 bc	11,3 ± 1,7 bc	9,5 ± 1,9 cd
Apical	7,7 ± 1,0 de	4,5 ± 0,7 e	7,4 ± 1,4 de	9,0 ± 1,8 cd	8,0 ± 1,8 cd

* Letras diferentes indicam significância estatística (Teste de *Tukey*, $p < 0,05$)

Fonte: O autor

Gráfico 1 – Distribuição do padrão de fratura (%) dos grupos experimentais após o teste de *push-out*

Fonte: O autor

5.3 Nanoinfiltração

Os resultados de nanoinfiltração (média \pm desvios padrões) para os diferentes grupos experimentais estão demonstrados na Tabela 3.

O teste ANOVA dois fatores demonstrou que a interação dupla (tratamento dentinário vs região radicular) não foi significativa ($p = 0,193$); apenas os fatores principais região radicular ($p < 0,001$) e tratamento dentinário ($p < 0,001$) foram estatisticamente significativos.

Em relação à região radicular, menores valores de nanoinfiltração foram observados no terço coronário, e os maiores valores no terço apical; enquanto que o terço médio apresentou resultados intermediários. Em relação aos tratamentos dentinários, o maior valor de nanoinfiltração foi observado no grupo controle (NaOCl-AG), seguido do grupo com a aplicação convencional com agulha de clorexidina (CHX-AG). O menor valor de nanoinfiltração foi observado para a aplicação da clorexidina com ultrassom (CHX-ULT), o qual foi estatisticamente semelhante à aplicação com lima XP (CHX-XP).

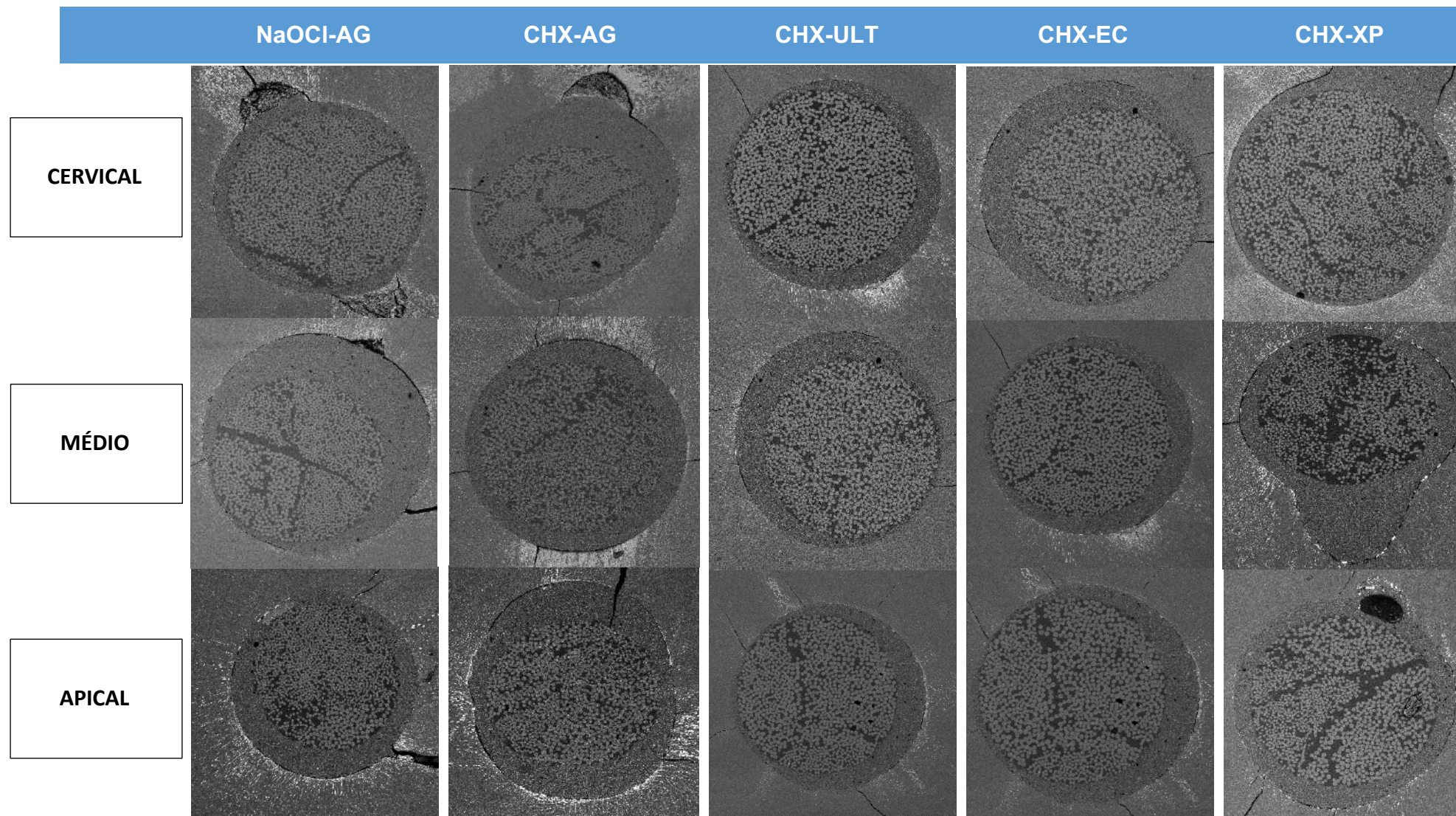
Tabela 3 - Valores médios e desvios padrões de nanoinfiltração (%) para os diferentes grupos experimentais

REGIÃO RADICULAR	GRUPO EXPERIMENTAL (tratamento dentinário)					FATOR PRINCIPAL REGIÃO
	NaOCI-AG	CHX-AG	CHX-ULT	CHX-EC	CHX-XP	
Coronário	56,2 ± 5,3	41,5 ± 3,6	22,0 ± 5,2	37,5 ± 6,3	30,3 ± 6,9	37,5 ± 12,8 A
Médio	68,6 ± 7,3	56,6 ± 3,2	32,2 ± 4,3	43,8 ± 4,8	41,7 ± 7,2	48,6 ± 13,9 B
Apical	77,9 ± 8,0	73,7 ± 4,4	53,0 ± 2,0	50,5 ± 5,3	57,1 ± 9,7	62,4 ± 12,8 C
FATOR PRINCIPAL GRUPO	67,5 ± 11,2 d	57,2 ± 14,3 c	35,7 ± 14,2 a	43,9 ± 7,4 b	43,0 ± 13,6 ab	

* Letras diferentes (maiúsculas: comparação entre região radicular; minúsculas: comparação entre grupos experimentais) indicam diferenças significativas ($p < 0,05$).

Fonte: O autor

Quadro 7 – Imagens obtidas por MEV em 60X para análise de nanoinfiltração



Fonte: O autor

6 DISCUSSÃO

Com a finalidade de promover limpeza e remoção da *smear layer* podem ser empregadas diferentes soluções irrigantes para o tratamento prévio da superfície radicular para a cimentação de pinos (Faria-e-Silva et al.⁴⁴, 2013; Baena et al.⁷, 2017; Barreto et al.⁹, 2016; Kul et al.⁷⁵, 2016; Simões et al.¹²⁵, 2016), as quais podem causar alterações químicas e estruturais na dentina, alterando sua permeabilidade e solubilidade, e afetando a adesão (Egilmez et al.³⁸, 2013).

Embora o fabricante do cimento resinoso autoadesivo RelyX U200 (3M ESPE) sugira o uso de NaOCl como solução irrigante prévia à cimentação de pinos, não está esclarecido o critério utilizado para tal indicação, tampouco a concentração dessa substância (Barreto et al.⁹ 2016). Devido a essa indicação, esse estudo utilizou o NaOCl como grupo controle. Contudo, alguns estudos demonstram que essa solução interfere negativamente nos resultados de resistência de união (Alkhdhairy et al.³, 2018; Gu et al.⁶⁴, 2009; Perdigão et al.¹⁰³, 2000). O NaOCl reage com a dentina formando cloro e oxigênio, o qual pode inibir a polimerização do cimento resinoso e impedir a infiltração deste nos túbulos dentinários (Rueggeberg; Margeson¹¹⁰, 1990).

