



**UNIVERSIDADE ESTADUAL DE CAMPINAS
FACULDADE DE ODONTOLOGIA DE PIRACICABA**

WILTON LIMA DOS SANTOS JUNIOR

**AVALIAÇÃO DA REANATOMIZAÇÃO DE PINO DE FIBRA DE VIDRO COM
RESINA COMPOSTA CIMENTADOS COM DIFERENTES ESTRATEGIAS DE
ADESÃO NA RESISTÊNCIA DE UNIÃO A DENTINA RADICULAR**

EVALUATION OF REANATOMIZATION OF FIBERGLASS POST WITH
COMPOSITE RESIN CEMENTED WITH DIFFERENT ADHESION
STRATEGIES IN THE STRENGTH OF UNION TO ROOT DENTIN

PIRACICABA, SP
2022

WILTON LIMA DOS SANTOS JUNIOR

**AVALIAÇÃO DA REANATOMIZAÇÃO DE PINO DE FIBRA DE VIDRO COM
RESINA COMPOSTA CIMENTADOS COM DIFERENTES ESTRATEGIAS DE
ADESÃO NA RESISTÊNCIA DE UNIÃO A DENTINA RADICULAR**

EVALUATION OF REANATOMIZATION OF FIBERGLASS POST WITH
COMPOSITE RESIN CEMENTED WITH DIFFERENT ADHESION
STRATEGIES IN THE STRENGTH OF UNION TO ROOT DENTIN

Dissertação apresentada à Faculdade de
Odontologia de Piracicaba da Universidade
Estadual de Campinas como parte dos requisitos
exigidos para a obtenção do título de Mestre em
Materiais Dentários

Dissertation presented to the Piracicaba Dental
School of the University of Campinas in partial
fulfillment of the requirements for the degree of
master's in dental Materials

Orientador: Prof. Dr. Luís Roberto Marcondes Martins

ESTE EXEMPLAR CORRESPONDE À VERSÃO FINAL DA DISSERTAÇÃO
DEFENDIDA PELO ALUNO WILTON LIMA DOS SANTOS JUNIOR, E ORIENTADA PELO
PROF. DR. LUÍS ROBERTO MARCONDES MARTINS.

PIRACICABA, SP
2022

Ficha catalográfica
Universidade Estadual de Campinas
Biblioteca da Faculdade de Odontologia de Piracicaba
Marilene Girello - CRB 8/6159

Santos Junior, Wilton Lima dos, 1995-
Sa59e Efeito de diferentes protocolos de cimentação de pino de fibra de vidro na resistência de união a dentina radicular / Wilton Lima dos Santos Junior. – Piracicaba, SP : [s.n.], 2022.

Orientador: Luís Roberto Marcondes Martins.
Dissertação (mestrado) – Universidade Estadual de Campinas, Faculdade de Odontologia de Piracicaba.

1. Dentística operatória. 2. Cimentação. 3. Adesivos dentinários. I. Martins, Luís Roberto Marcondes, 1960-. II. Universidade Estadual de Campinas. Faculdade de Odontologia de Piracicaba. III. Título.

Informações para Biblioteca Digital

Título em outro idioma: Effect of different fiberglass post cementation protocols on intra-radicular dentin bond strength

Palavras-chave em inglês:

Dentistry, operative

Cementation

Dentin-bonding agents

Área de concentração: Materiais Dentários

Titulação: Mestre em Materiais Dentários

Banca examinadora:

Luís Roberto Marcondes Martins [Orientador]

Vanessa Cavalli Gobbo

Rodrigo Barros Esteves Lins

Data de defesa: 22-03-2022

Programa de Pós-Graduação: Materiais Dentários

Identificação e informações acadêmicas do(a) aluno(a)

- ORCID do autor: <https://orcid.org/0000-0003-0074-9292>

- Currículo Lattes do autor: <http://lattes.cnpq.br/3878041779779586>



UNIVERSIDADE ESTADUAL DE CAMPINAS

Faculdade de Odontologia de Piracicaba

A Comissão Julgadora dos trabalhos de Defesa de Dissertação de Mestrado, em sessão pública realizada em 22 de março de 2022, considerou o candidato WILTON LIMA DOS SANTOS JUNIOR aprovado.

PROF. DR. LUÍS ROBERTO MARCONDES MARTINS

PROF. DR. RODRIGO BARROS ESTEVES LINS

PROF^a. DR^a. VANESSA CAVALLI GOBBO

A Ata da defesa, assinada pelos membros da Comissão Examinadora, consta no SIGA/Sistema de Fluxo de Dissertação/Tese e na Secretaria do Programa da Unidade.

DEDICATÓRIA ESPECIAL

*Aos meus pais, Wilton Lima e Rita França... Onde fui fruto de um grande amor, minha
inspiração e deu à minha vida uma força enorme de vencer! Os senhores são meu
maior exemplo... De simpatia, Sabedoria e devoção a Deus. Vocês são o meu melhor
trabalho!*

DEDICATÓRIA

A Deus,

Pela presença viva em todos os momentos da minha vida.

Aos meus pais,

Wilton Lima e Rita França, minhas referências de vida, de amor, de carinho e de toda minha caminhada. À minha eterna gratidão.

A minha irmã,

Anne por você existir e significar muito mais que você pensa...

A meus avos,

Eunice Santos e Josafá Santos (in memoriam) e Ana França, pelo seu amor, carinho e dedicação a toda família.

A Kelvin Hamilton, *pela compreensão, segurança e por todos os momentos felizes da minha vida...*

Aos meus amigos,

Por tornar essa caminhada mais confortável.

A Marina Santi,

Pelo auxílio e por tornar esse sonho realidade.

AGRADECIMENTOS

Á Deus, por todo cuidado especial nesta caminhada.

À Faculdade de Odontologia de Piracicaba,

*Ao meu orientador, **Dr. Luís Roberto Marcondes Martins***

Pela confiança no meu trabalho, e por me proporcionar oportunidades que acrescentaram muito na minha vida como profissional. Pelo seu exemplo de dedicação, competência e produção na docência. Meu sincero obrigado.

*Ao **Prof. Dr. Americo Bortolazzo Correr** coordenador do curso de pós-graduação em Materiais dentários.*

*Ao **Prof. Dr. Rodrigo Lins,***

Professor Substituto da Universidade Estadual da Paraíba (UEPB), pela realização da análise estatística, e pelas considerações no trabalho.

*Aos **Professores Do Curso De Pós-Graduação Em Materiais Dentários,***

Prof. Dr. Mario De Goés, Prof. Dr. Marcelo Giannini, Prof. Dr. Luis Roberto Marcondes Martins, Profa. Dra. Regina Puppim Pela Dedicação E Conhecimentos Trocados Durante O Curso.

*Aos **colegas do Curso de Pós-Graduação em Materiais dentários,***

pelo companheirismo durante o curso, por serem uma grande família durante esses dois anos.

*A minhas amigas de curso **Alana Caroso, Camila Ribeiro,** que estiveram ao meu lado durante todos os momentos, sendo um porto seguro quando estávamos longe das nossas famílias. E por estarem ao nosso lado durante um ano tão incerto como foi o ano de 2020, onde a insegurança, o medo e as dúvidas sobre o COVID19 estiveram ao nosso lado. Obrigado por compartilhar alegrias, tristezas e muitas vitórias! Esse título é nosso!*

*A toda equipe da **área de Materiais Dentários**, obrigado por tudo! Às demais pessoas que contribuíram de alguma forma para a realização deste trabalho*

O presente trabalho foi realizado com apoio da Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior Brasil (CAPES) - Código de Financiamento 001.

RESUMO

Introdução: Novas técnicas de cimentação de pinos de fibra de vidro têm sido recomendadas por proporcionar vantagens mecânicas a dentes endodonticamente tratados fragilizados acompanhados de perda extensa de tecido dentinário. **Objetivo:** O objetivo deste estudo in vitro foi avaliar o efeito de diferentes protocolos de cimentação de pinos de fibra de vidro (PFV) nas propriedades mecânicas de diferentes cimentos resinosos na união adesiva a dentina radicular. **Materiais e Métodos:** Foram selecionadas 72 raízes de incisivos bovinos padronizados em tamanho e diâmetro. O tratamento endodôntico foi realizado utilizando instrumentos rotatórios de Ni-Ti (Dentsply Sirona) na técnica crown-down e os condutos obturados com guta-percha e cimento endodôntico AH plus (Dentsply Sirona). Foram realizados 02 protocolos de cimentação (técnica convencional e pino reanatomizado), utilizando 2 cimentos resinosos para cimentação: Cimento resinoso dual convencional RelyX ARC (CRC) (3M ESPE) e cimento resinoso dual autoadesivo RelyX Unicem (SARC) (3M ESPE)*, totalizando 04 grupos (n=10): PFV + RelyX ARC; PFV reanatomizado + RelyX ARC; PFV + RelyX Unicem*; PFV reanatomizado + RelyX Unicem*. O teste mecânico *push out* foi realizado para mensurar a resistência de união (POBS) entre o pino de fibra de vidro (Whitepost-DC 3 /FGM) e a dentina radicular. O teste foi realizado a uma velocidade de 1,0 mm/min em máquina de ensaio universal, obtendo-se a força de resistência resultando em valores de resistência em *Megapascal* (MPa) seguido da análise do padrão de fratura (I - Falha adesiva entre PFV e cimento resinoso, II- Falha adesiva entre o cimento resinoso e a dentina, III - Falha coesiva no cimento resinoso, IV – Falha coesiva no PFV, V- Falhas mistas). O teste de microdureza transversal (n=05) as raízes foram restauradas conforme cada grupo, seccionadas transversalmente e feita a análise da microdureza *Knoop* (KHN) com três identações na linha de cimentação em cada quadrantes (Cervical, médio e apical), com a distância entre as identações de 1mm, e análise da superfície de união por Microscopia Eletrônica de Varredura (MEV). Os resultados foram submetidos à análise de variância ANOVA três fatores e teste *post-hoc Bonferroni* com significância ($\alpha=0.05$). **Resultados:** O CRC apresentou maior POBS com relação ao SARC, porém a técnica individualizada promoveu resultados semelhantes entre os dois cimentos resinosos em todos os terços radiculares. O modo de falha mais relatado foi o tipo II e V para CRC e II e III para SARC, independentemente do protocolo de cimentação utilizado. A individualização do PFV melhorou os valores KHN para ambos os protocolos de cimentação. Além disso, as imagens de MEV apresentaram uma camada mais espessa de cimento resinoso com vazios e bolhas para os grupos PFV não individualizados. **Conclusão:** A técnica de reanatomização com compósito resinoso do PFV apresentou melhores resultados resistência de união de união por push-out na dentina radicular, e valores mais elevados de KHN independentemente do tipo de cimento resinoso utilizado. Entretanto, o CRC apresentou resultados superiores de POBS, e KHN comparado ao SARC.

Palavras-Chave: Dentística Operatória; Cimentação; Hibridização Dentinária.

ABSTRACT

Introduction: New techniques for cementing fiberglass posts have been recommended as they provide mechanical advantages to endodontically treated fragile teeth accompanied by extensive loss of dentin tissue. **Objective:** The objective of this in vitro study was to evaluate the effect of different protocols for cementing glass fiber posts (FPV) on the mechanical properties of different resin cements in the bonding bond to root dentin. **Materials and Methods:** 72 bovine incisor roots standardized in size and diameter were selected. Endodontic treatment was performed using Ni-Ti rotary instruments (Dentsply Sirona) in the crown-down technique and the root canals were filled with gutta-percha and AH plus endodontic cement (Dentsply Sirona). 02 cementation protocols were performed (conventional technique and reanatomized post), using 2 resin cements for cementation: RelyX ARC (CRC) conventional dual resin cement (3M ESPE) and RelyX Unicem self-adhesive dual resin cement (SARC) (3M ESPE)*, totaling 04 groups (n=10): PFV + RelyX ARC; Reanatomized PVP + RelyX ARC; PVP + RelyX Unicem*; Reanatomized PVP + RelyX Unicem*. The mechanical push out test was performed to measure the bond strength (POBS) between the fiberglass post (Whitepost-DC 3 /FGM) and the root dentin. The test was performed at a speed of 1.0 mm/min in a universal testing machine, obtaining the resistance force resulting in resistance values in Megapascal (MPa) followed by the analysis of the fracture pattern (I - Adhesive failure between PVP and resin cement, II- Adhesive failure between resin cement and dentin, III - Cohesive failure in resin cement, IV - Cohesive failure in PVP, V- Mixed failures). The transversal microhardness test (n=05) the roots were restored according to each group, transversally sectioned and the Knoop microhardness (KHN) analysis was performed with three indentations in the cementation line in each quadrant (Cervical, medium and apical), with the distance between the indentations of 1mm, and analysis of the bonding surface by Scanning Electron Microscopy (SEM). The results were submitted to three-way ANOVA analysis of variance and post-hoc Bonferroni test with significance ($\alpha=0.05$). **Results:** The CRC presented higher POBS in relation to the SARC, however the individualized technique promoted similar results between the two resin cements in all root thirds. The most reported failure mode was type II and V for CRC and II and III for SARC, regardless of the cementation protocol used. The individualization of the PFV improved the KHN values for both cementation protocols. In addition, the SEM images showed a thicker layer of resin cement with voids and bubbles for the non-individualized PFV groups. **Conclusion:** The PFV resin composite reanatomization technique showed better results of push-out bond strength in root dentin, and higher KHN values regardless of the type of resin cement used. However, CRC showed superior results for POBS, and KHN compared to SARC.

KeyWords: Operative Dentistry; Cementation; Dental Hybridization, dental bonding, dentin bonding agent.

