

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

RENATA TERUMI JITUMORI

**EFEITO DA IRRIGAÇÃO PRÉVIA NA ADESÃO DE CIMENTOS RESINOSOS
AUTOADESIVOS AO CANAL RADICULAR NA CIMENTAÇÃO DE PINOS DE
FIBRA DE VIDRO**

PONTA GROSSA

2018

RENATA TERUMI JITUMORI

**EFEITO DA IRRIGAÇÃO PRÉVIA NA ADESÃO DE CIMENTOS RESINOSOS
AUTOADESIVOS AO CANAL RADICULAR NA CIMENTAÇÃO DE PINOS DE
FIBRA DE VIDRO**

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.

Orientadora: Prof^a. Dr^a. Giovana Mongruel Gomes

Co-orientador: Prof. Dr. João Carlos Gomes

PONTA GROSSA

2018

Ficha Catalográfica
Elaborada pelo Setor de Tratamento da Informação BICEN/UEPG

J61 Jitumori, Renata Terumi
 Efeito da irrigação prévia na adesão de cimentos resinosos autoadesivos ao canal radicular na cimentação de pinos de fibra de vidro/ Renata Terumi Jitumori. Ponta Grossa, 2018.
 84f.

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

 Orientadora: Prof^a Dr^a Giovana Mongruel Gomes.

 Coorientador: Prof. Dr. João Carlos Gomes.

 1.Cimentos de resina. 2.Irrigantes do canal radicular. 3.Pinos dentários. 4.Resistência ao cisalhamento. 5.Smear layer. I.Gomes, Giovana Mongruel. II. Gomes, João Carlos. III. Universidade Estadual de Ponta Grossa. Mestrado em Odontologia. IV. T.

CDD: 617.6

RENATA TERUMI JITUMORI

Efeito da irrigação prévia na adesão de cimentos resinosos autoadesivos ao canal radicular na cimentação de pinos de fibra de vidro.

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


Ponta Grossa, 21 de fevereiro de 2018.



Prof. Dr. Paulo Sérgio Quagliatto
Universidade Federal de Uberlândia



Prof.ª Dr.ª Alessandra Reis da Silva Loguercio
Universidade Estadual de Ponta Grossa



Prof.ª Dr.ª Giovana Mongruel Gomes
Universidade Estadual de Ponta Grossa

"O correr da vida embrulha tudo.
A vida é assim: esquentada e esfria,
aperta e daí afrouxa,
sossega e depois inquieta.
O que ela quer da gente é coragem."

João Guimarães Rosa

AGRADECIMENTOS

A **Deus**, por estar sempre presente, me dando força, coragem e proteção. Agradeço também por me conceder a oportunidade de trabalhar com pessoas maravilhosas que admiro muito.

Aos meu pais, **Flabio Kemdi Jitumori** e **Nair Miyuki Iwasaka Jitumori**, pela minha educação, confiança, paciência, apoio e amor incondicional. Tenho muita gratidão por tudo que nos proporcionaram e sou muito feliz por fazer parte desta família.

À minha querida orientadora **Profª Drª Giovana Mongruel Gomes**, que admiro muito pela atenção e paciência que dedica aos seus alunos. Muito obrigada por tudo que me ensinou não apenas na Odontologia, mas também como exemplo de caráter.

Ao meu co-orientador **Prof. Dr. João Carlos Gomes**, por todos os ensinamentos e dedicação.

À **Profª Drª Alessandra Reis**, que sempre esteve disposta em ajudar e contribuiu muito para que esse trabalho fosse realizado.

À **Coordenação do Curso de Pós-Graduação em Odontologia da UEPG**, na pessoa da **Profª Drª Denise Stadler Wambier**, 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 dispostos a ajudar tornaram o curso muito mais prazeroso.

Ao meu tio e colega de profissão **Prof. Dr. Chigueyuki Jitumori**, que me recebeu muito bem em Ponta Grossa e me aconselhou desde o início da faculdade.

Aos meus amigos **Rafael**, **José Carlos**, **Nathália** e **Yançanã** que são a minha família de Ponta Grossa.

DADOS CURRICULARES

Renata Terumi Jitumori

NASCIMENTO 19.05.1990

Dourados, MS – Brasil

FILIAÇÃO

Nair Miyuki Iwasaka Jitumori

Flabio Kemdi Jitumori

2009 – 2013

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

Ponta Grossa, PR – Brasil

2014 – 2016

Especialização em Ortodontia pela
Universidade Estadual de Ponta Grossa –
UEPG.

Ponta Grossa, PR – Brasil

2016 – 2018

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

Jitumori RT. **Efeito da irrigação prévia na adesão de cimentos resinosos autoadesivos ao canal radicular na cimentação de pinos de fibra de vidro** [Dissertação - Mestrado em Odontologia - Área de concentração em Dentística Restauradora]. Ponta Grossa: Universidade Estadual de Ponta Grossa; 2018.

Avaliou-se o efeito da irrigação prévia na adesão de cimentos resinosos autoadesivos ao canal radicular na cimentação de pinos de fibra de vidro (PFV). Foram utilizados 120 dentes permanentes unirradiculares, os quais tiveram suas coroas removidas e suas raízes tratadas endodonticamente. Após uma semana, foi realizado o preparo padronizado dos condutos para posterior cimentação dos PFV. Nesse momento, as raízes foram divididas aleatoriamente em dez grupos, de acordo com a combinação dos seguintes fatores: cimento resinoso autoadesivo – RelyX U200 (3M ESPE) e Multilink Speed (Ivoclar Vivadent), e agente irrigante aplicado previamente à cimentação dos PFV – água destilada (AD), NaOCl 2,5% (Na), EDTA 17% (ED), ácido poliacrílico 26% (AP) e associação EDTA 17% + NaOCl 2,5% (EN). Duas raízes de cada agente irrigante foram utilizadas para avaliação do grau de desobliteração dos túbulos dentinários (DeTd) por microscopia eletrônica de varredura (MEV). Após a cimentação dos PFV, sete raízes por grupo foram avaliadas em resistência de união (RU) pelo teste de *push-out*, quatro em nanoinfiltração (NI) por MEV e microdureza Vickers (VHN); para esse propósito cada raiz foi seccionada transversalmente em seis fatias. Os dados obtidos da DeTd foram submetidos a *Kruskall Wallis* e *Student-Newman-Keuls* ($\alpha=0,05$) e dos testes de RU, NI e VHN a ANOVA dois fatores e *Tukey* ($\alpha=0,05$). Na avaliação da DeTd, os agentes que promoveram maior abertura dos túbulos dentinários foram ED, AP e EN. Para o cimento RelyX U200, o Na, AD e ED obtiveram os maiores valores de RU e VHN; enquanto que para o Multilink Speed esses valores foram superiores no grupo irrigado com AD. Para ambos os cimentos, o AP apresentou valores inferiores e a associação EN valores intermediários de RU e VHN. Não houve diferença estatística significativa nos resultados de NI ($p>0,05$). Pode-se concluir que para cada agente cimentante deve haver um protocolo de irrigação prévia ideal na cimentação de pinos de fibra de vidro ao canal radicular.

Palavras-Chave: Cimentos de resina. Irrigantes do canal radicular. Pinos dentários. Resistência ao cisalhamento. *Smear layer*. Testes de dureza.

ABSTRACT

Jitumori RT. **Effect of previous irrigation on the adhesion of self-adhesive resin cements to the root canal in the cementation of glass fiber posts.** [Dissertação - Mestrado em Odontologia - Área de concentração em Dentística Restauradora]. Ponta Grossa: Universidade Estadual de Ponta Grossa; 2018.

It was evaluated the effect of previous irrigation on the adhesion of on the adhesion of self-adhesive resin cements to the root canal in the cementation of glass fiber posts. A total of 120 unirradicular 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 ten groups, according to the combination of the following factors: self-adhesive resin cement - RelyX U200 (3M ESPE) and Multilink Speed (Ivoclar Vivadent), and irrigating agent applied prior to GFP cementation - distilled water (DW), 2.5% NaOCl (Na), 17% EDTA (ED), 26% polyacrylic acid (PA) and 17% EDTA followed by 2.5% NaOCl (EN). Two roots of each irrigating agent were used for evaluation the degree of open dentinal tubules (ODeT) by scanning electron microscopy (SEM). After the cementation of the GFP, seven roots per group were evaluated in bond strength (BS) by the push-out test, four in nanoleakage (NL) by SEM and in Vickers microhardness (VHN); for this propose each root was sectioned transversely into six slices. The data obtained from ODeT were submitted to Kruskal Wallis and Student-Newman-Keuls ($\alpha=0.05$) and from the tests of BS, NL and VHN to ANOVA two-way and Tukey ($\alpha=0.05$). In the evaluation of the ODeT, the agents that promoted greater opening of the dentin tubules were ED, PA and EN. For RelyX U200 cement, the Na, DW and ED obtained the highest values of BS and VHN; while for Multilink Speed these values were higher in the group irrigated with DW. For both cements, the PA presented lower values and the association EN intermediate values of BS and VHN. There was no statistically significant difference in NL results ($p>0.05$). It can be concluded that for each cementing agent there must be an optimal prior irrigation protocol for the cementation of glass fiber posts to root canal.

Keywords: Resin cements. Root canal irrigants. Dental pins. Shear strength. Smear layer. Hardness tests.

LISTA DE ILUSTRAÇÕES

Figura 1	- Dente selecionado de acordo com os critérios de inclusão	29
Figura 2	- Dente seccionado abaixo da JCE	30
Figura 3	- Sequência de limas utilizadas no tratamento endodôntico. (A) Lima endodôntica do tipo K #15; (B) sistema Protaper Universal	31
Figura 4	- Obturação endodôntica. (A) Irrigação final com soro fisiológico; (B) secagem do conduto com cone de papel absorvente; (C e D) obturação pela técnica de condensação vertical de Schilder; (E) secção radicular para ilustrar o aspecto final do tratamento endodôntico	32
Figura 5	- Preparo do conduto com broca carbide correspondente ao pino de fibra	33
Figura 6	- Representação dos grupos experimentais divididos de acordo com o cimento resinoso autoadesivo e agente irrigante	34
Figura 7	- Amostra metalizada para avaliação dos túbulos dentinários por MEV	36
Figura 8	- Procedimento de cimentação do PFV. (A) Inserção do cimento resinoso; (B) inserção do PFV; (C) fotoativação por 40 s; (D) ilustração da adaptação do PFV dentro do conduto	40
Figura 9	- Preparo dos corpos de prova. (A) Corte das raízes em seis fatias; (B) mensuração da espessura com auxílio do paquímetro digital ...	43
Figura 10	- Mensuração do diâmetro do PFV pela face coronária (A) e apical (B)	44
Figura 11	- Teste de <i>push out</i> . Fatia posicionada sobre a mesa de ensaio universal	45
Figura 12	- Preparo dos espécimes em <i>stubs</i> metálicos. (A) Após planificação da superfície com sequência de lixas; (B) amostras metalizadas em ouro para realização do MEV	47
Figura 13	- 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 do nitrato de prata (DR = dentina radicular; CR = cimento resinoso; PFV = pino de fibra de vidro)	48
Figura 14	- Fatias embutidas em resina acrílica para realização do teste de microdureza Vickers	49
Figura 15	- Realização do teste de microdureza Vickers (DR = dentina radicular; CR = cimento resinoso; PFV = pino de fibra de vidro)	50

LISTA DE GRÁFICOS

Gráfico 1 - Distribuição do padrão de fratura dos grupos experimentais após o teste de <i>push out</i>	57
--	----

LISTA DE QUADROS

Quadro 1	- Figura, agente irrigante, fabricante e lote dos materiais utilizados na irrigação dos grupos	35
Quadro 2	- Protocolo de aplicação dos agentes irrigantes	35
Quadro 3	- Representação dos <i>scores</i> para a classificação dos túbulos dentinários desobliterados.....	38
Quadro 4	- Figura, material/fabricante (lote) e composição dos cimentos resinosos autoadesivos utilizados no experimento	41
Quadro 5	- Fotomicrografias representativas em MEV (100, 500 e 2000X) da superfície do canal radicular obtida após tratamento com diferentes agentes irrigantes	53
Quadro 6	- Imagens obtidas por MEV em 60X para análise de NI	62

LISTA DE TABELAS

Tabela 1	- Medianas (intervalos interquartis) da avaliação da desobliteração dos túbulos dentinários	52
Tabela 2	- Valores médios e desvios padrões de resistência de união ao teste <i>push out</i> (MPa) para os diferentes grupos experimentais	56
Tabela 3	- Valores médios e desvios padrões de microdureza Vickers (VHN) para os diferentes grupos experimentais	59
Tabela 4	- Valores médios e desvios padrões de nanoinfiltração (%) para os diferentes grupos experimentais	61

LISTA DE ABREVIATURAS E SIGLAS

ANOVA	Análise de Variância
µm	Micrometro (s)
4-META	4-Metacriloxietil Anidrido Trimelítico
AgNO ₃ NH ₄	Nitrato de prata amoniacal
Bis-GMA	Bis-Fenol A-Glicidil Metacrilato
BMP	Bis (2-Metacriloxietil) Ácido Fosfato
CIV	Cimento de ionômero de vidro
COEP	Comissão de Ética em Pesquisa
CR	Cimento resinoso
CT	Comprimento de trabalho
DeTD	Desobliteração dos túbulos dentinários
DR	Dentina radicular
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) por minuto
mm ²	Milímetro (s) quadrado
MPa	Mega Pascal (is)
MS	Multilink Speed
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)
SL	Área de adesão
SL	<i>Smear layer</i>
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
VHN	Número de dureza Vickers
vs.	<i>Versus</i>

LISTA DE SÍMBOLOS

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

SUMÁRIO

1	INTRODUÇÃO	19
2	REVISÃO DE LITERATURA	21
2.1	Retentores radiculares	21
2.2	Cimentação adesiva	22
2.2.1	Cimentos resinosos	23
2.3	Preparo do conduto radicular	25
2.4	Agentes irrigantes	25
3	PROPOSIÇÃO	28
3.1	Proposição geral	28
3.2	Proposições específicas	28
4	MATERIAL E MÉTODOS	29
4.1	Seleção dos dentes	29
4.2	Preparo dos dentes	30
4.2.1	Tratamento endodôntico	30
4.2.2	Preparo do canal radicular	32
4.3	Grupos experimentais	33
4.4	Avaliação da desobliteração dos túbulos dentinários	36
4.5	Cimentação dos pinos	39
4.6	Preparo dos espécimes para os diferentes testes	42
4.6.1	Divisão dos terços	43
4.7	Análise da resistência de união (RU) pelo teste de <i>push-out</i>	43
4.7.1	Avaliação dos padrões de fratura	45
4.8	Análise de nanoinfiltração (NI) em microscópio eletrônico de varredura (MEV)	46
4.9	Análise da microdureza Vickers (VHN)	48
4.10	Análise estatística	50
5	RESULTADOS	51
5.1	Avaliação da desobliteração dos túbulos dentinários	51
5.2	Resistência de união	54

5.2.1	Padrão de fratura	54
5.3	Microdureza	58
5.4	Nanoinfiltração	60
6	DISCUSSÃO	63
7	CONCLUSÕES	69
	REFERÊNCIAS	70
	ANEXO	80

1 INTRODUÇÃO

A principal causa da diminuição da resistência à fratura dos dentes com tratamento endodôntico é a perda de estrutura dentária, seja por cárie, fratura ou até mesmo pela abertura demasiada para acesso à câmara pulpar (Reeh et al.¹ 1989; Sedgley, Messer² 1992; Schwartz, Robbins³ 2004; Dietschi et al.⁴ 2008). Para a restauração destes dentes, com extensa perda coronária, é indicado o uso de retentores intrarradiculares por promoverem maior retenção do material restaurador (Assi, Gorfil⁵ 1994; Sen et al.⁶ 2004).

Dentre os retentores, os pinos de fibra de vidro destacam-se devido as suas vantagens como módulo de elasticidade próximo ao da dentina (Chieruzzi et al.⁷ 2012), o que favorece a distribuição uniforme das forças oclusais entre dentina/cimento/pino (Cormier et al.⁸ 2001; Sarkis-Onofre et al.⁹ 2014); e a possibilidade de união micromecânica na dentina radicular através dos sistemas de cimentação adesiva (Mannocci et al.¹⁰ 1998; Chappell et al.¹¹ 1994). Entretanto, a perda de retenção ainda é a principal causa de falha na cimentação desses pinos (Ferrari et al.¹² 2007; Cagidiaco et al.¹³ 2008; Parisi et al.¹⁴ 2015).

A adesão na dentina intrarradicular é altamente complexa (Sarkis-Onofre et al.⁹ 2014) por diversos fatores como modo de aplicação do sistema adesivo, anatomia radicular, configuração cavitária desfavorável, posição do dente na arcada, quantidade e qualidade do remanescente dental, técnica de fotopolimerização, habilidade do operador, entre outras (Ferrari et al. 2001¹⁵; Tay et al.¹⁶ 2005; Tay, Pashley¹⁷ 2007; Radovic et al.¹⁸ 2009; Gomes et al.¹⁹ 2013; Parisi et al.¹⁴ 2015). Somado a isso, as técnicas de cimentação adesiva são sensíveis e passíveis de erros por apresentarem várias etapas que atribuem maior complexidade e dificuldade (Ferracane et al.²⁰ 2011; Faria-e-Silva et al.²¹ 2013).

