

Atendendo a solicitação do(a) autor(a),  
o texto completo desta tese/dissertação  
será disponibilizado somente a partir de  
14/09/2024.

At the author's request, the full text of  
this thesis/dissertation will not be  
available until Sept 14, 2024.



UNIVERSIDADE ESTADUAL PAULISTA  
"JÚLIO DE MESQUITA FILHO"  
Campus de São José dos Campos  
Instituto de Ciência e Tecnologia

**LAÍS CAROLINA LANDIM GOMES**

**INFLUÊNCIA DE UM NOVO DISPOSITIVO ACESSÓRIO DE  
FOTOPOLIMERIZAÇÃO COM FIBRA ÓPTICA E PINO DE  
FIBRA DE VIDRO EXPERIMENTAL NAS PROPRIEDADES  
MECÂNICAS, FÍSICO-QUÍMICAS E ADESÃO DOS CIMENTOS  
RESINOSOS**

2022

**LAÍS CAROLINA LANDIM GOMES**

**INFLUÊNCIA DE UM NOVO DISPOSITIVO ACESSÓRIO DE  
FOTOPOLIMERIZAÇÃO COM FIBRA ÓPTICA E PINO DE FIBRA DE  
VIDRO EXPERIMENTAL NAS PROPRIEDADES MECÂNICAS,  
FÍSICO-QUÍMICAS E ADESÃO DOS CIMENTOS RESINOSOS**

Tese apresentada ao Instituto de Ciência e Tecnologia, Universidade Estadual Paulista (Unesp), Campus de São José dos Campos, como parte dos requisitos para obtenção do título de DOUTOR, pelo Programa de Pós-Graduação em ODONTOLOGIA RESTAURADORA.

Área: Prótese Dentária. Linha de pesquisa: Desempenho de Materiais Reabilitadores Protéticos.

Orientador : Prof. Assoc. Tarcisio José de Arruda Paes Junior

São José dos Campos

2022

Instituto de Ciência e Tecnologia [internet]. Normalização de tese e dissertação [acesso em 2022]. Disponível em <http://www.ict.unesp.br/biblioteca/normalizacao>

Apresentação gráfica e normalização de acordo com as normas estabelecidas pelo Serviço de Normalização de Documentos da Seção Técnica de Referência e Atendimento ao Usuário e Documentação (STRAUD).

Gomes, Laís Carolina Landim

Influência de um novo dispositivo acessório de fotopolimerização com fibra óptica e pino de fibra de vidro experimental nas propriedades mecânicas, físico-químicas e adesão dos cimentos resinosos / Laís Carolina Landim Gomes. - São José dos Campos : [s.n.], 2022.

104 f. : il.

Tese (Doutorado em Odontologia Restauradora) - Pós-Graduação em Odontologia Restauradora - Universidade Estadual Paulista (Unesp), Instituto de Ciência e Tecnologia, São José dos Campos, 2022.

Orientador: Tarcisio José de Arruda Paes Junior.

1. Adesão. 2. Cimentos de resina. 3. Luzes de cura dentária. 4. Técnica para retentor intrarradicular. I. Paes Junior, Tarcisio José de Arruda, orient. II. Universidade Estadual Paulista (Unesp), Instituto de Ciência e Tecnologia, São José dos Campos. III. Universidade Estadual Paulista 'Júlio de Mesquita Filho' - Unesp. IV. Universidade Estadual Paulista (Unesp). V. Título.

## **BANCA EXAMINADORA**

**Prof. Assoc. Tarcisio José de Arruda Paes Junior** (Orientador)

Universidade Estadual Paulista (Unesp)

Instituto de Ciência e Tecnologia

Campus de São José dos Campos

**Prof. Dr. Alfredo Mikail Melo Mesquita**

Universidade Paulista (UNIP)

Faculdade de Odontologia

Campus de São Paulo

**Prof. Dr. Guilherme Schmitt de Andrade**

Universidade Estadual do Oeste do Paraná

Campus de Cascavel

**Prof. Assoc. Alexandre Luiz Souto Borges**

Universidade Estadual Paulista (Unesp)

Instituto de Ciência e Tecnologia

Campus de São José dos Campos

**Prof<sup>a</sup>. Dra. Larissa Márcia Martins Alves**

Universidade de São Paulo (USP)

Faculdade de Odontologia

Campus de Bauru

São José dos Campos, 14 de setembro de 2022.

## DEDICATÓRIA

A **Deus** por me conceder saúde, persistência e determinação para realizar o Doutorado, pois sem fé, nada disso seria possível.

À **Mãe Rainha** por toda proteção e bençãos concedidas a mim, e por me permitir alcançar mais essa conquista em minha vida.

Aos meus pais, **Regina e Adalto**, por serem minha base e estarem ao meu lado em todos os momentos da minha vida, por me ensinarem sobre amor e os valores da vida. Agradeço por serem meus maiores incentivadores, me apoiarem em minhas decisões e me proporcionarem a oportunidade do estudo desde minha infância, sem vocês eu não teria chegado até aqui. Essa conquista é nossa! Amo vocês!