LISTA DE ILUSTRAÇÃO

Figura 1:

Incisivo bovino após a desinfecção e protocolo de limpeza.....46

Figura 2:

Dentes bovinos seccionados na linha da junção amelodentinária, separando assim a porção coronária e radicular

.....4
7

Figura 3

Mensuração da raiz bovina com auxílio do paquímetro digital

(Mitutoyo).....4
7

Figura 4:

A) Preparo do conduto radicular, com a padronização de limas endodônticas NiTi, com rotatório. **B e C)** Desobstrução do conduto radicular utilizando brocas Gattes.....48

Figura 5:

Conjunto de limas Níquel-Titânio (*ProTaper™ nickel-titanium rotary system – Dentsply Maillefer, Ballaigues, Switzerland*)

.....4
9

Figura 6:

Agente de união - RelyX Silano (Ceramic Primer 3M ESPE)

.....5
5

Figura 7:

Cimento Resinoso Dual Autoadesivo – Rely X U100 (3M-ESPE)55

Figura 8:

Cimento Resinoso Dual Convencional – Rely X ARC (3M-ESPE)56

Figura 9:

Pinos Pré-fabricados de Fibra de Vidro – Whitepost n.03 (FGM –

Dentscare Ltda.)56

Figura 10:

Ácido Fosfórico Ultra-etch –(Ultradent Products Inc; S. Jordan, UT, USA)	5
6	
Figura 11:	
Compósito Resinoso Filtek Z250 XT – A2 (3M ESPE)	5
7	
Figura 12:	
Adesivo Fotopolimerizável – Adper Single Bond 2 (3M ESPE)	57
Figura 13:	
Limpeza do pino de fibra de vidro com álcool 70°.	5
8	
Figura 14:	
Aplicação de ácido fosfórico Ultra-etch - Ultradent Products Inc; S. Jordan, UT, USA durante 30s	58
Figura 15:	
Limpeza do pino de fibra de vidro com água após o condicionamento ácido durante 01 minuto.	58
Figura 16:	
Aplicação do agente de união silano RelyX Silano (3M-ESPE)	59
Figura 17:	
Aplicação do sistema adesivo	59
Figura 18:	
Fotoativação do sistema adesivo	59
Figura 19:	
Acomodação da resina composta sobre a superfície do PFV	59
Figura 20:	
Lubrificação do conduto e posteriormente inserção do conjunto pino/resina	60
Figura 21:	
Fotoativação do conjunto pino/resina	61
Figura 22:	
Manipulação e espatulação do cimento resinoso	

.....	6
2	
Figura 23:	
Corpo de prova realizado pela amostra da fatia radicular submetida ao ensaio de cisalhamento por extrusão.	
.....	63
Figura 24:	
Deslocamento do pino após a aplicação da força.....	63
Figura 25:	
Máquina de Ensaio Universal (Instron, Norwood, MA, USA)	
.....	64
Figura 26:	
Microscópio eletrônico confocal.....	65
Figura 27:	
Microscópio eletrônico de varredura (JSM 5600LV; JEOL, Tóquio, Japão)	
.....	67

LISTA DE TABELAS

Tabela 1:	
Composition of the materials used, manufacturer and lot number.....	29
Tabela 2:	
Cementation protocol of each group.....	29
Tabela 3:	
Means and standard deviations (SD) for push-out bond strength (POBS) (MPa) according to resin cement, individualization of fiber glass post (FGP) and root thirds.....	33
Tabela 4:	
Knoop Microhardness along the root third according to different techniques of cementation and resin cements.....	35
Tabela 5:	
Materiais utilizados no estudo.....	49
Tabela 6:	
Modo de utilização dos materiais utilizados.....	54

LISTA DE QUADROS

Quadro 1:	
Conversão de valores.....	45
Quadro 2:	
Descrição das diferentes técnicas de inserção do cimento resinoso no conduto radicular.....	46

LISTA DE ABREVIATURAS E SIGLAS

ANOVA	Análise de variância
Bis-GMA	Bisfenol A glicidilmetacrilato
CT	Comprimento de trabalho
EDTA	Ácido etilenodiaminotetracético h
Hora	
<i>h</i>	Espessura
HEMA	Hetoxietilmetacrilato
JCE	Junção cimento-esmalte
MPa	Megapascal
MEV	Microscopia Eletrônica de Varredura mL
Mililitro	
mm	Milímetro
mm/min	Milímetro por minuto
mW/cm ²	Miliwatts por centímetro quadrado n
Número amostral	
N	Newton
NaOCl	Hipoclorito de sódio
<i>P</i>	Perímetro do conduto
PVC	Policloreto de
vinila <i>R</i>	Raio
coronário <i>r</i>	Raio
apical	
rpm	Rotações por minuto
RU	Resistência de união
s	Segundo <i>T</i>
	Traçador
TEGDMA	Trietilenoglicoldimetacrilato
FOP	Faculdade de odontologia de Piracicaba ZIRD
dentina/resina	Zona de interdifusão
µm	Micrômetro
µTBS	Resistência de união a microtração CRC
	Conventional dual cure resin cement
SARC	Self-adhesive resin cement
FGP	Fiber glass pin
POBS	Push-out bond strength
KHN	<i>Knoop</i> Microhardness

LISTA DE SÍMBOLOS

#	Número
=	Igual
<	Menor
>	Maior
±	Mais ou menos
%	Porcentagem
X	Aumento de lente (magnitude)
α	Alfa (nível de significância)
°C	Grau Célsius
®	Registrado
MR	Marca registrada
π	Constante 3,1416

SUMÁRIO

1 INTRODUÇÃO	19
2 ARTIGO: EFFECT OF DIFFERENT FIBERGLASS POST CEMENTATION PROTOCOLS ON INTRA-RADICULAR DENTIN BOND STRENGT	24
3 CONCLUSÃO	37
REFERÊNCIAS	63
APÊNDICE I - METODOLOGIA DETALHADA	44
ANEXO I- COMPROVANTE DO RELATÓRIO DE SIMILARIDADE	73
ANEXO II - COMPROVANTE DE SUBMISSÃO DO ARTIGO	74

1 INTRODUÇÃO

A Odontologia Adesiva está em um momento de constante evolução tecnológica e científica com incorporações de novos materiais e técnicas, que deve acompanhar todas as etapas da reabilitação oral (Van Meerbeek, et al., 2011; Perdigão, J. et al., 2020). Apesar dos avanços, o tratamento restaurador para dentes endodonticamente tratados com perda extensa de tecido dentário, se configura um desafio, por condições clínicas que demandam atenção (Chen, Y. et al., 2020; Naumann M. et al., 2007; Figueiredo FE, et al., 2015). O prognóstico destas restaurações estará intimamente atrelado a quantidade e qualidade de estrutura dental remanescente. Determinando a conduta do tratamento do cirurgião dentista, que advém do grau de dano à coroa, número de contatos oclusais, tipo de pilar, condição da região apical, suporte ósseo, o material restaurador odontológico. Quando a perda de estrutura coronária é extensa, recomenda-se a utilização de retentores intraradiculares para retenção de restaurações da coroa protética (Naumann M, et al., 2007; Bassir MM, et al., 2013; Wolf TG, et al., 2019; Bijelic-Donova J, et al., 2019).

A utilização de retentores intraradiculares está fundamentada na literatura científica baseada em estudos e acompanhamento clínico a mais de 50 anos, alicerçando sua importância na reabilitação com intuito de devolver a função original a dentes comprometidos estruturalmente. Caputo & Standlee em 1978 caracterizaram a função desempenhada pelos dispositivos intraradiculares, assim como, indicações, limitações e técnica empregada durante a cimentação. Concluiu-se, que mesmo com a utilização na época de restaurações metálicas fundidas, o seu método de retenção e características anatômicas, favoreceria a retenção de restaurações coronárias. Posteriormente esses achados foram fundamentais para o desenvolvimento de retentores com prognósticos mais favoráveis a dissipação de forças que ocorrem ao longo eixo do dente durante os movimentos morfológicos da mastigação, e menos chances de fraturas radiculares. Desde então a sua utilização se tornou indispensável na prática clínica (Martins, M.D., et al., 2021; da Costa Fartes OA, et al., 2020).

Os retentores intra-radiculares podem ser classificados quanto a sua composição, em metálicos (de aço inoxidável, titânio, liga de titânio-

alumíniovanádio) e não metálicos (cerâmico, fibra de carbono, fibra de vidro). Podem ser classificados quanto à sua geometria (paralelos e cônicos), configuração de superfície (serrilhados, lisos e rosqueados) e pelo método de retenção (passivos e ativos).¹²⁻¹⁸ Entretanto, a escolha do sistema de retentores se torna uma ação complexa e abstrusa para o cirurgião-dentista, pois não existe um sistema único que seja adequado para todas as situações clínicas, e a grande quantidade de componentes disponíveis no mercado odontológico e falta de consenso em estudos dificultam o processo de seleção (Martins, M.D., et al., 2021). Dessa forma, é necessário compreender os tipos de sistemas de retentores e suas características potenciais, para desempenhar resultados satisfatórios e maior longevidade. Os retentores metálicos, denotam de boa retenção e adaptação ao conduto radicular, o que possibilita uma fina camada homogênea de cimento, entretanto possuem limitações, como a corrosão em contato com fluidos orais ao longo do tempo, degradando a interface de união. E suas características biomecânicas não favoráveis, devido ao seu alto módulo de elasticidade, comparada aos tecidos dentinários, que podem levar a fratura radicular, além de aspectos estéticos desfavoráveis pela sua composição de ligas metálicas que podem levar ao manchamento irreversível da dentina (Martins, M.D., et al., 2021; Sarkis-Onofre, R. et al., 2014; Davies, H et al., 2021).

Os atributos ideais que os retentores deveriam apresentar são propriedades físicas e mecânicas similares aos tecidos dentinários, devem ser capazes de unirem-se a estrutura dental e aos materiais restauradores, serem biocompatíveis e apresentarem propriedades estéticas (Elias Calabro, D. et al., 2019). Assim, os sistemas de retentores não metálicos pré-fabricados apresentam vantagens como simplicidade e rapidez da técnica devido ao não envolvimento laboratorial. Perante o exposto, os pinos de fibra de vidro (PFV) tem se destacado pelas suas características favoráveis comparados a outros sistemas de retenção intra-radicular (Marchionatti, A. et al., 2017). Os PFV são dispositivos pré-fabricados em formatos cônicos ou cilíndricos, com tamanhos e diâmetros diferentes. São constituídos por matriz de resina epóxica envoltas em fibras de vidro e polímeros com bisfenol-A glicidil metacrilato (Bis-GMA). Essas características tornam o PFV um material com baixo módulo de elasticidade (20 GPa), valor próximo ao da dentina (18 GPa), favorecendo a dissipação de tensões pela estrutura dental, reduzindo risco de fraturas. Adicionalmente, possui

características favoráveis a restaurações estéticas, devido a sua cor e translucidez (Martins, M.D. et al., 2021; da Costa Fartes AO. et al., 2002; Matos, J.D.M. et al., 2020). e possibilidade de adesão aos tecidos dentários e materiais resinosos, formando um conjunto entre pino/cimento/dentina (Alshahrani A., et al., 2021).

Na Odontologia, a utilização de cimentos tem a finalidade de promover a união de restaurações indiretas à estrutura dentária (Miotti, L. et al., 2020). O cimento de fosfato de zinco e de ionômero de vidro, por muito tempo foram considerados os principais materiais de escolha para cimentação (Nicholson, J.W. et al., 2020). Com o desenvolvimento da Odontologia Adesiva, surgiram os cimentos resinosos, que possui propriedades importantes como baixa solubilidade, elevada resistência mecânica e união a diferentes substratos. Também apresentam as seguintes vantagens: menor número de etapas de aplicação, menor risco de falha, módulo de elasticidade similar aos materiais resinosos e ao substrato dentinários, biocompatibilidade e estabilidade dimensional favoráveis (Nicholson, J.W. et al., 2020; Miotti, L. et al., 2020; Khabeer A., et al., 2021; Wingo, K. 2018). De acordo com a forma de polimerização, os cimentos resinosos podem ser classificados em três categorias: autopolimerizável, fotopolimerizável e de dupla polimerização. A cimentação de retentores intraradiculares ocorre em ambiente confinado pelas paredes do canal radicular, e apresenta diferentes profundidades, o que pode impedir a passagem da luz de maneira uniforme entre os terços. Dessa forma, o cimento de dupla polimerização é o material mais indicado em cimentação de pinos de fibra de vidro. Os cimentos resinosos de polimerização dual podem ser classificados conforme sua estratégia de união, em cimento resinoso convencional e cimento resinoso autoadesivo (Wingo, K., 2018; Khabeer, A. et al., 2021).

Os cimentos resinosos convencionais ou também conhecidos como cimentos regulares, caracterizam-se por um sistema contendo um agente cimentante resinoso associado a um sistema adesivo, como agente de união em passos operatórios distintos, podendo ser utilizadas estratégias de união nos agentes adesivos, etch-and-rinse ou self-etch (Wingo, K. 2018). Já os cimentos resinosos autoadesivos, introduzidos no mercado no início dos anos 2000, caracterizam-se pela combinação do agente de cimentação e adesivo em um

único dispositivo de aplicação, eliminando a necessidade de etapas de tratamento prévio do substrato dentinários, o que consequentemente resulta em menos etapas operatórias simplificando a técnica, dá-se pela sua composição com monômeros funcionais ácidos que é responsável pelo condicionamento e infiltração no substrato (Van den Breemer, et al., 2019; Vaz RR. et al., 2012 Paolantonio M., 2011)

Apesar dos benefícios de se utilizar cimentos resinosos na cimentação de pinos de fibra de vidro, inúmeros fatores podem desencadear falhas durante a polimerização e consequentemente na formação da camada híbrida ao longo do canal radicular, podendo desencadear ao desprendimento do pino e o insucesso do tratamento restaurador. Dentre os fatores que interferem na retenção dos PFV ao canal radicular, que está diretamente relacionado a resistência de união entre o pino/cimento/dentina, aponta-se: a morfologia da dentina radicular, controle da umidade, espessura da linha de cimentação, estratégia de união dos cimentos resinosos e o material de escolha dos sistemas adesivos (Zaniboni, J.F., et al., 2021; Oskoe, S. S., et al., 2016; Freitas, T.L., et al., 2019). A união a dentina radicular é um fator a ser considerado devido a sua alta complexidade de características heterogêneas do tecido morfológico, variando em umidade, tamanho e densidade dos túbulos dentinários, e dificuldade de acesso. Diante disso, foram desenvolvidos e propostos diferentes materiais e técnicas para melhorar o desempenho da cimentação dos PFV (Prado, M., et al., 2017; Miotti, L., et al., 2020; Rodrigues, R. V., et al., 2017; Schwartz, R.S. et al., 2004).

Em destaque, em dentes que apresentam anatomia radicular com condutos ovais ou circulares com diâmetro grande, a adaptação dos PFV enfrenta desafios, formando uma linha de cimentação espessa, causando a perda de suas propriedades muito vantajosas, promovendo a formação de bolhas, diminuição da retenção, e redução da resistência do cimento (Silva CF, et al., 2021). Portanto, técnicas e procedimentos de anatomização são corretamente indicados, reduzindo possíveis falhas, redução do volume de cimento utilizado e melhor adaptação ao conduto radicular. A anatomização de um pino de fibra de vidro customizado com resina composta (pino reembasado) é uma boa alternativa aos canais radiculares amplos, ovais e com estrutura dentinária fragilizada. Portanto, a seleção correta do pino, e o reembasamento para

adaptação á anatomia do canal radicular, é de grande importância (Barbosa Kasuya, A.V., et al., 2019; Biacchi, G.R., 2016).

No presente estudo foi proposto a avaliação de dois cimentos resinosos com abordagens de união diferentes, e como critério de seleção utilizar materiais aplicados com maior frequência clinicamente e com estudos prévios bem alicerçados. Foram utilizados o cimento resinoso dual convencional, RelyX ARC (3M ESPE), cimento versátil bastante utilizado clinicamente em diversos tipos de tratamentos, com resultados satisfatórios comprovados. E o cimento resinoso dual autoadesivo, o RelyX U200, introduzido no mercado brasileiro nos anos 2000, e no mercado internacional com o nome comercial RelyX Unicem (Weiser F., Behr M. 2015; Al-Assaf K., et al., 2007; Leisa K., Al-Dwairi ZN., Lynch C.D. 2014)

São poucas as evidências da influência da técnica de cimentação de pinos de fibra de vidro reanatomizados utilizando cimentos resinosos duais com estratégia de união diferentes (convencional e autoadesivo) sobre a resistência de união em diferentes terços do canal radicular. Dessa forma, o estudo dos protocolos de cimentação na resistência a de união a dentina radicular é de grande importância, visto que, ao executar um protocolo efetivo, pode favorecer nas melhorias das propriedades mecânicas do conjunto pino/cimento/dentina e por consequência o prognóstico (Skupin, J.A., et al., 2015).