A fim de simplificar este procedimento foram desenvolvidos os cimentos resinosos autoadesivos, visto que apresentam um único passo clínico e, segundo os fabricantes, não necessitam de tratamento prévio da dentina radicular (Ferracane et al.²⁰ 2011; Faria-e-Silva et al.²¹ 2013). O mecanismo de ação é basicamente através de monômeros ácidos que além de desmineralizar, também infiltram no substrato e promovem a retenção micromecânica. Outra reação secundária ocorre entre os grupos ácidos com os íons de cálcio da hidroxiapatita, promovendo uma união

química com a dentina. Desta forma, a adesão obtida é por retenção micromecânica e interação química (Radovic et al.²² 2008; 3M ESPE²³; Ferracane et al.²⁰ 2011; Pisani-Proença et al.²⁴ 2011).

Como o sistema autoadesivo interage com o substrato dentinário, fatores que afetem sua característica superficial podem interferir na adesão destes materiais ao conduto radicular. Já se sabe que os tipos de instrumentos rotatórios utilizados produzem diferentes padrões de *smear layer* e, dessa forma, influenciam na resistência de união na dentina (Dias et al.²⁵ 2004, Barros et al.²⁶ 2005). Outra variável neste processo é a solução irrigante empregada para a limpeza do canal após o preparo e antes da cimentação, pois a ação destas soluções irrigadoras sobre a dentina pode promover a remoção parcial ou total da *smear layer* e alterar o conteúdo mineral ou orgânico da camada superficial. E portanto, poderá interferir no mecanismo de adesão do agente cimentante que ocorre pela difusão dos monômeros ácidos e desmineralização da dentina radicular (Goracci, Ferrari²⁷ 2011; Faria-e-Silva et al.²¹ 2013).

Dentre as soluções químicas empregadas estão o hipoclorito de sódio (NaOCl), o ácido etilenodiaminotetraacético (EDTA) e o ácido poliacrílico. Entretanto, a *smear layer* não é removida uniformemente em toda a extensão do canal radicular (Violich, Chandler²⁸ 2010). Alguns estudos verificaram maior abertura dos túbulos dentinários ao aplicar EDTA e na sequência o NaOCl, dessa forma, o EDTA tem a capacidade de dissolver o conteúdo inorgânico da camada de esfregaço formada, enquanto que o NaOCl dissolve a parte orgânica (Yamada et al.²⁹ 1983; Çalt, Serper³⁰ 2002; Violich, Chandler²⁸ 2010)

Entretanto, ainda não existe consenso quanto ao efeito dos agentes irrigantes na cimentação de pinos de fibra de vidro com cimentos resinosos autoadesivos (Faria-e-Silva et al.²¹ 2013; Alkhudhairi, Bin-Shuwaish³¹ 2016; Barreto et al.³² 2016; Simões et al.³³ 2016; Kul et al.³⁴ 2016; Baena et al.³⁵ 2017) nem orientações específicas por parte dos fabricantes quanto a limpeza do conduto. Neste contexto, o objetivo desse estudo foi avaliar, *in vitro*, o efeito de diferentes agentes irrigantes na dentina radicular no grau de desobliteração dos túbulos dentinários e, verificar sua influência na adesão de dois cimentos resinosos autoadesivos ao canal radicular na cimentação de pinos de fibra de vidro.

2 REVISÃO DE LITERATURA

2.1 Retentores radiculares

A restauração de dentes com lesão cariiosa profunda ou fratura, muitas vezes requer o tratamento endodôntico, porém a perda da vitalidade pulpar não é responsável por mudanças significativas na biomecânica do remanescente, como umidade tecidual, microdureza e módulo de elasticidade (Stanford et al.³⁶ 1960; Sedgley, Messer² 1992; Papa et al.³⁷ 1994).

O fator mais crítico na longevidade destes dentes é a quantidade do remanescente dental (Sedgley, Messer² 1992; Dietschi et al.³⁸ 2007). Segundo Reeh et al.¹ (1989), o acesso endodôntico diminui apenas 5% da rigidez dentária, enquanto que o preparo para uma restauração mésio-ocluso-distal contribui para redução em mais de 60%. A perda de estrutura causada por cáries, trauma ou até mesmo pela abertura coronária demasiada contribui para o aumento na deflexão de cúspide quando uma força é aplicada, e aumenta o risco de fratura ou de microinfiltração nas margens da restauração (Schwartz, Robbins³ 2004).

Para aumentar a retenção do material restaurador, pode-se fazer o uso de retentores intrarradiculares (Assif, Gorfil⁵ 1994), cujo material, comprimento e diâmetro a ser utilizado dependerá da quantidade de estrutura dentária remanescente (Peroz et al.³⁹ 2005).

Pinos metálicos apresentam alto módulo de elasticidade, na média de 200 GPa, em relação à dentina radicular (18 GPa), e por isso tendem a transmitir internamente o estresse das forças mastigatórias e concentrá-las na região apical (Asmussen et al.⁴⁰ 1999; Cormier et al.⁸ 2001; Lassila et al.⁴¹ 2004; Chuang et al.⁴² 2010; Chieruzzi et al.⁷ 2012). Esta característica aumenta o risco de fratura do remanescente radicular, sendo a principal causa de falha destes materiais e que muitas vezes se torna irreversível (Ferrari et al.⁴³ 2000; Cormier et al.⁸ 2001; Fokkinga et al.⁴⁴ 2004; Schmitter et al.⁴⁵ 2007).

Ao contrário dos retentores metálicos, os pinos fibra de vidro apresentam módulo de elasticidade semelhante ao da dentina, de 14 a 18,6 GPa, e tendem a distribuir melhor o estresse ao longo da interface adesiva e dos tecidos de suporte

do dente (Silva et al.⁴⁶ 2009; Chuang et al.⁴² 2010; Lassila et al.⁴¹ 2004; Chieruzzi et al.⁷ 2012).

Os primeiros pinos de fibra surgiram por volta de 1989 e eram compostos de fibras de carbono. Estes apresentavam boas propriedades mecânicas, como alta resistência à tração, adequado módulo de elasticidade, resistência à solubilidade e baixa condutividade elétrica; porém eram escuros e, conseqüentemente, não apresentavam resultados estéticos satisfatórios em dentes anteriores (Bateman et al.⁴⁷ 2003; Lamichhane et al.⁴⁸ 2014). Afim de melhorar essas características, os fabricantes lançaram pinos radiopacos e translúcidos ou brancos (vidro ou quartzo) para possibilitar a refração e transmissão de luz através da restauração final (Bateman et al.⁴⁷ 2003; Malferrari et al.⁴⁹ 2003; Lamichhane et al.⁴⁸ 2014). Atualmente, são compostos de fibras de vidro ou quartzo, alinhadas paralelamente ao longo eixo ou entrelaçadas, e envoltas por uma matriz resinosa epóxica (Bateman et al.⁴⁷ 2003; Goracci, Ferrari et al.²⁷ 2011).

2.2 Cimentação adesiva

A cimentação adesiva dos pinos de fibra de vidro promove o fortalecimento radicular, pois favorece a distribuição do estresse na linha de cimento e nas paredes internas do canal radicular (Mendoza et al.⁵⁰ 1997; Mezzomo et al.⁵¹ 2003; Soares et al.⁵² 2010), além de apresentar menor infiltração quando comparado aos outros cimentos, como fosfato de zinco ou ionômero de vidro (Bachicha et al.⁵³ 1998; Mannocci et al.⁵⁴ 2001; Reid et al.⁵⁵ 2003; Fabianelli et al.⁵⁶ 2005).

Entretanto, a técnica para sua utilização é mais sensível e requer maiores cuidados (Schwartz, Robbins³ 2004). O descolamento do pino é ainda a principal causa de falha nessas restaurações (Ferrari et al.¹² 2007; Cagidiaco et al.¹³ 2008; Parisi et al.¹⁴ 2015), geralmente ocorrendo na interface cimento/dentina (Bitter et al.⁵⁷ 2009; Manicardi et al.⁵⁸ 2011), pois a cimentação dentro do canal radicular é dificultada por diversos fatores como a própria anatomia radicular (Mjör et al.⁵⁹ 2001), densidade e orientação dos túbulos dentinários em diferentes áreas do conduto (Ferrari et al.⁴³ 2000; Ferrari et al.¹⁵ 2001), pouca visibilidade e baixo

controle de umidade da dentina principalmente na região apical (Mjör et al.⁵⁹ 2001), e configuração cavitária desfavorável (Tay et al.¹⁶ 2005; Tay, Pashley¹⁷ 2007).

2.2.1 Cimentos Resinosos

Os cimentos resinosos apresentam boas propriedades mecânicas, estéticas e possibilidade de adesão aos materiais restauradores. Podem ser classificados de acordo com o tratamento dentinário: convencionais e autoadesivos (Radovic et al.²² 2008), ou conforme o modo de polimerização: quimicamente ativado, fotoativado e de polimerização dual (Caughman et al.⁶⁰ 2001).

Quanto ao modo de ativação, os cimentos resinosos de cura química apresentam como principal desvantagem o tempo de trabalho. A utilização dos fotopolimerizáveis permite ao operador maior tempo para adequada manipulação e inserção do material, porém a transmissão de luz através dos pinos de fibra não garante a adequada polimerização em todo o comprimento radicular (Teixeira et al.⁶¹ 2006; Giachetti et al.⁶² 2009; Kim et al.⁶³ 2009). A opção de ativação dual - química e fotoativação - supre essas desvantagens e é indicada para cimentação de pinos de fibra de vidro, pois fornece boas propriedades mecânicas, como adesão e microdureza, ao longo do canal radicular (Ceballos et al.⁶⁴ 2007; Kim et al.⁶³ 2009).

De acordo com o tratamento dentinário, os cimentos resinosos convencionais podem se apresentar na estratégia de condicionamento total (*etch-and-rinse*), onde a *smear layer* é removida através da aplicação de uma substância ácida, como o ácido fosfórico de 35 a 37%, em seguida, a superfície é enxaguada com água e mantida levemente úmida para aplicação do *primer* e adesivo (*bond*), separadamente ou em frasco único para depois ocorrer a cimentação propriamente dita (Van Meerbeek et al.⁶⁵ 2003; De Munck et al.⁶⁶ 2005). Ou podem ser denominados autocondicionantes (*self-etch*) quando o *primer* aplicado contém monômeros ácidos que desmineralizam e infiltram a *smear layer*. Este sistema pode ser de “dois passos”, *primer* e adesivos aplicados separadamente, ou em “um passo” quando *primer* e adesivo estão contidos em frasco único, e na sequência é realizada a inserção do cimento resinoso (Van Meerbeek et al.⁶⁵ 2003; De Munck et al.⁶⁶ 2005).

Estas duas técnicas descritas correspondentes aos sistemas convencionais, pois necessitam da aplicação de um sistema adesivo previamente à inserção do cimento resinoso. Esse procedimento faz com que haja formação da camada híbrida proveniente da difusão e polimerização dos monômeros que fornecerá retenção micromecânica (Nakabayashi et al.⁶⁷ 1982; Van Meerbeek et al.⁶⁸ 1992). A inserção do cimento resinoso estabelecerá uma unidade única pela adesão à superfície formada anteriormente e ao pino de fibra (Tonial et al.⁶⁹ 2010).

Em 2002 foi lançado no mercado o cimento resinoso autoadesivo para simplificar a técnica de cimentação, cuja aplicação é em único passo e não requer nenhum condicionamento do substrato com ácidos, nem aplicação prévia de sistemas adesivos (Radovic et al.²² 2008; Baldea et al.⁷⁰ 2013; Ferracane et al.²⁰ 2011).

Os cimentos resinosos autoadesivos são compostos por monômeros mono-, di- e/ou multi-metacrilatos, como bisfenol A-glicidil metacrilato (Bis-GMA), oligômeros uretano de Bis-GMA, dimetacrilato de uretano (UDMA), hidroxietil metacrilato (HEMA), glicerol dimetacrilato (GDMA), trietileno glicol dimetacrilato (TEGDMA) e trimetilolpropano trimetacrilato (TMPTMA). Também apresentam monômeros ácidos funcionais, geralmente, os monômeros metacrilatos com grupos ácido carboxílicos, 4-metacriloxietil anidrido trimelítico (4-META), dimetacrilato glicerol pirometílico (PMGDM), ou grupos ácidos fosfóricos, como 2-metacriloxietil fenil hidrogênio fosfato (Fenil-P), 10-metacriloxidecil dihidrogênio fosfato (MDP), bis (2-metacriloxietil) ácido fosfato (BMP) e monofosfato de dipentaeritritol pentacrilato (Penta-P) (Ferracane et al.²⁰ 2011).

Em consequência da presença dos monômeros ácidos, estes materiais quando manipulados apresentam pH entre 1,5 e 3, este baixo valor permite a desmineralização da dentina. Estes grupos estão carregados negativamente, e por isso combinam-se aos íons de cálcio (Ca^{2+}) da hidroxiapatita para formar uma ligação iônica entre os metacrilatos e a dentina. Com a reação de polimerização, o pH neutraliza e a composição torna-se mais hidrofóbica e menos propensa à degradação hidrolítica em relação aos sistemas convencionais (Ferracane et al.²⁰ 2011; Hitz et al.⁷¹ 2012; Bitter, Kielbassa⁷² 2007).

2.3. Preparo do conduto radicular

A fim de minimizar as falhas adesivas entre cimento resinoso e dentina radicular deve-se ter cuidados no preparo do conduto radicular antes da cimentação adesiva (Stockton⁷³ 1999). Durante a utilização dos instrumentos rotatórios para preparo dos condutos radiculares há formação de uma espessa camada de esfregaço na superfície do canal denominada *smear layer* (SL), e dentro dos túbulos dentinários (*smear plug*) (Mader et al.⁷⁴ 1984), composta de debris dentinários, restos de gutta-percha e materiais selantes do tratamento endodôntico (Serafino et al.⁷⁵ 2004).

A remoção da *smear layer*, na estratégia de condicionamento total, é um fator importante na adesão entre o cimento resinoso e a dentina radicular, pois causa a exposição de uma rede de fibrilas de colágeno e favorece o molhamento; onde o *primer* e o adesivo ao infiltrarem formarão uma superfície denominada camada híbrida que favorece a retenção micromecânica (Hayashi et al.⁷⁶ 2005; Aguilar-Medonza et al.⁷⁷ 2008; Zorba et al.⁷⁸ 2010; Manicardi et al.⁵⁸ 2011).

A cimentação com sistemas adesivos autocondicionantes não exige nenhum tratamento dentinário prévio, visto que os monômeros acídicos do material desmineralizam e infiltram no substrato. Porém a espessura da *smear layer* pode interferir nessa penetração e levar à formação de *gaps* interfaciais que reduzirão a força de adesão (Goracci et al.⁷⁹ 2004; Goracci et al.⁸⁰ 2005).

A ação dos monômeros ácidos do cimento resinoso autoadesivo sobre o substrato é superficial e não há evidências da descalcificação/infiltração dentro da dentina pelos sistemas autoadesivos e, conseqüentemente, não há formação de uma camada híbrida distinta na interface adesiva (Al-Assaf et al.⁸¹ 2007; Monticelli et al.⁸² 2008; Pisani-Proença et al.²⁴ 2011; Mazzitelli et al.⁸³ 2012). Desta forma, a utilização de substâncias irrigadoras previamente à aplicação desses cimentos autoadesivos poderia interferir na adesão entre dentina radicular e cimento resinoso.

2.4 Agentes irrigantes

O tempo e a forma de aplicação, com ou sem agitação, o pH e a concentração dos agentes irrigantes irão influenciar na ação sobre a *smear layer*

(Teixeira et al.⁸⁴ 2005; Coniglio et al.⁸⁵ 2008; Gu et al.⁸⁶ 2009; Mazzitelli et al.⁸⁷ 2010; Ozdemir et al.⁸⁸ 2012; Arslan et al.⁸⁹ 2015). Outros fatores como comprimento do conduto, dureza da dentina e a profundidade que o agente precisará atingir também são relevantes (Sen et al.⁹⁰ 1995).

O hipoclorito de sódio (NaOCl) é muito utilizado na irrigação durante tratamentos endodônticos em virtude do seu amplo espectro antimicrobiano (Shih et al.⁹¹ 1970; Byström et al.⁹² 1983; Siqueira et al.⁹³ 1998; Ordinola-Zapata et al.⁹⁴ 2012) e boa capacidade de dissolução dos tecidos orgânicos (Rosenfeld et al.⁹⁵ 1978; Baumgartner, Mader et al.⁹⁶ 1987). Entretanto, sua ação sobre as paredes dentinárias não é suficiente para remover a SL produzida pela instrumentação (Goldman et al.⁹⁷ 1981; Baumgartner, Mader et al.⁹⁶ 1987; Sen et al.⁹⁰ 1995).

Agentes quelantes também são utilizados para a remoção da *smear layer*, como o EDTA, introduzido inicialmente em 1957 para auxiliar no preparo biomecânico de condutos atresiadados (Violich, Chandler²⁸ 2010). Esta solução atua na remoção dos íons de cálcio da hidroxiapatita promovendo a desmineralização dos componentes inorgânicos da dentina (Baumgartner, Mader et al.⁹⁶ 1987), porém apresenta alta erosão dentinária e baixa ação antimicrobiana (Siqueira et al.⁹³ 1998; Arias-Moliz et al.⁹⁸ 2009; Ordinola-Zapata et al.⁹⁴ 2012).