À minha querida irmã, **Lívia** pelo incentivo, amor, companheirismo e carinho ao longo de toda minha vida, e para quem eu tento ser uma pessoa melhor a cada dia.

Ao **Jafar**, por todo amor, respeito e companheirismo, por acreditar em mim nos momentos em que eu não acreditava, por me incentivar a ir atrás dos meus sonhos e nunca desistir, mesmo quando a dificuldade e desafios estavam presentes. Agradeço por todos os momentos memoráveis que colecionamos. É um privilégio compartilhar a minha vida com você.

À **Jéssica, Maria Carolina, Mariana, Tamires e Thaís** por estarem ao meu lado ao longo de 17 anos, agradeço por todos os momentos de alegria compartilhados, e por serem grandes incentivadoras dos meus sonhos e conquistas.

## AGRADECIMENTOS

A conclusão do Doutorado apenas tornou-se possível com a presença de pessoas queridas e essenciais em minha vida, pois sozinha não conseguiria alcançar esta conquista.

Ao meu querido orientador, **Prof. Tarcisio José de Arruda Paes Junior** pela oportunidade de ser sua orientada e confiança depositada em mim para o desenvolvimento desta pesquisa. Agradeço por todo conhecimento ensinado desde a minha graduação, por todas as oportunidades concedidas, pelos momentos de grande aprendizado nas atividades de extensão e clínicas, e pela excelente e amigável convivência ao longo dos anos. Muito obrigada por toda sua ajuda, orientação, paciência, carinho e acolhimento que recebi durante a Pós-Graduação.

Ao **Prof. Alexandre Luiz Souto Borges**, pelo aceite em fazer parte da minha banca de defesa de Doutorado, por todo o conhecimento transmitido para mim desde a minha graduação. Agradeço pelo carinho, acolhimento e pela excelente e amigável convivência ao longo dos anos. Muito obrigada por toda ajuda, pelas oportunidades concedidas e por sempre ser muito gentil e solícito comigo durante a graduação e pós graduação.

Ao **Prof. Alfredo Mikail Melo Mesquita**, agradeço pelo aceite em fazer parte da banca examinadora e por estar presente neste momento tão importante da minha carreira. Muito obrigada pelo tempo dedicado a este estudo, e pelas valiosas contribuições de conhecimento em prótese transmitidas a mim, contribuindo para minha formação profissional.

Ao **Prof. Guilherme Schmitt de Andrade**, primeiramente pelo aceite em estar presente em minha defesa como parte da banca examinadora, pelo tempo dedicado a leitura deste trabalho e as suas fundamentais contribuições de conhecimento clínico e de pesquisa conduzidos a mim. Agradeço também pela amizade ao longo da Pós - Graduação, pelos anos de convivência, e por ser sempre muito solícito em transmitir teu conhecimento, com muita atenção e paciência.

À **Prof<sup>a</sup>. Larissa Márcia Martins Alves**, agradeço pelo aceite em fazer parte da banca examinadora em minha defesa, pela contribuição de conhecimento para o desenvolvimento da minha pesquisa e pelo tempo dedicado a leitura e análise deste trabalho. Muito obrigada por estar presente neste momento tão importante da minha carreira acadêmica.

Aos Professores **João Maurício** e **Renata Melo**, por toda contribuição de conhecimento e valiosas considerações realizadas em meu exame de qualificação. Agradeço pela convivência ao longo da graduação e pós graduação, pela amizade e por todos os ensinamentos clínicos e de pesquisa transmitidos.

À **Empresa Angelus**, por confiar em nossa pesquisa e confeccionar os pinos experimentais utilizados neste estudo, além de conceder os pinos pré fabricados para o presente trabalho.

À **Photonita Metrologia Óptica**, por desenvolver e disponibilizar o dispositivo acessório emissor de luz utilizado neste trabalho.

Aos docentes do Departamento de Materiais Odontológicos e Prótese, **Prof. Lafayette Nogueira Jr**, **Prof. João Mauricio**, **Prof. Rodrigo Máximo**, **Prof<sup>o</sup> Alexandre Borges**, **Prof<sup>o</sup>. Tarcisio Paes Junior**, **Prof<sup>o</sup> Rubens Tango**, **Prof<sup>o</sup> Osvaldo Daniel Andreatta**, **Prof<sup>o</sup> Alberto Noriyuki Kojima**, **Prof<sup>a</sup> Renata Melo**, **Prof<sup>a</sup> Paula Komori**, **Prof<sup>o</sup> Renato Nishioka**, **Prof<sup>o</sup> Guilherme Saavedra**, **Prof<sup>o</sup> Eduardo Uemura**, **Prof<sup>a</sup> Nathália Ramos**. Meus sinceros agradecimentos por terem contribuído pela minha formação profissional, pelo acolhimento e pelos anos de convivência.