Dentro dessa abrangência, a força de união fornecida pelos cimentos resinosos é a força por unidade de área necessária para levar a fratura do conjunto cimento/pino/resina, a falha ocorre na superfície adesiva ou próximo a ela. O objetivo do teste de resistência de união por push-out, é determinar por meio de um valor numérico a força de união dessa ligação. (Paradella, T.C., & Fava, M. 2007; Cardoso PEC., et al., 1998) Para mensuração testes mecânicos laboratoriais são propostos, o teste de cisalhamento é importante porque fornece resultados confiáveis e a tensão de cisalhamento é mais representativa da situação clínica, onde fratura é realizada paralelamente a interface de união. E fatores como espessura das amostras e valores de diâmetros do pino são analisados conjuntamente por meio de cálculos matemáticos. (Pereira Jr et al., 2014; Bakaus, T. E., et al., 2020). Em 1994, a International Organization for Standardization (ISO) propôs diretrizes sobre testes de adesivos para

padronizar os testes de adesivos para que estudos in vitro possam fornecer resultados semelhantes, relevantes e reprodutíveis que suportem testes in vivo.

· Conjuntamente com a análise do padrão de fratura, por meio de classificação descritiva por Esteromicroscópio das fraturas mais prevalentes nos espécimes submetidos ao push-out. E para testar o desempenho do grau de conversão do cimento resinoso, foi proposto no presente estudo a realização do teste mecânico de microdureza *knoop* na linha de cimentação (Leisa, K. et al., 2013 ; Pereira, JR. et al., 2014; Vignolo V. et al., 2012; Baena E, et al., 2012).

Diante disso, o objetivo deste estudo in vitro foi avaliar o efeito de diferentes protocolos de cimentação de pinos de fibra de vidro (FGP) na resistência de união de diferentes cimentos resinosos.

Artigo: EFFECT OF DIFFERENT FIBERGLASS POST CEMENTATION
PROTOCOLS ON INTRA-RADICULAR DENTIN BOND STRENGTH

ABSTRACT

Objective(s): The purpose of this *in vitro* study was to evaluate the effect of different fiberglass post (FGP) cementation protocols on the mechanical properties of different resin cements. **Materials and Methods:** Two types of resin cements were used: conventional dual cure resin cement (CRC) and a selfadhesive resin cement (SARC), and two different protocols of cementation: relined or non-relined FGP. Seventy-two bovine incisor were divided into 4 groups, cemented, and subjected to push-out bond strength (POBS) (n=10) followed by failure mode analysis. The cross-section microhardness (KHN) was evaluated (n=5) along the root canal in different thirds (cervical, medium, and apical) and interface analyses (n=3) was evaluated by scanning electron microscopy (SEM). Data from POBS and KHN were analyzed by three-way ANOVA and Bonferroni's *post-hoc* test ($\alpha=0.05$), and SEM was analyzed descriptively. **Results:** The CRC presented higher POBS compared to SARC in the non-relined FGP. The relined FGP promoted similar results between both resin cements. The most reported failure mode was type II and V for CRC and II and III for SARC despite the cementation protocol used. The relined FGP improved the KHN values for both resin cements. SEM images presented a thicker layer of resin cement with voids and bubbles for the non-relined FGP groups. **Conclusion:** The relined FGP can improve the mechanical overlap into the root canal and obtain higher values of POBS and KHN regardless the resin cement used. However, when the FGP was non-relined, the CRC presented higher results of POBS and KHN.

Key Words: Resin cements; Cementation; Dentin; Dentin bonding agent.

1. INTRODUCTION

The use of fiber glass post (FGP) has increased in cases that the remaining coronal structure can no longer provide retention for restoration after endodontic treatment (Shafie et al., 2018). FGP is an alternative that provides esthetic and support with similar elastic modulus to dentin, consequently, reducing risk of vertical fracture (Prado et al., 2017). However, the use of FGP should not be generalized because as a disadvantage, the fiberglass post has a prefabricated diameter and geometry that may not correspond to the shape of a wide or oval root canal, leading to poor adaptation, displacement, and reducing the longevity of the restoration treatment (Prado et al., 2017; Silva et al., 2021). Wide root canals are usually caused by endodontic over-instrumentation, carious lesions, or previous restorations with a large diameter fiberglass post, thus, considering this situations, it has been recommended to relined the FGP with resin composite to increase the mechanical overlap between the fiberglass post and the dentin walls, allowing better adaptation and reducing the polymerization stress on the cement layer (Shafie et al., 2018; Lins et al., 2019). Another advantage to customize the FGP is that it is easier for the monomers of the resin cement to diffuse into the polymer matrix of the resin composite when compared to the highly cross linked and low reactivity of the fiberglass polymer matrix, thereby, forming a strong interlock between the materials (Parcina et al., 2019)

Recently, a systematic review and metanalyses (Silva et al., 2021) reported that according to several authors, the glass fiber post customization techniques studied in this meta-analysis showed conflicting results across studies. The reanatomization technique analyzed was with accessory posts and composite resin, which led to the result that there was no favorable statistical difference between the reanatomized and non-reanatomized posts. However, in the studies by Lins et al., 2019 and Parcina et al., 2019, the fracture strength of relined PGF was 22% lower compared to unrelined.. However, despites the advantages to avoid displacement and poor adaptation, root canals involves another numerous challenges such as the visibility, access, light cure the material and specially bond to radicular dentin (Lins et al., 2019; Parcina et al., 2019). There are several types of resin cements that can bond FGP posts to root canal dentin, such as conventional dual cure resin cements (CRC) or self-adhesive resin cements (SARCs), and the main difference between them is the mechanism of adhesion (Parcina et al., 2019).

The conventional resin cements require a pre-treatment with phosphoric acid to demineralize the dentin surface and remove the smear layer, and an adhesive to create the hybrid layer (Hitz et al., 2012). Yet, all these steps are technique sensitive and can lead to errors, thus, in order to simplify the procedure and reduce clinical time, self-adhesive resin cements were developed (Hitz et al., 2012; Shafie et al., 2018). The SARCs does not require pre-treatment of the tooth substrate because the functional acid monomers present in the composition can achieve demineralization of enamel and dentin, however, the etching aggressiveness of this system has been questionable since radicular dentin are more mineralized than coronal dentin (Marchry et al., 2020).

Concerning the association between different technics of cementation of fiberglass posts and resin cements, fewer studies evaluated this interaction. In addition, the recent development of new materials such as self-adhesive resin cements needs to be evaluated in different clinical situations, especially in relation to the interaction with other materials besides the dental substrate (Shafie et al., 2018; Lins et al., 2019; Marchry et al., 2020). Therefore, the purpose of this *in vitro* study was to evaluate the mechanical properties of relined or non-relined fiberglass post in relation to root canal dentin cemented with a conventional dual cure resin cement and a self-adhesive resin cement. The null hypotheses tested were: (1) the technic of relined fiberglass post would not affect the push-out bond strength values regardless the resin cement used; (2) the thickness of cementation line would not affect microhardness values

2. MATERIAL AND METHODS

2.1 Specimen preparation

Seventy-two bovine incisor with similar size and anatomic shape were selected and stored in 0.5% chloramine T solution at 4°C until used, not exceeding 3 months of storage. The roots were separated from the crowns in a uniform length of 15 mm and were endodontically instrumented at a working length of 1 mm from the apex with rotatory instruments (*ProTaperTM nickel-titanium* rotary system – *Dentsply Maillefer*, Ballaigues, Switzerland) according to the crown-down technique, and irrigated with sodium hypochlorite 1%. For the obturation, it was used gutta-percha and an endodontic cement (AH Plus – *Dentsply Maillefer*,

Ballaigues, Switzerland). Afterwards, the obturated roots were coronally sealed with glass ionomer (Fuji II - GC, Tokyo, Japan), and after one week stored in water, the root canals were prepared and standardized in a depth of 11 mm using the respective drill from the fiberglass post manufacturer (Drill #3 – FGM, Joinville, SC, Brazil)

2.2 Luting procedure

Two different classifications of resin cements were used: a conventional resin cement (RelyX ARC – 3M Oral Care, ST. Paul, MN, EUA) and a selfadhesive resin cement (RelyX Unicem - 3M Oral Care, ST. Paul, MN, EUA). The composition of the materials are present in table 1. Also, two different luting protocols were used: the conventional cementation (non-relined FGP) and the relining of the fiberglass post with resin composite.

Specimens were randomly divided into four groups (n=10) based on the classification of the resin cement and cementation protocol, as showed in table 2. Post surfaces were conditioned with 35% phosphoric acid (Ultra-etch - Ultradent Products Inc; S. Jordan, UT, USA) for 15 seconds, rinsed with water, air-dried, and then coated with silane (RelyX Ceramic Primer 3M Oral Care, ST. Paul, MN, EUA) (Marchry et al., 2020). Then, it was applied one coat of an adhesive agent (Adper Single Bond 2 - 3M Oral Care, ST. Paul, MN, EUA) only for the groups that used relined fiberglass post as a cementation protocol and for the RelyX ARC resin cement. The groups that were cemented with SARC, according to the manufacturer's instruction, it is not recommended to apply the adhesive system before the cementation to not alter the bonding procedure by neutralizing or precipitating the acid monomers.

For the individualization procedure, it was applied water-soluble lubricant (KY, Johnson & Johnson, São José dos Campos/SP - Brazil) into the canal and the resin composite (Filtek Z250 - 3M Oral Care, ST. Paul, MN, EUA) was positioned at the tip of the FGP. Then, the fiberglass post was inserted, light cured with a radiant emittance of 1200mw/cm² (Valo, Ultradent Products Inc; S. Jordan, UT, USA) for 3 seconds, removed from the canal and light-cured completely for 40 seconds. The procedure was realized in a single increment. Afterwards, the root

canal and the relined fiberglass post were rinsed with water and dried with paper points and the adhesive was applied at the relined FGP but not light-cured until the bonding procedure and insert of the cement into the root canal.

Lastly, the bonding procedure of the root canals was prepared according to the resin cement used. For the conventional resin cement RelyX-ARC, root canals were conditioned with 35% phosphoric acid for 15 seconds, rinsed with water, dried with paper points and a thin layer of adhesive Adper Single Bond 2 was applied. Finally, the fiberglass post and the resin cement were insert in the root canal and light cured. For the self-adhesive resin cements, the fabricant recommended, the Rely-X Unicem was applied in the root canal and the fiberglass post was positioned followed by a digital pressure and light cured. Afterwards, the specimens were storage in relative humidity at 37°C for 7 days.

Table 1. Composition of the materials used, manufacturer and lot number.

MATERIAL AND MANUFACTURER (#LOT NUMBER)	COMPOSITION
Dual conventional resin cement - RelyX ARC – 3M Oral Care, ST. Paul, MN, EUA (#2108900721)	Inorganic Zirconia/Silica particles, 67.5% by weight and average size of 1.5 µm, BIS-GMA, TEGDMA, pigments, tertiary amine, benzoyl peroxide.
Self-adhesive resin cement – RelyX Unicem – 3M Oral Care, ST. Paul, MN, EUA (#2104000687)	glass, silica, calcium hydroxide, pigment, substituted pyrimidine, peroxy compound, initiator (filler = 72 wt%; avg. <9Æ5 µm). pmethacrylated phosphoric ester, dimethacrylate (bis-GMA/ TEGDMA), acetate, 29ílica29a29r, initiator
Adhesive system – Adper Single Bond 2 3M Oral Care, ST. Paul, MN, EUA (#2102000581)	HEMA, bis-GMA, glycerol 1,3-dimethacrylate, diurethane dimethacrylate, water, ethyl alcohol, photoinitiators, silanized silica, acrylic and itaconic acid copolymer.
Resin composite – Filtek Z250 XT – 3M Oral Care, ST. Paul, MN, EUA (#N519660)	Bis-GMA, bis-EMA, UDMA, TEGDMA, 30ílica nanoparticles (20nm), 30ílica30a/30ílica nanoclusters (5-20nm), 78.5% by weight

Legend: BIS-GMA: bisphenol A-glycidyl methacrylate; TEGDMA: Triethylene glycol dimethacrylate; HEMA: 2-hydroxyethyl methacrylate; bis-EMA: bisphenol A diglycidyl methacrylate ethoxylated; UDMA: urethane dimethacrylate

Table 2. Cementation protocol of each group

GROUP AND TECHNIC	CEMENTATION PROTOCOL
------------------------------	-----------------------------

Fiberglass post + RelyX ARC	Fiberglass post: 1. Apply 35% phosphoric acid to the fiberglass post 2. Rinse with water, then dry 3. Apply silane for 60 seconds 4. Apply adhesive and photoactivation for 20 seconds Root Canal: 5. Acid etch the root canal with 35% phosphoric acid for 15 seconds 6. Rinse for 15 seconds with water and dry with paper point. 7. Apply adhesive and remove excess with a paper point 8. Manipulate and apply RelyX ARC into the canal with a Centrix syringe 9. Position the Fiberglass post into the canal with digital pressure 10. Light-cure for 40 seconds each side.
Relined Fiberglass post + RelyX ARC	Fiberglass post: Repeat steps 1-4 from the G1 Root Canal: 5. Apply water-soluble lubricant to the canal 6. Manipulate the resin composite onto the fiberglass post and position it into the canal 7. Light-cure for 3 seconds, then remove from the canal and light-cure for 40 seconds 8. Rinse and dry the root canal and the fiberglass post 9. Apply adhesive in the relined fiberglass post Repeat steps 5–10 from the G1 cementation protocol.
Fiberglass post + RelyX Unicem	Fiberglass post: 1. Apply 35% phosphoric acid to the fiberglass post 2. Rinse with water, then dry 3. Apply silane for 60 seconds Root Canal 4. Manipulate and apply RelyX Unicem into the canal with a Centrix syringe 5. Position the Fiberglass post into the canal with digital pressure 6. Light-cure the resin cement for 40 seconds each side
Relined Fiberglass post + RelyX Unicem	Fiberglass post: Repeat step 1-3 from G3 4. Apply adhesive and photoactivation for 20 seconds Root Canal: 5. Apply water-soluble lubricant to the canal 6. Manipulate the resin composite onto the fiberglass post and position it into the canal 7. Perform photoactivation for 3 seconds, then remove from the canal and light-cure for 40 seconds 8. Rinse and dry the canal and the fiberglass post Repeat Step 4-6 from the G3

2.3 Push-out bond strength test

After storage for 7 days, the roots (n=10) were sectioned into nine 1-mm-thick slices (3 slices from cervical, middle, and apical regions) perpendicularly to the long axis using a high-concentration diamond disc coupled in a precision cutting machine (Isomet 1000, Buehler, Uzwil, Switzerland). The push-out bond strength was determined using a universal testing machine (Instron, Norwood, MA, USA)

at a speed of 1.0 mm/min at the center of the post in the apico-cervical direction until bond failure occurred (Shafie et al., 2018; Lins, et al., 2019).

2.4 Failure mode

All the debonded specimens were assessed under a stereomicroscope (EK3ST - SP, Brazil) at 40x and categorized as follows: (I) adhesive failure between FGP and resin cement; (II) adhesive failure between resin cement and dentin; (III) cohesive failure on resin cement; (IV) cohesive failure on FGP; and (V) mixed failures consisting of a combination of two or more failure modes (Lins, et al., 2019).