Em Endodontia, a clorexidina tem sido indicada como solução irrigante devido sua ação antimicrobiana, substantividade e baixa toxicidade (Marley et al.⁸⁷, 2001; Zehnder¹⁵⁴, 2006; Llana et al.⁸¹, 2015). Além disso, estudos demonstram que ela pode ser usada como um inibidor não-específico de MMP's em procedimentos adesivos (Pashley et al.¹⁰¹, 2004; De Munck et al.³¹, 2009) e de CC's (Scaffa et al.¹¹⁹, 2012). Contudo, a clorexidina não é capaz de remover remanescentes do tecido pulpar, nem promove a remoção da *smear layer*, o que significa que detritos permanecem aderidos à superfície radicular (Attur et al.⁶, 2016; Charlie et al.²⁶, 2018).

Contraopondo vantagens e desvantagens, a literatura é conflitante quando a clorexidina é usada previamente à cimentação de pinos de fibra de vidro, com estudos demonstrando redução da resistência de união (Lindblad et al.⁷⁸, 2010; Cecchin et al.²¹, 2011; Lührs et al.⁸², 2013; Angeloni et al.⁴, 2017) ou nenhum efeito (Leitune et al.⁷⁷, 2010; Kul et al.⁷⁵, 2016), enquanto outros trabalhos demonstram aumento na adesão tanto nos resultados imediatos (Haragushiku et al.⁶⁶, 2015; Durski et al.³⁷, 2018) quanto a longo prazo (Cecchin et al.²³, 2014; Durski et al.³⁷, 2018).

Neste estudo podemos observar, por meio das imagens obtidas por MEV, que após o preparo radicular com a broca do respectivo pino, nenhum dos métodos empregados foi suficiente para a completa remoção da *smear layer*. Porém, os grupos em que a clorexidina foi ativada (CHX-ULT, CHX-EC e CHX-XP) promoveram uma remoção parcial da *smear layer*, semelhante à remoção promovida pelo NaOCl 2,5% (grupo NaOCl-AG), o que está em acordo com os trabalhos de Martins Justo et al.⁸⁸ (2014) e Llena et al.⁸¹ (2015), com a diferença de que esses estudos foram realizados previamente à obturação endodôntica. Esses resultados contradizem o trabalho de Poletto et al.¹⁰⁵ (2017) que avaliaram a remoção da *smear layer* previamente à cimentação de pinos de fibra com diversas soluções irrigantes, entre elas a clorexidina, com e sem o uso de PUI, e não encontraram diferenças no padrão da *smear layer* entre irrigação convencional e por PUI quando a mesma solução irrigante foi utilizada.

A literatura tem revelado que a irrigação convencional com agulha apresenta limitada capacidade na remoção da *smear layer* (Mozo et al.⁹⁴, 2014). Por isso, o uso de um método auxiliar no processo de limpeza do canal radicular pode potencializar a ação das soluções irrigantes (Duque et al.³⁶, 2017).

No presente estudo, a ativação da clorexidina foi realizada por meio de diferentes instrumentos e que, geralmente, são empregados em Endodontia, com o objetivo de melhorar a limpeza e desinfecção dos canais radiculares previamente à obturação endodôntica. A ativação de soluções irrigantes promove melhor limpeza dos canais radiculares pois aumenta o fluxo da solução e o contato da solução irrigante com as paredes dentinárias e cria um mecanismo de fluxo-refluxo que impulsiona os detritos para fora do canal radicular (Jiang et al.⁷⁰, 2012; Metzger et al.⁹¹, 2013; Prado et al.¹⁰⁷, 2016). Entretanto, a dificuldade em se obter uma limpeza uniforme da superfície dentinária radicular, faz com que estudos apresentem resultados divergentes (Mayer et al.⁸⁹, 2002; Prado et al.¹⁰⁷, 2016).

Llena et al.⁸¹ (2015) verificaram que a ativação por PUI da clorexidina e NaOCl promovem remoção semelhante da *smear layer* e a profundidade de penetração da clorexidina aplicada ativamente por PUI foi semelhante ao NaOCl aplicado da mesma forma. Segundo estes autores, a profundidade de penetração da solução irrigante está diretamente relacionada com a remoção da *smear layer*, ou seja, quanto melhor a limpeza do canal radicular, melhor será a penetração da solução irrigante.

Este estudo demonstra que ao produzir um melhor contato dos cimentos resinosos com a superfície dentinária por meio da remoção da *smear layer*, um aumento da resistência de união é observado. Isto pode ser explicado pela maior exposição da dentina radicular que proporcionou maior permeabilidade dentinária, melhorando a penetração do cimento resinoso nos túbulos dentinários (Ferrari et al.⁴⁸, 2000; Cardoso et al.¹⁷, 2011; Bitter et al.¹¹, 2013; Alkudhairy et al.³, 2018).

Para avaliar o efeito dos diferentes métodos de irrigação na resistência de união dos pinos de fibra ao canal radicular foi utilizado o teste de *push-out*, o qual promove uma tensão de cisalhamento na interface entre dentina e cimento, e é considerado o método mais confiável para se obter a resistência de união no canal radicular pois simula o que acontece clinicamente (Goracci et al.⁶², 2004; Soares et al.¹²⁷, 2008; Alkudhairy et al.³, 2018), reduzindo o risco de fraturas prematuras ou transmissão de estresse durante o preparo das amostras que podem ocorrer nos testes de microtração (Goracci et al.⁶², 2004).

Neste estudo, o pior resultado para o teste de resistência de união foi observado no grupo CHX-AG, o que está em acordo com outros trabalhos (Lindblad et al.⁷⁸, 2010; Cecchin et al.²¹, 2011; Lührs et al.⁸², 2013), indicando que a clorexidina aplicada sem ativação e/ou remoção da *smear layer*, afeta negativamente a adesão. Porém, nos grupos em que a clorexidina foi aplicada ativamente os resultados foram semelhantes ao grupo controle, em que a irrigação foi realizada com NaOCl 2,5% especialmente nos terços cervical e médio. Esses resultados demonstram que a ativação da solução irrigante promove um efeito adicional à adesão dos pinos de fibra. Outra explicação possível para esses resultados é a alta adsorção da clorexidina que favorece a infiltração do cimento resinoso nos túbulos dentinários, além de outras características, tais como, a forte carga iônica positiva, rápida ligação aos grupos fosfato, forte afinidade pela dentina e capacidade de promover aumento da energia de superfície, que favorecem o processo de adesão (Durski et al.³⁷, 2018).

Entre os terços radiculares, a resistência de união diminuiu nos terços médio e apical em todos os grupos, com exceção do grupo CHX-AG, em que o terço médio e apical foram semelhantes. A variação entre os terços radiculares pode ser atribuída a diferenças morfológicas na estrutura dentinária, na densidade dos túbulos dentinários e nas dificuldades técnicas encontradas durante a cimentação (Ferrari et al.⁴⁸, 2000; Kul et al.⁷⁵, 2016), tais como o estreitamento do canal radicular em direção ao ápice que pode comprometer a inserção do cimento resinoso e a limitada

transmissão de luz para a região apical dificultando sua adequada polimerização (Ferrari et al.⁴⁸, 2000; Culhaoglu et al.³⁰, 2017)

Os pinos de fibra de vidro foram cimentados com um cimento resinoso autoadesivo (RelyX U200 – 3M ESPE) que incorporam na sua composição monômeros levemente ácidos (Radovic et al.¹⁰⁸, 2008; Ferracane et al.⁴⁶, 2011; Makkar, Malhotra⁸³; 2013). Contudo, esses monômeros, provavelmente, não são capazes de atravessar a camada de *smear layer* e, portanto, não promovem a exposição do colágeno. Desta forma, alguns estudos demonstram não haver nenhum efeito da aplicação prévia de clorexidina previamente a cimentação de pinos de fibra com cimento resinoso autoadesivo e redução da resistência de união mesmo quando avaliados ao longo do tempo (Lührs et al.⁸², 2013; Kul et al.⁷⁵, 2016; Angeloni et al.⁴, 2017), pois a clorexidina aplicada de forma passiva não promove a remoção da *smear layer*.

Embora os cimentos resinosos autoadesivos apresentem uma limitada desmineralização e hibridização da dentina radicular, podemos verificar neste estudo que a redução da *smear layer* por meio da ativação da solução irrigante influenciou significativamente os valores de resistência de união, o que reforça o fato de que a interação química entre o cimento resinoso autoadesivo e a hidroxiapatita é fundamental e mais importante para a adequada cimentação adesiva no canal radicular do que a formação de uma camada híbrida (Farina et al.⁴⁵, 2011). Esta interação se deve à ação quelante de íons Ca^{2+} promovida pelos grupos acídicos presentes no cimento autoadesivo produzindo uma união química entre cimento e a hidroxiapatita (Gerth et al.⁵⁵, 2006).