Aos Professores **Osvaldo Daniel Andreatta** e **Alberto Noriyuki Kojima** pela oportunidade em realizar meu estágio docência e monitoria na disciplina de Prótese Parcial Fixa durante os anos do Doutorado. Agradeço pelos momentos de convivência durante as clínicas, pelos conhecimentos transmitidos, amizade e acolhimento.

Ao **Prof.<sup>o</sup> Marco A. Bottino**, meus sinceros agradecimentos por todo aprendizado



transmitido a mim, pelo acolhimento e oportunidade em realizar meu Doutorado na especialidade de Prótese. Agradeço por todos os momentos de convivência ao longo da pós graduação, além de todas as oportunidades concedidas.

À **Thaís Paradella** e ao **Marcio Marques**, responsáveis pelo Laboratório de Pesquisa de Materiais Dentários, agradeço imensamente por toda ajuda durante os testes laboratoriais, gentileza, paciência, amizade e convivência durante a pós graduação. Muito obrigada por serem tão solícitos e atenciosos comigo em todos os momentos.

Às Professoras **Luana Marotta** e **Renata Falchete**, agradeço imensamente pelos conhecimentos sobre biologia celular transmitidos a mim desde o meu Mestrado. Muito obrigada por toda ajuda, atenção, parceria em trabalhos e pela convivência ao longo dos anos, levarei para sempre tudo que aprendi com vocês.

A todos os **Docentes** do Instituto de Ciência e Tecnologia- UNESP ICT, agradeço imensamente por todos os momentos de convivência e aprendizados transmitidos nas diferentes especialidades, desde a minha graduação até a conclusão do Doutorado.

Ao meu amigo de Pós-Graduação, **Leonardo Jiro** pela contribuição, ajuda e parceria na realização e desenvolvimento desta pesquisa e pela amizade e convivência durante os anos. À minha amiga, **Fernanda Pierre** pelos momentos compartilhados durante as clínicas e créditos, trabalhos e pesquisas realizadas juntas e pela parceria ao longo da Pós-Graduação. Aos meus amigos e companheiros de clínica, **Michelle de Sá, Natália Rossi** e **Amir Demachkia** pelos momentos de descontração, amizade, ajuda e companheirismo ao longo dos anos. À minha amiga, **Laura Calvache** agradeço pela parceria, amizade e os momentos compartilhados ao longo dos cursos e atividades realizadas juntas.

À minha amiga, **Lilian Siqueira** meu especial agradecimento por toda ajuda e contribuição com as análises e ensaios químicos desta pesquisa, seu conhecimento foi fundamental para conclusão desta etapa. Muito obrigada pela amizade, gentileza e por ser tão atenciosa e solícita comigo. Foi um privilégio te conhecer durante a Pós-Graduação e levarei nossa amizade ao longo da vida.

Aos amigos e companheiros da minha turma de Pós-Graduação, **Alana Bap, Talita Queiroz, Nathália Gonçalves, Ana Carolina, Natália Rossi, Michelle de Sá, Pedro Prado, Camila Rodrigues, Larissa Barreto, Juliana de Freitas, Elisa Aboucauch, Joyce Rodrigues, Elisa Kukulka, Jenniffer Rodrigues, Ana Beatriz, Priscila Rossi, Bárbara Fernandes, Joyce Roma, Manassés, Rossana, Jefferson Matos, Luigi, Amir, Fernanda Pierre, Leonardo Jiro, Laura Calvache, Jonas Rodrigues e Cristiane Inagati** pelos momentos memoráveis e de alegria compartilhados ao longo dos anos.

A todos os **alunos da Pós-Graduação** que estiveram comigo durante meu Doutorado, agradeço por todos os momentos de convivência e desejo muito sucesso a cada um de vocês.

Ao **Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais (INPE)** e o aluno, **José Vieira Dimare** meus sinceros agradecimentos pela colaboração e imensa ajuda com as análises químicas deste estudo, pelo tempo disponibilizado e todo o aprendizado transmitido a mim.

À **Universidade de São Paulo (USP) – Faculdade de Odontologia de Bauru** e ao **Prof.º Marco Antônio Húngaro Duarte** e seu aluno **Pedro Titato** pela colaboração e parceria para realização nas análises de Micro-CT. Agradeço pela disponibilização do equipamento e por todo conhecimento transmitido sobre os *softwares* e ensaios de forma atenciosa e gentil.

Aos técnicos e funcionários do departamento de Prótese Dentária do Instituto de Ciência e Tecnologia- UNESP ICT, **Lilian Vilela, Juliane Damasceno, Fernando Pontes, Marco Alfredo**. Agradeço imensamente por todos os momentos de convivência nas clínicas, auxílio e amizade desde a minha graduação e durante todo meu Doutorado.

À **Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior (CAPES)** pela bolsa concedida durante o ano letivo de 2020 do Doutorado.