2.5 Cross-sectional microhardness test (KHN)

Twenty root canals (n=5) were separated and treated as described in table 2. After 07 days of storage, the samples were sectioned under cooling, perpendicularly to the root long axis, using a precision cutting machine, at the center of the fiberglass post, until two halves were obtained. The specimens were embedded in epoxy resin and polished in a rotatory polisher (Aropol 2V – Arotec S/A, Cotia, SP, Brazil) with 600, 1200, 2000 and 4000 grit abrasive papers for 1 minute each. Next, the final polishing was performed with diamond paste of 1 μm and $\frac{1}{4}$ μm . To finalize, the specimens were washed with distillate water in an ultrasonic machine for 10 minutes. The cross-sectional microhardness test was performed using a diamond tip (Shimadzu HMV-2000, Kyoto, Japan) and a static load of 50 g applied for 10 seconds in the resin cement. Three indentations were made per third (cervical, medium, apical), in a long axis direction, with a distance of 1 mm between them (Pedreira et al 2009).

2.6 Interface analysis

The roots of a different set of 12 bovine incisors (n=3) were separated and treated as described in table 2. Afterwards, the samples were prepared as described in section 2.5. After polishing, the specimens were dehydrated using ethanol dilutions (25%, 50%, 75%, 95% and 100%) for 10 minutes each and dried overnight in a desiccator at 37°C. Finally, the samples were sputter-coated with gold (MED 010, Bal-Tec, Balzer, Liechtenstein), and observed at 35X

magnification by scanning electron microscopy (SEM - JSM 5600LV; JEOL, Tokyo, Japan) (Grandini *et al.*, 2005).

2.7 Statistical Analyses

The push-out bond strength test and cross-sectional microhardness test were analyzed for normal distribution and homoscedasticity (Shapiro-Wilk and Levene tests). A three-way ANOVA and Bonferroni's *post-hoc* test, with significance level set at 5% was applied using a commercial statistics software (SPSS 21.0, Chicago, IL, USA). SEM evaluation was submitted to descriptive analysis.

3. RESULTS

3.1 Push-out Bond Strength test

Table 3 shows the results of means and standard deviations for the pushout bond strength test in MPa (Megapascal), among the groups tested. The results of this study showed that the type of resin cement system had a statistically significant effect on the push-out bond strength for the conventional cement, with Rely-X ARC presenting higher POBS values compared to Rely-X Unicem in all root thirds ($p < 0.008$). However, the relined technique promoted similar results between both resin cements in all root thirds ($p > 0.05$).

Considering the root thirds of each resin cement, the POBS values decreased from cervical to apical ($p < 0.011$), being the medium third not statistically different to cervical and apical thirds for Rely-X ARC on the conventional technique ($p > 0.05$); medium third statistically different of cervical third for Rely-X ARC with relined FGP and RelyX Unicem on the conventional technique ($p = 0.001$ and $p = 0.008$, respectively); and medium third statistically different of apical third for RelyX Unicem with relined FGP ($p = 0.11$). Finally, for all radicular thirds of relined FGP technique for both resin cement presented higher POBS values compared to conventional cemented technique ($p < 0.004$), except for medium third of RelyX ARC resin cement ($p > 0.05$).

Table 3. Means and standard deviations (SD) for push-out bond strength (POBS) (MPa) according to resin cement, individualization of fiber glass post (FGP) and root thirds.

Conventional cementation technique			Relined FGP		
Cervical	Medium	Apical	Cervical	Medium	Apical

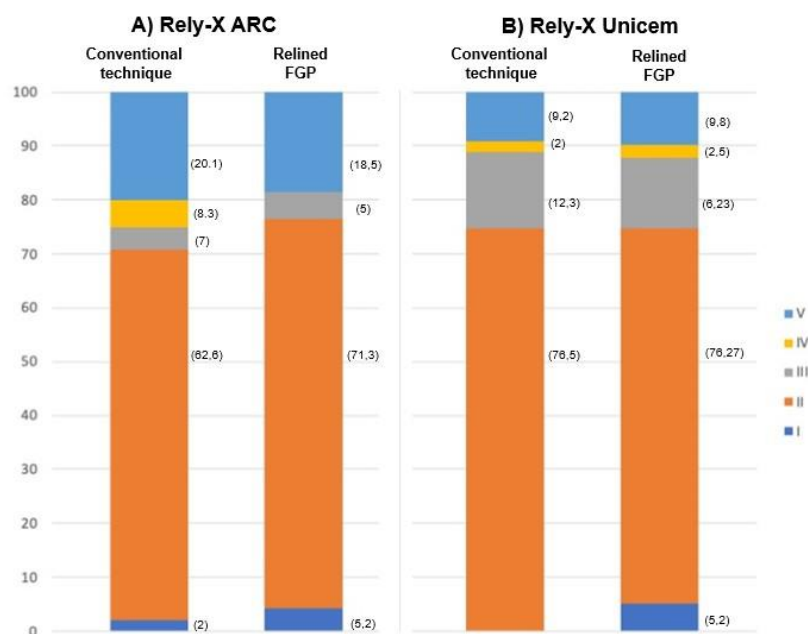
Rely-X	37.75 (3.3)	30.99	24.97	48.77 (11.5)	34.09 (3.1)	32.33
ARC	Aa*	(10.3) ABa	(10.1) Ba*	Aa*	Ba	(8.0) Ba*
Rely-X	27.67 (8.9)	17.58 (4.7)	12.38	41.04 (9.5)	34.61 (9.6)	25.09
Unicem	Ab*	Bb*	(2.5) Bb*	Aa*	Aa*	(10.3) Ba*

Three-way ANOVA and Bonferroni *post-hoc* test ($\alpha=5\%$). Uppercase letters indicate statistical difference between the root thirds of each resin cement. Lowercase letters indicate a statistical difference between the resin cements in each root third. *Indicates statistical difference between cemented and relined fiberglass posts of each root third and of each resin cement.

3.2 Failure mode

Failure modes are presented in Figure 1. For the conventional resin cement Rely-X ARC, for both techniques, Type II was the most predominant failure mode, followed by Type V regardless the technique of cementation used. However, for the relined FGP technique, it was an increase of failure type I. The resin cement Rely-X Unicem presented failure mode Type II as the most predominant followed by Type III regardless the technique of cementation used, but also, after the relined technique of the FGP, it was an increase in failure Type

I. Figure 1. Distribution of failure mode of the resin cements according the technique used for cementation and resin cement.



Legend: Failure mode: (I) failure between FGP and resin cement; (II) failure between resin cement and dentin; (III) cohesive failure on resin cement; (IV) cohesive failure on FGP; and (V) mixed failures (#) the percentage of each failure mode

3.3 Cross-sectional microhardness test (KHN)

Table 4 shows the results of means and standard deviations for Knoop Microhardness along the root canal, among the groups tested. The results of this study showed that the type of resin cement system had a statistically significant effect on the Knoop microhardness, with Rely-X ARC presenting higher KHN values compared to Rely-X Unicem in all root thirds ($p < 0.017$). Considering the root thirds of each resin cement, the KHN values decreased from cervical to apical ($p < 0.001$). Also, for all radicular thirds of relined FGP technique presented higher KHN values compared to conventional cemented technique ($p < 0.002$).

Table 4. Knoop Microhardness (KHN) along the root third according to different techniques of cementation and resin cements

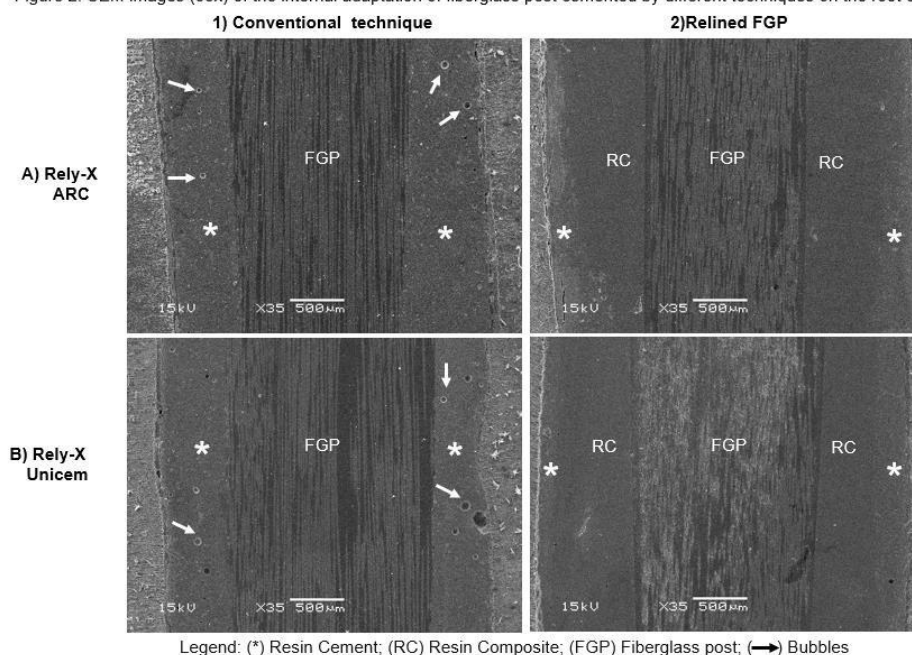
	Conventional cementation technique			Relined FGP		
	Cervical	Medium	Apical	Cervical	Medium	Apical
Rely-X ARC	61.35 (0.9) Aa*	46.59 (3.0) Ba*	39.21 (1.3) Ca*	71.08 (2.4) Aa*	54.01 (1.2) Ba*	44.55 (1.2) Ca*
Rely-X Unicem	51.47 (3.6) Ab*	44.04 (3.0) Bb*	31.50 (2.1) Cb*	61.03 (1.7) Ab*	47.35 (1.9) Bb*	36.33 (3.6) Cb*

Three-way ANOVA and Bonferroni *post-hoc* test ($\alpha=5\%$). Uppercase letters indicate statistical difference between the root thirds of each resin cement. Lowercase letters indicate a statistical difference between the resin cements in each root third. *Indicates statistical difference between cemented and relined fiberglass posts of each root third and of each resin cement.

3.4 Interface analysis

Figure 2 shows representative SEM images of the internal adaptation of fiberglass post cemented by different techniques in the root canal. The conventional technic presented (Figure 1a and 1b) a thick layer of resin cement with some defects such as voids and bubbles. However, when the FGP was relined (Figure 2a and 2b), the resin cement layer was thinner, and no defects can be observed.

Figure 2. SEM images (35x) of the internal adaptation of fiberglass post cemented by different techniques on the root canal



4. Discussion

There are many studies concerning the mechanical properties of FGP, however, lack of standardization of materials and technics has resulted in large variations of mechanical characteristic. Therefore, the purpose of this *in vitro* study was to evaluate the mechanical properties of relined or non-relined fiberglass post cemented with a conventional dual cure resin cement or a selfadhesive resin cement, and based on the results, the first null hypothesis that the technic of relined fiberglass post would not affect the push-out bond strength values regardless the resin cement used was rejected.

Although Gomes et al. (2013) showed that cementation techniques of fiber glass post with fewer steps are more favorable for obtaining better results of bond strength between dentine and resin cement, in this study, when the conventional cementation protocol (non-relined) was analyzed (Table 3), the Rely-X ARC presented higher values compared to Rely-X Unicem, and this fact may be attributed to the ability of conventional resin cements to demineralize the substrate, create a hybrid layer, and form resin tags, increasing fracture resistance.

In contrast, the mechanism of adhesion of Rely-X Unicem occurs according to the functional acid monomers implemented on the composition (Manso *et al.*, 2017). The functional monomers has low pH and hydrophilicity to partially demineralized the smear layer, being more similar to the adhesion mechanism of glass ionomer cements than to conventional resin cements (Zorzin *et al.*, 2012). Thus, the functional monomers are generally weaker when compared with traditional phosphoric acid etching and have reduced capacity to demineralize the radicular dentin, explaining the lower values of push-out bond strength compared to a conventional resin cement (Zorzin *et al.*, 2012; Manso *et al.*, 2017). Yet, when the technique of individualization of FGP was used, there was no statistical difference between the resin cements, thus, it can be assumed that the mechanical overlap between the post and the dentinal walls increased, improving the bond strength of the cement on the root canal and post stability (Silva *et al.*, 2021).

Nonetheless, it is important to emphasize that an absence of continuous and homogenous interlock between the materials or substrate can result in different types of failures. According to figure 1, when the FGP was relined, it occurred an increase of failure type I (adhesive failure between resin cement and fiberglass post) regardless the resin cement. This results may be associated to the multiple layers that could lead to errors from the operator or the multiple chemical interaction between the post surface, silane, adhesive resin, and resin composite. Yet, the percentage of this type of failures are low compared to the benefits of a thin layer of resin cement. The figure 2 shows that when the FGP was relined, thinner layers of resin cement were formed with fewer defects, bubbles, and voids, that can cause cracks or decrease adhesion and the longevity of the treatment (Grandina *et al.*, 2005; Parčina *et al.*, 2019).

It is also important to emphasize that the failure type II (adhesive failure between the resin cement and dentin) was the most prevalent in both resin cement and both techniques of cementation, however, it can be observed a decrease in this failure type when the fiber glass post was relined. This fact may be correlated with the reduced shrinkage stress of the resin cement. When the resin cements are light cured, the polymer chains are formed through the conversion of carbon

bonds, and this procedure can lead to accumulation of stress promoting higher marginal tension, but when the cement volume is reduced, the shrinkage stress is minimized despite the high C-factor of root canals, and consequently, the cement layer does not debonding from the dentin (Pedreira *et al.*, 2009; Lins *et al.*, 2019).

Another important fact that can be correlated to the failure mode is the quality of the light cured resin cement. The literature reports a degree of conversion of 50–80% in light-activated materials, however, the apical third from a root canal does not receive as much light as the coronal third, leading to uncured residual monomers that can influence the mechanical properties and potentialized the degradation process (Pedreira *et al.*, 2009; Moazammi *et al.*, 2012). Some authors affirm that microhardness test have been shown to present correlation with Fourier infrared spectroscopy analysis, thus, hardness values increase as degree of conversion also increases, and vice-versa (Caughman *et al.*, 2001; Pedreira *et al.*, 2009; Ramos *et al.*, 2012). Therefore, this study evaluated the microhardness measurements along the root canal and according to the results presented in Table 4, the second null hypothesis that the thickness of cementation line would not affect microhardness values were rejected.

The present study showed that for both types of cementation technique and resin cements, the microhardness values were significantly higher in the coronal than the apical region of the root canal. These results agree with those of previous studies and can be correlated to the fact that the apical third does not receive as much light irradiation such as the coronal region. Basaran *et al.*, 2019; Ramos *et al.*, 2012; Parčina *et al.*, 2019). Moazammi *et al.* (2012) affirmed that not even the middle third receive the minimum light irradiation of 233 mW/cm² or even 300 mW/cm² for adequate polymerization. However, when the resin cements are compared, the conventional resin cement presented higher microhardness values than the self-adhesive resin cement, because KHN can also be influenced by the composition such as the organic and inorganic matrix, shape and size, and mechanism of adhesion (Kim *et al.*, 2012; Pam *et al.*, 2018).