Entretanto, estas soluções irrigadoras quando utilizadas isoladamente não removem completamente a *smear layer* (O'Connell et al.⁹⁹ 2000), desta forma a aplicação de um agente quelante e, em seguida, uma solução capaz de dissolver o componente orgânico, promoveriam maior eficiência na limpeza após a instrumentação (Yamada et al.²⁹ 1983). Dessa maneira a associação do EDTA com NaOCl torna-se uma alternativa viável e mais eficiente, onde o primeiro atua na descalcificação da dentina peri e intertubular, deixando o colágeno exposto que posteriormente será dissolvido pela ação do NaOCl resultando numa maior exposição dos túbulos dentinários (Yamada et al.²⁹ 1983; Baumgartner, Mader et al.⁹⁶ 1987; O'Connell et al.⁹⁹ 2000; Çalt, Serper³⁰ 2002; Teixeira et al.⁸⁴ 2006; Violich, Chandler 2010²⁸; Ozdemir et al.⁸⁸ 2012).

Outro agente empregado para remoção da *smear layer* é o ácido poliacrílico que favorece a abertura dos túbulos dentinários, sem causar uma demasiada desmineralização (Mazzitelli et al.⁸⁷ 2010; Faria-e-Silva et al.²¹ 2013; Raggio et al.¹⁰⁰

2010). Sua aplicação, previamente a inserção do cimento de ionômero de vidro (CIV), favorece a interação do material com o substrato através da remoção da *smear layer* na dentina intertubular o que permite a hibridização (Inoue et al.¹⁰¹ 2001, Inoue et al.¹⁰² 2004).

Apesar dos diversos métodos para a remoção da *smear layer*, como utilização de soluções químicas, ativação por ultrassom ou técnicas com laser, a limpeza ao longo do conduto não ocorre de forma uniforme e não há consenso na literatura quanto ao melhor protocolo para este procedimento (Violich, Chandler²⁸ 2010).

Diante da literatura exposta, acredita-se que a utilização de agentes irrigantes altera a superfície da dentina radicular e, portanto, pode influenciar na adesão do cimento resinoso autoadesivo ao canal radicular na cimentação de pinos de fibra de vidro; sendo esse o foco do presente estudo.

3 PROPOSIÇÃO

3.1 Proposição geral

Avaliar o efeito de **diferentes agentes irrigantes** no pré-tratamento da dentina radicular na adesão de pinos de fibra de vidro ao canal radicular cimentados com diferentes cimentos resinosos autoadesivos.

3.2 Proposições específicas

3.2.1 Avaliar o efeito de diferentes agentes irrigantes (água destilada, NaOCl 2,5%, EDTA 17%, ácido poliacrílico 26% e associação EDTA 17% + NaOCl 2,5%) no grau de **desobliteração do túbulos dentinários** da dentina radicular;

3.2.2 Avaliar o efeito de diferentes agentes irrigantes (água destilada, NaOCl 2,5%, EDTA 17%, ácido poliacrílico 26% e associação EDTA 17% + NaOCl 2,5%) no pré-tratamento da dentina radicular nos valores de **resistência de união** entre pino de fibra de vidro e dentina radicular mediada por cimentos resinosos autoadesivos;

3.2.3 Avaliar o efeito de diferentes agentes irrigantes (água destilada, NaOCl 2,5%, EDTA 17%, ácido poliacrílico 26% e associação EDTA 17% + NaOCl 2,5%) no pré-tratamento da dentina radicular nos valores de **nanoinfiltração** dentro da dentina radicular após a cimentação de pinos de fibra de vidro com cimentos resinosos autoadesivos;

3.2.4 Avaliar o efeito de diferentes agentes irrigantes (água destilada, NaOCl 2,5%, EDTA 17%, ácido poliacrílico 26% e associação EDTA 17% + NaOCl 2,5%) no pré-tratamento da dentina radicular nos valores de **microdureza** dos cimentos resinosos autoadesivos após a cimentação de pinos de fibra de vidro.

4 MATERIAL E MÉTODOS

4.1 Seleção dos dentes

A realização da parte experimental deste trabalho foi aprovada pela Comissão de Ética em Pesquisa da Universidade Estadual de Ponta Grossa (COEP – UEPG) por meio do parecer nº 1.795.649 (Anexo 1). Para esta pesquisa foram selecionados 120 dentes permanentes unirradiculares, obtidos no Banco de Dentes Humanos da UEPG, conforme os seguintes critérios de inclusão: ausência de cárie, de dilacerações radiculares, de tratamento endodôntico prévio, de ápice incompleto, além de apresentar 14 mm de comprimento radicular médio a partir da junção cemento-esmalte (JCE) (Figura 1). Previamente ao estudo os dentes foram limpos com curetas periodontais (Duflex, SS White, Rio de Janeiro, RJ, Brasil) e armazenados em água destilada à temperatura ambiente.

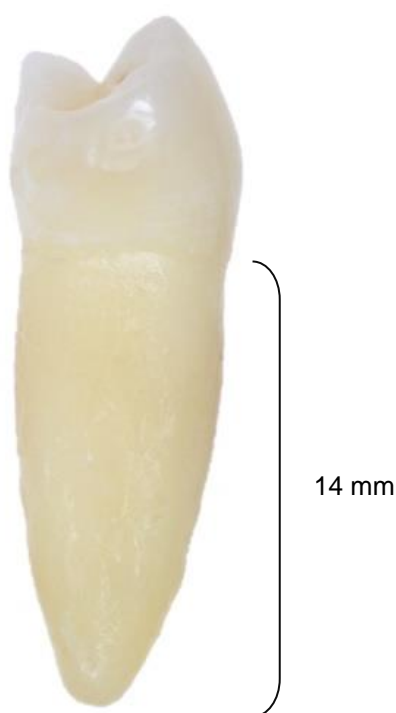


Figura 1 – Dente selecionado de acordo com os critérios de inclusão.

4.2 Preparo dos dentes

Os dentes foram seccionados perpendicularmente ao longo eixo, logo abaixo da JCE, com o uso de um disco diamantado montado em uma máquina de corte ISOMET 1000 (Buehler, Lake Bluff, IL, EUA), a uma velocidade de 350 rpm sob refrigeração constante com água para acessar o canal radicular (Figura 2).



Figura 2 – Dente seccionado abaixo da JCE.

4.2.1 Tratamento endodôntico

Os canais foram preparados com o sistema ProTaper Universal (Dentsply® Maillefer, Ballaigues, Suíça). Primeiramente, os condutos foram esvaziados com limas endodônticas do tipo K #15 (Dentsply® Maillefer, Ballaigues, Suíça) associadas com irrigação de solução de NaOCl 1% para suspensão da matéria orgânica. A sequência dos instrumentos rotatórios foi S1, S2, F1, F2 e F3, conforme as recomendações do fabricante (Figura 3), sob irrigação com NaOCl 1% entre a troca das limas. Para a instrumentação utilizou-se o contra ângulo FXM 160 (DentFlex®, Ribeirão Preto, SP, Brasil) acoplado ao motor elétrico micro processado

D Force 1000 endo (DentFlex®, Ribeirão Preto, SP, Brasil) regulado para 300 rpm e torque de 3N.

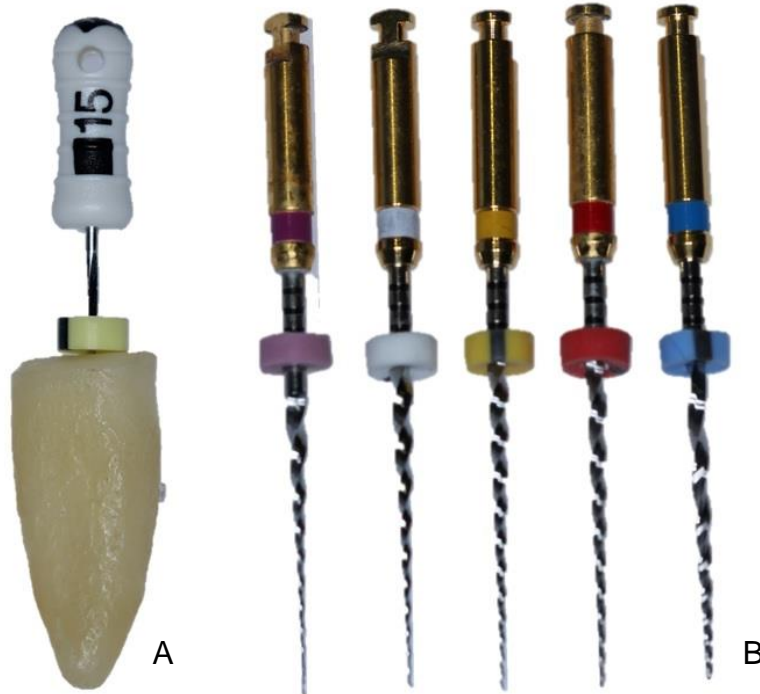


Figura 3 – Sequência de limas utilizadas no tratamento endodôntico. (A) Lima endodôntica do tipo K #15; (B) Sistema Protaper Universal.

Ao final deste procedimento, realizou-se a irrigação e aspiração com solução de EDTA 17% (Fórmula e Ação, São Paulo, SP, Brasil) durante 3 min, e em seguida o enxague 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 Schilder¹⁰³ (1967), utilizando cones de gutta-percha aquecidos (Tanari, Manacapuru, AM, 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.

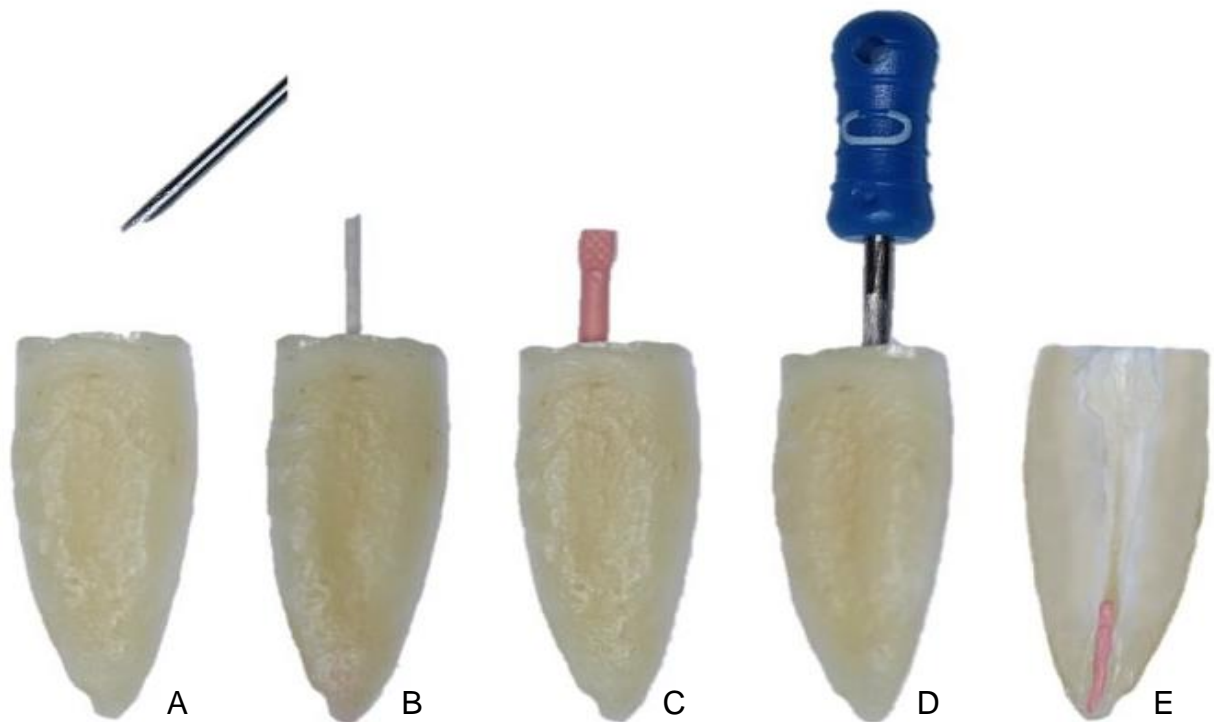


Figura 4 – Obturação endodôntica. (A) irrigação final com soro fisiológico; (B) secagem do conduto com cone de papel absorvente; (C e D) obturação pela técnica de condensação vertical de Schilder; (E) secção radicular para ilustrar o aspecto final do tratamento endodôntico.

Para confirmação da ausência de material obturador além dos 4 mm de gutta-percha apicais, foram feitas radiografias periapicais dos canais radiculares (películas radiográficas Kodak Ultra, Eastman Kodak, NY, EUA). Em seguida, foi realizado um vedamento da entrada dos canais radiculares de todos os dentes com CIV convencional (Vitro Fil, DFL, Rio de Janeiro, RJ, Brasil).

4.2.2 Preparo do canal 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 carbide correspondente ao pino de fibra de vidro Whitepost DC nº 2 (FGM, Joinville, SC, Brasil) (Figura 5). O comprimento de trabalho (CT) foi de 10 mm para todos os dentes, respeitando o limite apical de material obturador de 4 mm. A cada 6 preparos, as brocas dos preparos dos canais foram substituídas.



Figura 5 – Preparo do conduto com broca carbide correspondente ao pino de fibra.

4.3 Grupos experimentais

As amostras foram aleatoriamente divididas em dez grupos, de acordo com a combinação dos seguintes fatores: **cimento resinoso autoadesivo** – RelyX U200 (3M ESPE, St. Paul, EUA) e Multilink Speed (Ivoclar Vivadent, Schaan, Liechtenstein, Alemanha), e **tratamento dentinário** (agentes irrigantes) previamente à cimentação dos pinos de fibra de vidro – água destilada, NaOCl 2,5%, EDTA 17%, ácido poliacrílico 26% e EDTA 17% seguido de NaOCl 2,5% (Figura 6).

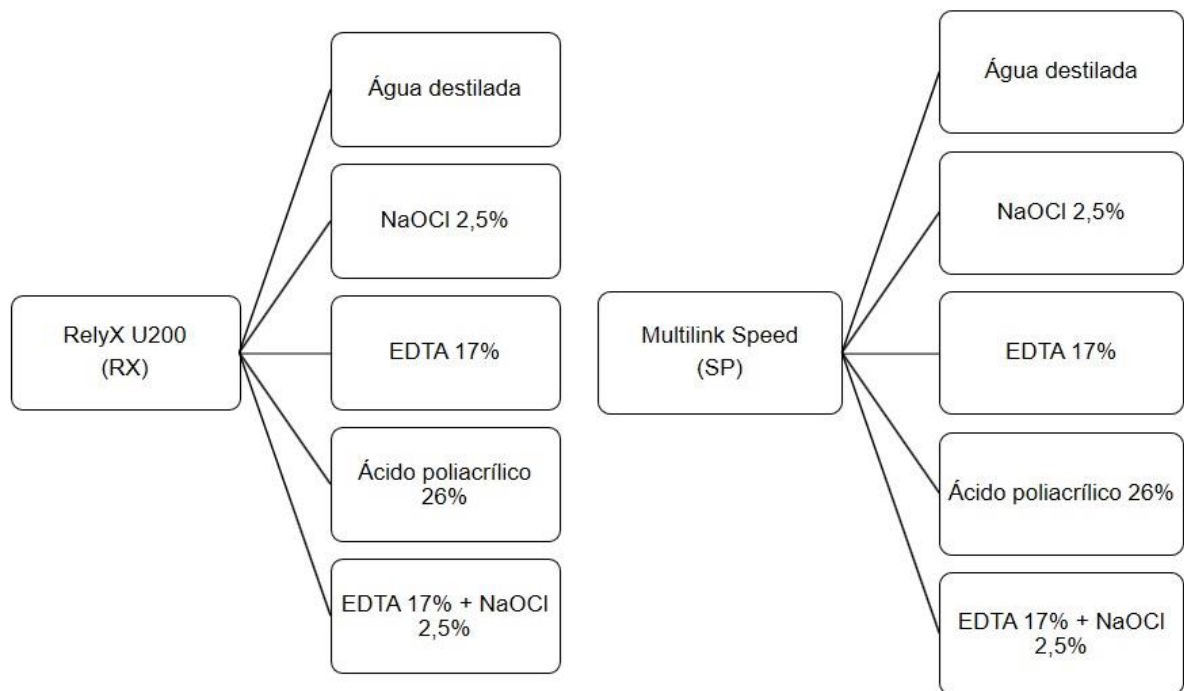


Figura 6 – Representação dos grupos experimentais divididos de acordo com o cimento resinoso autoadesivo e agente irrigante.

Os agentes irrigantes, descritos no Quadro 1, foram aplicados pelo mesmo operador, conforme explicado no Quadro 2. A irrigação foi realizada através de seringa de 5 ml descartável e agulha calibre 0,70 x 25 mm (BD PrecisionGlide™, Curitiba, PR, Brasil). Na sequência, os canais radiculares foram enxaguados com água destilada por 1 min e secos com duas a três pontas de papel absorvente.