Um fator que afeta negativamente a RU nos canais radiculares é o alto fator-C que limita a capacidade do cimento resinoso de dissipar as tensões produzidas durante o processo de polimerização, formando “*gaps*” e interferindo no selamento entre cimento e dentina (Goracci et al.⁶², 2004; Pereira et al.¹⁰⁴, 2015; Seballos et al.¹²², 2018). Desta forma, a interface dentina-cimento é mais susceptível a falhas adesivas do que a interface cimento-pino (Seballos et al.¹²², 2018). Em consonância com estes estudos, obteve-se um maior número de falhas adesivas em todos os grupos, sendo a falha mista a mais predominante seguida da falha na interface dentina-cimento.

Outro fator que explica o maior número de falhas adesivas é o fato de que os cimentos resinosos autoadesivos não formam uma camada híbrida distinta entre o

cimento resinoso e a dentina como ocorre nos cimentos resinosos convencionais (de Munck et al.³², 2005).

Mesmo na ausência de “*gaps*”, a nanoinfiltração pode ser observada entre a camada híbrida e a dentina (Sano et al.¹¹³, 1994), contribuindo para a degradação da interface adesiva e redução da RU ao longo do tempo (Okuda et al.⁹⁶, 2002). A solução de nitrato de prata amoniacal tem sido usada para detectar essas falhas nanométricas na interface adesiva (Stape et al.¹²⁹, 2013; Breschi et al.¹⁴, 2010; Tay et al.¹³³, 2003), as quais permitem a entrada de água tornando a interface susceptível à degradação hidrolítica (Pashley et al.¹⁰¹, 2004).

A análise dos resultados deste estudo demonstrou que o tratamento prévio com CHX reduziu significativamente a nanoinfiltração em relação ao grupo controle (NaOCl-AG), e quando a clorexidina foi aplicada ativamente, essa redução demonstrou ser ainda maior. Este resultado está em acordo com o estudo de Pontes et al.¹⁰⁶ (2015), que demonstrou que a clorexidina reduziu a nanoinfiltração quando cimentos resinosos autoadesivos foram utilizados. Esses achados podem ser explicados pelo aumento da energia de superfície da dentina promovida pela clorexidina, uma vez que a interação entre a superfície dentinária e o cimento resinoso é altamente dependente do equilíbrio entre energia de superfície e alta molhabilidade (Di Hipolito et al.³³, 2012; Pontes et al.¹⁰⁶, 2015). Além disso, os cimentos resinosos autoadesivos possuem uma interação química com a hidroxiapatita (Goracci et al.⁶¹, 2005), e a remoção parcial da SL por meio dos instrumentos de ativação durante a aplicação da clorexidina, pode ter contribuído para a redução de “*gaps*” na interface adesiva.

Por fim, cabe salientar as limitações do presente estudo, visto que apenas os resultados imediatos (24h) após a cimentação foram avaliados e os maiores benefícios do uso prévio da clorexidina na cimentação de pinos de fibra podem ser observados ao longo do tempo (Durski et al.³⁷, 2018). Portanto, a melhor eficácia da remoção da *smear layer* por meio da ativação da clorexidina (PUI, Easy Clean e XP-Endo Finisher), e da adesão em relação a irrigação passiva, pode ser indicativo de melhor estabilidade da adesão a longo prazo (Toman et al.¹⁴⁰, 2014), preservando a longevidade da resistência de união (Cecchin et al.²², 2015; Durski et al.³⁷, 2018).

Além disso, há poucos trabalhos que avaliaram a ativação de clorexidina previamente à obturação endodôntica ou à cimentação de pinos de fibra de vidro, e suas diferenças metodológicas impedem a comparação entre os estudos.

7 CONCLUSÃO

De acordo com os resultados obtidos neste estudo pode-se concluir que a aplicação ativa de clorexidina promoveu uma remoção parcial da *smear layer*, manteve os resultados de resistência de união similares ao grupo controle em todas as regiões radiculares, e foi possível diminuir os valores de nanoinfiltração quando comparados a aplicação passiva de clorexidina e ao grupo controle.

REFERÊNCIAS

1. Abduljawad M, Samran A, Kadour J, Al-Afandi M, Ghazal M, Kern, M. Effect of fiber posts on the fracture resistance of endodontically treated anterior teeth with cervical cavities: An in vitro study. *J Prosthet Dent.* 2016; 116 (1): 80-84.
2. Albashaireh ZS, Ghazal M, Kern M. Effects of endodontic post surface treatment, dentin conditioning, and artificial aging on the retention of glass fiber-reinforced composite resin posts. *J Prosthet Dent.* 2010; 103(1): 31-39.
3. Alkhudhairy FI, Yaman P, Dennison J, McDonald N, Herrero A, Bin-Shuwaish MS. The effects of different irrigation solutions on the bond strength of cemented fiber posts. *Clin Cosmet Investig Dent.* 2018; 10: 221-230.
4. Angeloni V, Mazzoni A, Marchesi G, Cadenaro M, Comba A, Maravic T, Scotti N, Pashley DH, Tay FR, Breschi L. Role of chlorhexidine on long-term bond strength of self-adhesive composite cements to intraradicular dentin. *J Adhes Dent.* 2017; 19(4): 341-348.
5. Arslan H, Yılmaz CB, Karatas E, Barutçigil C, Topcuoglu HS, Yeter KY. Efficacy of different treatments of root canal walls on the pull-out bond strength of the fiber posts. *Lasers Med Sci.* 2015; 30(2): 863-868.
6. Attur K, Joy MT, Karim R, Anil Kumar VJ, Deepika C, Ahmed H. Comparative analysis of endodontic smear layer removal efficacy of 17% ethylenediaminetetraacetic acid, 7% maleic acid, and 2% chlorhexidine using scanning electron microscope: An in vitro study. *J Int Soc Prev Community Dent.* 2016; 6 (Suppl 2): s160-s165.
7. Baena E, Flores A, Ceballos L. Influence of root dentin treatment on the push-out bond strength of fiber posts. *Odontology.* 2017; 105(2): 170-177.
8. Barjau-Escribano A, Sancho-Bru JL, Forner-Navarro L, Rodriguez-Cervantes PJ, Pérez-González A, Sánchez-Marín FT. Influence of prefabricated post material on restored teeth: fracture strength and stress distribution. *Oper Dent.* 2006; 31(1): 47-54.
9. Barreto MS, Rosa RA, Seballos VG, Machado E, Valandro LF, Kaizer OB, Só M, Bier C. Effect of intracanal irrigants on bond strength of fiber posts cemented with a self-adhesive resin cement. *Oper Dent.* 2016; 41(6): 159-167.
10. Baumgartner JC, Mader CL. A scanning electron microscopic evaluation of four root canal irrigation regimens. *J Endod.* 1987; 13(4): 147-157.
11. Bitter K, Hambarayan A, Neumann K, Blunck U, Sterzenbach G. Various irrigation protocols for final rinse to improve bond strengths of fiber posts inside the root canal. *Eur J Oral Sci.* 2013; 121(4): 349-354.
12. Bouillaguet S, Troesch S, Wataha JC, Krejci I, Meyer JM, Pashley DH. Microtensile bond strength between adhesive cements and root canal dentin. *Dent Mater.* 2003; 19(3): 199-205.
13. Bourd-Boittin K, Fridman R, Fanchon S, Septier D, Goldberg M, Menashi S. Matrix metalloproteinase inhibition impairs the processing, formation and mineralization of dental tissues during mouse molar development. *Exp Cell Res.* 2005; 304(2): 493-505.
14. Breschi L, Mazzoni A, Nato F, Carrilho M, Visintini E, Tjäderhane L, Ruggeri A Jr, Tay FR, Dorigo Ede S, Pashley DH. Chlorhexidine stabilizes the adhesive interface: a 2-year in vitro study. *Dent Mater.* 2010; 26(4): 320-325.
15. Breschi L, Mazzoni A, Ruggeri A, Cadenaro M, Di Lenarda R, De Stefano Dorigo E. Dental adhesion review: aging and stability of the bonded interface. *Dent Mater.* 2008; 24(1): 90-101.