The dual cure resin cements present dimethacrylate molecules in the organic polymeric matrix that after absorption of optical radiation, releases free radicals hardening the resin material (Karakis *et al.*, 2017; Lacerda *et al.*, 2021). Afterwards, the amines react with peroxides which complement the action at the unreacted carbon double bond sites, ensuring the polymerization of the material in the deepest areas that receive insufficient light intensity (Karakis *et al.*, 2017; Lacerda *et al.*, 2021). In contrast, to achieve a self-adhesive to the tooth structure, new methacrylate monomers with phosphoric acid groups were implemented in SARCs (Ferracane *et al.*, 2011). This results in a low pH compared to CRC, however, the alkaline part of the filler content (i.e., glass fillers and colloidal silica) are able to neutralize the reaction (Ferracane *et al.*, 2011; Manso *et al.*, 2017). Hence, this must be the reason of Rely-X Unicem presents more filler particles (72% wt) than the Rely-X ARC (67.5% wt). However, due to the difficult of light curing along the root canal, the neutralization must not occur for completely, and residual acid monomers may act as a plasticizer, reducing the microhardness values (Hitz *et al.*, 2012).

Despite the necessity of high amount of particles to neutralize the reaction of a SARC, the shape and size of the fillers may also influence the extent of polymerization due to the fact that mechanical stress is usually concentrated on protuberances, angles, and irregularities of the filler/matrix interface, thus, the cracks may initiate at these locations, leading to lower values of KHN (Pam *et al.*, 2018). Also, it is important to consider the viscosity of the material. The Rely-X ARC has a lower content of fillers; thus, it can be assumed that this resin cement is more viscous than the Rely-X Unicem, therefore, in combination with acid etching, it can penetrate deeper in the substrate resulting in a better micromechanical retention, especially in the apical third that does not have a higher density of dentinal tubules (Km *et al.*, 2002; Pam *et al.*, 2018).

Thus, despite the demand to decrease steps procedures to facilitate and gain time, it must be considered the chemistry, bonding, mechanical requirements, and limitations of the materials for each clinical scenario, because a simple extra step such as the relined technique protocol of the FGP can improve the post stability and bond strength of radicular dentin. Nevertheless, the specimens in the

present study were not exposed to the oral environment, thus, long-term, and clinical studies are required.

5. Conclusion

It can be concluded that:

1) The relined fiberglass post can improve the mechanical overlap into the root canal, creating a thin layer of the resin cement with no defects, and due to this fact, higher values of push-out bond strength and microhardness were obtained compared to the non-relined FGP, regardless the resin cement used. 2) The cementation protocol of non-relined fiberglass post presented bubbles and voids in the cement layer for both resin cements, yet the conventional resin cement presented higher results of POBS and KHN when compared to self-adhesive resin cements.

REFERENCES

Shafiei F, Mohammadparast P, Jowkar Z. Adhesion performance of a universal adhesive in the root canal: Effect of etch-and-rinse vs. self-etch mode. *PLoS One*. 2018;13(4):e0195367. Published 2018 Apr 9. doi:10.1371/journal.pone.0195367

Prado M, Marques JN, Pereira GD, da Silva EM, Simão RA. Evaluation of different surface treatments on fiber post cemented with a self-adhesive system. *Mater Sci Eng C Mater Biol Appl*. 2017;77:257-262. doi:10.1016/j.msec.2017.03.141

Silva CF, Cabral LC, Navarro de Oliveira M, et al. The influence of customization of glass fiber posts on fracture strength and failure pattern: A systematic review and meta-analysis of preclinical ex-vivo studies. *J Mech Behav Biomed Mater*. 2021;118:104433. doi:10.1016/j.jmbbm.2021.104433

Lins RBE, Cordeiro JM, Rangel CP, Antunes TBM, Martins LRM. The effect of individualization of fiberglass posts using bulk-fill resin-based composites on cementation: an *in vitro* study. *Restor Dent Endod*. 2019;44(4):e37. Published 2019 Oct 18. doi:10.5395/rde.2019.44.e37

Parčina Amižić I, Baraba A, Ionescu AC, Brambilla E, Van Ende A, Miletić I. Bond Strength of Individually Formed and Prefabricated Fiber-reinforced Composite Posts. *J Adhes Dent*. 2019;21(6):557-565. doi:10.3290/j.jad.a43649

Hitz T, Stawarczyk B, Fischer J, Hämmerle CH, 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):1183-1190. doi:10.1016/j.dental.2012.09.006

Machry RV, Fontana PE, Bohrer TC, Valandro LF, Kaizer OB. Effect of Different Surface Treatments of Resin Relined Fiber Posts Cemented With Self-adhesive Resin Cement on Pushout and Microtensile Bond Strength Tests. *Oper Dent*. 2020;45(4):E185-E195. doi:10.2341/19108-L

Pedreira AP, Pegoraro LF, de Góes MF, Pegoraro TA, Carvalho RM. Microhardness of resin cements in the intraradicular environment: effects of water storage and softening treatment. *Dent Mater*. 2009;25(7):868-876. doi:10.1016/j.dental.2009.01.096

Grandini S, Goracci C, Monticelli F, Borracchini A, Ferrari M. SEM evaluation of the cement layer thickness after luting two different posts. *J Adhes Dent*. 2005;7(3):235-240.

Gomes GM, Gomes OM, Reis A, Gomes JC, Loguercio AD, Calixto AL. Effect of operator experience on the outcome of fiber post cementation with different resin cements. *Oper Dent*. 2013;38(5):555-564. doi:10.2341/11-494-L

Manso AP, Carvalho RM. Dental Cements for Luting and Bonding Restorations: Self-Adhesive Resin Cements. *Dent Clin North Am*. 2017;61(4):821-834. doi:10.1016/j.cden.2017.06.006
Zorzin J, Petschelt A, Ebert J, Lohbauer U. pH neutralization and influence on mechanical strength in self-adhesive resin luting agents. *Dent Mater*. 2012;28(6):672-679. doi:10.1016/j.dental.2012.03.005

Başaran G, Göncü Başaran E, Ayna E, Değer Y, Ayna B, Tuncer MC. Microtensile bond strength of root canal dentin treated with adhesive and fiber-reinforced post systems. *Braz Oral Res*. 2019;33:e027. Published 2019 Jul 1. doi:10.1590/1807-3107bor-2019.vol33.0027

Moazzami, S., Kazemi, R., Alami, M., Attaran, E., Mehhary, M., Sarmad, M., Shahrokh, H. Light Conduction Capability of Different Light-Transmitting FRC Posts. *Journal of Dental Materials and Techniques*. 2012;1(2), 40-46. doi: 10.22038/jdmt.2013.92

Caughman WF, Chan DC, Rueggeberg FA. Curing potential of dual-polymerizable resin cements in simulated clinical situations. *J Prosthet Dent*. 2001;85(5):479-484. doi:10.1067/mpr.2001.114842

Ramos MB, Pegoraro TA, Pegoraro LF, Carvalho RM. Effects of curing protocol and storage time on the micro-hardness of resin cements used to lute fiber-reinforced resin posts. *J. Appl. Oral Sci*. 2012;20 (5) <https://doi.org/10.1590/S1678-77572012000500011>

Kim KH, Ong JL, Okuno O. The effect of filler loading and morphology on the mechanical properties of contemporary composites. *J Prosthet Dent*. 2002;87(6):642-649. doi:10.1067/mpr.2002.125179

Pan Y, Xu X, Sun F, Meng X. Surface morphology and mechanical properties of conventional and self-adhesive resin cements after aqueous aging. *Journal of Applied Oral Science*. 2018;27.

Karakis D, Yıldırım-Bicer AZ, Dogan A, Koralay H, Cavdar S. Effect of self and dual-curing on degree of conversion and crosslink density of dual-cure core build-up materials. *J Prosthodont Res*. 2017;61(2):210-216. doi:10.1016/j.jpor.2016.05.002

Lacerda FC, Vieira-Junior WF, de Lacerda PE, et al. Immediate and long-term microshear bond strength of resin-based cements to core build-up materials. *J Clin Exp Dent*. 2021;13(10):e1030-e1037. Published 2021 Oct 1. doi:10.4317/jced.58515

5. Conclusão

De acordo com os resultados obtidos no presente estudo, pôde-se concluir que:

1) A técnica de individualização do pino de fibra de vidro utilizando compósito resinoso, favorece a melhorias nas propriedades mecânicas, impactando diretamente na retenção e prognóstico da restauração. Os resultados de resistência de união *push-out* e microdureza *Knoop* demonstraram que a individualização obteve maiores resultados independentemente do tipo de cimento resinoso utilizado.

2) Os valores de resistência de união foram gradativamente diminuídos do terço cervical com valores mais elevados, ao apical com os menores valores. Porém, a técnica de reembasamento promoveu resultados semelhantes entre os dois cimentos resinosos em todos os terços radiculares ($p > 0,05$).

3) O cimento resinoso dual convencional (RelyX ARC) apresentou valores de resistência de união *push-out* e microdureza *Knoop* mais elevados comparado com os resultados de cimento resinoso dual auto-adesivo (RelyX Unicem). Dessa forma, a cimentação utilizando estratégia de união convencional para cimentação de pinos apresenta-se como a melhor alternativa quando o pino de fibra de vidro não recebeu tratamento de individualização.

4) O padrão de fratura observado nas interfaces adesivas dos espécimes cimentados com cimentos resinosos testados demonstrou uma relação direta com os testes mecânicos realizados, A fratura adesiva entre o cimento resinoso e a dentina radicular foi o mais frequente em todos os tipos de grupos testados.

SELEÇÃO E PREPARO DOS DENTES

Foram selecionados 72 dentes bovinos extraídos em frigoríficos em Piracicaba/SP concedidos com liberação e avaliação sanitária pelo Ministério da saúde e consentimento prévio do médico veterinário responsável, os dentes foram selecionados referentes ao seu formato e dimensão semelhantes, pela medida da distância vestibulo-lingual e mesio-distal em milímetros. A mensuração das raízes será realizada em 3 pontos, no terço cervical, médio e apical para calcular o volume total da raiz (Figura 3), permitindo assim, serem utilizadas apenas com variações máximas de 20% da média determinada. Após a seleção os dentes foram acomodados em Cloramina T (3-Hidratado) e congelados a 4°C durante 24 Horas. Após esse período, os dentes foram devidamente limpos (Figura 1) com curetas periodontais na região radicular e profilaxia utilizando micro-rotação com escova de Robson (Microdent® Aparelhos Médicos Odontológicos Ltda., Ribeirão Preto -SP) e pedra pomes (MAQUIRA, indústria de produtos odontológicos s.a. Maringá - PR) com água. Após a limpeza, os dentes foram seccionados (Figura 2) com o auxílio de cortadeira de precisão SOMET 1000 (BUEHLER) sob banhos de água constante, de maneira que padronizasse todos os dentes com um remanescente radicular com aproximadamente 16 mm de extensão no seu longo eixo, utilizando um paquímetro digital. Foi removido a porção coronária, após o seccionamento as raízes foram armazenadas em solução 0.5% cloramina T aquosa tamponada a 4º graus em refrigerador.

Figura 01 - Incisivo bovino após limpeza.



Figura 02 - Dentes bovinos seccionados na linha da junção amelodentínaria, separando assim a porção coronária e radicular.



Figura 03 - Mensuração da raiz bovina com auxílio do paquímetro digital (Mitutoyo)



GRUPOS EXPERIMENTAIS - DETERMINAÇÃO DO TAMANHO DA AMOSTRA COM BASE NA ESTIMATIVA DO DESVIO PADRÃO POPULACIONAL

Foi determinado o tamanho mínimo da amostra para estimar um parâmetro estatístico, utilizando o desvio padrão, realizado nos testes pilotos. A fórmula para cálculo do tamanho da amostra para uma estimativa confiável é dada por:

$$n = \left(\frac{Z_{\alpha/2} \cdot \sigma}{E} \right)^2$$

Onde: **n** = Número de indivíduos na amostra

Z $\alpha/2$ = Valor crítico que corresponde ao grau de confiança desejado. **σ** = Desvio-padrão populacional da variável estudada.

E = Margem de erro

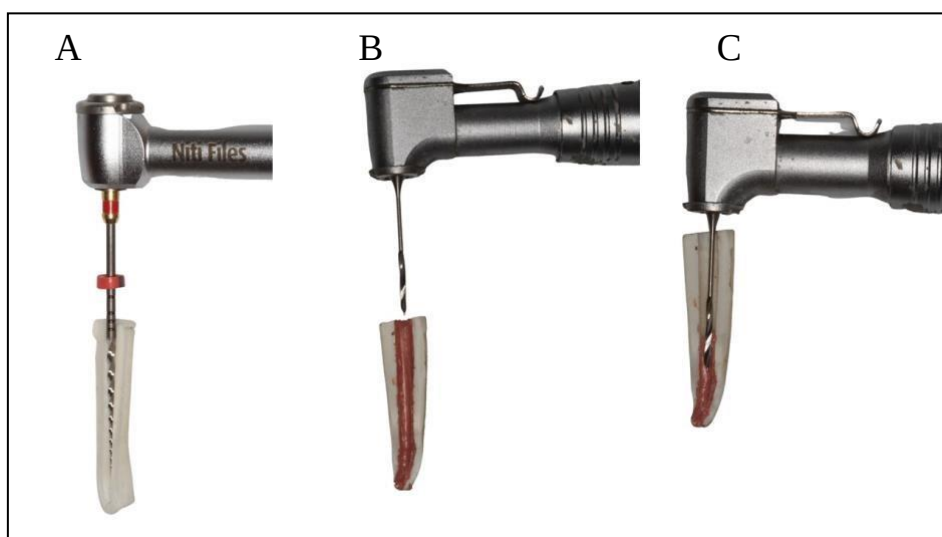
O valor de Z utilizado, refere-se ao grau de confiança de 95%, consequentemente o seu Valor Crítico Z $\alpha/2$ será de 1,96.

As raízes serão divididas aleatoriamente em 04 grupos, em pinos reembasados e não reembasados com resina composta Z250 (3M ESPE), cimentados com RelyX ARC (3M ESPE) e RelyX U100 (3M ESPE).

4.6. TRATAMENTO ENDODÔNTICO

A instrumentação e remoção dos resíduos do canal radicular foi realizado com sequencias de limas endodônticas (Malleiffer, Ballaigues, Switzerland) com irrigação de Cloreto de Sódio a 0,9%, até chegar ao comprimento de trabalho, alcançando 1 mm aquém do forame apical. A irrigação final do canal foi realizada com água destilada. A Obturação do canal radicular foi realizada com cones de gutta-percha (Maillefer, Ballaigues, Switzerland), o cone principal foi selecionado de forma a contemplar os critérios de necessários, utilizando os testes radiográficos e tátil. Após essa etapa, a manipulação do cimento endodôntico (AH PLUS Dentsply, New York, USA) conforme o fabricante estabelece, e posteriormente foi radiografado.

Figura 04 - A) Preparo do conduto radicular, com a padronização de limas endodônticas NiTi, com rotatório. **B e C)** Desobturação do conduto radicular utilizando brocas Gattes



A desobturação dos cones de gutta-percha realizado com brocas específicas do conjunto WhitePost DC 3 (FGM – dentscare ltda), sendo desobturados 2/3 do canal radicular e realizado testes radiográficos após a desobturação.