Quadro 1 – Figura, agente irrigante, fabricante e lote dos materiais utilizados na irrigação dos grupos

FIGURA	AGENTE IRRIGANTE	FABRICANTE	LOTE
	Hipoclorito de sódio (NaOCl) 2,5%	Asfer (Indústria Química Ltda, São Caetano do Sul, SP, Brasil)	87
	Ácido Etilenodiaminotetraacético (EDTA) 17%	Biodinâmica (Biodinâmica Química E Farmacêutica Ltda, Ibiporã, PR, Brasil)	05517
	Ácido Poliacrílico 26%	Riva Conditioner (SDI Limited, Victoria, Austrália)	161155

Quadro 2 – Protocolo de aplicação dos agentes irrigantes

CIMENTO RESINOSO AUTOADESIVO	AGENTE IRRIGANTE	TEMPO DE APLICAÇÃO
RelyX U200	5 ml Água destilada	30 s
	5 ml NaOCl 2,5%	30 s
	5 ml EDTA 17%	30 s
	2 gotas de ácido poliacrílico 26%	30 s
	5 ml EDTA 17% seguido de 5 ml NaOCl 2,5%	30 s por solução
Multilink Speed	5 ml Água destilada	30 s
	5 ml NaOCl 2,5%	30 s
	5 ml EDTA 17%	30 s
	2 gotas de ácido poliacrílico 26%	30 s
	5 ml EDTA 17% seguido de 5 ml NaOCl 2,5%	30 s por solução

4.4 Avaliação da desobliteração dos túbulos dentinários

Dois raízes por agente irrigante que não iriam receber cimentação de pinos de fibra de vidro foram aleatoriamente selecionadas para avaliação do grau de desobliteração dos túbulos dentinários obtido após a irrigação dos canais radiculares. Para esse propósito, duas canaletas longitudinais, paralelas e em faces opostas, foram confeccionadas com um disco diamantado de dupla face adaptado em baixa rotação para facilitar a clivagem e exposição do conduto radicular. A fragmentação das raízes em duas hemi-seções foi realizada com um cinzel apoiado nos sulcos preparados. Em seguida, as amostras foram fixadas em uma base metálica (*stub*) e armazenadas em um recipiente contendo sílica coloidal por 48 horas. Para a realização da microscopia eletrônica de varredura (MEV), os dentes foram metalizados com ouro (Figura 7). Imagens com aumento de 100X, 500X e 2000X foram obtidas nas regiões correspondentes ao terço coronário, médio e apical de cada hemi-seção, resultando em nove imagens.

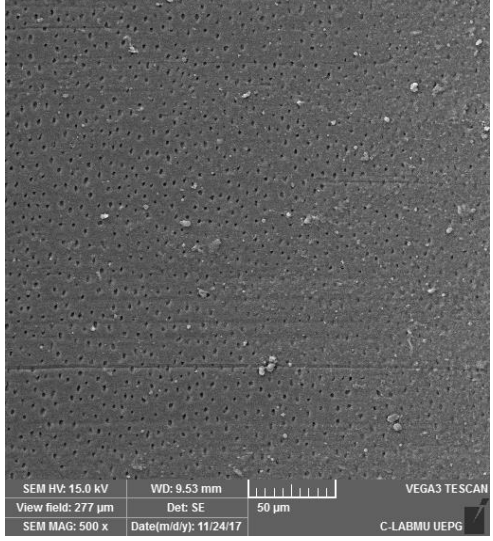
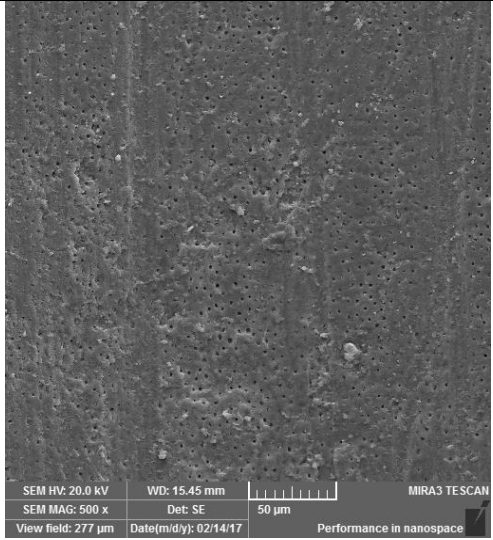
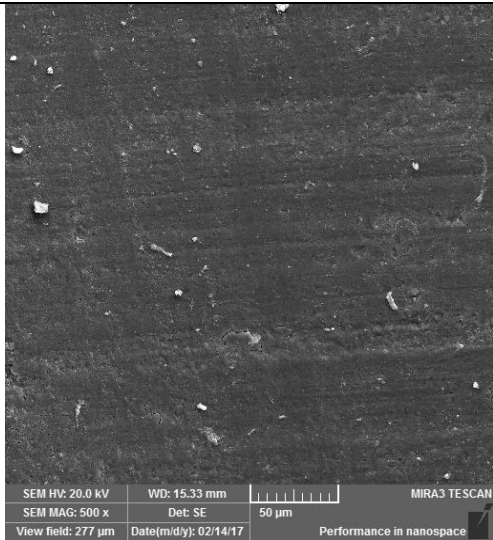


Figura 7 – Amostra metalizada para avaliação dos túbulos dentinários por MEV.

A avaliação dos túbulos dentinários abertos foi realizada através das imagens de 500X por dois operadores, previamente calibrados, que classificaram a

quantidade de túbulos dentinários desobliterados em uma escala ordinal de 0 a 2 (Quadro 3). Onde (0) corresponde a todos os túbulos desobliterados e sem SL, (1) quando alguns túbulos estavam abertos e outros cobertos (obliterados) por SL e (2) caso todos os túbulos estivessem obliterados (Coniglio et al.⁸⁵ 2008; Gu et al.⁸⁶ 2009; Serafino et al.⁷⁵ 2004). Caso não houvesse concordância entre os avaliadores, a amostra era analisada em conjunto até obter o consenso.

Quadro 3 – Representação dos scores para a classificação dos túbulos dentinários desobliterados

IMAGEM EM 500X	SCORE ATRIBUÍDO
	<p>score 0: todos os túbulos desobliterados e sem SL</p>
	<p>score 1: alguns túbulos desobliterados e outros cobertos de SL</p>
	<p>score 2: todos os túbulos obliterados</p>

4.5 Cimentação dos pinos

Para cada grupo experimental foram cimentadas onze raízes com os pinos de fibra de vidro Whitepost DC nº 2 (FGM, Joinville, SC, Brasil). Estes foram seccionados, com o auxílio de uma ponta diamantada 4138 (KG Sorensen, Cotia, SP, Brasil) em alta rotação sob refrigeração de água constante, afim de obter 13 mm de comprimento, dessa forma 10 mm do pino preencheria o CT radicular, e os outros 3 mm serviria como um guia para a distância do aparelho fotoativador durante os procedimentos de fotoativação dos espécimes. Em seguida, conforme especificação do fabricante, os pinos foram limpos com álcool 70% por 5 s.

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.I/cc - 13 x 0,45 mm - 26 G½ [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 8). Após os procedimentos de cimentação, os pinos expostos foram cobertos com CIV convencional (Vitro Fil, DFL, Rio de Janeiro, RJ, Brasil) e todas as raízes foram armazenadas em umidade relativa de 100% com água destilada a 37°C ± 1°C durante uma semana. A composição detalhada dos cimentos resinosos autoadesivos utilizados está no Quadro 4.

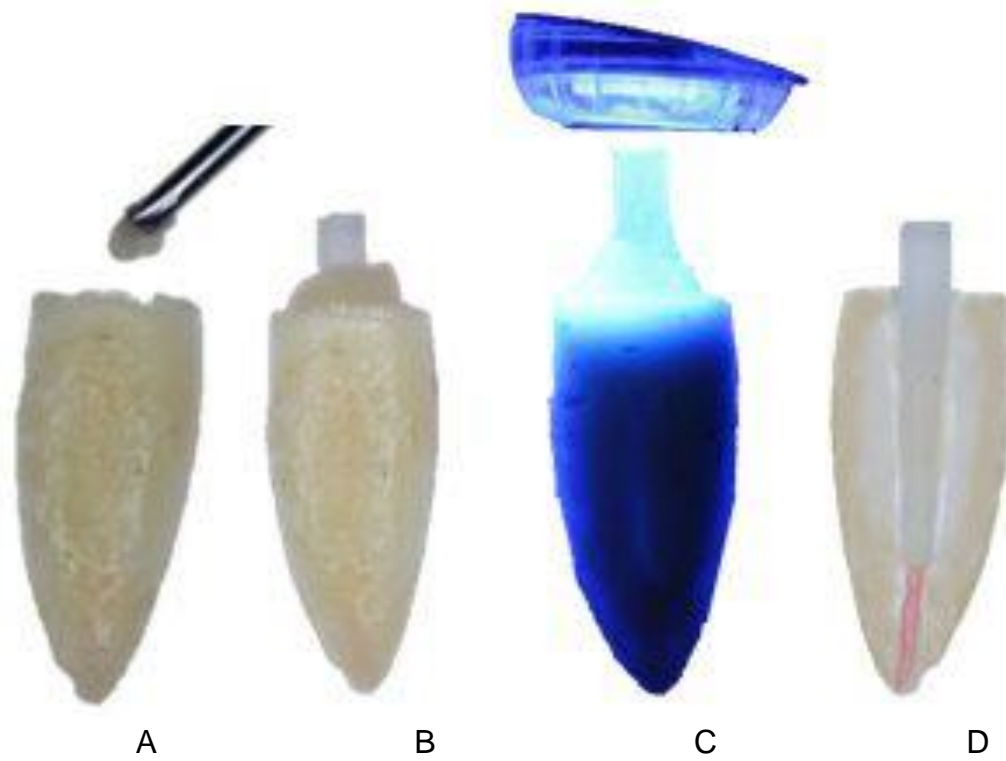




Figura 8 – Procedimento de cimentação do PFV. (A) inserção do cimento resinoso; (B) inserção do PFV; (C) fotoativação por 40 s; (D) ilustração da adaptação do PFV dentro do conduto.

Quadro 4 – Figura, material/fabricante (lote) e composição dos cimentos resinosos autoadesivos utilizados no experimento

FIGURA	MATERIAL/FABRICANTE (LOTE)	COMPOSIÇÃO
	<p>RelyX U200/3M ESPE (640235)</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>Multilink Speed/Ivoclar Vivadent (V10519)</p>	<p>A matriz de monômero é constituída por dimetacrilatos e monômeros ácidos. O material de carga é constituído por vidro de bário, trifluoreto de itérbio, copolímeros e dióxido de silício altamente disperso. Componentes adicionais são catalisadores, estabilizantes e pigmentos (< 1 %). O tamanho das partículas primárias dos materiais de carga inorgânicos varia entre 0,1µm e 7µm. O tamanho médio das partículas é de 5 µm. O conteúdo total da carga inorgânica é de, aproximadamente, 40% em volume.</p>

4.6 Preparo dos espécimes para os diferentes testes

Das onze raízes em que foram cimentados PFV de cada grupo experimental, sete foram aleatoriamente selecionadas para o teste de resistência de união (RU); e quatro para análise de nanoinfiltração (NI) e microdureza Vickers (VHN).

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 foram obtidas com espessura média de $1 \pm 0,1$ mm, as quais foram mensuradas através de um paquímetro digital de precisão de 0,01 mm (Mitutoyo Digimatic Caliper, Tóquio, Japão) (Figura 9). A primeira fatia coronal de todas as amostras foi descartada devido ao excesso de cimento presente.



Figura 9 – Preparo dos corpos de prova. (A) Corte das raízes em seis fatias; (B) mensuração da espessura com auxílio do paquímetro digital.

4.6.1 Divisão dos terços

Para cada raiz obteve-se 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*

A resistência de união foi avaliada por meio do teste de *push out* em todas as fatias obtidas das sete raízes de cada grupo experimental. Todas as fatias foram fotografadas dos dois lados, com aumento de 40X 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 (S_L) em cada fatia, foram realizadas as medidas do diâmetro do pino

na porção coronária e apical através do *Software Image J* (National Institute of Health, NIH, EUA) (Figura 10).

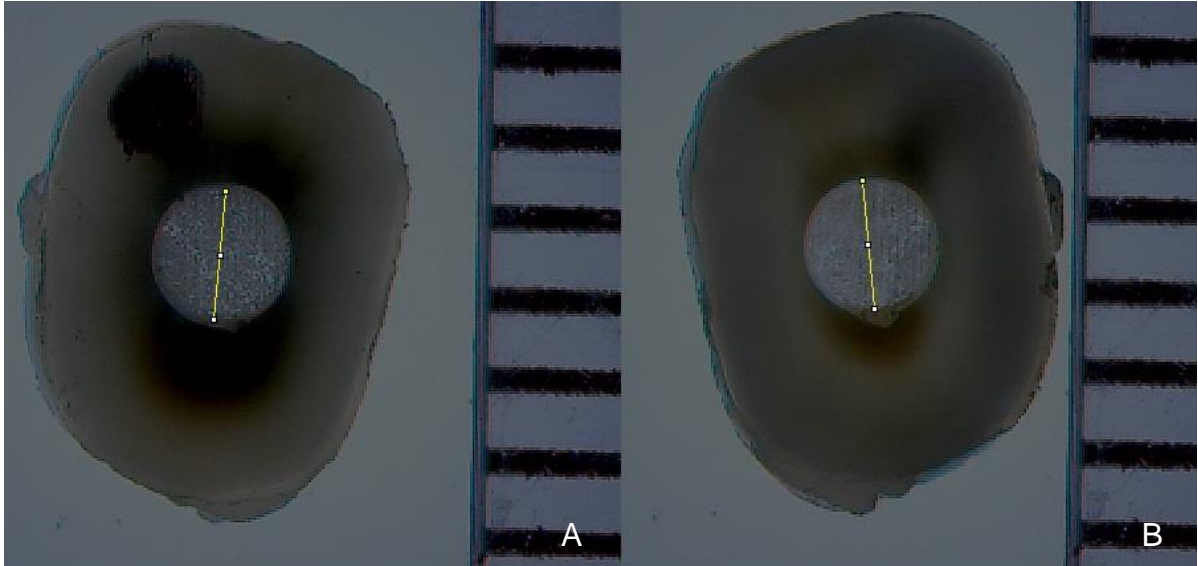


Figura 10 – Mensuração do diâmetro do PFV pela face coronária (A) e apical (B).

Para o teste de RU, cada corpo de prova foi posicionado sobre um dispositivo metálico com uma pequena abertura central, sendo a face mais coronária posicionada para baixo, para a carga exercer uma força compressiva constante no sentido ápico-coronal até o deslocamento do pino intrarradicular. Esta força foi aplicada através de pontas metálicas cilíndricas (atuadores) proporcionais ao diâmetro do pino que estava sendo avaliado. O atuador foi posicionado no centro de cada fragmento do pino para exercer força somente nessa região e não 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 11).

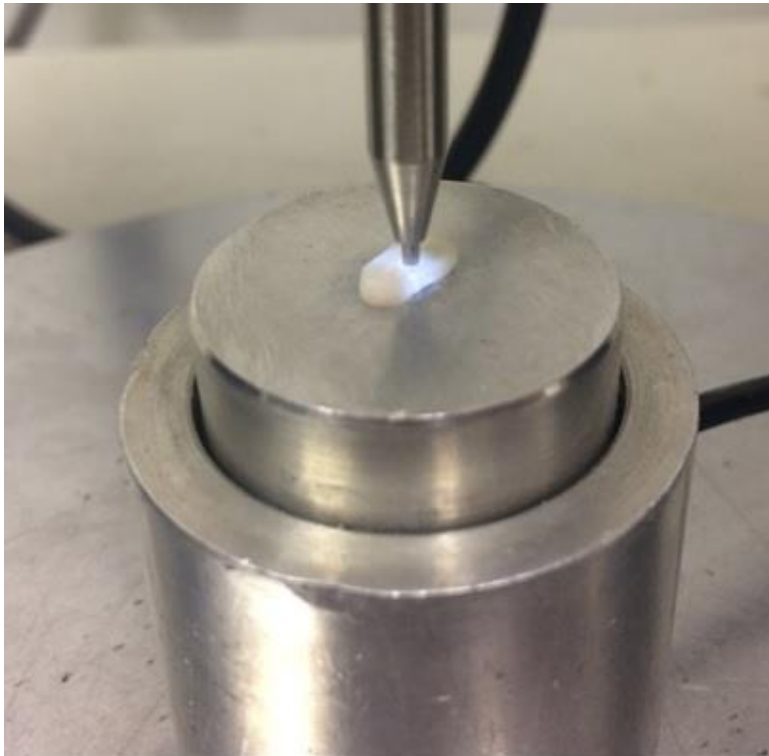


Figura 11 – Teste de *push out*. Fatia posicionada sobre a mesa de ensaio universal

O valor da resistência de união, em MPa, foi calculado pela divisão do valor da carga, obtido em N através da máquina de ensaio universal, 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 pino (mm);

r representa o raio apical do pino (mm) e;

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

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) de quatro raízes (n=4) para cada grupo experimental.

Após o corte, cada fatia 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 a 37°C por 48 h.

Finalizado este processo, as amostras foram metalizadas em ouro (Belzers SCD 050 Sputter Coater, Bal-Tec, Alemanha) (Figura 12) para serem observadas sob microscopia eletrônica de varredura (MEV; SSX - 550; Shimadzy, 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 e 4 fotos aproximadas de aumento de 1000X, para melhor visualização da infiltração do nitrato de prata no interior da dentina radicular e na interface desta com o cimento resinoso e da interface deste com o pino de fibra de vidro.