16. Campos EA, Correr GM, Leonardi DP, Pizzatto E, Morais EC. Influence of chlorhexidine concentration on microtensile bond strength of contemporary adhesive systems. *Braz Oral Res.* 2009; 23(3): 340-345.
17. Cardoso MV, Delmé KI, Mine A, Neves Ade A, Coutinho E, De Moor RJ, Van Meerbeek B. Towards a better understanding of the adhesion mechanism of resin-modified glass ionomers by bonding to differently prepared dentin. *J Dent.* 2010; 38(11): 921-929.
18. Carvalho CA, Monticelli F, Cantoro A, Breschi L, Ferrari M. Push-out bond strength of fiber posts luted with unfilled resin cement. *J Adhes Dent.* 2009; 11(1): 65-70.
19. Caughman WF, Chan DCN, Rueggeberg FA. Curing potential of dual-polymerizable resin cements in simulated clinical situations. *J Prosthet Dent.* 2001;85(5): 479–84.
20. Ceballos L, Garrido MA, Fuentes V, Rodríguez J. Mechanical characterization of resin cements used for luting fiber posts by nanoindentation. *Dent Mater.* 2007; 23(1): 100-105.
21. Cecchin D, de Almeida JF, Gomes BP, Zaia AA, Ferraz CC. Influence of chlorhexidine and ethanol on the bond strength and durability of the adhesion of fiber posts to root dentin using a total etching adhesive system. *J Endod.* 2011; 37(9): 1310-1315.
22. Cecchin D, Farina AP, Souza MA, Albarello LL, Schneider AP, Vidal CM, Bedran-Russo AK. Evaluation of antimicrobial effectiveness and dentine mechanical properties after use of chemical and natural auxiliary irrigants. *J Dent.* 2015; 43(6): 695-702.
23. Cecchin D, Giacomini M, Farina AP, Bhering CL, Mesquita MF, Ferraz CC. Effect of chlorhexidine and ethanol on push-out bond strength of fiber posts under cyclic loading. *J Adhes Dent.* 2014; 16(1): 87-92.
24. Cesario F, Hungaro Duarte MA, Duque JA, Alcalde MP, de Andrade FB, Reis So MV, de Vasconcelos BC, Vivan RR. 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.
25. Chandra SS, Shankar P, Indira R. Depth of penetration of four resin sealers into radicular dentinal tubules: a confocal microscopic study. *J Endod.* 2012; 38(10): 1412-1416.
26. Charlie KM, Kuttappa MA, George L, Manoj KV, Joseph B, John NK. A scanning electron microscope evaluation of smear layer removal and antimicrobial action of mixture of tetracycline, acid and detergent, sodium hypochlorite, ethylenediaminetetraacetic acid, and chlorhexidine gluconate: an in vitro study. *J Int Soc Prev Community Dent.* 2018; 8(1): 62-69.
27. Chaves LP, Ciantelli TL, Araújo DFG, Giacomini MC, Tjäderhane L, Scaffa PM, Honório HM, Wang L. How proteolytic inhibitors interact with dentin on glass-fiber post luting over 6 months. *J Mech Behav Biomed Mater.* 2018; 79: 348-353.
28. Chieruzzi M, Pagano S, Pennacchi M, Lombardo G, D'Errico P, Kenny JM. Compressive and flexural behaviour of fibre reinforced endodontic posts. *J Dent.* 2012; 40(11): 968-978.
29. Christensen J, Shastri VP. Matrix-metalloproteinase-9 is cleaved and activated by cathepsin K. *BMC Res Notes.* 2015; 8: 322.
30. Culhaoglu AK, Özcan E, Kilicarslan MA, Seker E. Effect of boric acid versus conventional irrigation solutions on the bond strength between fiber post and root dentin. *J Adhes Dent.* 2017; 19(2): 137-146.
31. De Munck J, Van den Steen PE, Mine A, Van Landuyt KL, Poitevin A, Opdenakker

- G, Van Meerbeek B. Inhibition of enzymatic degradation of adhesive-dentin interfaces. *J Dent Res*. 2009; 88(12): 1101-1106.
32. De Munck J, Vargas M, Iracki J, Van Landuyt K, Poitevin A, Lambrechts P, Van Meerbeek B. One-day bonding effectiveness of new self-etch adhesives to bur-cut enamel and dentin. *Oper Dent*. 2005; 30(1): 39-49.
 33. Di Hipolito V, Rodrigues FP, Piveta FB, Azevedo Lda C, Bruschi Alonso RC, Silikas N, Carvalho RM, De Goes MF, Perlatti D'Alpino PH. Effectiveness of self-adhesive luting cements in bonding to chlorhexidine-treated dentin. *Dent Mater*. 2012; 28(5): 495-501.
 34. Dietschi D, Duc O, Krejci I, Sadan A. Biomechanical considerations for the restoration of endodontically treated teeth: a systematic review of the literature, Part II (Evaluation of fatigue behavior, interfaces, and in vivo studies). *Quintessence Int*. 2008; 39(2): 117-129.
 35. Drummond JL, Bapna MS. Static and cyclic loading of fiber-reinforced dental resin. *Dent Mater*. 2003; 19(3): 226-231.
 36. Duque JA, Duarte MAH, Canali LCF, Zancan RF, Vivian RR, Bernardes RA, Bramante CM. Comparative effectiveness of new mechanical irrigant agitating devices for debris removal from the canal and ysthmus of mesial roots of mandibular molars. *J Endod*. 2017; 43(2): 326-331.
 37. Durski MT, Metz M, Crim G, Hass S, Mazur R, Vieira S. Effect of chlorhexidine treatment prior to fiber post cementation on long-term resin cement bond strength. *Oper Dent*. 2018; 43(2): e72-e80.
 38. Egilmez F, Ergun G, Cekic-Nagas I, Vallittu PK, Lassila LVJ. Bond strength of self-adhesive resin cements to dentin after antibacterial and chelating solution treatment. *Acta Odontol Scand* 2013; 71: 22-31.
 39. Ekambaram M, Yiu CKY, Matinlinna JP, Chang JWW, Tay FR, King NM. Effect of chlorhexidine and ethanol-wet bonding with a hydrophobic adhesive to intraradicular dentine. *J Dentistry*. 2014; 42(7): 872-882.
 40. Elnaghy AM. Effect of QMix irrigant on bond strength of glass fibre posts to root dentine. *Int Endod J*. 2014; 47(3): 280-289.
 41. Erdemir A, Ari H, Gungunes H, Belli S. Effect of medications for root canal treatment on bonding to root canal dentin. *J Endod*. 2004; 30(2):113-116.
 42. Erdemir U, Mumcu E, Topcu FT, Yildiz E, Yamanel K, Akyol M. Micro push-out bond strengths of 2 fiber posts types luted using different adhesive strategies. *Oral Surg Oral Med Oral Pathol Oral Radiol Endod*. 2010; 110(4): 534-544.
 43. Ertas H, Ok E, Uysal B, Arslan H. Effects of different irrigating solutions and disinfection methods on push-out bond strengths of fiber posts. *Acta Odontol Scand*. 2014; 72(8): 783-787.
 44. Faria-e-Silva AL, Mendonça AA, Garcez RM, Oliveira Ada S, Moreira AG, Moraes RR. Adhesion strategy and early bond strengths of glass-fiber posts luted into root canals. *Braz Oral Res*. 2012; 26(5) 485-487.
 45. Farina AP, Cecchin D, Garcia Lda F, Naves LZ, Pires-de-Souza Fde C. Bond strength of fibre glass and carbon fibre posts to the root canal walls using different resin cements. *Aust Endod J*. 2011; 37(2): 44-50.
 46. Ferracane J, Stansbury JW, Burke FJ. Self-adhesive resin cements – chemistry, properties and clinical considerations. *J Oral Rehabil*. 2011; 38(4): 295-314.
 47. Ferrari M, Cagidiaco MC, Goracci C, Vichi A, Mason PN, Radovic I, Tay F. Long-term retrospective study of the clinical performance of fiber posts. *Am J Dent*. 2007; 20(5): 287-291.
 48. Ferrari M, Mannocci F, Vichi A, Cagidiaco MC, Mjör IA. Bonding to root canal:

- Structural characteristics of the substrate. *Am J Dent.* 2000;13(5): 255-260.
49. Ferrari M, Vichi A, Grandini S. Efficacy of different adhesive techniques on bonding to root canal walls: an SEM investigation. *Dent Mater.* 2001; 17(5): 422-429.
 50. Ferraz CC, Gomes BP, Zaia AA, Teixeira FB, Souza-Filho FJ. In vitro assessment of the antimicrobial action and the mechanical ability of chlorhexidine gel as an endodontic irrigant. *J Endod.* 2001; 27(7): 452-455.
 51. FKG Dentaire SA. Xp-endo Finisher [brochure] La Chaux-de-Fonds: FKG Dentaire SA; Disponível em : http://www.fkg.ch/sites/default/files/fkg_xp_endo_brochure_en_vb.pdf.
 52. FundaoğLu Küçükekenci F, Küçükekenci AS. Effect of ultrasonic and Nd: Yag laser activation on irrigants on the push-out bond strength of fiber post to the root canal. *J Appl Oral Sci.* 2019; 27: 1-7.
 53. Garcia C, Carrera ER, Prates LHM, Volpato CAM. Effect of different irrigations on the bond strength of self-adhesive resin cement to root dentin. *J Clin Exp Dent.* 2018; 10(2): 39-45.
 54. Gbadebo OS, Ajayi DM, Oyekunie OOD, Shaba PO. Randomized clinical study comparing metallic and glass fiber post in restoration of endodontically treated teeth. *Indian J Dent Res.* 2014; 25(1): 58-63.
 55. Gerth HU, Dammaschke T, Züchner H, Schäfer E. Chemical analysis and bonding reaction of RelyX Unicem and Bifix composites – a comparative study. *Dent Mater.* 2006; 22(10): 934-941.
 56. Giachetti L, Grandini S, Calamai P, Fantini G, Scaminaci Russo D. Translucent fiber post cementation using light- and dual-curing adhesive techniques and a self-adhesive material: push-out test. *J Dent.* 2009; 37(8): 638-642.
 57. Gomes BP, Ferraz CC, Vianna ME, Berber VB, Teixeira FB, Souza FJ. In vitro antimicrobial activity of several concentrations of sodium hypochlorite and chlorhexidine gluconate in the elimination of *Enterococcus faecalis*. *Int Endod J.* 2001; 34(6): 424-428.
 58. Gomes BPPA, Vianna ME, Zaia AA, Almeida JFA, Souza-Filho FJ, Ferraz CCR. Chlorhexidine in Endodontics. *Braz Dent J.* 2013; 24 (2): 89-102.
 59. Gomes GM, Gomes OM, Reis A, Gomes JC, Loguercio AD, Calixto AL. Regional bond strengths to root canal dentin of fiber posts luted with three cementation systems. *Braz Dent J.* 2011; 22(6): 460-467.
 60. Goracci C, Ferrari M. Current perspectives on post systems: a literature review. *Aust Dent J.* 2011; 56: 77-83.
 61. Goracci C, Sadek FT, Fabianelli A, Tay FR, Ferrari M. Evaluation of the adhesion of fiber posts to intraradicular dentin. *Oper Dent.* 2005; 30(5): 627-635.
 62. Goracci C, Tavares AU, Fabianelli A, Monticelli F, Raffaelli O, Cardoso PC, Tay F, Ferrari M. The adhesion between fiber posts and root canal walls: comparison between microtensile and push-out bond strength measurements. *Eur J Oral Sci.* 2004; 112(4): 353-361.
 63. Gruber YL, Bakaus TE, Gomes OMM, Reis A, Gomes GM. Effect of dentine moisture and application mode of universal adhesives on the adhesion of glass fiber posts to root canal. *J Adhes Dent* 2017; 19 5): 385-393.
 64. Gu XH, Mao CY, Kern M. Effect of different irrigation on smear layer removal after post space preparation. *J Endod.* 2009; 35(4): 583–6.
 65. Hannas AR, Pereira JC, Granjeiro JM, Tjäderhane L. The role of matrix metalloproteinases in the oral environment. *Acta Odontol Scand.* 2007; 65(1): 1-13.
 66. Haragushiku GA, Back ED, Tomazinho PH, Baratto Filho F, Furuse AY. Influence of antimicrobial solutions in the decontamination and adhesion of glass-fiber posts

- to root canals. *J Appl Oral Sci.* 2015; 23(4): 436-441.
67. Hashem AA, Ghoneim AG, Lutfy RA, Fouda MY. The effect of different irrigating solutions on bond strength of two root canal-filling systems. *J Endod.* 2009; 35(4): 537-540.
 68. Hayashi M, Takahashi Y, Hirai M, Iwami Y, Imazato S, Ebisu S. Effect of endodontic irrigation on bonding of resin cement to radicular dentin. *Eur J Oral Sci.* 2005; 113(1): 70-76.
 69. Jayakumar A, Ganesh A, Kalaiselvam R, Rajan M, Deivanayagam K. Evaluation of debris and smear layer removal with XP-endo finisher: a scanning electron microscopic study. *Indian J Dent Res.* 2019; 30(30): 420-423.
 70. Jiang LM, Lak B, Eijssvogels LM, Wesselink P, van der Sluis LW. Comparison of the cleaning efficacy of different final irrigation techniques. *J Endod.* 2012; 38(6): 838-841.
 71. Kahn mouei MA, Mohammadi N, Navimipour EJ, Shakerifar, M. Pushout bond strength of quartz fibre posts to root canal dentin using total-etch and self-adhesive resin cements. *Med Oral Patol Oral Cir Bucal.* 2012; 17(2): 337-344.
 72. Kato AS, Cunha RS, da Silveira Bueno CE, Pelegrine RA, Fontana CE, de Martin AS. Investigation of the efficacy of passive ultrasonic irrigation versus irrigation with reciprocating activation: an environmental scanning electron microscopic study. *J Endod.* 2016; 42(4): 659-663.
 73. Kato MT, Hannas AR, Leite AL, Bolanho A, Zarella BL, Santos J, Carrilho M, Tjäderhane L, Buzalaf MA. Activity of matrix metalloproteinases in bovine versus human dentine. *Caries Res.* 2011; 45(5): 429-434.
 74. Kuah HG, Lui JN, Tseng PS, Chen NN. The effect of EDTA with and without ultrasonics on removal of the smear layer. *J Endod.* 2009; 35(3): 393-396.
 75. Kul E, Yeter KY, Aladag LI, Ayranci LB. Effect of different post space irrigation procedures on the bond strength of a fiber post attached with a self-adhesive resin cement. *J Prosthet Dent.* 2016; 115(5): 601-605.
 76. Lamichhane A, Xu C, Zhang FQ. Dental fiber-post resin base material: a review. *J Adv Prosthodont.* 2014; 6(1): 60-65.
 77. Leitune VC, Collares FM, Werner Samuel SM. Influence of chlorhexidine application at longitudinal push-out bond strength of fiber posts. *Oral Surg Oral Med Oral Pathol Oral Radiol Endod.* 2010; 110(5): e77-81.
 78. Lindblad RM, Lassila LV, Salo V, Vallittu PK, Tjäderhane L. Effect of chlorhexidine on initial adhesion of fiber-reinforced post to root canal. *J Dent.* 2010; 38(10): 796-801.
 79. Lindblad RM, Lassila LV, Salo V, Vallittu PK, Tjäderhane L. One year effect of chlorhexidine on bonding of fibre-reinforced composite root canal post to dentine. *J Dent.* 2012; 40(9): 718-722.
 80. Liu W, Meng H, Sun Z, Jiang R, Dong CA, Zhang C. Phosphoric and carboxylic methacrylate esters as bonding agents in self-adhesive resin cements. *Exp Ther Med.* 2018; 15(5): 4531-4537.
 81. Llena C, Forner L, Cambralla R, Lozano, A. Effect of three different irrigation solutions applied by passive ultrasonic irrigation. *Restor Dent Endod.* 2015; 40(2): 143-148.
 82. Lührs AK, Guhr S, Günay H, Geurtsen W. Shear bond strength of self-adhesive resins compared to resin cements with etch and rinse adhesives to enamel and dentin in vitro. *Clin Oral Investig.* 2010; 14(2): 193-199.
 83. Makkar S, Malhotra N. Self-adhesive resin cements: a new perspective in luting technology. *Dent Update.* 2013; 40(9): 758-760.