Figura 05: Conjunto de limas Níquel titânio PROTAPER UNIVERSAL – Dentsply (Maillefer, Switzerland)



Tabela 1- Materiais utilizados no estudo

MATERIAL	Nome Comercial	Fabricante	Lote	Conteúdo	Validade
Cimento Resinoso Dual Autoadesivo	RelyX Unicem	3M Deutschland GmbH/ D-82229 Seefeld - Alemanha	21040006 87	1 Clicker de 11g	08/06/2022

Cimento Resinoso Autoadesivo	RelyX U200	3M Deutschland GmbH/ D-82229 Seefeld - Alemanha	21040006 87	1 Clicker de 11g	08/06/202 2
Cimento Resinoso Adesivo dual	RelyX ARC	3M Company 3M ESPE dental products Irvine, CA 92714 EUA/ St. Paul, MN 55144 EUA	21089007 21	1 RelyX ARC 4,5 G	02/02/202 3
Cimento Resinoso Adesivo dual	RelyX ARC	3M Company 3M ESPE dental products Irvine, CA 92714 EUA/ St. Paul, MN 55144 EUA	21089007 21	1 RelyX ARC 4,5 G	02/02/202 3
Adesivo Fotopolimerizável simplificado	Adper Single Bond 2	3M Company 3M ESPE dental products Irvine, CA 92714 EUA/ St. Paul, MN 55144 EUA	21020005 81	1 frasco de 6g	25/10/202 3
Adesivo Fotopolimerizável – sistema adesivo de 3 passos	Adper Scotchbond Multiuso	3M Company 3M ESPE dental products Irvine, CA 92714 EUA/ St. Paul, MN 55144 EUA	21061009 96	1 frasco de 8 ml	30/07/202 3
Primer	Adper Scotchbond Multiuso	3M Company 3M ESPE dental products Irvine, CA 92714 EUA/ St. Paul, MN 55144 EUA	21095009 51	1 frasco de 8 ml	21/07/202 3

Agente de união – Silano	RelyX Agente Silano	3M Company 3M ESPE dental products Irvine, CA 92714 EUA/ St. Paul, MN 55144 EUA	19325005 79	1 frasco de 5 ml	28/05/202 2
Microaplicad or Descartável	Cavibush	FGM – dentscare Ltda. Av. Edgar meister – 474 – distrito industrial – Joinville – SC – Brasil	110620	100 unidade es	11/06/202 5
Ácido Fosfórico 37%	Condac 37	FGM – dentscare Ltda. Av. Edgar meister – 474 – distrito industrial – Joinville – SC – Brasil	080620	03 seringa 2 s com 2,5 ml cada	08/06/202
Compósito Resinoso	Filtek Z250 XT – Cor A2	3M Company 3M ESPE dental products Irvine, CA 92714 EUA/ St. Paul, MN 55144 EUA	21011007 78	4 Seringa com 4g cada	22/12/202 3
Compósito Resinoso	Filtek Z250 XT – Cor A2	3M Company 3M ESPE dental products Irvine, CA 92714 EUA/ St. Paul, MN 55144 EUA	21041006 81	1 seringa com 4g	29/01/202 4
Pinos de fibra de vidro	Whitepos t DC – número 3	FGM – dentscare Ltda. Av. Edgar meister – 474 – distrito industrial – Joinville – SC – Brasil	210121	20 caixas com 05 pinos em cada	21/01/202 6

Sugador endodôntico	Sugador Endodôntico – SSPLUS	Biodont Ind. Imp. Exp. EPP. R. Braz Izelli, 586-B, Cidade industrial- Maringá- PR.	7022	20 Unidades	11/2023
Cursor em silicone	Stop de silicone – Angelus	Angelus indústria	101828	100 unidades	02/2025
Taça de borracha para profilaxia	Taça de borracha	Microdent	16554	10 unidades	
Ácool 70º	Ácool 70 Prolink	PROLINK INDÚSTRIA QUÍMICA LTDA. Est.GPI 445, S/N- Guapiaçu – SP	P20120064	1 Litro	12/2022
Pedra Pomes	Pedra Pomes - Profilaxia – Maquira	MAQUIRA INDÚSTRIA DE PRODUTOS ODONTOLÓGICOS S.A. Av Melvin Jones, 773. Parque industrial Bandeirantes Maringa - PR	800820	100g	10/2022
Seringa Descartável com Agulha – 10mL	Seringa Descartável com agulha	Lifelong Meditech Pvt. Ltd. Plot no, 18, Sector 5, Manesar Gurgaon – 1222050 – Índia	- SSALAA0184	10 MI – 25x0,70 mm Bico Luer Slip	SSALAA0184
Escova de Robinson	Escova de Robinson CA Reta Branca				Indeterminado

Lima endodôntica K-File 31mm	ReadySteel K-file	Dentsply Maillefer instruments Holding Sàrl – rua jose Francisco de Souza, 1626. Pirassurunga, SP.	1676682	Sequência de limas	01/2026
Broca Carbide	ENDO Z – primadental	Angelus Prima dental LTDA.	7798BR	03 brocas	12/2030
Limas para endodontia	PROTAP ER UNIVERSAL STARTER KIT	Dentsply Maillefer instruments Holding Sàrl – rua jose Francisco de Souza, 1626. Pirassurunga, SP	1659943	06 limas	indeterminado
Cones de Gutapercha	Coloured Guttapercha Points	Dentsply Maillefer instruments Holding Sàrl – rua jose Francisco de Souza, 1626. Pirassurunga, SP	364679L	120 pontas	05/2022
Cones de Gutapercha	Coloured Guttapercha Points	Dentsply Maillefer instruments Holding Sàrl – rua jose Francisco de Souza, 1626. Pirassurunga, SP	368219M	120 pontas	09/2022

Ponta de papel absorvente	Absorbent Paper Points - Dentsply	Dentsply Maillefer instruments Holding Sárl – rua jose Francisco de Souza, 1626. Pirassurunga, SP	37002M	120 Pontas	11/2023
Brocas Gates Glidden		Dentsply Maillefer instruments Holding Sárl – rua jose Francisco de Souza, 1626. Pirassurunga, SP	1680707	06 brocas	indeterminado
Broca largo PEESO	BR LARGO PEESO - DENTSP LY	Dentsply Maillefer instruments Holding Sárl – rua jose Francisco de Souza, 1626. Pirassurunga, SP	1678972	02 caixas com 06 brocas cada.	Indeterminado
		Pirassurunga, SP			

Tabela 2- Modo de utilização dos materiais utilizados

Material	Composição	Instruções de utilização
HEMA, bis-GMA, glicerol dimetacrilato, dimeta-crilato, 15 s, lavar remover do excesso de	Condicionar com H_3PO_4 a 35% (pH = 0,6) por 10 s, Bond	com ácido Adper 1,3-diuretano 2 água, álcool etílico,

(SB) fotoiniciadores, sílica água, aplicação do adesivo silanizada, copolímero do por 30 s, leve jato de ar e ácido acrílico e itacônico. fotoativar por 10 s.
pH = 4,7

Partículas inorgânicas de Após o uso do Adper **Relyx** Zircônia/Sílica, com Single Bond 2 (SB),

ARC 67,5% em peso e espatular o cimento e tamanho médio de 1,5 inserir na superfície do μm , BIS-GMA, TEGDMA, substrato com a cerâmica. pigmentos, amina Fotoativar por 40 s.
terciária, peróxido de benzoíla.

RelyX Solução pré-hidrolisada Aplicar o silano sobre a **Silano** de fase única. 3- superfície da cerâmica e **(Ceramic** metacriloxipropiltrimeto- esperar 1 min, depois **Primer)**. toxisilano, etanol e água. secar a peça.

Filtek Bis-GMA, bis-EMA, Restauração em
Z350 XT UDMA, TEGDMA, incrementos de 2 mm,
nanopartículas de sílica
(20 nm), sendo cada um fotoativado nanoaglomerados de por 20 s.
zircônia/sílica (5-20nm),
78,5% em peso (total da carga).

Figura 06: RelyX Silano (Ceramic Primer)



Figura 07 – Cimento Resinoso Dual Autoadesivo – Relyx Unicem (3M-ESPE)



Figura 08 – Cimento Resinoso Dual Convencional – RelyX ARC (3M ESPE)



Figura 09 – Pinos Pré-fabricados de Fibra de vidro – Whitepost N.03



Figura 10: Ácido Fosforico 37% - Ultra-etch - Ultradent Products Inc; S. Jordan, UT, USA



Figura 11- Compósito Resinoso Filtek Z250 XT (3M ESPE)



Imagem 12 - Adesivo Fotopolimerizável – Adper Single Bond 2 (3M ESPE)



4.5. TÉCNICA DE INDIVIDUALIZAÇÃO DE PINOS DE FIBRA DE VIDRO

Para a realização da técnica do reembasamento do pino de fibra de vidro (Whitepost DC3, FGM – Dentscare Ltda. Joinville – SC) utilizando compósito restaurador resinoso Filtek Z250 XT (3M-ESPE), foram feitos testes radiográficos para verificação da adaptação do pino ao conduto radicular preparado, após a seleção do pino, a sua superfície foi limpa utilizando álcool 70%, seguido de condicionamento com ácido fosfórico 35% (Ultra-etch - Ultradent Products Inc; S. Jordan, UT, USA) e removido com água corrente. Foi realizada aplicação do agente de união Silano (Ceramic Primer, 3M ESPE, St. Paul, MN, USA) na superfície do pino, durante um minuto, utilizando o microbrush descartável. Após,

os pinos devidamente secos e silanizados, foi aplicado o sistema adesivo Single Bond 2 (3M ESPE, USA) no pino e fotoativado por 40s (1200 mm/cm2 VALO, Ultradent Products Inc., South Jordan, UT, USA). Com o pino totalmente preparado, foi acomodado em sua superfície resina composta Filtek Z250 XT– (3M ESPE - St. Paul MN, USA) com auxílio de uma espátula *suprafil*, envolvendo totalmente toda a superfície do pino com intuito de reproduzir a morfologia radicular ao ser inserido no conduto. Dessa forma, o conduto foi lubrificado com gel hidrossolúvel e realizada a inserção do conjunto pino/resina com auxílio de pinça clínica no conduto radicular. Em posição, o pino foi fotoativado por 20 segundos seguido fotoativação adicional extra-oral por mais 40 segundos.

Figura 13 - Limpeza do pino de fibra de com álcool 70°.



Figura 14 - Aplicação de ácido fosfórico 35% - (Ultra-etch - Ultradent Products) durante 30s

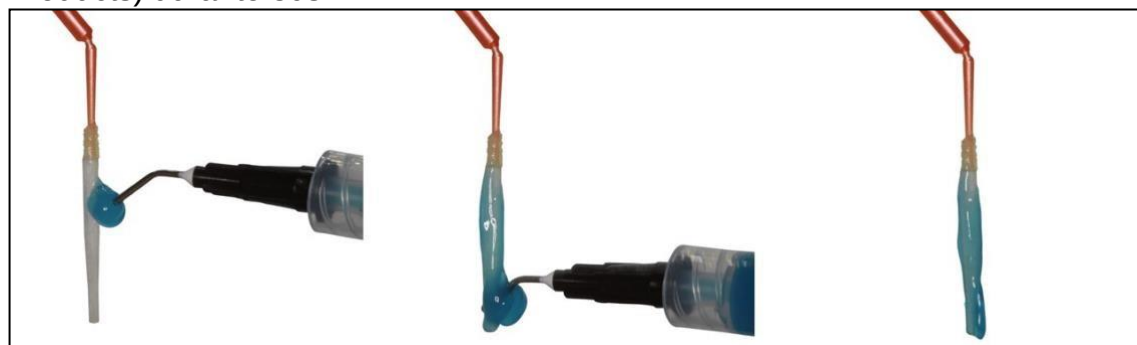


Figura 15. – Enxague do PFV com água após o condicionamento ácido



Figura 16: Aplicação do agente de união silano RelyX Silano (3M-ESPE)



Figura 17: Aplicação do sistema adesivo

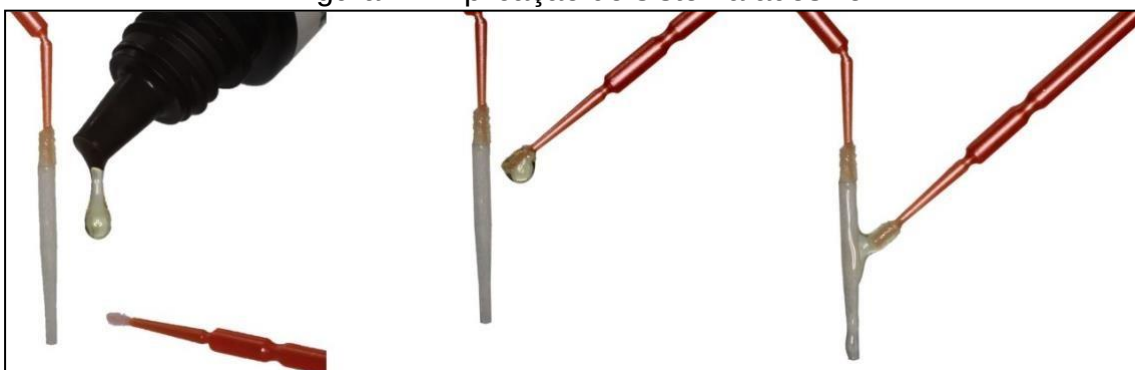


Figura 18: Fotoativação do sistema adesivo



Figura 19: Acomodação da resina composta sobre a superfície do PFV



Figura 20: Lubrificação do conduto com gel hidrossolúvel e inserção do conjunto pino/resina ao conduto radicular.



Figura 21: Fotoativação do conjunto Pino/Resina/Cimento



4.6. PREPARO DOS PINOS SEM REEMBASAMENTO

A desinfecção e limpeza do pino foi realizada com Álcool 70%, conforme o fabricante indica. Seguido da realização do condicionamento ácido, com ácido fosfórico a 35% (Ultra-etch - Ultradent Products Inc; S. Jordan, UT, USA), durante 30 segundos e lavagem em água corrente por 60 segundos, e secos com pontas de papel descartáveis. Após as etapas de limpeza e de condicionamento do pino, foi aplicado uma camada de agente de união Silano (Ceramic Primer, 3M ESPE, St. Paul, MN, USA), e sua volatilização durante o tempo de 01 minuto.

4.7. CIMENTAÇÃO DOS PINOS

Os cimentos resinosos utilizados no presente estudo foram o RelyX ARC e o RelyX Unicem (3M-ESPE, St. Paul, MN, USA). Os grupos selecionados que utilizaram a cimentação com cimento dual convencional RelyX ARC, o canal foi condicionado com ácido fosfórico 35 % (Ultra-etch - Ultradent Products Inc; S. Jordan, UT, USA) por 15 segundos, seguido de lavagem com água em seringa luer descartável de 10 ml (BD, São Paulo, SP, Brasil) com agulha, por 60 segundos e secagem do conduto com cones de papel absorvente (Tanari, São Paulo, SP, Brasil). Posteriormente foi aplicado o sistema adesivo fotoativado (Adper Single Bond 2, 3M ESPE, St. Paul, MN, USA) com uma ponta aplicadora microbrush (FGM, Joinville, SC, Brasil) e aguardando o período de volatilização do solvente de 20 segundos, retirando se necessário o excesso do produto utilizando cones de papel absorvente e fotoativados com fonte de luz LED, durante 40 segundos (1200 mm/cm² VALO, Ultradent Products Inc., South Jordan, UT, USA). Após a etapa da aplicação do sistema adesivo foi realizada o protocolo de cimentação com cimento resinoso (RelyX ARC, 3M ESPE, St. Paul, MN, USA). A manipulação foi realizada conforme as instruções do fabricante, e inserido no conduto radicular com auxílio de seringa com ponta agulhada. O pino foi posicionado sobre um peso de 300g, o excesso do cimento foi removido com microbrush e em seguida fotoativado por 40 segundos 1200 mm/cm² VALO, Ultradent Products Inc., South Jordan, UT, USA).