Aos funcionários da seção de Pós- Graduação, **Carolina, Bruno e Sandra** do Instituto de Ciência e Tecnologia- UNESP. Agradeço por todos os auxílios e atenção realizados durante toda a Pós-Graduação.

Eu não poderia deixar de agradecer em especial à **UNESP- Instituto de Ciência e Tecnologia** por ser minha casa e me acolher como aluna durante 9 anos, onde tive a oportunidade e privilégio de conviver com professores incríveis e pessoas muito especiais que contribuíram de forma imensurável para minha formação profissional. Sentirei saudades de todos os laboratórios, departamentos em que passei, pessoas que convivi, e levarei por toda minha vida os aprendizados acadêmicos e pessoais que adquiri aqui. Uma vez Unesp, para sempre Unesp !

Por fim, agradeço a todos que direta ou indiretamente contribuíram para minha formação profissional.

**Muito obrigada.**

*"A humildade é a única base sólida de todas as virtudes".*

Confúcio

## SUMÁRIO

LISTA DE ABREVIATURAS E SIGLAS .....	12
RESUMO .....	13
ABSTRACT .....	14
1 INTRODUÇÃO .....	15
2 REVISÃO DE LITERATURA.....	18
2.1 Retentores intrarradiculares.....	18
2.2 Fotopolimerização .....	21
2.3 Cimentos resinosos .....	24
3 PROPOSIÇÃO .....	27
4 MATERIAL E MÉTODOS.....	28
4.1 Obtenção das amostras e grupos experimentais .....	28
4.2. Sistema de ativação com iluminador de fibra óptica .....	31
4.2.1 Dispositivo acessório de fotopolimerização .....	31
4.2.2 Pino de fibra de vidro experimental perfurado .....	32
4.2.3 Cálculo do tempo de fotoativação do novo sistema de fotopolimerização .....	33
4.3. Cimentação dos pinos de fibra de vidro.....	34
4.3.1 Protocolo de fotoativação dos retentores intrarradiculares.....	35
4.4 Corte das fatias para os ensaios mecânicos e físico-químicos .....	37
4.5 Ensaio mecânicos .....	38
4.5.1 Ensaio de <i>Push out</i> .....	38
4.5.2 Ensaio de Flexão 3 pontos .....	40
4.6 Ensaio físico-químicos.....	41
4.6.1 Grau de conversão .....	41
4.6.2 Caracterização de partículas do cimento em Espectroscopia de Energia Dispersiva (EDS).....	43
4.7 Análise da adesão e adaptação do novo sistema de fotopolimerização e pino de fibra de vidro .....	43
4.7.1 Análise em microscopia eletrônica de varredura (MEV) e detector EBSD .....	43
4.7.2 Análise em microtomografia computadorizada (Micro-CT) .....	44

4.8 Análise estatística .....	46
5 RESULTADOS.....	47
5.1 Ensaio <i>push out</i> .....	47
5.1.1 Resistência adesiva comparação entre os terços .....	47
5.1.2 Resistência adesiva terço apical.....	51
5.1.3 Resistência adesiva terço médio .....	53
5.1.4 Resistência adesiva terço cervical.....	56
5.2 Análise em estereomicroscópio das falhas após ensaio de <i>push out</i> ..	59
5.3 Ensaio de flexão 3 pontos .....	61
5.4 Análise do grau de conversão (RAMAN).....	65
5.5 Caracterização de partículas do cimento em Espectroscopia de Energia Dispersiva (EDS).....	67
5.6 Análise em microscopia eletrônica de varredura (MEV) e caracterização do material em detector EBSD .....	69
5.7 Análise em Microtomografia Computadorizada (Micro-CT).....	76
6 DISCUSSÃO .....	80
7 CONCLUSÃO .....	86
REFERÊNCIAS.....	87
ANEXOS .....	96

## LISTA DE ABREVIATURAS E SIGLAS

Bis-GMA	Bisfenol-A glicidil metacrilato
EDS	Espectroscopia de Energia Dispersiva
EDTA	Ácido etilenodiamino tetra-acético
HEMA	2-Hidroxietil metacrilato
MEV	Microscopia eletrônica de varredura
NaOCl	Hipoclorito de sódio
Raman	Espectroscopia Raman
TEGMA	Trietilenoglicol dimetacrilato

Gomes LCL. Influência de um novo dispositivo acessório de fotopolimerização com fibra óptica e pino de fibra de vidro experimental nas propriedades mecânicas, físico-químicas e adesão dos cimentos resinosos [tese]. São José dos Campos (SP): Universidade Estadual Paulista (Unesp), Instituto de Ciência e Tecnologia; 2022.