84. Malacarne J, Carvalho RM, de Goes MF, Svizero N, Pashley DH, Tay FR, Yiu CK, Carrilho MR. Water sorption/solubility of dental adhesive resins. *Dent Mater.* 2006; 22(10): 973-980.
85. Marchionatti AME, Wandscher VF, Rippe MP, Kaizer OB, Valandro LF. Clinical performance and failure modes of pulpless teeth restored with posts: a systematic review. *Braz Oral Res.* 2017; 31(64): 1-14.
86. Marghalani HY. Sorption and solubility characteristics of self-adhesive resin cements. *Dent Mater.* 2012; 28(10): e187-198.
87. Marley JT, Ferguson DB, Hartwell GR. Effects of chlorhexidine gluconate as an endodontic irrigant on the apical seal: short-term results. *J Endod.* 2001; 27(12): 775-778.
88. Martins Justo A, Abreu da Rosa R, Santini MF, Cardoso Ferreira MB, Pereira JR, Húngaro Duarte MA, Reis Só MV. Effectiveness of final irrigant protocols for debris removal from simulated canal irregularities. *J Endod.* 2014; 40(12): 2009-2014.
89. Mayer BE, Peters OA, Barbakrow F. Effects of rotatory instruments and ultrasonic irrigation on debris and smear layer scores: a scanning electron microscopic study. *Int Endod J.* 2002; 35(7): 582-589.
90. Mazzone A, Scaffa P, Carrilho M, Tjäderhane L, Di Lenarda R, Polimeni A, Tezvergil-Mutluay A, Tay F, Pashley D, Breschi L. Effects of etch-and-rinse and self-etch adhesives on dentin MMP-2 and MMP-9. *J Dent Res.* 2013; 92(1): 82-86.
91. Metzger Z, Solomonov M, Kfir A. The role of mechanical instrumentation in the cleaning of root canals. *Endod Topics.* 2013; 29(1): 87-109.
92. Monticelli F, Osorio R, Mazzitelli C, Ferrari M, Toledano M. Limited decalcification / diffusion of self-adhesive cements into dentin. *J Dent Res.* 2008; 87(10): 974-979.
93. Moreira DM, de Andrade Feitosa JP, Line SR, Zaia AA. Effects of reducing agents on birefringence dentin collagen after use of different endodontic auxiliary chemical substances. *J Endod.* 2011; 37(10): 1406-1411.
94. Mozo S, Llana C, Chieffi N, Forner L, Ferrari M. Effectiveness of passive ultrasonic irrigation in improving elimination of smear layer and opening dentinal tubules. *J Clin Exp Dent.* 2014; 6(1): e47-e52.
95. Nissan J, Dmitry Y, Assif D. The use of reinforced composite resin cement as compensation for reduced post length. *J Prosthet Dent.* 2001; 86(3): 304-308.
96. Okuda M, Pereira PN, Nakajima M, Tagami J, Pashley DH. Long-term durability of resin dentin interface: nanoleakage vs. microtensile bond strength. *Oper Dent.* 2002; 27(3): 289-296.
97. Oliveira LV, Maia TS, Zancopé K, Menezes MS, Soares CJ, Moura CCG. Can intraradicular cleaning protocols increase the retention of fiberglass posts? A systematic review. *Braz Oral Res.* 2018; 32(16):1-11.
98. Ordinola-Zapata R, Bramante CM, Cavenago B, Graeff MS, Gomes de Moraes I, Marciano M, Duarte MA. Antimicrobial effect of endodontic solutions used as final irrigants on a dentine biofilm model. *Int Endod J.* 2012; 45(2): 162-168.
99. Osorio R, Yamauti M, Osorio E, Ruiz-Requena ME, Pashley D, Tay F, Toledano M. Effect of dentin etching and chlorhexidine application on metalloproteinase-mediated collagen degradation. *Eur J Oral Sci.* 2011; 119(1): 79-85.
100. Parisi C, Valandro LF, Ciocca L, Gatto MRA, Baldissara P. Clinical outcomes and success rates of quartz fiber post restorations: A retrospective study. *J Prosthet Dent.* 2015;114(3): 367-72.
101. Pashley DH, Tay FR, Yiu C, Hashimoto M, Breschi L, Carvalho RM, Ito S. Collagen degradation by host-derived enzymes during aging. *J Dent Res.* 2004; 83(3): 216-221.

102. Perdigão J, Gomes G, Augusto V. The effect of dowel space on the bond strengths of fiber posts. *J Prosthodont.* 2007; 16(3): 154-164.
103. Perdigão J, Lopes M, Geraldeli S, Lopes GC, García-Godoy F. Effect of a sodium hypochlorite gel on dentin bonding. *Dent Mater.* 2000; 16(5): 311-323.
104. Pereira RD, Valdívia AD, Bicalho AA, Franco SD, Tantbirojn D, Versluis A, Soares CJ. Effect of photoactivation timing on the mechanical properties of resin cements and bond strength of fiberglass post to root dentin. *Oper Dent.* 2015; 40(5): E206-221.
105. Poletto D, Poletto AC, Cavalaro A, Machado R, Cosme-Silva L, Garbelini CCD, Hoepfner MG. Smear layer removal by different chemical solutions used with or without ultrasonic activation after post preparation. *Restor Dent Endod.* 2017; 42(4): 324-331.
106. Pontes DG, Araujo CT, Prieto LT, de Oliveira DC, Coppini EK, Dias CT, Paulillo LA. Nanoleakage of fiber posts luted with different adhesive strategies and the effect of chlorhexidine on the interface of dentin and self-adhesive cements. *Gen Dent.* 2015; 63(3): 31-37.
107. Prado MC, Leal F, Gusman H, Simão RA, Prado M. Effects of auxiliary device use on smear layer removal. *J Oral Sci.* 2016; 58(4): 561-567.
108. Radovic I, Monticelli F, Goracci C, Vulicevic ZR, Ferrari M. Self-adhesive resin cements: a literature review. *J Adhes Dent.* 2008; 10(4): 251-258.
109. Rodrigues CT, Duarte MAH, Guimarães BM, Vivan RR, Bernardineli N. Comparison of two methods of irrigant agitation in the removal of residual filling material in retreatment. *Braz Oral Res.* 2017; 31, e113: 1-8.
110. Rueggeberg FA, Margeson DH. The effect of oxygen inhibition on an unfilled/filled composite system. *J Dent Res.* 1990; 69(10): 1652-1658.
111. Ruiz L, Mongruel Gomes G, Bittencout B, Rutz da Silva F, Mongruel Gomes OM, Chidoski Filho JC, Lincoln Calixto A. Effect of Root Canal Sealers on Bond Strength of Fiber Posts to Root Dentin Cemented after one Week or six Months. *Iran Endod J.* 2018; 13(1): 54-60.
112. Sabatini C. Effect of a chlorhexidine-containing adhesive on dentin bond strength stability. *Oper Dent.* 2013; 38(6): 609-617.
113. Sano H, Takatsu T, Ciucchi B, Horner JA, Matthews WG, Pashley DH. Nanoleakage: leakage within the hybrid layer. *Oper Dent.* 1995; 20(1): 18-25.
114. Santos J, Carrilho M, Tervahartiala T, Sorsa T, Breschi L, Mazzone A, Pashley D, Tay F, Ferraz C, Tjäderhane L. Determination of matrix metalloproteinases in human radicular dentin. *J Endod.* 2009; 35(5): 686-689.
115. Santos JN, Carrilho MR, De Goes MF, Zaia AA, Gomes BP, Souza-Filho FJ, Ferraz CC. Effect of chemical irrigants on the bond strength of a self-etching adhesive to pulp chamber dentin. *J Endod.* 2006; 32(11): 1088-1090.
116. Santos MJMC, Bapoo H, Rizkalla AS, Santos Jr GC. Effect of dentin-cleaning techniques on the shear bond strength of self-adhesive resin luting cement to dentin. *Oper Dent.* 2011;36(5): 512–20.
117. Santos-Filho PC, Veríssimo C, Raposo LH, Noritomi MecEng PY, Marcondes Martins LR. *J Endod.* 2014; 40(11): 1874-1878.
118. Sarkis-Onofre R, Skupien JA, Cenci MS, Moraes RR, Pereira-Cenci T. The role of resin cement on bond strength of glass-fiber posts luted into root canals: a systematic review and meta-analysis of in vitro studies. *Oper Dent.* 2014; 39(1): E31-44.
119. Scaffa PM, Vidal CM, Barros N, Gesteira TF, Carmona AK, Breschi L, Pashley DH, Tjäderhane L, Tersariol IL, Nascimento FD, Carrilho MR. Chlorhexidine inhibits the