O protocolo de cimentação dos grupos cimentados com cimento resinoso auto-adesivo RelyX Dual Unicem (RelyX U100, 3M ESPE, St. Paul, MN, USA), foi seguido os mesmos protocolos de preparo do canal radicular descritos anteriormente, exceto a aplicação do condicionamento ácido na dentina e do sistema adesivo na dentina e no pino. O cimento foi manipulado de acordo com instruções do fabricante, e inserido no conduto radicular com auxílio de seringa com ponta agulhada. O pino de fibra de vidro foi acomodado e posicionado sobre um peso de 300g e removido os excessos de cimento com auxílio de microbrush descartável e posteriormente fotoativado o conjunto, durante 40 segundos.

Figura 22 - Manipulação do cimento resinoso



O conduto radicular foi isolado com ionômero de vidro, sobre a superfície cervical da raiz, fazendo com que o cimento resinoso não entrasse em contato com umidade do ambiente externo. Os espécimes foram armazenados em *ependorfs* umidade relativa a 37°C por 7 dias.

4.10. SECCIONAMENTO DAS RAÍZES EM TERÇOS

Após a cimentação dos pinos de fibra de vidro, as raízes foram mantidas em estufa em umidade relativa por 07 dias. Para o seccionamento, as raízes foram fixadas com cera pegajosa em placas de acrílico 3 cm X 3 cm e posteriormente seccionadas perpendicularmente ao seu longo eixo através do disco EXTEC DIA WAFER BLADE 4" x .012 x ½ (102 mm X 0,3 mm X 127 mm) que acoplado à cortadora de alta precisão - Isomet 1000. Para se obter fatias com espessura de aproximadamente 1 mm. Após o seccionamento, as fatias identificadas e mantidas em umidade relativa em *Eppendorfs* conforme o seu grupo.

4.11. ENSAIO MECÂNICO DE RESISTENCIA POR EXTRUSÃO – PUSH-OUT.

Após 24 horas os espécimes seccionados armazenados em *Eppendorfs* identificados em umidade relativa, foram secos e levados a máquina de ensaio universal. Os espécimes foram posicionados sobre um dispositivo especial constituído de uma base metálica de aço inoxidável contendo um orifício de 2,0 mm de diâmetro na região central, fixado na porção inferior da máquina de ensaio. As secções radiculares contendo o pino de fibra de vidro posicionadas na mesma direção do orifício da base metálica da máquina de ensaio universal EMIC D500 dotada de carga de 500N. Para a aplicação da força de extrusão foi posicionado uma haste metálica com ponta ativa de 1,0 mm de diâmetro no mordente da máquina e posicionada no centro do pino de fibra de vidro. O ensaio

de resistência por extrusão *push-out* foi conduzido, à velocidade de 1,0 mm/min, até a fratura.

Figura 23 – Corpo de prova realizado pela amostra da fatia radicular submetida ao ensaio de cisalhamento por extrusão.

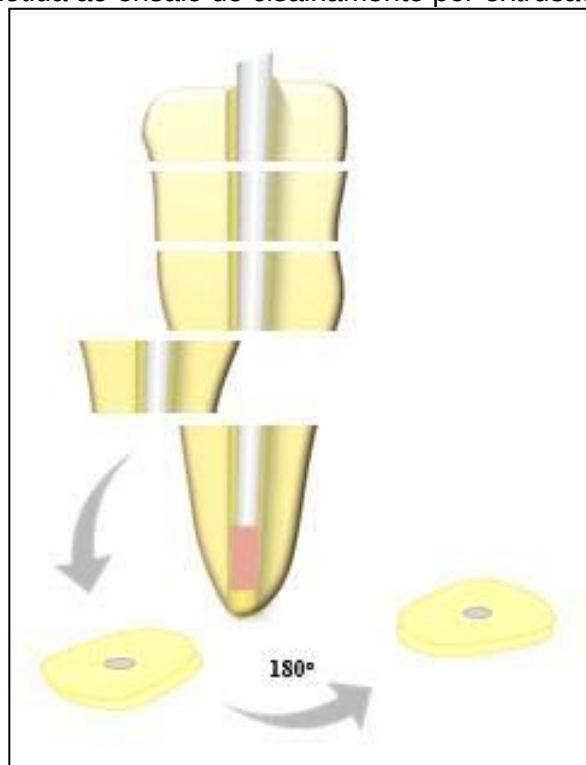


Figura 24. -- Deslocamento do pino após a aplicação da força.

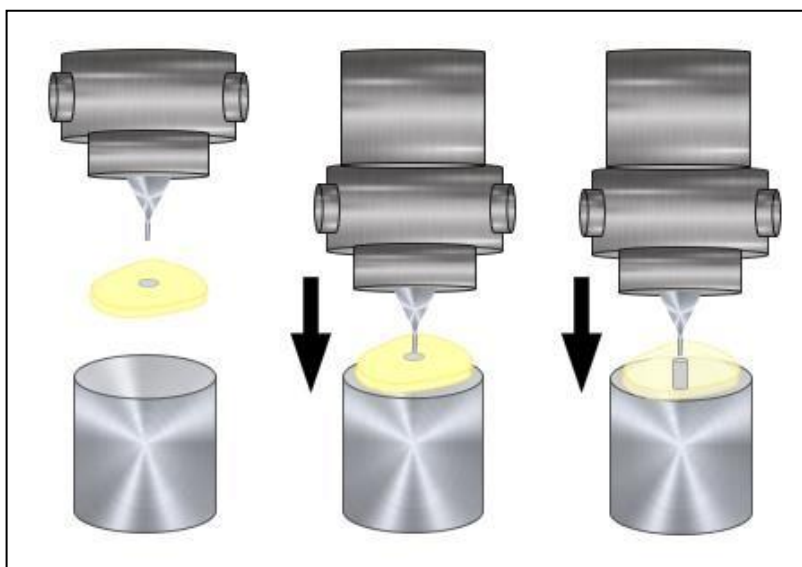


Figura 25: Máquina de ensaio universal (Instron, Norwood, MA, USA)



4.12. CONVERSÃO DE VALORES

Para análise dos dados foi necessário a conversão dos dados, de tal forma que a carga necessária para deslocamento do pino foi registrada em Newtons (N), transformada em quilograma/força (kgf) e convertida em megapascal (MPa), utilizando-se as fórmulas apresentadas no QUADRO 2.

CONVERSÃO DE VALORES FÓRMULA

Quadro 1 – Conversão de valores

CONVERSÃO DE VALORES	FÓRMULA
Conversão de valores de N para Kgf	$Kgf = N \times 0,1020$
Conversão de valores de Kgf para MPa	$MPa = Kgf \times 9,80 / \text{área em mm}^2 (A)$
Cálculo da área interna	$\text{Porção cilíndrica} = \pi \times h \times (2 \times R)$ $\text{Porção cônica} = \pi \times h \times (R + r)$

* constante = 3,1416; h = espessura da fatia; R = raio da porção mais calibrosa; r = raio da porção mais fina do pino.

4.13. ANÁLISE DO TIPO DE FRATURA

Os corpos de prova foram submetidos à análise visual com o auxílio de microscopia eletrônica confocal para determinar o tipo de padrão de fratura que ocorreu em cada espécime. A classificação para o padrão de fratura foi dividido em cinco categorias (Lins, et al., 2019).:

1. **Tipo I** - Falha adesiva entre cimento e pino de fibra;
2. **Tipo II** - Fratura adesiva entre cimento e dentina radicular;
3. **Tipo III** - Fratura coesiva, dentro do cimento.
4. **Tipo IV** - Fratura Coesiva no PFV
5. **Tipo V** - Fratura Mista, que consistem na combinação de dois ou mais modos de falha

Figura 26: **Microscópio Binocular Acromático Led**



4.14. ANÁLISE POR MICROSCOPIA ELETRÔNICA DE VARREDURA (MEV).

Amostras de cada grupo (n=3), Para realizar a análise pela Microscopia eletrônica de varredura (MEV) foi realizado o polimento das amostras em politriz elétrica giratória Aropol E (Arotec, São Paulo, Brasil) sob irrigação constante. Para o protocolo de polimento foi utilizado lixas de carbetto de silício em ordem decrescente de granulação 600, 800 e 1200 e a utilização de feltros impregnados com pasta de alumina com tamanho de partícula 3,0 e 0,3 μ m. A sequência do protocolo a seguir foi realizado da seguinte forma:

- 1) Lixa 600 por 2 minutos, ultrassom (USC 1400 – Unique, Santo Amaro, Brasil) durante 5 minutos.
- 2) Lixa 800 por 10 minutos, ultrassom por 5 minutos (USC 1400 – Unique, Santo Amaro, Brasil)
- 3) Lixa 1200 por 5 minutos, ultrassom por 5 minutos (USC 1400 – Unique, Santo Amaro, Brasil)
- 4) Feltro com pasta de alumina 3,0 μm por 10 minutos, ultrassom por 10 minutos (USC 1400 – Unique, Santo Amaro, Brasil)
- 5) Feltro com pasta de alumina 0,3 μm por 15 minutos e ultrassom por 15 minutos (USC 1400 – Unique, Santo Amaro, Brasil)

Após o polimento das amostras, as amostras foram lavadas com água deionizada por 60 segundos e devidamente secas com filtro de papel. Posteriormente, as amostras foram desproteinizadas com solução de hipoclorito de sódio a 10 (Proderma, Piracicaba, Brasil) durante 5 minutos, e foram lavadas em ultrassom com água deionizada por 5 minutos, e secas com filtro de papel e armazenada em estufa a 37°C por 24 horas. (Sacramento et al., 2011) Após o período, as amostras foram levadas para cobertura de ouro na máquina Delton Vacuum Desk II (North Church treet, Moorestown NJ) e observadas em Microscópio Eletrônico de Varredura (JEOL, JSM – 5600 LV, Scanning Electron Microscope, Tokyo, Japan), operando em vácuo, na potência de 15kv, com distância focal de 18 mm. Para obtenção das imagens em elétrons secundários e retro-espalhados foi feito em aumento de 35x.



Imagem 27: Microscópio eletrônico de varredura (JSM 5600LV; JEOL, Tóquio, Japão).

4.16. ANÁLISE ESTATÍSTICA

Após a análise exploratória, os dados obtidos pelo teste de push-out foram submetidos ao teste de normalidade Shapiro-wilk para utilização da análise fatorial. Os dados transformados, foram submetidos ANOVA três fatores e o teste post-hoc de Tukey foi aplicado para comparação entre os grupos ao nível de significância de 5%. Os dados foram analisados por meio do Software SPSS 21.0, Chicago, IL, USA.

Os dados em porcentagem das áreas infiltradas por nitrato de prata em foram submetidos ao teste de kruskal-Wallis ($p < 0,05$) e à análise descritiva. Para reduzir a interferência do examinador, foi realizado a determinação do erro do método da determinação do nível de coincidência intra-examinador. As imagens obtidas pelo MEV, foram analisadas três vezes por um único examinador calibrado.

REFERÊNCIAS

- 1) Van Meerbeek B, yhara K, Yoshida Y, Mine A, De Munck J, Van Landuyt K. State of the art of self-etch adhesives. *Dent Mater* 2011;27(1):17–2
- 2) Perdigão, J., Araujo, E., Ramos, R. Q., Gomes, G., & Pizzolotto, L. (2020). Adhesive dentistry: Current concepts and clinical considerations. *Journal of Esthetic and Restorative Dentistry*. doi:10.1111/jerd.12692
- 3) Chen, Y.-T., Hsu, T.-Y., Liu, H., & Chogle, S. (2020). *Factors Related to the Outcomes of Cracked Teeth Following Endodontic Treatment*. *Journal of Endodontics*.doi:10.1016/j.joen.2020.11.02
- 4) Naumann M, Preuss A, Frankenberger R. Reinforcement effect of adhesively luted fiber reinforced composite versus titanium posts. *Dent Mater*.2007 Feb;23(2):138-44.
- 5) Figueiredo FE, Martins-Filho PR, Faria-e-Silva AL. Do metal post-retained restorations result in more root fractures than fiber post-retained restorations? A systematic review and meta-analysis. *J Endod*. 2015;41:309–316. doi:10.1016/j.joen.2014.10.006
- 6) Bassir MM, Labibzadeh A, Mollaverdi F. The effect of amount of lost tooth structure and restorative technique on fracture resistance of endodontically treated premolars. *J Conserv Dent*. 2013 Sep;16(5):413-7. doi: 10.4103/0972-0707.117494. PMID: 24082569; PMCID: PMC3778622.
- 7) Wolf TG, Wentaschek S, Wierichs RJ, Briseño-Marroquín B. Interradicular Root Canals in Mandibular First Molars: A Literature Review and Ex Vivo Study. *J Endod*. 2019 Feb;45(2):129-135. doi: 10.1016/j.joen.2018.10.019. PMID: 30711167.
- 8) Bijelic-Donova, J., Keulemans, F., Vallittu, P. K., & Lassila, L. V. J. (2019). *Direct bilayered biomimetic composite restoration: The effect of a cusp-supporting short fiber-reinforced base design on the chewing fracture resistance and failure mode of molars with or without endodontic treatment*. *Journal of the Mechanical Behavior of Biomedical Materials*, 103554.doi:10.1016/j.jmbbm.2019.103554
- 9) Martins, M. D., Junqueira, R. B., de Carvalho, R. F., Lacerda, M. F. L. S., Faé, D. S., & Lemos, C. A. A. (2021). *Is a fiber post better than a metal post for the restoration of endodontically treated teeth? A systematic review and meta-analysis*. *Journal of Dentistry*, 112,

103750.doi:10.1016/j.jdent.2021.103750

- 10) Standlee, J. P., Caputo, A. A., & Hanson, E. C. (1978). *Retention of endodontic dowels: Effects of cement, dowel length, diameter, and design. The Journal of Prosthetic Dentistry*, 39(4), 401–405.doi:10.1016/s00223913(78)80156-5
- 11) da Costa Fartes OA, de Resende LM, Cilli R, do Carmo AMR, Baroudi K, Cortelli JR. Retention of Provisional Intraradicular Retainers Using Fiberglass Pins. *J Int Soc Prev Community Dent*. 2020 Sep 28;10(5):666673. doi: 10.4103/jispcd.JISPCD_298_20. PMID: 33282778; PMCID: PMC7685286.
- 12) Matos, J. D. M. de, Nakano, L. J. N., Lopes, G. da R. S., Silva, J. R., Grande, M. F. B., Marques, A. C., Ramos, N. de C. ., Vasconcelos, J. E. L. de ., Andrade, V. C., Bottino, M. A., & Nishioka, R. S. (2020). Post and core: a new clinical perspective – myths and facts. *ARCHIVES OF HEALTH INVESTIGATION*, 10(2), 221–227. <https://doi.org/10.21270/archi.v10i2.4810>
- 13) R. Sarkis-Onofre, H. Amaral Pinheiro, V. Poletto-Neto, C.D. Bergoli, M.S. Cenci, T. Pereira-Cenci, Randomized controlled trial comparing glass fiber posts and cast metal posts, *J. Dent*. 96 (2020), 103334.
- 14) M. Naumann, G. Sterzenbach, T. Dietrich, K. Bitter, R. Frankenberger, M. von Stein-Lausnitz, Dentin-like versus rigid endodontic post: 11-year randomized controlled pilot trial on no-wall to 2-wall defects, *J. Endod*. 43 (2017) 1770–1775.
- 15) X. Cui, Z. Shen, X. Wang, Esthetic appearances of anatomic contour zirconia crowns made by additive wet deposition and subtractive dry milling: a self- controlled clinical trial, *J. Prosthet. Dent*. 123 (2020) 442–448.
- 16) E. Cloet, E. Debels, I. Naert, Controlled clinical trial on the outcome of glass fiber composite cores versus wrought posts and cast cores for the restoration of endodontically treated teeth: a 5-year follow-up study, *Int. J. Prosthodont*. 30 (2017) 71–79.
- 17) Y.M. Qian, Q. Zhong, S. Chen, Comparison of clinical effects of Co-Cr alloy cast post-core and everStick fiber post in restoration of labially or lingually inclined maxillary central incisor, *Shanghai Kou Qiang Yi Xue*. 26 (2017) 89–93.