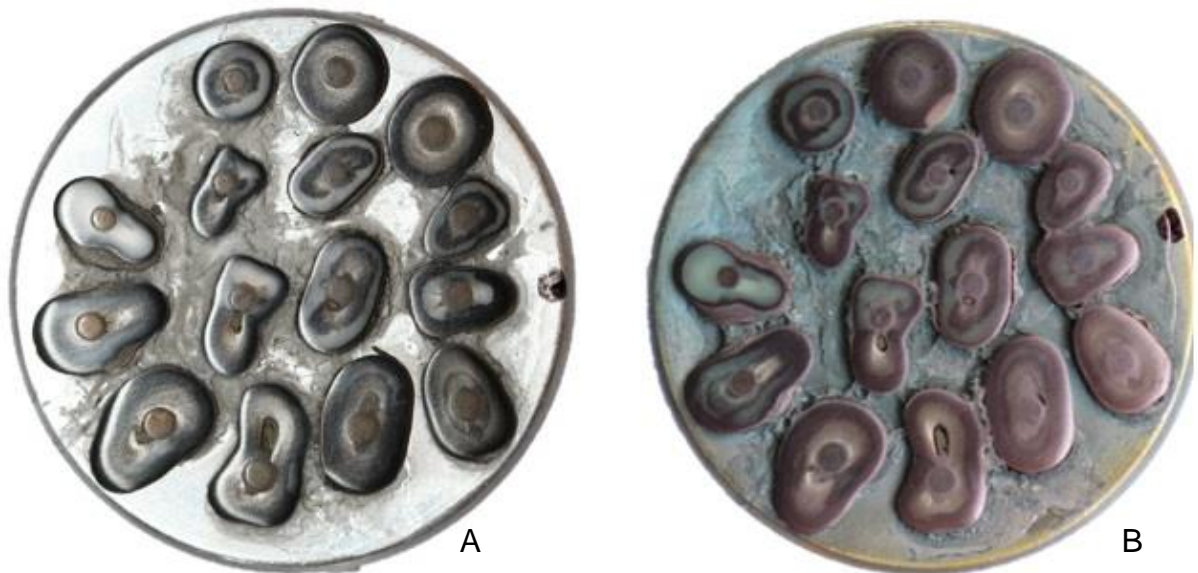


Figura 12 – Preparo dos espécimes em *stubs* metálicos. (A) Após planificação da superfície com sequência de lixas; (B) amostras metalizadas em ouro para realização do MEV.

Para calcular a nanoinfiltração, as imagens de menor aumento, 60X, foram analisadas utilizando o *Software Image J* (National Institutes of Health, Bethesda; Maryland, EUA). Para isso, 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. A partir destes valores, foi obtido o percentual do perímetro em que houve infiltração com nitrato (Figura 13).

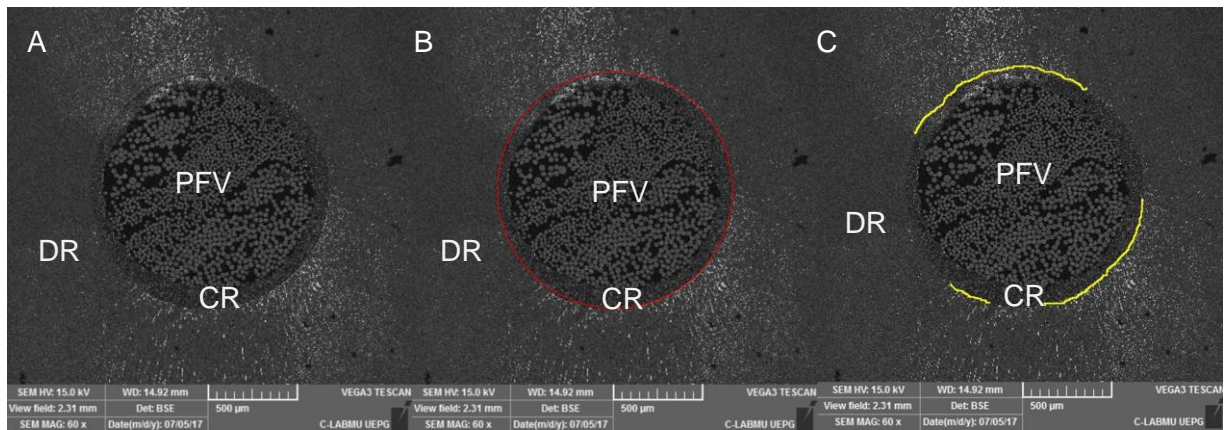


Figura 13 – Análise da nanoinfiltração. (A) Imagem em 60X obtida pelo MEV; (B) cálculo do perímetro da interface adesiva entre cimento e dentina, (C) mensuração do perímetro com infiltração do nitrato de prata (DR = dentina radicular; CR = cimento resinoso; PFV = pino de fibra de vidro).

4.9 Análise da microdureza Vickers (VHN)

Para avaliação da microdureza dos cimentos resinosos, foram utilizadas as segundas fatias de cada terço (coronário, médio e apical) das quatro raízes já avaliadas em NI para cada grupo experimental.

Essas fatias foram embebidas em resina acrílica com a superfície de teste virada para cima e polidas numa máquina de polir sob refrigeração constante em água com papel de carboneto de silício com abrasividades decrescente (600 até 1500) e complementado com pastas diamantadas de polimento de 3, 1, 0,5 e 0,03 mm (Buehler Ltda, Lake Bluff, IL, EUA) por 1 min cada. Os espécimes foram lavados em água corrente a cada troca de papel abrasivo ou pasta (Figura 14).



Figura 14 – Fatias embutidas em resina acrílica para realização do teste de microdureza.

Após o polimento, as amostras foram submetidas a um teste de dureza Shimadzu HMV2 (Newage Testing Instruments, Inc., Southampton, PA, EUA) com uma pirâmide de base em diamante de indentação de dureza Vickers. Em cada fatia, a dureza foi calculada em quatro áreas laterais diferentes do cimento resinoso e próximas da dentina radicular, equivalente as posições do relógio em 3, 6 e 9 e 12 h (Figura 15). Cada indentação foi feita utilizando uma carga estática de 100 g durante 15 s. A dureza Vickers foi calculada com base na média das diagonais medidas em exame com um microscópio óptico (Shimadzu HMV2, 400X). Todas as medidas foram calculadas e registradas como número de dureza Vickers (VHN), utilizando a fórmula:

$$HV=1,8544 F/d^2$$

Onde:

1,8544 é uma constante;

F representa a força utilizada no ensaio em kgf, ou seja, 100 g = 0,1 kgf e;

d representa as diagonais da indentação (mm).

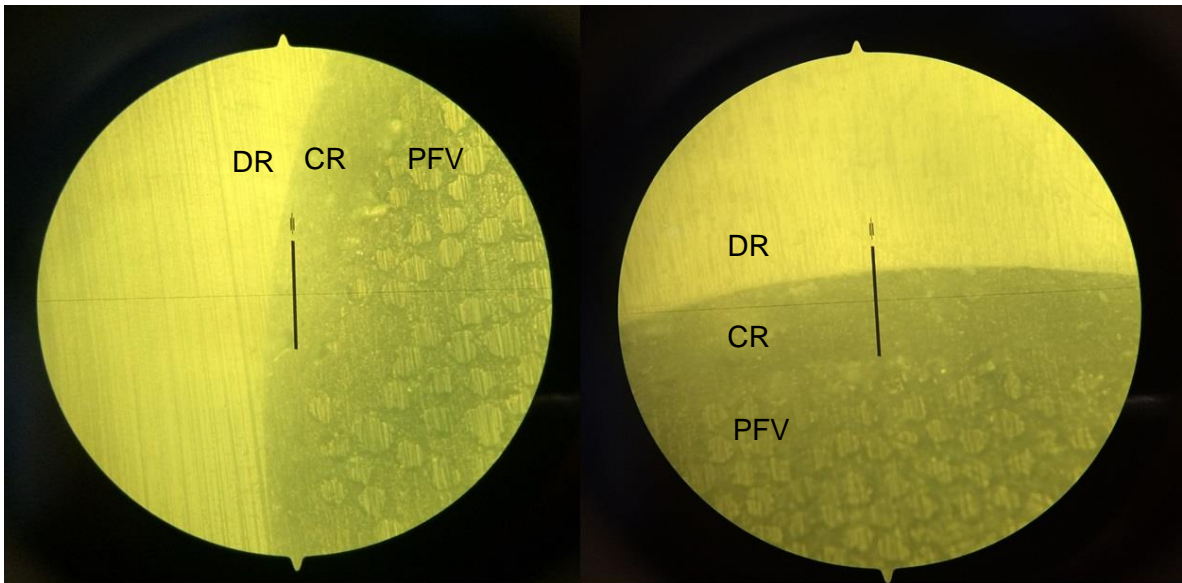


Figura 15 – Realização do teste de microdureza Vickers (DR = dentina radicular; CR = cimento resinoso; PFV = pino de fibra de vidro).

4.10 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, nanoinfiltração e microdureza foram submetidos à análise de variância (ANOVA) de dois fatores (agente irrigante [tratamento dentinário] vs cimento resinoso) 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 Dell™ Statistica™ versão 13.2.

5 RESULTADOS

5.1 Avaliação da desobliteração dos túbulos dentinários

As medianas e os intervalos interquartis dos *scores* obtidos pela avaliação do padrão de *smear layer* (SL) estão representadas na Tabela 1. O teste *Kruskal-Wallis* demonstrou que houve diferença significativa entre os agentes irrigantes ($p < 0,001$), em que os *scores* do EDTA 17%, ácido poliacrílico 26% e a associação EDTA 17% + NaOCl 2,5% foram estatisticamente inferiores aos obtidos para água destilada e NaOCl 2,5% ($p < 0,05$).

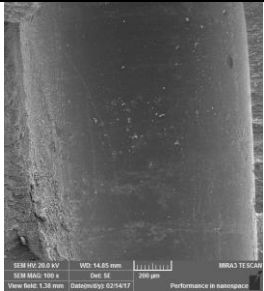
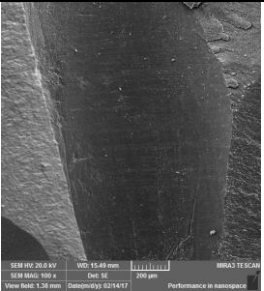
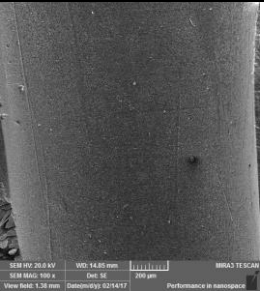
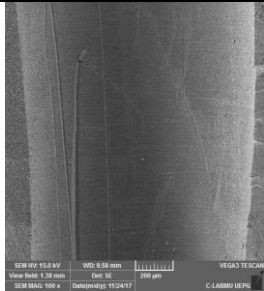
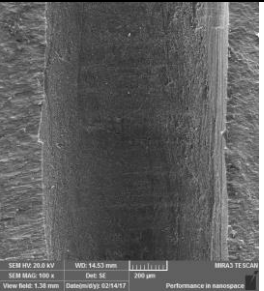
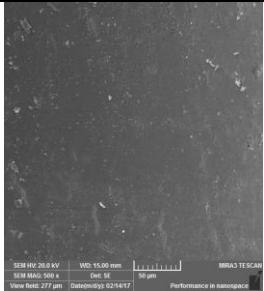
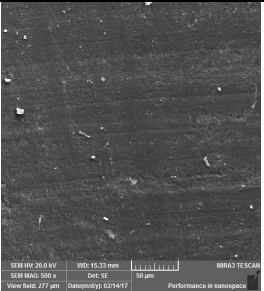
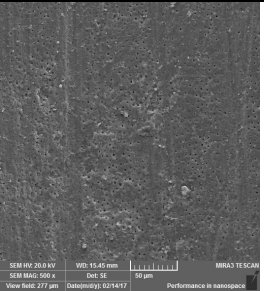
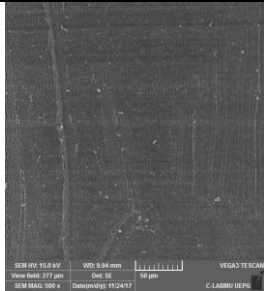
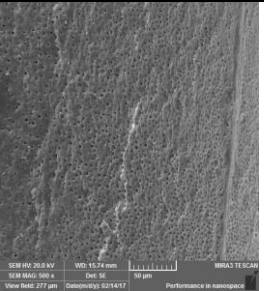
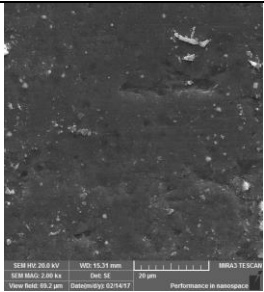
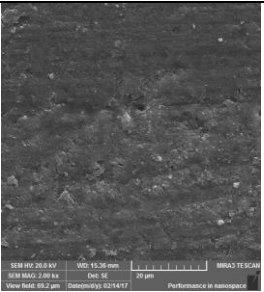
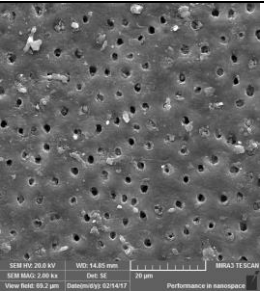
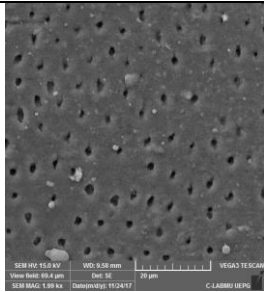
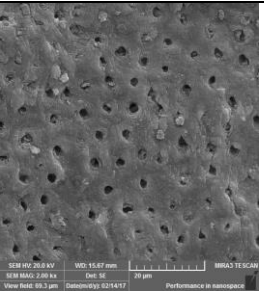
Na análise qualitativa das imagens de microscopia eletrônica de varredura (Quadro 5), pode-se observar que tanto a irrigação com água destilada quanto com NaOCl 2,5% não promoveram a remoção completa da SL e não foram observados túbulos dentinários abertos (*score* 2). Já o EDTA 17%, o ácido poliacrílico 26% e a associação EDTA 17% + NaOCl 2,5% removeram de forma semelhante a SL, resultando na desobliteração parcial dos túbulos dentinários (*score* 1).

Tabela 1 – Medianas (intervalos interquartis) da avaliação da desobliteração dos túbulos dentinários

AGENTE IRRIGANTE	SCORE
Água destilada	2 (2-2) B
NaOCl 2,5%	2 (2-2) B
EDTA 17%	1 (1-1) A
Ácido poliacrílico 26%	1 (1-1) A
EDTA 17% + NaOCl 2,5%	1 (0-1) A

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

Quadro 5 – Fotomicrografias representativas em MEV (100, 500 e 2000X) da superfície do canal radicular obtida após tratamento com diferentes agentes irrigantes

	Água destilada	NaOCl 2,5%	EDTA 17%	Ácido poliacrílico 26%	EDTA 17% + NaOCl 2,5%
100X					
500X					
2000X					

5.2 Resistência de união

As médias e os desvios padrões dos valores de resistência de união dos grupos experimentais estão descritos na Tabela 2. O teste ANOVA dois fatores demonstrou que a dupla interação (cimento resinoso vs agente irrigante) foi significativa ($p < 0,001$).

Para o cimento resinoso autoadesivo RelyX U200, o maior valor de resistência de união foi observado para o grupo onde o NaOCl 2,5% foi aplicado como agente irrigante, sendo esse estatisticamente semelhante aos que utilizaram a água destilada e o EDTA 17% ($p > 0,05$). Já, a irrigação com o ácido poliacrílico 26% e a associação do EDTA 17% + NaOCl 2,5% apresentaram valores intermediários de resistência de união.

O cimento resinoso autoadesivo Multilink Speed obteve maiores valores de resistência de união quando irrigou-se apenas com a água destilada previamente à cimentação, sendo estatisticamente semelhante ao NaOCl 2,5%; e superior aos demais agentes irrigantes.

A utilização do ácido poliacrílico 26% reduziu os valores de resistência de união para ambos os cimentos resinosos, porém apenas para o Multilink Speed houve diferença estatística significativa.

Ao se comparar os cimentos entre si, os valores de resistência de união para o cimento resinoso RelyX U200 foram estatisticamente superiores em relação ao Multilink Speed, exceto nas amostras em que água destilada foi utilizada como agente irrigante.

5.2.1 Padrão de fratura

A distribuição do padrão de fratura para cada grupo experimental está demonstrada no Gráfico 1.