## RESUMO

O objetivo deste estudo foi avaliar *in vitro* a influência de um novo dispositivo fotopolimerização e pino de fibra de vidro nas propriedades mecânicas, físico-químicas e adesão dos cimentos resinosos. Foram utilizados oitenta dentes bovinos, submetidos ao tratamento endodôntico, distribuídos em 5 grupos (n=16): CD (Pino fibra vidro e cimento dual); PF (Pino perfurado e cimento fotoativado); PD (Pino perfurado e cimento dual); POF (Pino perfurado iluminador de fibra óptica e cimento fotoativado); POD (Pino perfurado iluminador de fibra óptica e cimento dual). Os dentes foram preparados para colocação de um protótipo de pino em fibra de vidro que possui um canal interno de diâmetro regular e com conicidade progressiva. A perfuração permite a inserção da fibra óptica ao longo da extensão do pino a fim de possibilitar a ação da luz ao longo de todo o comprimento do conduto radicular. Após a cimentação, os espécimes foram seccionados perpendicularmente, e obtida 1 fatia de 2 mm de espessura do terço apical, médio e cervical. A avaliação mecânica foi realizada através do ensaio de *push-out* para determinação da resistência adesiva nos terços cervical, médio e apical seguido pela análise da fratura em estereomicroscópio. Os retentores intrarradiculares foram também submetidos ao teste de flexão de 3 pontos para análise do material preenchedor do pino de fibra (n=10). As análises físico - químicas foram realizadas através da determinação do grau de conversão dos cimentos (RAMAN) e análise em espectroscopia de energia dispersiva (EDS) dos monômeros presentes. A adesão foi analisada pela interface de cimentação pelo MEV e reconstrução 3D do novo sistema através do Micro-CT. Os dados obtidos foram analisados estatisticamente pelo ANOVA (um e dois fatores) e comparação múltipla de Tukey, ( $p < 0,05$ ). Os resultados de resistência adesiva evidenciaram que o terço apical obteve o maior valor de resistência adesiva em comparação ao terço médio ( $p < 0,001$ ), o grupo POD do terço apical foi estatisticamente significativo em relação ao grupo CD do terço médio ( $p < 0,001$ ). Na análise individual de cada terço, não houve diferença entre os grupos experimentais e o controle ( $p > 0,05$ ). A falha adesiva entre cimento e dentina foi a mais predominante entre todos os grupos e terços. O pino de fibra de vidro (controle) obteve o maior valor de resistência à flexão ( $p < 0,001$ ), seguido do pino de fibra de vidro perfurado preenchido com cimento resinoso ( $p < 0,001$ ). Os maiores valores de GC foram alcançados pelo grupo POD com 82,3% (cervical) 69,9 % (médio) e 76,21% (apical) e o EDS comprovou a presença de componentes químicos adequados. A análise da adesão do novo pino de fibra de vidro comprova uma excelente adaptação no interior do canal radicular nas regiões cervical, médio e apical. Portanto o novo dispositivo com fibra óptica e pino de fibra de vidro experimental aumentaram as propriedades mecânicas, físico-químicas e adesão do cimento resinoso.

Palavras-chave: Adesão. Cimentos de resina. Luzes de cura dentária. Técnica para retentor intrarradicular.



Gomes LCL. Influence of a new light curing device with optical fiber and an experimental glass fiber post on the physicochemical, mechanical properties and adhesion of resin cement [doctorate thesis]. São José dos Campos (SP): São Paulo State University (Unesp), Institute of Science and Technology; 2022.

## ABSTRACT

The aim of this study was to evaluate *in vitro* the influence of a new light curing device with optical fiber and experimental glass fiber post on the physicochemical, mechanical, and adhesion properties of resin cements. Eighty bovine teeth were used, submitted to an endodontic treatment, distributed in 5 groups ( $n=16$ ): CD (Glass fiber post and dual cement); PF (Perforated post and light-cured cement); PD (Perforated post and dual cement); POF (Fiber optic illuminating with a perforated post and light-cured cement); POD (Fiber optic illuminating with a perforated post and dual cement). The teeth were prepared for placement of a glass fiber post prototype, which has an internal canal of regular diameter and progressive taper. The internal perforation extension allows the insertion of the optical fiber along the entire length of the post in order to allow the action of light along the entire length of the root canal. The specimens were sectioned perpendicularly for the tests, and 1 slice approximately 2 mm thick was obtained from the apical, middle and cervical thirds. The mechanical evaluation was carried out through the push-out test to determine the adhesive bond strength, in the cervical, middle and apical thirds, followed by the fracture analysis under a stereomicroscope, the intraradicular post were also submitted to the 3-point bending test for material analysis of the fiber post filler ( $n=10$ ). The physicochemical analyzes were performed by determining the degree of conversion of the cements (RAMAN) of each sample and the analysis of energy dispersive spectroscopy (EDS) of the monomers present. Adhesion was analyzed by the cementation interface and 3D reconstruction of the new system through micro-CT, and finally, SEM analysis of the adhesive interface. The data obtained were analyzed for normality and statistically by ANOVA (one and two ways) and Tukey's multiple comparison ( $p<0.05$ ). The adhesive bond strength results showed that the apical third had the highest value of adhesive strength compared to the middle third ( $p<0.001$ ), and the POD group of the apical third was statistically significant in relation to the CD group of the middle third ( $p<0.001$ ). In the individual analysis of each third, there was no difference between the experimental and control groups ( $p>0.05$ ). Adhesive failure between cement and dentin was the most prevalent among all groups and thirds. The conventional post (control) had the highest flexural strength value ( $p<0.001$ ), followed by the perforated fiberglass post filled with resin cement ( $p<0.001$ ). The POD group achieved the highest GC values with 82.3% (cervical), 69.9% (medium), and 76.21% (apical) and EDS confirmed the presence of adequate chemical components. The analysis of the adhesion of the new fiberglass post proves an excellent adaptation inside the root canal in the cervical, middle and apical regions. Therefore, the new light curing device with optical fiber and experimental glass fiber post improved the resin cement's mechanical, physicochemical, and adhesion.