- 18) E.G. Karteva, N.A. Manchorova, S.B. Vladimirov, D.A. Keskinova, Clinical assessment of endodontically treated teeth, restored with or without radicular posts, *Folia Med (Plovdiv)*. 60 (2018) 291–299.
- 19) Sarkis-Onofre, R., Jacinto, R. de C., Boscato, N., Cenci, M. S., & PereiraCenci, T. (2014). *Cast metal vs. glass fibre posts: A randomized controlled trial with up to 3 years of follow up. Journal of Dentistry*, 42(5), 582–587. doi:10.1016/j.jdent.2014.02.003
- 20) Davies H, Ahmed SH, Edwards D. Metal vs fibre posts - which is clinically superior for the restoration of endodontically treated teeth? *Evid Based Dent*. 2021 Dec;22(4):162-163. doi: 10.1038/s41432-021-0222-y. Epub 2021 Dec 16. PMID: 34916651.
- 21) Elias Calabro, D., N Kojima, A., Gallego Arias Pecorari, V., Helena Coury Saraceni, C., B Blatz, M., Özcan, M., & Mikail Melo Mesquita, A. (2019). *A 10-Year Follow-Up of Different Intra-Radicular Retainers in Teeth Restored with Zirconia Crowns Clinical, Cosmetic and Investigational Dentistry, Volume 11*, 409–417. doi:10.2147/ccide.s228966
- 22) MARCHIONATTI, A. M. E., WANDSCHER, V. F., RIPPE, M. P., KAIZER, O. B., & VALANDRO, L. F. (2017). *Clinical performance and failure modes of pulpless teeth restored with posts: a systematic review. Brazilian Oral Research*, 31(0). doi:10.1590/1807-3107bor-2017.vol31.0064
- 23) Alshahrani A., Albaqami M., Naji Z., Al-Khunein Y., Alsubaie K., Alqahtani A., Al-Thobity A.M. Impact of different surface treatment methods on bond strength between fiber post and composite core material. *Saudi Dent. J.* 2021;33(6):334–341. doi: 10.1016/j.sdentj.2020.03.010
- 24) Miotti, L., Follak, A., Montagner, A., Pozzobon, R., da Silveira, B., & Susin, A. (2020). *Is Conventional Resin Cement Adhesive Performance to Dentin Better Than Self-adhesive? A Systematic Review and Meta-Analysis of Laboratory Studies. Operative Dentistry*. doi:10.2341/19-153-l
- 25) Nicholson, J. W., Sidhu, S. K., & Czarnecka, B. (2020). *Enhancing the Mechanical Properties of Glass-Ionomer Dental Cements: A Review. Materials*, 13(11), 2510. doi:10.3390/ma13112510

- 26) Khabeer A, Ahmed SZ, Zubair M, Faridi MA, Al-Harthi MA. Degree of conversion of two self-adhesive resin luting cements through different lengths of fiber post. *J Oral Sci.* 2021 Mar 31;63(2):125-128. doi: 10.2334/josnurd.20-0410. Epub 2020 Dec 24. PMID: 33361691.
- 27) Wingo, K. (2018). *A Review of Dental Cements. Journal of Veterinary Dentistry, 35(1), 18–27.* doi:10.1177/0898756418755339.
- 28) Van den Breemer CR, Özcan M, Pols MR, Postema AR, Cune MS, Gresnigt MM. Adhesion of resin cement to dentin: effects of adhesive promoters, immediate dentin sealing strategies, and surface conditioning. *Int J Esthet Dent.* 2019;14(1):52-63. PMID: 30714054.
- 29) Vaz RR, Hipoólito VD, D’Alpino PH, & Goes MF (2012) Bond strength and interfacial micromorphology of etch and-rinse and self-adhesive resin cements to dentin *Journal of Prosthodontics* 21(2) 101-111. 13. Guarda GB, Gonçalves LS, Correr AB, Moraes RR, Sinhoreti
- 30) Paolantonio M, & D’Arcangelo C (2011) Bond strength evaluation of three self-adhesive luting systems used for cementing composite and porcelain *Operative Dentistry* 36(6) 626-634. 8.
- 31) Zaniboni, J. F., Silva, A. M., Fernández, E., Melo Alencar, C., Morais, J. M. P., Campos, E. A., & Kuga, M. C. (2021). *Temporary cement residues affect the bond strength and dentin penetration of self-adhesive resin cement in fiberglass post cementation. Microscopy Research and Technique, 84(10), 2351–2360.* doi:10.1002/jemt.23789
- 32) Zaniboni, J. F., Silva, A. M., Fernández, E., Melo Alencar, C., Morais, J. M. P., Campos, E. A., & Kuga, M. C. (2021). *Temporary cement residues affect the bond strength and dentin penetration of self-adhesive resin cement in fiberglass post cementation. Microscopy Research and Technique, 84(10), 2351–2360.* doi:10.1002/jemt.23789
- 33) Oskoe, S. S., Bahari, M., Kimyai, S., Asgary, S., & Katebi, K. (2016). Push-out bond strength of fiber posts to Intraradicular dentin using multimode adhesive system. *Journal of Endodontics, 42(12), 1794– 1798.*
<https://doi.org/10.1016/j.joen.2016.08.025>
- 34) Freitas, T. L., Vitti, R. P., Miranda, M. E., & Brandt, W. C. (2019). Effect of glass fiber post adaptation on push-out bond strength to root dentin.

- Brazilian Dental Journal, 30(4), 350–355. <https://doi.org/10.1590/01036440201902491>
- 35) Prado, M., Marques, J. N., Pereira, G. D., Silva, E. M., & Simão, R. A. (2017). Evaluation of different surface treatments on fiber post cemented with a self-adhesive system. *Materials Science and Engineering: C Materials for Biological Applications*, 77, 257–262. <https://doi.org/10.1016/j.msec.2017.03.141>
 - 36) Miotti, L., Follak, A., Montagner, A., Pozzobon, R., da Silveira, B., & Susin, A. (2020). Is Conventional Resin Cement Adhesive Performance to Dentin Better Than Self-adhesive? A Systematic Review and Meta-Analysis of Laboratory Studies. *Operative Dentistry*. doi:10.2341/19-153-l
 - 37) Rodrigues, R. V., Sampaio, C. S., Pacheco, R. R., Pascon, F. M., Puppini-Rontani, R. M., & Gianini, M. (2017). Influence of adhesive cementation systems on the bond strength of relined fiber posts to root dentin. *Journal of Prosthetic Dentistry*, 118(4), 493–499. <https://doi.org/10.1016/j.prosdent.2017.01.006>
 - 38) Schwartz, R. S., & Robbins, J. W. (2004). Post placement and restoration of endodontically treated teeth: A literature review. *Journal of Endodontics*, 30(5), 289–301. <https://doi.org/10.1097/00004770-200405000-00001>
 - 39) Silva CF, Cabral LC, Navarro de Oliveira M, da Mota Martins V, Machado AC, Blumenberg C, Paranhos LR, Santos-Filho PCF. The influence of customization of glass fiber posts on fracture strength and failure pattern: A systematic review and meta-analysis of preclinical ex-vivo studies. *J Mech Behav Biomed Mater*. 2021 Jun;118:104433. doi: 10.1016/j.jmbbm.2021.104433. Epub 2021 Mar 3. PMID: 33684707.
 - 40) Barbosa Kasuya, A.V., Fava, I.N., Machado, A.C., Rezende Spini, P.H., Soares, P.V., Fonseca, R.B., 2019. Development of a fiber-reinforced material for fiber posts: evaluation of stress distribution, fracture load, and failure mode of restored roots [published online ahead of print, 2019 Oct 4]. *J. Prosthet. Dent* S0022–3913 (19). <https://doi.org/10.1016/j.prosdent.2019.04.026>, 30353-1.
 - 41) Biacchi, G.R., do Amaral, F.L.B., França, F.M.G., Turssi, C.P., Basting, R.T., 2016. Mechanical properties of flared root canals restored with fiber post and chemically activated resin: study using push-out bond strength and fracture

- load tests. *J. Adhes. Sci. Technol.* 30 (13), 1441–1452. <https://doi.org/10.1080/01694243.2016.1147126>.
- 42) Cardoso GC, Nakanishi L, Isolan CP, Jardim PDS, Moraes RR. Bond Stability of Universal Adhesives Applied To Dentin Using Etch-And-Rinse or Self-Etch Strategies. *Braz Dent J.* 2019 Oct 7;30(5):467-475. doi: 10.1590/0103-6440201902578. PMID: 31596331.
- 43) Van Meerbeek B, Yoshihara K, Van Landuyt K, Yoshida Y, Peumans M. From Buonocore's Pioneering Acid-Etch Technique to Self-Adhering Restoratives. A Status Perspective of Rapidly Advancing Dental Adhesive Technology. *J Adhes Dent.* 2020;22(1):7-34. doi: 10.3290/j.jad.a43994. PMID: 32030373.
- 44) LEISA K.; AL-DWAIRI Z.N.; LYNCH E.; LYNCH C.D. In vitro evaluation of the effect of different endodontic sealers on retentive strength of fiber posts. *OperDent.* Seattle, V.38, n.5, p.539-544, Sep./Oct. 2013
- 45) PEREIRA J.R.; ROSA R.A. da; VALLE A.L. do; GUIZONI J.S.; SÓ M.V.R.; SHIRATORI F.K. The influence of different cements on the pull-out bond strength of fiber posts. *J Prosthet Dent, Saint Louis*, v.112,n.1, p.59-63, jul. 2014b.
- 46) Vignolo V, Fuentes MV, Garrido MA, Rodríguez J, Ceballos L. Microhardness of different resin cement shades inside the root canal. *Med Oral Patol Oral Cir Bucal.* 2012 Sep 1;17(5):e859-64. doi: 10.4317/medoral.17802. PMID: 22322514; PMCID: PMC3482534.
- 47) Baena E, Fuentes MV, Garrido MA, Rodríguez J, Ceballos L. Influence of post-cure time on the microhardness of self-adhesive resin cements inside the root canal. *Oper Dent.* 2012 Sep-Oct;37(5):548-56. doi: 10.2341/11-079L. Epub 2012 Feb 15. PMID: 22335306.
- 48) Yoshida K, Meng X. Microhardness of dual-polymerizing resin cements and foundation composite resins for luting fiber-reinforced posts. *J Prosthet Dent.* 2014 Jun;111(6):505-11. doi: 10.1016/j.prosdent.2013.07.023. Epub 2014 Jan 10. PMID: 24412184.
- 49) Ding H, Meng X, Luo X. Hardness gradients of dual-polymerized flowable composite resins in simulated root canals. *J Prosthet Dent.* 2014 Nov;112(5):1231-7. doi: 10.1016/j.prosdent.2014.03.013. Epub 2014 May 23. PMID: 24862535.
-

- 50) International Organization for Standardization. TR 11405. Dental Materials – Guidance on testing of adhesion to tooth structure. 1994;1-15.
- 51) Weiser F, Behr M. Self-adhesive resin cements: a clinical review. J Prosthodont. 2015 Feb;24(2):100-8. <http://dx.doi.org/10.1111/jopr.12192>. PMID:25041496.
- 52) 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.
- 53) Paradella, T. C., & Fava, M. (2007). *Bond strength of adhesive systems to human tooth enamel. Brazilian Oral Research*, 21(1), 4–9. doi:10.1590/s1806-83242007000100001
- 54) Cardoso PEC, Braga RR, Carrilho MRO. Evaluation of micro- tensile, shear and tensile tests determining the bond strength of three adhesive systems. Dent Mater. 1998;14(6):394-8.
- 55) Bakaus, T. E., Gruber, Y. L., Reis, A., Gomes, O. M. M., & Gomes, G. M. (2018). *Bond strength values of fiberglass post to flared root canals reinforced with different materials. Brazilian Oral Research*, 32(0). doi:10.1590/1807-3107bor-2018.vol32.0013
- 56) SKUPIEN, J. A., SARKIS-ONOFRE, R., CENCI, M. S., MORAES, R. R. de, & PEREIRA-CENCI, T. (2015). *A systematic review of factors associated with the retention of glass fiber posts. Brazilian Oral Research*, 29(1), 1–8. doi:10.1590/1807-3107bor-2015.vol29.0074

Anexo I: Comprovante do relatório de similaridade

Effect of different fiberglass post cementation protocols on intra-radicular dentin bond strength

RELATÓRIO DE ORIGINALIDADE

11 %	11 %	11 %	1 %
ÍNDICE DE SEMELHANÇA	FONTES DA INTERNET	PUBLICAÇÕES	DOCUMENTOS DOS ALUNOS
FONTES PRIMÁRIAS			
1	tede2.uepg.br Fonte da Internet		2 %
2	Camila Ferreira Silva, Luana Cardoso Cabral, Murilo Navarro de Oliveira, Victor da Mota Martins et al. "The influence of customization of glass fiber posts on fracture strength and failure pattern: A systematic review and meta-analysis of preclinical ex-vivo studies", Journal of the Mechanical Behavior of Biomedical Materials, 2021 Publicação		1 %
3	journals.plos.org Fonte da Internet		1 %
4	"Full Issue", Operative Dentistry, 2021 Publicação		1 %
5	Marcela Marquezan, Fernanda Nahás P. Corrêa, Mariane Emi Sanabe, Leonardo Eloy Rodrigues Filho et al. "Artificial methods of dentine caries induction: A hardness and		1 %

ScholarOne Manuscripts™

Wilton Santos ▾

Português (PT) ▾

Instruções e formulários

Ajuda

Logout


Brazilian Dental Journal

Início
Autor

Painel Autor

Painel Autor

1 Manuscritos submetidos >

1 Manuscritos com decisões >

1 Manuscritos aguardando resubmissão >

Iniciar nova Submissão >

Instruções herdadas >

5 e-mails mais recentes >

Manuscritos submetidos

STATUS	ID	TÍTULO	CRIADO	SUBMETIDO
ADM: Feitosa, Carlos	BDJ-2022-4924	Effect of different fiberglass post cementation protocols on intra-radicular dentin bond strength Visualizar submissão	15-fev-2022	18-fev-2022
- Aguardando atribuição de avaliador - Aguardando decisão do EC				

✉ [Entrar em contato com o periódico](#)