- activity of dental cysteine cathepsins. *J Dent Res*. 2012; 91(4): 420-425.
120. Schilder H.; Hargreaves KM. Filling root canals in three dimensions. *DentClin North Am*. 1967; 32(4): 723-744.
 121. Schwartz RS, Robbins JW. Post placement and restorations of endodontically treated teeth: a literature review. *J Endod*. 2004; 30(5): 289-301.
 122. Seballos VG, Barreto MS, da Rosa RA, Machado E, Valandro LF, Kaizer OB. Effect os post-space irrigation with NaOCl and CaOCl at different concentrations on the bond strength of posts cemented with a self-adhesive resin cement. *Braz Dent J*. 2018; 29(5): 446-451.
 123. Sena NT, Gomes BP, Vianna ME, Berber VB, Zaia AA, Ferraz CC, et al. In vitro antimicrobial activity of sodium hypochlorite and chlorhexidine against selected single-species biofilms. *Int Endod J*. 2006; 39(11):878-885.
 124. Shimada Y, Ichionose S, Sadr A, Burrow MF, Tagami J. Localization of matrix metalloproteinases (MMPs-2, 8, 9 and 20) in normal and carious dentine. *Aus Dent J*. 2009; 54(4): 347-354.
 125. Simões TC, Luque-Martinez I, Moraes RR, Sá A, Loguercio AD, Moura SK. Longevity of bonding of self-adhesive resin cement to dentin. *Oper Dent*. 2016; 41(3): 64-72.
 126. Skupien JA, Cenci MS, Opdam NJ, Kreulen CM, Huysmans MC, Pereira-Cenci T. Crown vs. composite for post-retained restorations: A randomized clinical trial. *J Dent*. 2016; 48: 34-39.
 127. Soares CJ, Soares PV, de Freitas Santos-Filho PC, Castro CG, Magalhaes D, Versluis A. The influence of cavity design and glass fiber posts on biomechanical behavior of endodontically treated premolars. *J Endod*. 2008; 34(8): 1015-1019.
 128. Stanislawczuk R, Amaral RC, Zander-Grande C, Gagler D, Reis A, Loguercio AD. Chlorhexidine-containing acid conditioner preserves the longevity of resin-dentin bonds. *Oper Dent*. 2009; 34(4): 481-490.
 129. Stape TH, Menezes Mde S, Barreto Bde C, Naves LZ, Aguiar FH, Quagliatto PS, Martins LR. Influence of chlorhexidine on dentin adhesive interface micromorphology and nanoleakage expression of resin cements. *Microsc Res Tech*. 2013; 76(8): 788-794.
 130. Strobel S, Hellwig E. The effects of matrix-metallo-proteinases and cchlorhexidine on the adhesive bond. *Swiss Dent J*. 2015; 125(2): 134-145.
 131. Sulkala M, Tervahartiala T, Sorsa T, Larmas M, Salo T, Tjäderhane L. Matrix metalloproteinase-8 (MMP-8) is the major collagenase in human dentin. *Arch Oral Biol* 2007; 52(2): 121-127.
 132. Suzuki TY, Gomes-Filho JE, Gallego J, Pavan S, Dos Santos PH, Fraga Briso AL. Mechanical properties of components of the bonding interface in different regions of radicular dentin surfaces. *J Prosthet Dent*. 2015 Jan;113(1): 54-61.
 133. Tay FR, Hashimoto M, Pashley DH, Peters MC, Lai SC, Yiu CK, Cheong C. Aging affects two modes of nanoleakage expression in bonded dentin. *J Dent Res*. 2003; 82(7): 537-541.
 134. Tay FR, Pashley DH, Loushine RJ, Weller RN, Monticelli F, Osorio R. Self-etching adhesives increase collagenolytic activity in radicular dentin. *J Endod*. 2006; 32(9): 862-868.
 135. Tersariol IL, Geraldeli S, Minciotti CL, Nascimento FD, Pääkkönen V, Martins MT, Carrilho MR, Pashley DH, Tay FR, Salo T, Tjäderhane L. Cysteine cathepsins in human dentin-pulp complex. *J Endod*. 2010; 36(3): 475-481.
 136. Thompson JM, Agee K, Sidow SJ, McNally K, Lindsey K, Borke J, Elsalanty M, Tay FR, Pashley DH. Inhibition of endogenous dentin matrix metalloproteinases by

- ethylenediaminetetraacetic acid. *J Endod.* 2012; 38(1): 62-65.
137. Tian Y, Mu Y, Setzer FC, Lu H, Qu T, Yu Q. Failure of fiber posts after cementation with different adhesives with or without silanization investigated by pullout tests and scanning electron microscopy. *J Endod.* 2012; 38(9): 1279-1282.
 138. Tjäderhane L, Nascimento FD, Breschi L, Mazzoni A, Tersariol IL, Geraldeli S, Tezvergil-Mutluay A, Carrilho MR, Carvalho RM, Tay FR, Pashley DH. Optimizing dentin bond durability: control of collagen degradation by matrix metalloproteinases and cysteine cathepsins. *Dent Mater.* 2013; 29(1): 116-135.
 139. Toledano M, Nieto-Aguilar R, Osorio R, Campos A, Osorio E, Tay FR, Alaminos M. Differential expression. Of matrix metalloproteinase-2 in human coronal and radicular sound and carious dentine. *J Dent.* 2010; 38(8): 635-640.
 140. Toman M, Toksavul S, Tamaç E, Sarikanat M, Karagözoglu I. Effect of chlorhexidine on bond strength between glass-fiber post and root canal dentine after six month of water storage. *Eur J Prosthodont Restor Dent.* 2014; 22(1): 29-34.
 141. Torabinejad M, Khademi AA, Babagoli J, Cho Y, Johnson WB, Bozhilov K. A new solution for the removal of the smear layer. *J Endod.* 2003; 29(3): 170-175.
 142. Trope M, Debelian G. XP-3D Finisher file – the next step in restorative endodontics. *Endod Pract US.* 2015; 8: 22-24.
 143. Van der Sluis L, Versluis M, Wu MK, Wesselink PR. Passive ultrasonic irrigation of the root canal: A review of the literature. *Int Endod J.* 2007; 40(6): 415-426.
 144. Van der Sluis LW, Vogels MP, Verhaagen B. Study on the influence of refreshment/activation cycles and irrigants on mechanical cleaning efficiency during ultrasonic activation of the irrigant. *J Endod.* 2010; 36(4): 737-740.
 145. Van Landuyt KL, Yoshida Y, Hirata I, Snauwaert J, De Munck J, Okazaki M, Suzuki K, Lambrechts P, Van Meerbeek B. Influence of the chemical structure of functional monomers on their adhesive performance. *J Dent Res.* 2008; 87(8): 757-761.
 146. Van Meerbeek B, De Munck J, Mattar D, Van Landuyt K, Lambrechts P. Microtensile bond strengths of an etch&rinse and self-etch adhesive to enamel and dentin as a function of surface treatment. *Oper Dent.* 2003; 28(5): 647-660.
 147. Vichi A, Carrabba M, Goracci C, Ferrari M. Extent of cement polymerization along dowel space as a function of the interaction between adhesive and cement in fiber post cementation. *J Adhes Dent.* 2012; 14(1): 51-57.
 148. Vichi A, Grandini S, Davidson CL, Ferrari M. An SEM evaluation of several adhesive systems used for bonding fiber posts under clinical conditions. *Dent Mater.* 2002; 18(7): 495-502.
 149. Vidal CM, Tjäderhane L, Scaffa PM, Tersariol IL, Pashley D, Nader HB, Nascimento FD, Carrilho MR. Abundance of MMPs and cysteine cathepsins in caries-affected dentin. *J Dent Res.* 2014; 93(3): 269-274.
 150. Violich DR, Chandler NP. The smear layer in endodontics – a review. *Int Endod J.* 2010; 43(1): 2-15.
 151. Viotti RG, Kasaz A, Pena CE, Alexandre RS, Arrais CA, Reis AF. Microtensile bond strength of new self-adhesive luting agents and conventional multistep systems. *J Prosthet Dent.* 2009; 102(5): 306-312.
 152. Yost RA, Bergeron BE, Kirkpatrick TC, Roberts MD, Roberts HW, Himel VT, Sabey KA. Evaluation of 4 different irrigating systems for apical extrusion of sodium hypochlorite. *J Endod.* 2015; 41(9): 1530-1534.
 153. Zand V, Mokhtari H, Mohammad-Frough R, Nahavandizadeh N, Azimi S. Smear layer removal evaluation of different protocol of Bio Race file and XP-endo Finisher file in corporation with EDTA 17% and NaOCl. *J Clin Exp Dent.* 2017; 9(11): e1310-

e1314.

154. Zehnder M. Root canal irrigants. *J Endod.* 2006; 32(5): 389-398.
155. Zicari F, Coutinho E, Scotti R, Van Meerbeek B, Naert I. Mechanical properties and micro-morphology of fiber posts. *Dent Mater.* 2013; 29(4): e45-52.