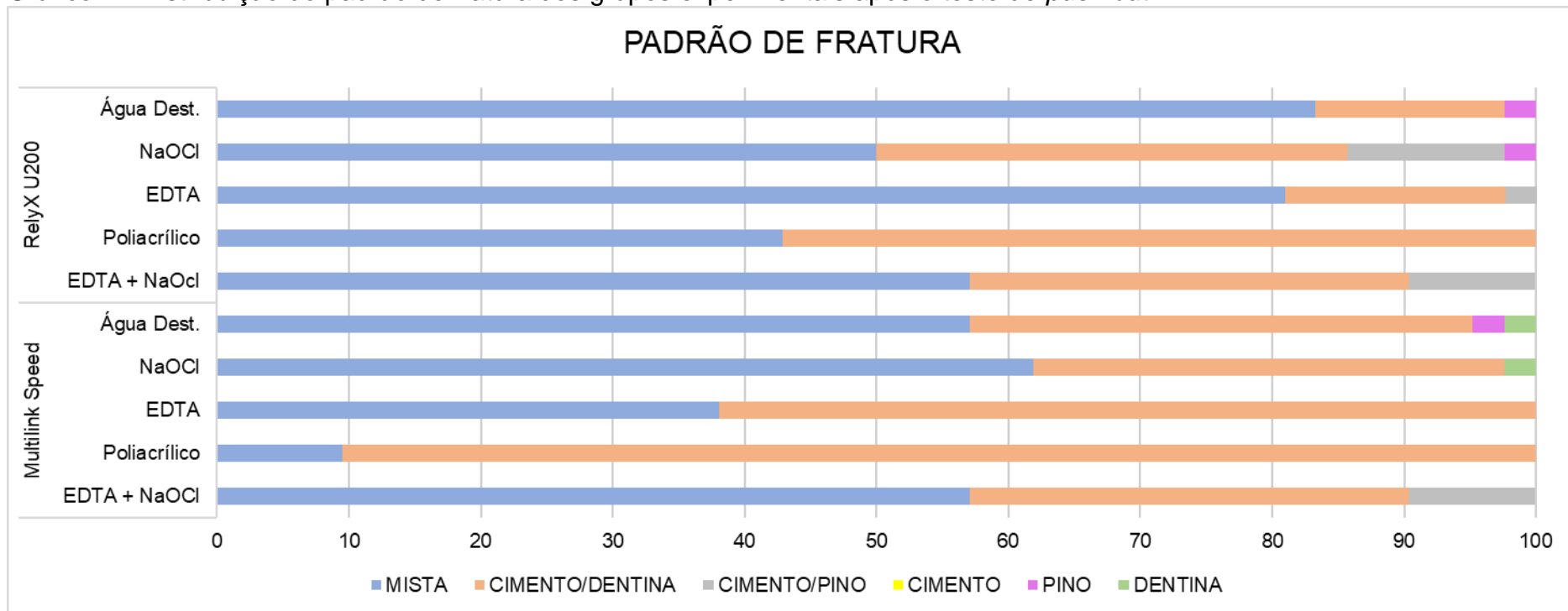
Pode-se observar que a fratura mista foi predominante para ambos os cimentos, exceto no Multilink Speed irrigado com EDTA 17% e, nos dois grupos tratados com ácido poliacrílico 26%, onde as fraturas adesivas entre cimento e dentina prevaleceram. As fraturas coesivas ocorreram com menor frequência, sendo que não foi observada nenhuma coesiva em cimento e apenas 2,4% coesiva em dentina para o Multilink Speed irrigado com água destilada e NaOCl 2,5%. A falha

coesiva de PFV foi verificada em apenas 2,4% das amostras que utilizaram água destilada para ambos os cimentos, e NaOCl 2,5% para o RelyX U200.

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

CIMENTO RESINOSO	TRATAMENTO DENTINÁRIO				
	Água destilada	NaOCl	EDTA	Ácido poliacrílico	EDTA + NaOCl
RelyX U200	15,7 ± 2,9 AB	17,7 ± 3,7 A	15,4 ± 3,4 AB	12,7 ± 3,4 BC	13,5 ± 3,0 BC
Multilink Speed	13,4 ± 4,6 BC	10,7 ± 2,6 CD	8,5 ± 2,5 D	4,9 ± 1,6 E	8,6 ± 2,2 D

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

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

5.3 Microdureza

Os resultados de microdureza (média \pm desvios padrões) para os diferentes grupos experimentais estão demonstrados na Tabela 3. O teste ANOVA dois fatores demonstrou que a dupla interação (cimento resinoso vs agente irrigante) foi significativa ($p < 0,001$).

Os maiores valores de microdureza (VHN) para o cimento RelyX U200 foram obtidos através da irrigação com água destilada, NaOCl 2,5% e EDTA 17%, estes grupos foram estatisticamente superiores em relação aos outros agentes irrigantes ($p < 0,05$).

Para os dentes cimentados com o cimento Multilink Speed, a irrigação com água destilada obteve os maiores valores de microdureza, e apresentou diferença estatística significante apenas com os valores obtidos pelo NaOCl 2,5%. Este apresentou o menor valor em relação aos outros agentes irrigantes, porém sem diferenças estatísticas.

A comparação entre os cimentos resinosos indica que os grupos cimentados com RelyX U200 obtiveram valores estatisticamente superiores de microdureza ao Multilink Speed quando comparados os mesmos agentes irrigantes, com exceção do ácido poliacrílico e da associação de EDTA 17% + NaOCl 2,5% ($p > 0,05$).

Tabela 3 - Valores médios e desvios padrões de microdureza Vickers (VHN) para os diferentes grupos experimentais

CIMENTO RESINOSO	TRATAMENTO DENTINÁRIO				
	Água destilada	NaOCl	EDTA	Ácido poliacrílico	EDTA + NaOCl
RelyX U200	81,6 ± 15,3 A	85,8 ± 12,3 A	84,5 ± 12,7 A	63,8 ± 6,2 BC	66,7 ± 5,1 B
Multilink Speed	66,1 ± 8,8 B	51,3 ± 8,2 C	56 ± 5,2 BC	54,3 ± 6 BC	60,6 ± 4,8 BC

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

5.4 Nanoinfiltração

Os resultados de nanoinfiltração (média \pm desvios padrões) para os diferentes grupos experimentais estão demonstrados na Tabela 4. O teste ANOVA dois fatores demonstrou que a dupla interação (cimento resinoso vs agente irrigante) não foi significativa ($p = 0,701$), nem os fatores principais cimento resinoso ($p = 0,774$), e agente irrigante ($p = 0,398$).

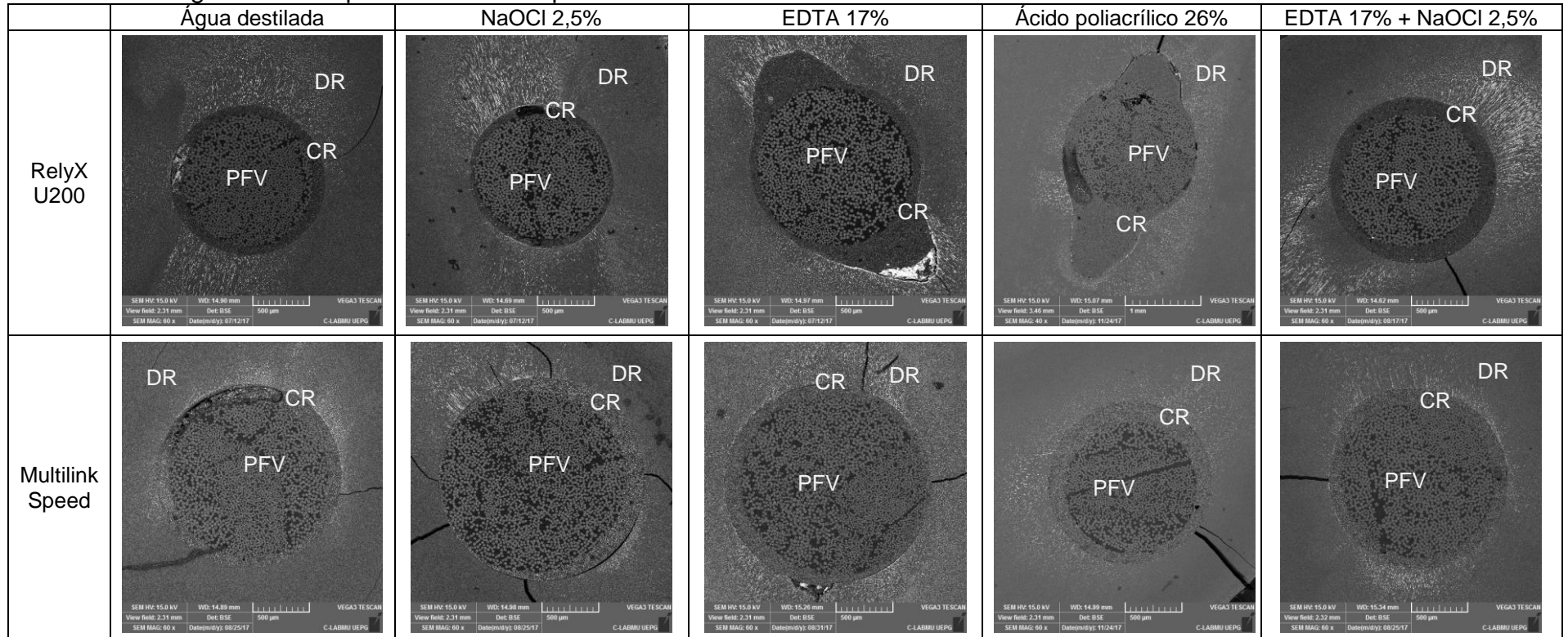
No Quadro 6 estão representadas as imagens obtidas por MEV, em 60X, de cada grupo experimental. Pode-se observar que a deposição de nitrato de prata ocorreu em grande extensão do perímetro da interface adesiva cimento-dentina e está indicada nas regiões mais claras da imagem.

Tabela 4 - Valores médios e desvios padrões de nanoinfiltração (%) para os diferentes grupos experimentais

CIMENTO RESINOSO	TRATAMENTO DENTINÁRIO					FATOR PRINCIPAL CIMENTO
	Água destilada	NaOCl	EDTA	Ácido poliacrílico	EDTA + NaOCl	
RelyX U200	71,0 ± 22,7	72,5 ± 25,2	72,7 ± 26,6	74,7 ± 25,8	68,0 ± 29	71,8 ± 25,1 a
Multilink Speed	69,9 ± 22,6	64,0 ± 23,5	74,2 ± 21,1	86,2 ± 15,6	70,8 ± 22,2	73,0 ± 21,7 a
FATOR PRINCIPAL TRATAMENTO	70,4 ± 22,1 A	68,3 ± 24,2 A	73,4 ± 23,5 A	80,4 ± 21,6 A	69,4 ± 25,3 A	

(*) Letras iguais representam médias estatisticamente semelhantes (Teste de *Tukey*, $p > 0,05$).

Quadro 6 – Imagens obtidas por MEV em 60X para análise de NI



DR = dentina radicular; CR = cimento resinoso; PFV = pino de fibra de vidro

6 DISCUSSÃO

Nesse estudo pode-se observar, pelas imagens obtidas por MEV, que após o preparo do canal radicular, com as brocas dos respectivos pinos de fibra de vidro, os agentes irrigantes não foram capazes de promover a completa desobliteração dos túbulos dentinários. Uma vez que em nenhum grupo ocorreu a remoção da *smear layer* ao longo de todo o conduto radicular, conforme outros trabalhos na literatura (Violich, Chandler²⁸ 2010; Serafino et al.⁷⁵ 2014). A dificuldade em promover a limpeza uniforme da superfície dentinária, faz com que muitos estudos apresentem resultados divergentes sobre a influência da *smear layer* na adesão de pinos de fibra de vidro (Clavijo et al.¹⁰⁴ 2009; Faria-e-Silva et al.²¹ 2013; Baena et al.³⁵ 2016; Kul et al.³⁴ 2016; Simões et al.³³ 2016).

Os cimentos resinosos autoadesivos promoveram a simplificação da técnica de cimentação por dispensarem as etapas prévias de condicionamento ácido do substrato dentário e aplicação do sistema adesivo (Radovic et al.²² 2008; Ferracane et al.²⁰ 2011; Makkar, Malhotra¹⁰⁵ 2013). Segundo as recomendações contidas na maioria das bulas de diferentes fabricantes desses materiais, deve-se realizar apenas a limpeza e a secagem do conduto antes da inserção do cimento e, em seguida, posicionar o pino. Entretanto, os fabricantes não esclarecem qual a melhor solução irrigadora para limpeza previamente aos procedimentos de cimentação, nem tampouco por quanto tempo deve-se deixar agir sobre a dentina radicular. Dessa maneira, há diversos artigos na literatura que compararam diferentes soluções irrigadoras (Faria-e-Silva et al.²¹ 2013; Alkudhairy, Bin-Shuwaish³¹ 2016; Baena et al.³⁵ 2017; Barreto et al.³² 2016; Kul et al.³⁴ 2016; Simões et al.³³ 2016), porém não há um consenso quanto ao melhor protocolo de limpeza. Neste estudo, verificou-se um efeito de interação entre solução irrigadora e cimento autoadesivo, onde os agentes irrigantes influenciaram os valores de resistência de união entre pino de fibra de vidro e dentina radicular e de microdureza dos cimentos resinosos testados.

A irrigação com NaOCl de 2,5 a 5,25% é indicada para a cimentação de pinos de fibra de vidro com RelyX U200 (3M ESPE) segundo a recomendação do fabricante, entretanto na bula do respectivo cimento não está explícito o tempo ou a forma de aplicação. Já, o fabricante do cimento resinoso Multilink Speed (Ivoclar Vivadent) apesar de indicar a limpeza do conduto antes da cimentação de pinos, não

relata na bula nenhuma orientação sobre qual produto utilizar, tempo e forma de aplicação. Portanto, fica claro que não existe um protocolo definido para a limpeza de canais radiculares previamente à cimentação de pinos com cimentos resinosos autoadesivos, o que pode prejudicar a decisão por parte dos clínicos, que muitas vezes negligenciam essa importante etapa.

Diferentes testes são utilizados para avaliação da resistência de união de pinos de fibra de vidro ao conduto radicular, como o *pull-out*, *push-out* e microtração (Goracci et al.¹⁰⁶ 2007). Entretanto, a técnica utilizada de *push-out* é considerada a mais realista e confiável, pois apresenta uma distribuição de estresse mais homogênea (Goracci et al.⁷⁹ 2004; Soares et al.¹⁰⁷ 2008). Além disso, reduz a possibilidade de ocorrer fraturas prematuras ou transmissão de estresse para a interface adesiva durante o preparo das amostras (Goracci et al.⁷⁹ 2004); dessa maneira foi a técnica de escolha. Neste trabalho, o maior valor de resistência de união para o cimento resinoso RelyX U200 foi observado quando os canais radiculares foram irrigados com NaOCl 2,5%, sendo estatisticamente semelhantes aos grupos em que os canais foram irrigados com água destilada e EDTA 17%; enquanto que para o cimento resinoso Multilink Speed os maiores valores foram observados quando os canais foram irrigados com água destilada, sendo estatisticamente semelhante apenas ao NaOCl 2,5%.

Da mesma maneira, Barreto et al.³² (2016), concluíram que essa menor concentração do NaOCl (2,5%) e baixo tempo de aplicação não são suficientes para a degradação do colágeno e, por isso, não prejudicam os valores de resistência de união para o cimento RelyX U200. Neste estudo, a concentração do NaOCl foi padronizada em 2,5% para todos os grupos, porém outros autores verificaram possíveis efeitos adversos na utilização em concentrações mais elevadas ou por tempo prologando, devido às quantidades residuais que poderiam interferir na polimerização dos monômeros resinosos (Hayashi et al.⁷⁶ 2005, Demiryurek et al.¹⁰⁸ 2009, Alkhudhairi et al.³¹ 2016, Bueno et al.¹⁰⁹ 2016). Para Kambara et al.¹¹⁰ (2012), a aplicação de um agente desproteinizante, como o NaOCl, favorece o aumento do conteúdo mineral e reduz a água da superfície, o que é vantajoso para a reação química do RelyX Unicem com a hidroxiapatita.

Além de não esclarecer como deve ser a limpeza do conduto, a bula do cimento resinoso Multilink Speed não fornece informações específicas quanto a composição do cimento ou mecanismo de adesão, e nem há artigos que comparem a influência da irrigação prévia para limpeza do canal radicular com esse cimento, uma vez que foi recentemente lançado no mercado odontológico. Para esse material, o menor valor de resistência de união foi observado quando o ácido poliacrílico foi utilizado, assim como obteve o maior número de falhas adesivas (cimento/dentina) para ambos os agentes cimentantes; portanto, deve-se evitar seu uso para irrigação prévia com os cimentos autodesivos testados no presente trabalho.

Entretanto, o ácido poliacrílico é amplamente utilizado para condicionar a dentina antes da utilização dos cimentos de ionômeros de vidro (Raggio et al.¹⁰⁰ 2010), pois é considerado um ácido moderado capaz de remover parcialmente a *smear layer* sem promover desmineralização demasiada (Raggio et al.¹⁰⁰ 2010; Baena et al.³⁵ 2017). Já foi demonstrado que na concentração de 25% por 30 s promoveu aumento da adesão do RelyX U200 (Baena et al.³⁵ 2017) e em menor concentração (11,5%), pelo mesmo tempo, não obteve diferenças em termos de resistência de união em relação à água destilada, utilizando-se o RelyX Unicem na cimentação dos pinos de fibra (Faria-e-Silva et al.²¹ 2013). Como o RelyX U200 apresenta capacidade de união química com a hidroxiapatita semelhante ao ionômero de vidro, e supomos que o mesmo deveria acontecer com o Multilink Speed, hipotetizamos que a irrigação prévia com esse ácido na concentração de 26% poderia ser promissora, melhorando os valores de resistência de união dos pinos com diferentes cimentos autoadesivos; porém isso não ocorreu nesse estudo.