**Keywords:** Adhesion. Dental curing lights. Resin cement. Technique for intraradicular post.

## 1 INTRODUÇÃO

Retentores intrarradiculares são dispositivos utilizados em situações de grandes destruições coronárias devido à ocorrência de extensas lesões cariosas, amplas restaurações, necessidade de tratamento endodôntico associados ou não a elementos protéticos, e fraturas dentárias. Os pinos ainda trazem vantagens como distribuição mais homogênea das cargas mastigatórias que atuam na raiz, periodonto e osso, e conferem retenção do conjunto: remanescente dentário, pino e restauração (Baratieri et al., 2002).

Os materiais que compõe esses pinos são as fibras longitudinais de vidro, consideradas o componente de reforço dos retentores, combinadas com uma matriz resistente de resina composta. Os pinos de fibra de vidro possuem módulo de elasticidade próximo ao da dentina, absorvendo as tensões geradas pelas forças mastigatórias e protegendo o remanescente radicular. Além disso, possuem altos valores de adesão as resinas odontológicas (Feuser et al., 2005; Moro et al., 2005). Esses pinos proporcionam uma estética favorável, o que é de suma relevância na odontologia restauradora. São fáceis de serem removidos, resistentes à corrosão, e permitem um preparo mais conservador do dente (Cara et al., 2007; Gomes et al., 2013).

O uso de pino de fibra e de sistema de núcleo tem sido extremamente investigado e suportado por estudos clínicos (Bitter, Kielbassa, 2007; Cagidiaco et al., 2008) e laboratoriais (Bitter, Kielbassa, 2007; Goracci et al., 2007). A fim de permitir a retenção ideal e a distribuição favorável do estresse no interior do canal radicular (De Santis et al., 2000), agentes de cimentação a base de resina são indicados para cimentação de pino de fibra (Goracci et al., 2007). Concomitante ao desenvolvimento das restaurações estéticas indiretas, surgiram os cimentos resinosos, fundamentais nos procedimentos de retenção dessas restaurações e com propriedades diferentes dos cimentos convencionais (Di Francescantonio, 2009; Hikita et al., 2007).

Os cimentos resinosos são classificados, segundo seu modo de polimerização, em fotopolimerizável, autopolimerizável ou de polimerização dual (Anusanvice, 2005; Diaz-Arnold et al., 1999). Os cimentos autopolimerizáveis possuem polimerização exclusivamente química, os fotopolimerizáveis apresentam polimerização ativada pela luz, e já os cimentos de polimerização dual têm a vantagem

de ter tanto as características dos cimentos auto quanto as dos fotopolimerizáveis, ou seja, alcançam um adequado grau de conversão independente da presença da luz e permitem o acabamento da restauração imediatamente após a sua cimentação (Caughman et al., 2001). Entretanto, mesmo sendo de polimerização dual, é preciso uma quantidade de luz adequada para iniciar o processo de polimerização (Tarle et al., 2006). Portanto, cimentos resinosos de polimerização dual ou autopolimerizáveis foram desenvolvidos para cimentação de pino de fibra (Radovic et al., 2009). No entanto, foi relatado que, na ausência de luz, alguns cimentos de ativação dual, podem não atingir um grau adequado de conversão (Caughman et al., 2001; Kumbuloglu et al., 2004). A polimerização adequada é considerada especialmente importante nas porções apicais dos canais radiculares que apresentaram adesão prejudicada no grande número de estudos que relatam as diferenças na adesão ao longo da interface do pino (Goracci et al., 2007).

A completa conversão dos monômeros em polímeros é dificilmente obtida nas condições clínicas em que essas reações se processam, ou seja, em poucos minutos, em pressão atmosférica, na presença de umidade, oxigênio e em temperatura corpórea normal (Nakabayashi, 2000). Dessa forma, a conversão dos monômeros em polímeros nunca é completa, e sempre permanecem no interior da massa consideráveis quantidades de grupos metacrilatos não reagidos, ou monômeros residuais. Estudos reportaram um grau de conversão variando de 35-80% (Asmussen, 1982; Ferracane, 1985; Noronha Filho et al., 2010; Pedreira et al., 2009).