**ANEXO A - APROVAÇÃO DO PROJETO PELA COMISSÃO DE ÉTICA EM
PESQUISA (CEP) EM SÉRES HUMANOS DA UNIVERSIDADE ESTADUAL DE
PONTA GROSSA (UEPG)**

PARECER CONSUBSTANCIADO DO CEP

DADOS DO PROJETO DE PESQUISA

Título da Pesquisa: Efeito imediato e longitudinal do tratamento prévio com clorexidina na adesão de pinos de fibra com cimento resinoso autoadesivo

Pesquisador: Giovana Mongruel Gomes

Área Temática:

Versão: 1

CAAE: 01595618.6.0000.0105

Instituição Proponente: Universidade Estadual de Ponta Grossa

Patrocinador Principal: Financiamento Próprio

DADOS DO PARECER

Número do Parecer: 3.019.405

Apresentação do Projeto:

Este trabalho tem como objetivo avaliar o efeito da clorexidina (CHX) na dentina radicular aplicada por meio de diferentes métodos e verificar sua influência na adesão dos pinos de fibra de vidro (PFV) cimentados com cimento resinoso autoadesivo. Serão selecionados 120 dentes permanentes unirradiculares, os quais terão suas coroas removidas imediatamente após a junção cimento-esmalte, tendo então suas raízes tratadas endodonticamente. Após uma semana, será realizado o preparo padronizado dos condutos para posterior cimentação dos PFV (Whitepost DC, FGM). Nesse momento, as raízes serão divididas aleatoriamente em dez grupos (n=12), de acordo com a combinação dos seguintes fatores: tratamento dentinário previamente à cimentação dos PFV (solução irrigadora + método de irrigação) – NaOCl com irrigação convencional com agulha (controle), CHX com irrigação convencional com agulha, CHX com irrigação ativa por ultrassom, CHX com irrigação ativa por lima Easy Clean (Easy) e CHX com irrigação ativa por lima XP-Endo Finisher (FKG) e tempo após cimentação dos PFV – após 1 semana ou 1 ano. Para cada grupo

Endereço: Av. Gen. Carlos Cavalcanti, nº 4748. UEPG, Campus Uvararanas, Bloco M, Sala 116-B

Bairro: Uvaranas

CEP: 84.030-900

UF: PR

Município: PONTA GROSSA

Telefone: (42)3220-3108

E-mail: coep@uepg.br

duas raízes serão selecionadas e preparadas para avaliação morfológica ultra estrutural do padrão da smear layer por microscopia eletrônica de varredura (MEV). Após os procedimentos de cimentação, sete raízes por grupo serão aleatoriamente avaliadas em resistência de união pelo teste de push-out e três para análise de nanoinfiltração por MEV, sendo que para cada raiz serão obtidos seis corpos -de-prova (fatias), os quais serão distribuídos da seguinte forma: terço coronário (duas fatias), terço médio (duas fatias) e terço apical (duas fatias). Os dados obtidos serão submetidos aos testes ANOVA 3 fatores e Tukey para contraste das médias ($\alpha=0,05$).

Objetivo da Pesquisa:

Objetivo Primário:

Avaliar o efeito de diferentes métodos de aplicação da clorexidina no tratamento da dentina radicular na adesão do cimento resinoso autoadesivo ao canal radicular durante a cimentação de pinos de fibra de vidro após 1 semana e após 1 ano.

Objetivo Secundário:

1. Avaliar o efeito de diferentes métodos de aplicação da clorexidina (irrigação convencional com agulha, ativa por ultrassom, ativa por lima Easy Clean e ativa por lima XP-Endo Finisher) na dentina radicular, para cimentação de pinos de fibra de vidro, utilizando-se cimento resinoso autoadesivo nos valores de resistência de união entre pino de fibra e dentina radicular nas diferentes regiões radiculares (terço coronário, médio e apical), 1 semana após a cimentação e após 1 ano. 2. Avaliar o efeito de diferentes métodos de aplicação ativa da clorexidina (irrigação convencional com agulha, ativa por ultrassom, ativa por lima Easy Clean e ativa por lima XP-Endo Finisher) na dentina radicular, para cimentação de pinos de fibra de vidro, utilizando-se cimento resinoso autoadesivo nos valores de nanoinfiltração dentro da dentina radicular após a cimentação de pinos de fibra de vidro nas diferentes regiões radiculares (terço coronário, médio e apical), 1 semana após a cimentação e após 1 ano. 3. Avaliar o efeito de diferentes métodos de aplicação ativa da clorexidina (irrigação convencional com agulha, ativa por ultrassom, ativa por lima Easy Clean e ativa por lima XP-Endo Finisher) na dentina radicular, no grau de desobliteração dos túbulos dentinários da dentina radicular; por microscopia eletrônica de varredura (MEV).

Endereço: Av. Gen. Carlos Cavalcanti, nº 4748. UEPG, Campus Uvararanas, Bloco M, Sala 116-B

Bairro: Uvaranas

CEP: 84.030-900

UF: PR

Município: PONTA GROSSA

Telefone: (42)3220-3108

E-mail: coep@uepg.br



Continuação do Parecer: 3.019.405

Avaliação dos Riscos e Benefícios:

Riscos:

Não haverá riscos potenciais para os pesquisadores, pois serão utilizados nessa pesquisa experimental os EPIs (Equipamentos de Proteção Individual), como luvas, máscaras, gorro, jaleco e óculos de proteção pelos mesmos, de acordo com a Resolução CEPE/UEPG n.057, de 13 de julho de 2004; além do uso de instrumentais clínicos e laboratoriais esterilizados. Além de que a referida pesquisa será realizada in vitro, não acarretando assim nenhum risco para o paciente, pois a mesma necessitará apenas do elemento dental extraído por indicação periodontal ou por outra especialidade odontológica, antes da realização do experimento; sendo os mesmos oriundos do Banco de Dentes Humanos (BDH) da Universidade Estadual de Ponta Grossa (UEPG).

Benefícios:

A realização desse estudo possibilitará verificar o efeito de diferentes métodos de aplicação da clorexidina na cimentação do pino de fibra de vidro utilizando-se cimento resinoso autoadesivo; aprimorando, assim, o conhecimento tanto dos acadêmicos quanto dos profissionais de Odontologia. Os dados e resultados obtidos serão encaminhados para publicações e apresentados em eventos científicos, gerando um crescimento técnico-científico na área estudada.

Comentários e Considerações sobre a Pesquisa:

Pesquisa exequível e relevante.

Considerações sobre os Termos de apresentação obrigatória:

Folha de rosto: adequada

Declaração do Banco de Dentes da UEPG: adequada

TCLE: Não se aplica

Recomendações:

Enviar relatório final via notificação na Plataforma Brasil (on line), após conclusão da pesquisa para evitar pendências com o CEP ou com a PROPESP.

Endereço: Av. Gen. Carlos Cavalcanti, nº 4748. UEPG, Campus Uvararanas, Bloco M, Sala 116-B

Bairro: Uvaranas

CEP: 84.030-900

UF: PR

Município: PONTA GROSSA

Telefone: (42)3220-3108

E-mail: coep@uepg.br

Continuação do Parecer: 3.019.405

Conclusões ou Pendências e Lista de Inadequações:

Após análise do projeto, o parecer é favorável a aprovação.

Considerações Finais a critério do CEP:

Este parecer foi elaborado baseado nos documentos abaixo relacionados:

Tipo Documento	Arquivo	Postagem	Autor	Situação
Informações Básicas do Projeto	PB_INFORMAÇÕES_BASICAS_DO_PROJETO_1238452.pdf	17/10/2018 22:17:28		Aceito
Projeto Detalhado / Brochura Investigador	PROJETO_RODRIGO_FINAL.pdf	17/10/2018 22:15:09	Giovana Mongruel Gomes	Aceito
Folha de Rosto	Folha_de_Rosto.pdf	17/10/2018 22:11:27	Giovana Mongruel Gomes	Aceito
Declaração de Manuseio Material Biológico / Biorepositório / Biobanco	TermoBancoDentes.pdf	15/10/2018 16:05:32	Giovana Mongruel Gomes	Aceito

Situação do Parecer:

Aprovado

Necessita Apreciação da CONEP:

Não

PONTA GROSSA, 13 de Novembro de 2018

Assinado por:

ULISSES

COELHO

Endereço: Av. Gen. Carlos Cavalcanti, nº 4748. UEPG, Campus Uvararanas, Bloco M, Sala 116-B

Bairro: Uvaranas

CEP: 84.030-900

UF: PR

Município: PONTA GROSSA

Telefone: (42)3220-3108

E-mail: coep@uepg.br