A utilização de agentes quelantes em maiores concentrações ou por tempo prolongado pode alterar quimicamente a superfície dentinária, por exemplo, o EDTA causa a quelação dos íons de cálcio (Ballal et al.¹¹¹ 2011; Cobankara et al.¹¹² 2011) e, portanto, pode reduzir a efetividade da união química do cimento resinoso autoadesivo com a hidroxiapatita (Faria-e-Silva et al.²¹ 2013; Baena et al.³⁵ 2017; Simões et al.³³ 2016). Apesar de ser contraindicado na bula do cimento, a irrigação com EDTA 17% por 30 s não afetou significativamente a resistência de união para o RelyX U200.

Com o intuito de analisar se haveria alguma interação destas soluções irrigadoras com a polimerização dos agentes cimentantes foi realizado o teste de microdureza Vickers. Os valores são mensurados através da resistência à deformação permanente, onde uma indentação é realizada através de um diamante com forma piramidal de base quadrada, sendo o resultado obtido pela divisão da carga aplicada pela área de impressão na amostra (El-Safty et al.¹¹³ 2012). Os maiores valores de dureza para o RelyX U200 foram promovidos pelos mesmos agentes irrigantes que tiveram maiores valores resistência de união – água destilada, NaOCl 2,5% e EDTA 17%. Porém, o mesmo fenômeno não foi observado para o Multilink Speed, onde o maior valor de microdureza foi observado para a água destilada, sendo que essa foi estatisticamente superior apenas em relação ao NaOCl 2,5%.

A fim de verificar se a maior remoção da *smear layer* favoreceria a adesão com cimentos resinosos autoadesivos, foi utilizada a associação de EDTA + NaOCl, sendo o EDTA responsável por desmineralizar a dentina e facilitar a ação do NaOCl sobre a matéria orgânica (Baumgartner, Mader et al.⁹⁶ 1987; O'Connell et al.⁹⁹ 2000; Ozdemir et al.⁸⁸ 2012), porém ao contrário do esperado, os agentes irrigantes que foram capazes de alcançar uma maior limpeza da dentina radicular, por meio de uma maior desobliteração dos túbulos dentinários, e consequente remoção da *smear layer* (EDTA, ácido poliacrílico e a associação de EDTA com NaOCl) não foram associados aos maiores valores globais de resistência de união no presente estudo e, portanto, supomos que a presença de *smear layer* não é um fator limitante da adesão como verificado em estudos prévios (Tonial et al.⁶⁹ 2010; Yong, Xiangrong¹¹⁴ 2013

A maior remoção da *smear layer* provavelmente reduz a fricção entre o pino de fibra de vidro e o conduto, o que poderia interferir negativamente nos valores de resistência de união. Sabe-se que a resistência friccional desempenha um importante papel nos testes de *push-out* (Goracci et al.¹¹⁵ 2005) e, portanto, a maior rugosidade do substrato favoreceria o embricamento macromecânico entre o pino de fibra de vidro e as paredes do conduto. Os bons resultados obtidos com a água destilada, na resistência de união de ambos os cimentos, podem ser consequência da maior fricção, pois através da avaliação da abertura dos túbulos dentinários, pode-se observar que para a água não ocorreu desobliteração, resultando em uma

superfície mais irregular. Dessa maneira, a utilização de uma metodologia para verificar a influência da rugosidade da superfície intracanal após a aplicação dos diferentes agentes irrigantes poderá contribuir para a verificação da hipótese levantada.

Sabe-se que cimentos resinosos autoadesivos apresentam uma infiltração limitada e superficial na superfície radicular, sem a formação de uma camada híbrida distinta (Al-Assaf et al.⁸¹ 2007; Monticelli et al.⁸² 2008; Pisani-Proença et al.²⁴ 2011; Mazzitelli et al.⁸³ 2012). Além disso, para Zicari et al.¹¹⁶. (2008), a maior viscosidade dos cimentos resinosos autoadesivos também dificulta o íntimo contato com o substrato, reduzindo a habilidade de selamento em relação aos cimentos de condicionamento total e autocondicionante, resultando em porosidades e áreas com colapso de material quando cimentos autoadesivos são utilizados na cimentação de pinos de fibra.

O teste de nanoinfiltração foi realizado com o objetivo verificar a possível difusão de íons de prata por meio de túbulos nanométricos que não tenham sido totalmente penetrados (Sano et al.¹¹⁷ 1995) pelo agente cimentante. Conforme os resultados descritos, todos os grupos apresentaram infiltração no perímetro da interface adesiva (dentina/cimento) sem diferenças estatisticamente significativas. Considerando a maior viscosidade do material que interfere na adaptação sobre a dentina, e conseqüentemente, na infiltração dos monômeros ácidos, somado a dificuldade em padronizar as características quanto a anatomia do conduto, pressupõem-se que o método de análise não foi sensível o suficiente para verificar diferenças de selamento com ou sem a presença de *smear layer*. Porém não há correlação entre a adesão e nanoinfiltração (Okuda et al.¹¹⁸ 2001; Pereira et al.¹¹⁹ 2001).

Por fim, cabe salientar as limitações do presente estudo, em que os diferentes resultados encontrados nesse trabalho e na literatura podem ser atribuídos à dificuldade em padronizar este procedimento de irrigação prévia à cimentação de pinos de fibra de vidro, visto que mesmo com a utilização dos cimentos resinosos autoadesivos ainda há diferenças quanto a anatomia e profundidade do canal radicular e umidade dentinária. Deve-se também ressaltar que há diversos protocolos de limpeza na literatura que variam a concentração,

tempo e forma de aplicação dos agentes irrigantes, o que dificulta ainda mais a comparação entre os estudos.

CONCLUSÕES

De acordo com a metodologia utilizada e com os resultados obtidos nesse estudo pode-se concluir que para cada cimento resinoso autoadesivo testado existe um protocolo de irrigação prévia ideal na cimentação de pinos de fibra de vidro ao canal radicular.

Para os cimentos resinosos autoadesivos testados, a água destilada obteve bons resultados tanto para o RelyX U200 quanto para o Multilink Speed, porém observou-se que o RelyX U200 apresentou menor influência nos valores de resistência de união ao se utilizar diferentes agentes irrigantes para limpeza do conduto.

REFERÊNCIAS

1. Reeh ES, Messer HH, Douglas WH. Reduction in tooth stiffness as a result of endodontic and restorative procedures. *J Endod.* 1989;15(11):512–6.
2. Sedgley C, Messer H. Are endodontically treated teeth more brittle? *J Endod.* 1992;18(7):332–5.
3. Schwartz R, Robbins J. Post placement and restoration of endodontically treated teeth: a literature review. *J Endod.* 2004;30(5):289–301.
4. 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):117–29.
5. Assif D, Gorfil C. Biomechanical considerations in restoring endodontically treated teeth. *J Prosthet Dent.* 1994;71(6):565–7.
6. Sen D, Poyrazoglu E, Tuncelli B. The retentive effects of pre-fabricated posts by luting cements. *J Oral Rehabil.* 2004;31(6):585–9.
7. 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):968–78.
8. Cormier CJ, Burns DR, Moon P. In vitro comparison of the fracture resistance and failure mode of fiber, ceramic, and conventional post systems at various stages of restoration. *J Prosthodont.* 2001;10(1):26–36.
9. Sarkis-Onofre R, Skupien J, Cenci M, Moraes R, 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):31–44.
10. Mannocci F, Innocenti M, Ferrari M. Stereomicroscopic and scanning electron microscopic study of roots obturated with vertically condensed gutta-percha, epoxy resin cement, and dentin bonding agent. *J Endod.* 1998;24(6):397–400.
11. Chappell RP, Cobb CM, Spencer P, Eick JD. Dentinal tubule anastomosis: A potential factor in adhesive bonding? *J Prosthet Dent.* 1994;72(2):183–8.
12. 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):287–91.
13. Cagidiaco MC, Goracci C, Garcia-Godoy F, Ferrari M. Clinical studies of fiber posts: a literature review. *Int J Prosthodont.* 2008;21(4):328–36.
14. 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.
15. 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):422–9.
 16. Tay FR, Loushine RJ, Lambrechts P, Weller RN, Pashley DH. Geometric factors affecting dentin bonding in root canals: a theoretical modeling approach. *J Endod.* 2005;31(8):584–9.
 17. Tay FR, Pashley DH. Monoblocks in root canals: a hypothetical or a tangible goal. *J Endod.* 2007;33(4):391–8.
 18. Radovic I, Corciolani G, Magni E, Krstanovic G, Pavlovic V, Vulicevic ZR, Ferrari M. Light transmission through fiber post: The effect on adhesion, elastic modulus and hardness of dual-cure resin cement. *Dent Mater.* 2009;25(7):837–44.
 19. Gomes G, Gomes O, Reis A, Gomes J, Loguercio A, Calixto A. Effect of operator experience on the outcome of fiber post cementation with different resin cements. *Oper Dent.* 2013;38(5):555–64.
 20. Ferracane JL, Stansbury JW, Burke FJT. Self-adhesive resin cements - chemistry, properties and clinical considerations. *J Oral Rehabil.* 2011;38(4):295–314.
 21. Faria-e-silva AL, Menezes MS, Silva FP, Reis GR, Moraes RR. Intra-radicular dentin treatments and retention of fiber posts with self adhesive resin cements. *Braz oral res.* 2013;27(1):14–9.
 22. Radovic I, Monticelli F, Goracci C, Vulicevic ZR, Ferrari M. Self-adhesive resin cements: a literature review. *J Adhes Dent.* 2008;10(4):251–8.
 23. 3M ESPE RelyX Unicem - perfil técnico do produto (2007)
 24. Pisani-Proenca J, Erhardt MCG, Amaral R, Valandro LF, Bottino MA, Del Castillo-Salmeron R. Influence of different surface conditioning protocols on microtensile bond strength of self-adhesive resin cements to dentin. *J Prosthet Dent.* 2011;105(4):227–35.
 25. Dias WR, Pereira PN, Swift EJ Jr. Effect of bur type on microtensile bond strengths of self-etching systems to human dentin. *J Adhes Dent.* 2004;6(3):195-203.
 26. Barros JA, Myaki SI, Nör JE, Peters MC. Effect of bur type and conditioning on the surface and interface of dentine. *J Oral Rehabil.* 2005;32(11):849-56.
 27. Goracci C, Ferrari M. Current perspectives on post systems: A literature review. *Aust Dent J.* 2011;56(SUPPL. 1):77–83.

28. Violich DR, Chandler NP. The smear layer in endodontics - A review. *Int Endod J.* 2010;3(1):2-15.
29. Yamada RS, Armas A, Goldman M, Lin PS. A scanning electron microscopic comparison of a high volume final flush with several irrigating solutions: Part 3. *J Endod.* 1983;9(4):137-42.
30. Çalt S, Serper A. Time-dependent effects of EDTA on dentin structures. *J Endod.* 2002;28(1):17-9.
31. Alkudhairy FI, Bin-Shuwaish. The effect of sodium hypochlorite and resin cement systems on push-out bond strength of cemented fiber posts. *Pak J Med Sci.* 2016;32(4):905-10.
32. 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.
33. Simões TC, Luque-Martinez Í, 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.
34. Kul E, Yeter KY, Aladag LI, Ayrancı 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):601-5.
35. 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
36. Stanford JW, Weigel K V., Paffenbarger GC, Sweeney WT. Compressive properties of hard tooth tissues and some restorative materials. *J Am Dent Assoc.* 1960;60(6):746-56.
37. Papa J, Cain C, Messer HH. Moisture content of vital vs endodontically treated teeth. *Dent Traumatol.* 1994;10(2):91-3.
38. Dietschi D, Duc O, Krejci I, Sadan A. Biomechanical considerations for the restoration of endodontically treated teeth: a systematic review of the literature, Part 1 (Evaluation of fatigue behavior, interfaces, and in vivo studies). *Quintessence Int.* 2007;39(2):117-29.
39. Peroz I, Blankenstein F, Lange K-P, Naumann M. Restoring endodontically treated teeth with posts and cores--a review. *Quintessence Int.* 2005;36(9):737-46.
40. Asmussen E, Peutzfeldt A, Heitmann T. Stiffness, elastic limit, and strength of newer types of endodontic posts. *J Dent.* 1999;27(4):275-8.
41. Lassila LVJ, Tanner J, Le Bell A-M, Narva K, Vallittu PK. Flexural properties of fiber reinforced root canal posts. *Dent Mater.* 2004;20(1):29-36.

42. Chuang SF, Yaman P, Herrero A, Dennison JB, Chang CH. Influence of post material and length on endodontically treated incisors: An in vitro and finite element study. *J Prosthet Dent.* 2010;104(6):379–88.
43. 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):255–60.
44. Fokkinga WA, Kreulen CM, Vallittu PK, Creugers NHJ. A structured analysis of in vitro failure loads and failure modes of fiber, metal, and ceramic post-and-core systems. *Int J Prosthodont.* 2004;17(4):476–82.
45. Schmitter M, Rammelsberg P, Gabbert O, Ohlmann B. Influence of clinical baseline findings on the survival of 2 post systems: a randomized clinical trial. *Int J Prosthodont.* 2007;20(2):173–8.
46. Silva N, Castro C, Santos-Filho P, Silva G, Campos R, Soares P. Influence of different post design and composition on stress distribution in maxillary central incisor: Finite element analysis. *Indian J Dent Res.* 2009;20(2):153.
47. Bateman G, Ricketts DNJ, Saunders WP. Fibre-based post systems: a review. *Br Dent J.* 2003;195(1):43–8.
48. Lamichhane A, Xu C, Zhang F. Dental fiber-post resin base material : a review. *British Dental Journal.* 2014;6(1):60–6.
49. Malferrari S, Monaco C, Scotti R. Clinical Evaluation of Teeth Restored with Quartz Fiber– Reinforced Epoxy Resin Posts. *Int J Prosthodont.* 2003;16(1):39–45.
50. Mendoza DB, Eakle WS, Kahl EA, Ho R. Root reinforcement with a resin-bonded preformed post. *J Prosthet Dent.* 1997;78(1):10–4.
51. Mezzomo E, Massa F, Libera SD. Fracture resistance of teeth restored with two different post-and-core designs cemented with two different cements: an in vitro study. Part I. *Quintessence Int.* 2003;34(4):301–6.
52. Soares CJ, Raposo LHA, Soares PV, Santos-Filho PCF, Menezes MS, Soares PBF, Magalhães D. Effect of different cements on the biomechanical behavior of teeth restored with cast dowel-and-cores - in vitro and FEA analysis. *J Prosthodont.* 2010;19(2):130–7.
53. Bachicha WS, DiFiore PM, Miller DA, Lautenschlager EP, Pashley DH. Microleakage of endodontically treated teeth restored with posts. *J Endod.* 1998;24(11):703–8.
54. Mannocci F, Ferrari M, Watson TF. Microleakage of endodontically treated teeth restored with fiber posts and composite cores after cyclic loading: A confocal microscopic study. *Prosthet Dent.* 2001;85(3):284–91.

55. Reid LC, Kazemi RB, Meiers JC. Effect of fatigue testing on core integrity and post microleakage of teeth restored with different post systems. *J Endod.* 2003;29(2):125–31.
56. Fabianelli A, Goracci C, Bertelli E, Monticelli F, Grandini S, Ferrari M. In vitro evaluation of wall-to-wall adaptation of a self-adhesive resin cement used for luting gold and ceramic inlays. *J Adhes Dent.* 2005;7(1):33–40.
57. Bitter K, Paris S, Pfuertner C, Neumann K, Kiebassa AM. Morphological and bond strength evaluation of different resin cements to root dentin. *Eur J Oral Sci.* 2009;117(3):326–33.
58. Manicardi CA, Versiani MA, Saquy PC, Pécora JD, De Sousa-Neto MD. Influence of filling materials on the bonding interface of thin-walled roots reinforced with resin and quartz fiber posts. *J Endod.* 2011;37(4):531–7.
59. Mjör IA, Smith MR, Ferrari M, Mannocci F. The structure of dentine in the apical region of human teeth. *Int Endod J.* 2001;34(5):346–53.
60. 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.
61. Teixeira ECN, Teixeira FB, Piasick JR, Thompson J. An in vitro assessment of prefabricated fiber post systems. *J Am Dent Assoc.* 2006;137(7):1006–12.
62. Giachetti L, Grandini S, Calamai P, Fantini G, Russo DS. Translucent fiber post cementation using light- and dual-curing adhesive techniques and a self-adhesive material: Push-out test. *J Dent.* 2009;37(8):638–42.
63. Kim YK, Kim SK, Kim KH, Kwon TY. Degree of conversion of dual-cured resin cement light-cured through three fibre posts within human root canals: An ex vivo study. *Int Endod J.* 2009;42(8):667–74.
64. 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):100–5.
65. Van Meerbeek B, De Munck J, Yoshida Y, Inoue S, Vargas M, Vijay P, et al. Adhesion to enamel and dentin: current status and future challenges. *Oper Dent Washington.* 2003;28(3):215–35.
66. De Munck J, Van Landuyt K, Peumans M, Poitevin A, Lambrechts P, Braem M, Van Meerbeek B. A critical review of the durability of adhesion to tooth tissue: Methods and results. *J Esthet Restor Dent.* 2005;22(1):72–3.
67. Nakabayashi N, Kojima K, Masuhara E. The promotion of adhesion by the infiltration of monomers into tooth substrates. *J Biomed Mater Res.* 1982;16(3):265–73.