A composição química dos materiais dentários e seu protocolo de aplicação no tecido dentinário também influenciam a compatibilidade com o complexo dentinopulpar (da Fonseca Roberti Garcia et al., 2016; Melo de Mendonça et al., 2007). (Co)monômeros e outras substâncias podem ser eluídas de materiais polimerizados com base de metacrilato (Ferracane, 1990). Estes subprodutos eluídos de materiais dentários após a manipulação e fixação foram considerados como potentes e afetando tanto a biocompatibilidade quanto a estabilidade estrutural da restauração (Ferracane, 1994).

Um grau de conversão inadequado resulta em baixa resistência ao desgaste, microinfiltração, reações inflamatórias teciduais, maior sorção e solubilidade, instabilidade de cor e maior chance de falhas e perdas de restaurações (Ferracane, 1985; Örtengren et al., 2001; Rosenstiel et al., 1998).

A distância da luz do cimento, a redução e dissipação da luz em decorrência da espessura do material restaurador, o tamanho e a quantidade de partículas de carga produzem uma diminuição gradual da polimerização conhecida como profundidade de cura (Roberts et al., 2004), e que influencia a estrutura do polímero formado (Asmussen, Peutzfeldt, 2003). A dureza do cimento resinoso pode ser influenciada pela espessura da restauração indireta e pela distância entre a ponta da unidade fotoativadora e a superfície do cimento resinoso (Pedreira et al., 2009).

Dietschi et al. (2007) em sua revisão sistemática, comprovou que do total de luz advinda do fotopolimerizador apenas 19,06% e 8,37% da luz emitida é transmitida para o terço médio e apical do canal radicular. Diversos estudos clínicos evidenciam a falha adesiva a qual ocorre em pinos de fibra de vidro e que levam ao insucesso da restauração, isso pois, vários fatores podem comprometer a formação e a integridade ao longo prazo da interface adesiva, incluindo baixa penetração de luz na porção mais profunda da raiz, comprovado pelos estudos (Cagidiaco et al., 2008; Ferrari et al., 2007, 2000; Mehta, Millar, 2008; Mericske-Stern et al., 1997; Pereira et al., 2013).

Mehta et al. (2008) em estudo clínico mostraram que a escolha do cimento e a fotoativação melhora o prognóstico, e que a descementação foi a principal causa de falha. Ferrari et al. (2007) evidenciaram clinicamente que de 79 falhas do tratamento, 21 foram ocasionadas pelo descolamento adesivo do pino. Ferrari et al. (2000) também relatam clinicamente que a causa principal de falha, foi ocasionada pelo descolamento do pino. Recentemente, Inagati et al. (2022) desenvolveram um novo dispositivo iluminador com fibra ótica e obtiveram aumento na polimerização e resistência dos cimentos resinosos utilizados na cimentação dos pinos de fibra de vidro.

Portanto, a fim de melhorar as restaurações estéticas e reabilitadoras, os cimentos resinosos surgiram para permitir a melhor adesão e resistência ao se utilizar pinos de fibra de vidro. Entretanto, como comprovado pela literatura, a conversão total dos monômeros não é possível devido às dificuldades do alcance da luz ativadora no terço apical da raiz, resultando em monômeros não reagidos e tóxicos aos tecidos periapicais, além da redução de sua resistência adesiva, levando ao insucesso do tratamento. Ao considerarmos as limitações nos processos de ativação de polímeros resinosos, torna-se relevante a busca por novas técnicas alternativas que visem melhorar as condições de efetivação da polimerização de cimentos resinosos.

## 7 CONCLUSÃO

A hipótese nula foi rejeitada e podemos concluir com este estudo:

- 1) O novo dispositivo acessório de fotoativação com fibra óptica e o pino de fibra de vidro experimental melhoraram a resistência adesiva no terço apical, sendo o grupo POD, que obteve o melhor desempenho de resistência adesiva em comparação aos demais grupos, descartando a hipótese nula;
- 2) A análise da fratura evidenciou a falha adesiva entre cimento e dentina a mais predominante em todos os grupos, seguida da falha adesiva entre pino e cimento;
- 3) A resistência à flexão do pino de fibra de vidro (controle) obteve o maior valor de resistência à flexão, seguido do pino de fibra de vidro perfurado preenchido com cimento;
- 4) O maior grau de conversão foi obtido pelo grupo POD, utilizando o dispositivo iluminador em todos os terços, cervical, médio e apical. Houve aumento do grau de conversão no terço apical entre o grupo POD e o controle com pino de fibra de vidro;
- 5) A análise em EDS comprovou haver os componentes químicos indicado pelo fabricante, não havendo interação prejudicial entre o cimento resino e o novo pino de fibra de vidro experimental;
- 6) A avaliação da adesão do novo pino de fibra de vidro perfurado pelo MEV, EBSD e Micro-CT indicaram uma excelente adaptação no interior do canal radicular e a reconstrução 3D permitiu a visualização e viabilidade do novo sistema de ativação e pino de fibra de vidro perfurado.