68. Van Meerbeek B, Inokoshi S, Braem M, Lambrechts P, Vanherle G. Morphological aspects of the resin-dentin interdiffusion zone with different dentin adhesive systems. *J Dent Res.* 1992;71(8):1530–40.
69. Tonial D, Ghiggi PC, Lise AA, Burnett LH, Oshima HMS, Spohr AM. Effect of conditioner on microtensile bond strength of self-adhesive resin cements to dentin. *Stomatologija.* 2010;12(3):73–9.
70. Baldea B, Furtos G, Antal M, Nagy K, Popescu D, Nica L. Push-out bond strength and SEM analysis of two self-adhesive resin cements: An in vitro study. *J Dent Sci.* 2013;8(3):296–305.
71. Hitz T, Stawarczyk B, Fischer J, Hämmerle CHF, Sailer I. Are self-adhesive resin cements a valid alternative to conventional resin cements? A laboratory study of the long-term bond strength. *Dent Mater.* 2012;28(11):1183–90.
72. Bitter K, Kielbassa AM. Post-endodontic restorations with adhesively luted fiber-reinforced composite post systems: A review. *Am J Dent.* 2007;20(6):353–60.
73. Stockton LW. Factors affecting retention of post systems:A literature review. *J Prosthet Dent.* 1999;81(4):380–5.
74. Mader CL, Baumgartner JC, Peters DD. Scanning electron microscopic investigation of the smeared layer on root canal walls. *J Endod.* 1984;10(10):477–83.
75. Serafino C, Gallina G, Cumbo E, Ferrari M. Surface debris of canal walls after post space preparation in endodontically treated teeth: A scanning electron microscopic study. *Oral Surg Oral Med Oral Pathol Oral Radiol Endod.* 2004;97(3):381–7.
76. 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):70–6.
77. Aguilar-Mendoza JA, Rosales-Leal JI, Rodríguez-Valverde MA, González-López S, Cabrerizo-Vílchez MA. Wettability and bonding of self-etching dental adhesives. Influence of the smear layer. *Dent Mater.* 2008;24(7):994–1000.
78. Zorba YO, Erdemir A, Turkyilmaz A, Eldeniz AÜ. Effects of different curing units and luting agents on push-out bond strength of translucent posts. *J Endod.* 2010;36(9):1521–5.
79. 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): 353–61.
80. Goracci, C.; Sadek, F. T.; Fabianelli, A.; Tay, F. R.; Ferrari, M. Evaluation of

- the adhesion of fiber posts to intraradicular dentin. *Oper Dent.* 2005;30(5):627-35.
81. Al-Assaf K, Chakmakchi M, Palaghias G, Karanika-Kouma A, Eliades G. Interfacial characteristics of adhesive luting resins and composites with dentine. *Dent Mater.* 2007;23(7):829–39.
 82. Monticelli F, Osorio R, Mazzitelli C, Ferrari M, Toledano M. Limited Decalcification / Diffusion of Self-adhesive Cements into Dentin. *J Dent Res.* 2008;87:974–9.
 83. Mazzitelli C, Monticelli F, Toledano M, Ferrari M, Osorio R. Effect of thermal cycling on the bond strength of self-adhesive cements to fiber posts. *Clin Oral Investig.* 2012;16(3):909–15.
 84. Teixeira CS, Felipe MCS, Felipe WT. The effect of application time of EDTA and NaOCl on intracanal smear layer removal: an SEM analysis. *Int Endod J.* 2005;38:285–90.
 85. Coniglio I, Magni E, Goracci C, Radovic I, Carvalho CA, Grandini S, Ferrari M. Post space Cleaning Using a New Nickel Titanium Endodontic Drill Combined with Different Cleaning Regimens. *J Endod.* 2008;34(1):83–6.
 86. 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.
 87. Mazzitelli C, Monticelli F, Toledano M, Ferrari M, Osorio R. Dentin treatment effects on the bonding performance of self-adhesive resin cements. *Eur J Oral Sci.* 2010;118(1):80–6.
 88. Ozdemir HO, Buzoglu HD, Çalt S, Çehreli ZC, Varol E, Temel A. Chemical and ultramorphologic effects of ethylenediaminetetraacetic acid and sodium hypochlorite in Young and old root canal dentin. *J Endod.* 2012;38(2):204–8.
 89. 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):863–8.
 90. Sen BH, Wesselink RR, Türkün M. The smear layer: a phenomenon in root canal therapy. *Int Endod J.* 1995;28(3):141–8.
 91. Shih M, Marshall FJ, Rosen S. The bactericidal efficiency of sodium hypochlorite as an endodontic irrigant. *Oral Surg, Oral Med Oral Pathol.* 1970;29(4):613–9.
 92. Byström A, Sundqvist G. Bacteriologic evaluation of the effect of 0.5 percent sodium hypochlorite in endodontic therapy. *Oral Surg, Oral Med Oral Pathol.* 1983;55(3):307–12.
 93. Siqueira JF, Batista MMD, Fraga R, Uzeda M. Antibacterial effects of

- endodontic irrigants on black-pigmented gram-negative anaerobes and facultative bacteria. *J Endod.* 1998;24(6):414–6.
94. Ordinola-Zapata R, Bramante CM, Cavenago B, Graeff MSZ, Gomes de Moraes I, Marciano M, Duarte MAH. Antimicrobial effect of endodontic solutions used as final irrigants on a dentine biofilm model. *Int Endod J.* 2012;45(2):162–8.
 95. Rosenfeld EF, James GA, Burch BS. Vital pulp tissue response to sodium hypochlorite. *J Endod.* 1978;4(5):140–6.
 96. Baumgartner, J. C.; Mader, C. L. A scanning electron microscopic evaluation of four root canal irrigation regimens. *J Endod.* 1987;13(4):147-57.
 97. Goldman M, Goldman LB, Cavaleri R, Bogis J, Lin PS. The efficacy of several irrigating solutions for endodontics: A scanning electron microscopic study: part 2. *Oral Surg, Oral Med Oral Pathol.* 1981;52(2):197–204.
 98. Arias-Moliz MT, Ferrer-Luque CM, Espigares-García M, Baca P. *Enterococcus faecalis* Biofilms Eradication by Root Canal Irrigants. *J Endod.* 2009;35(5):711–4.
 99. O’Connell MS, Morgan LA, Beeler WJ, Baumgartner JC. A comparative study of smear layer removal using different salts of EDTA. *J Endod.* 2000;26(12):739–43.
 100. Raggio DP, Sonogo FG, Camargo LB, Marquezan M, Imparato JC. Efficiency of different polyacrylic acid concentrations on the smear layer, after ART technique, by scanning electron microscopy (SEM). *Eur Arch Paediatr Dent.* 2010;11(5):232–5.
 101. Inoue S, Van Meerbeek B, Abe Y, Yoshida Y, Lambrechts P, Vanherle G, Sano H. Effect of remaining dentin thickness and the use of conditioner on micro-tensile bond strength of a glass-ionomer adhesive. *Dent Mater.* 2001;17(5):445-55.
 102. Inoue S, Abe Y, Yoshida Y, De Munck J, Sano H, Suzuki K, Lambrechts P, Van Meerbeek B. Effect of conditioner on bond strength of glass-ionomer adhesive to dentin/enamel with and without smear layer interposition. *Oper Dent.* 2004;29(6):685-92.
 103. Schilder H, Hargreaves KM. Filling root canals in three dimensions. *Dent Clin North Am.* 1967;32(4):723–44.
 104. Clavijo VRG, Bandéca MC, Calixto LR, Nadalinc MR, Saadea EG, Oliveira-Junior OB, Andrade MF. Laser Phys. Factors affecting on bond strength of glass fiber post cemented with different resin cements to root canal. *Laser Phys.* 2009;19(2):1920-24.
 105. Makkar S, Malhotra N. Self-adhesive resin cements: a new perspective in luting

- technology. *Dent Update*. 2013;40(9):758-60.
106. Goracci C, Grandini S, Bossù M, Bertelli E, Ferrari M. Laboratory assessment of the retentive potential of adhesive posts: a review. *J Dent*. 2007;35(11):827-35.
 107. Soares CJ, Santana FR, Castro CG, Santos-Filho PC, Soares PV, Qian F, Armstrong SR. Finite element analysis and bond strength of a glass post to intraradicular dentin: comparison between microtensile and push-out tests. *Dent Mater*. 2008;24(10):1405-11.
 108. Demiryürek EO, Külünk S, Saraç D, Yüksel G, Bulucu B. Effect of different surface treatments on the push-out bond strength of fiber post to root canal dentin. *Oral Surg Oral Med Oral Pathol Oral Radiol Endod*. 2009;108(2):e74-80.
 109. Bueno CE, Pelegrine RA, Silveira CF, Bueno VC, Alves Vde O, Cunha RS, Pereira GD, Paulillo LA. The impact of endodontic irrigating solutions on the push-out shear bond strength of glass fiber posts luted with resin cements. *Gen Dent*. 2016;64(1):26-30.
 110. Kambara K, Nakajima M, Hosaka K, Takahashi M, Thanatvarakorn O, Ichinose S, Foxton RM, Tagami J. Effect of smear layer treatment on dentin bond of self-adhesive cements. *Dent Mater J*. 2012;31(6):980-7.
 111. Ballal NV, Mala K, Bhat KS. Evaluation of decalcifying effect of maleic acid and EDTA on root canal dentin using energy dispersive spectrometer. *Oral Surg Oral Med Oral Pathol Oral Radiol Endod*. 2011;112(2):78-84.
 112. Cobankara FK, Erdogan H, Hamurcu M. Effects of chelating agents on the mineral content of root canal dentin. *Oral Surg Oral Med Oral Pathol Oral Radiol Endod*. 2011;112(6):149-54.
 113. El-Safty S, Akhtar R, Silikas N, Watts DC. Nanomechanical properties of dental resin-composites. *Dent Mater*. 2012;28(12):1292-300.
 114. Yong X, Xiangrong C. Effect of different pretreatments to post-space on bonding strength of fiber posts luted with a self-adhesive resin cement. *Wuhan Univ. Technol.-Mat. Sci Edit*. 2013;28(5):984-89
 115. Goracci C, Fabianelli A, Sadek FT, Papacchini F, Tay FR, Ferrari M. The contribution of friction to the dislocation resistance of bonded fiber posts. *J Endod*. 2005;31(8):608-12.
 116. Zicari F, Couthino E, De Munck J, Poitevin A, Scotti R, Naert I, Van Meerbeek B. Bonding effectiveness and sealing ability of fiber-post bonding. *Dent Mater*. 2008;24(7):967-77
 117. Sano H, Takatsu T, Ciucchi B, Herner JA, Matthews WG, Pashly DH. Nanoleakage: leakage within the hybrid layer. *Oper Dent*. 1995;20(1):18-25.

118. Okuda M, Pereira PN, Nakajima M, Tagami J. Relationship between nanoleakage and long-term durability of dentin bonds. *Oper Dent.* 2001;26(5):482–90.
119. Pereira PN, Okuda M, Nakajima M, Sano H, Tagami J, Pashley DH. Relationship between bond strength and nanoleakage: evaluation of a new assessment method. *Am J Dent.* 2001;14(2):100–4.

ANEXO 1

Aprovação do projeto pela Comissão de Ética em Pesquisa (COEP) em seres humanos da Universidade Estadual de Ponta Grossa (UEPG)

UNIVERSIDADE ESTADUAL DE
PONTA GROSSA - UEPG



PARECER CONSUBSTANCIADO DO CEP

DADOS DO PROJETO DE PESQUISA

Título da Pesquisa: Efeito da irrigação prévia na adesão de pinos de fibra de vidro cimentados com cimentos resinosos autoadesivos

Pesquisador: Giovana Mongruel Gomes

Área Temática:

Versão: 1

CAAE: 60554516.3.0000.0105

Instituição Proponente: Universidade Estadual de Ponta Grossa

Patrocinador Principal: Financiamento Próprio

DADOS DO PARECER

Número do Parecer: 1.795.649

Apresentação do Projeto:

Projeto de pesquisa intitulado: Efeito da irrigação prévia na adesão de pinos de fibra de vidro cimentados com cimentos resinosos autoadesivos

Objetivo da Pesquisa:

Objetivo Primário:

Avaliar o efeito de diferentes substâncias irrigadoras no tratamento da dentina radicular na adesão de pinos de fibra de vidro ao canal radicular cimentados com diferentes cimentos resinosos autoadesivos.

Objetivo Secundário:

(1) Avaliar o efeito de diferentes tratamentos da dentina radicular, para cimentação de pinos de fibra de vidro, utilizando-se cimentos resinosos autoadesivos nos valores de resistência de união entre pino de fibra e dentina radicular nas diferentes regiões radiculares (terço coronário, médio e apical). (2) Avaliar o efeito de diferentes tratamentos da dentina radicular, para cimentação de pinos de fibra de vidro, utilizando-se cimentos resinosos autoadesivos nos valores de nanoinfiltração dentro da camada híbrida após a cimentação de pinos de fibra de vidro nas diferentes regiões

Endereço: Av. Gen. Carlos Cavalcanti, nº 4748. UEPG, Campus Uvaranas, Bloco M, Sala 100.

Bairro: Uvaranas

CEP: 84.030-900

UF: PR

Município: PONTA GROSSA

Telefone: (42)3220-3108

E-mail: coep@uepg.br

UNIVERSIDADE ESTADUAL DE PONTA GROSSA - UEPG



Continuação do Parecer: 1.795.649

radiculares (terço coronário, médio e apical). (3) Avaliar o efeito de diferentes tratamentos da dentina radicular, para cimentação de pinos de fibra de vidro, utilizando-se cimentos resinosos autoadesivos nos valores de microdureza do cimento resinoso após a cimentação de pinos de fibra de vidro nas diferentes regiões radiculares (terço coronário, médio e apical). (4) Avaliar o efeito de diferentes tratamentos da dentina radicular no padrão da smear layer por microscopia eletrônica de varredura (MEV)

Avaliação dos Riscos e Benefícios:

Riscos:

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 substâncias irrigadoras na cimentação do pino de fibra de vidro utilizando-se cimentos resinosos autoadesivos de marcas comerciais diferentes; 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:

120 dentes permanentes unirradiculares terão suas coroas removidas imediatamente após a junção cimento-esmalte e 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 (irrigação) previamente à cimentação dos PFV – água destilada, NaOCl 2,5%, EDTA 17%, ácido poliacrílico 25% e EDTA 17%

Endereço: Av. Gen. Carlos Cavalcanti, nº 4748. UEPG, Campus Uvaranas, Bloco M, Sala 100.

Bairro: Uvaranas

CEP: 84.030-900

UF: PR

Município: PONTA GROSSA

Telefone: (42)3220-3108

E-mail: coep@uepg.br

**UNIVERSIDADE ESTADUAL DE
PONTA GROSSA - UEPG**



Continuação do Parecer: 1.795.649

+ NaOCl 2,5%; e cimento resinoso autoadesivo – Rely X U200 (3M ESPE) e Speed Cem (Ivoclar Vivadent).

Para cada grupo 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, 7 raízes por grupo serão aleatoriamente avaliadas em resistência de união pelo teste de push-out e 3 para

análise de nanoinfiltração por MEV e microdureza Vickers, 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 2 fatores e Tukey para contraste das médias ($\alpha=0,05$).

Considerações sobre os Termos de apresentação obrigatória:

Em anexo e de acordo com a resolução 466

Recomendações:

Solicita-se que ao final do projeto de pesquisa seja enviado o relatório final via on-line por notificação pela plataforma brasil para evitar pendências com a Propesp ou com a Coep.

Conclusões ou Pendências e Lista de Inadequações:

Aprovado

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_BÁSICAS_DO_PROJETO_796656.pdf	02/10/2016 22:23:21		Aceito
Folha de Rosto	folharosto.pdf	02/10/2016 22:22:46	Giovana Mongruel Gomes	Aceito
Declaração de Manuseio Material Biológico / Biorepositório / Biobanco	bancodedentes2016.pdf	28/09/2016 19:28:02	Giovana Mongruel Gomes	Aceito
Projeto Detalhado / Brochura Investigador	PROTOCOLOPESQUISARENATAFinal.Doc	20/09/2016 00:56:33	Giovana Mongruel Gomes	Aceito

Endereço: Av. Gen. Carlos Cavalcanti, nº 4748. UEPG, Campus Uvararanas, Bloco M, Sala 100.

Bairro: Uvaranas

CEP: 84.030-900

UF: PR

Município: PONTA GROSSA

Telefone: (42)3220-3108

E-mail: coep@uepg.br

UNIVERSIDADE ESTADUAL DE
PONTA GROSSA - UEPG



Continuação do Parecer: 1.795.649

Situação do Parecer:

Aprovado

Necessita Apreciação da CONEP:

Não

PONTA GROSSA, 27 de Outubro de 2016

Assinado por:
ULISSES COELHO
(Coordenador)

Endereço: Av. Gen. Carlos Cavalcanti, nº 4748. UEPG, Campus Uvararanas, Bloco M, Sala 100.

Bairro: Uvaranas

CEP: 84.030-900

UF: PR

Município: PONTA GROSSA

Telefone: (42)3220-3108

E-mail: coep@uepg.br