## REFERÊNCIAS\*

- Aldhafyan M, Silikas N, Watts DC. Influence of curing modes on conversion and shrinkage of dual-cure resin-cements. *Dent Mater.* 2022 Jan;38(1):194-203. doi: 10.1016/j.dental.2021.12.004. Epub 2021 Dec 17. PMID: 34924201
- AlQahtani MQ, AlShaafi MM, Price RB. Effects of single-peak vs polywave light-emitting diode curing lights on the polymerization of resin cement. *J Adhes Dent.* 2013 Dec;15(6):547-51. doi: 10.3290/j.jad.a29634. PMID: 23653902.
- Anusavice KJ. *Materiais dentários.* 11.ed. Rio de Janeiro: Elsevier; 2005.
- Asmussen E. Factors affecting the quantity of remaining double bonds in restorative resin polymers. *Scand J Dent Res.* 1982 Dec;90(6):490-6. doi: 10.1111/j.1600-0722.1982.tb00767.x. PMID: 6218604
- Asmussen E, Peutzfeldt A. Polymer structure of a light-cured resin composite in relation to distance from the surface. *Eur J Oral Sci.* 2003 Jun;111(3):277-9. doi: 10.1034/j.1600-0722.2003.00044.x. PMID: 12786961.
- Bahari M, Savadi Oskoe S, Kimyai S, Mohammadi N, Saati Khosroshahi E. Effect of light intensity on the degree of conversion of dual-cured resin cement at different depths with the use of translucent fiber posts. *J Dent (Tehran).* 2014 May;11(3):248-55. Epub 2014 May 31. PMID: 25628659; PMCID: PMC4290752.
- Beolchi RS, Moura-Netto C, Palo RM, Rocha Gomes Torres C, Pelissier B. Changes in irradiance and energy density in relation to different curing distances. *Braz Oral Res.* 2015;29:S1806-83242015000100257. doi: 10.1590/1807-3107BOR-2015.vol29.0060. PMID: 26017490.
- Bitter K, Kielbassa AM. Post-endodontic restorations with adhesively luted fiber-reinforced composite post systems: a review. *Am J Dent.* 2007 Dec;20(6):353-60. PMID: 18269124.
- Bouillaguet S, Troesch S, Wataha JC, Krejci I, Meyer JM, Pashley DH. Microtensile bond strength between adhesive cements and root canal dentin. *Dent Mater.* 2003 May;19(3):199-205. doi: 10.1016/s0109-5641(02)00030-1. PMID: 12628431.
- Cagidiaco MC, Goracci C, Garcia-Godoy F, Ferrari M. Clinical studies of fiber posts: a literature review. *Int J Prosthodont.* 2008 Jul-Aug;21(4):328-36. PMID: 18717092.
- Caldarelli P, Beltrani F, Pereira SK, Cardoso S, Hoepfner MG. Aparelhos fotopolimerizadores: evolução e aplicação clínica – uma revisão de literatura. *Odontol Clín – Cient.* 2011;10(4):317–21.

---

\* Baseado em: International Committee of Medical Journal Editors Uniform Requirements for Manuscripts Submitted to Biomedical journals: Sample References [Internet]. Bethesda: US NLM; c2003 [cited 2020 Jan 20]. U.S. National Library of Medicine; [about 6 p.]. Available from: [http://www.nlm.nih.gov/bsd/uniform\\_requirements.html](http://www.nlm.nih.gov/bsd/uniform_requirements.html)

Camilotti V, Grullón PG, Mendonça MJ, D'Alpino PH, Gomes JC. Influence of different light curing units on the bond strength of indirect resin composite restorations. *Braz Oral Res.* 2008 Apr-Jun;22(2):164-9. doi: 10.1590/s1806-83242008000200012. PMID: 18622487.

Cara AA, Capp CI, Tachibana A, Castanho GM, Barros RX de. Resistência à flexão de pinos de fibra de carbono e de fibra de vidro. *Rev odontol Univ Cid São Paulo.* 2007;19(1):13–20.

Carvalho MA, Lazari PC, Gresnigt M, Del Bel Cury AA, Magne P. Current options concerning the endodontically-treated teeth restoration with the adhesive approach. *Braz Oral Res.* 2018 Oct 18;32(suppl 1):e74. doi: 10.1590/1807-3107bor-2018.vol32.0074. PMID: 30365615.

Caughman WF, Chan DC, Rueggeberg FA. Curing potential of dual-polymerizable resin cements in simulated clinical situations. *J Prosthet Dent.* 2001 Jul;86(1):101-6. doi: 10.1067/mpr.2001.114842a. PMID: 11491072.

Chen Y, Yao C, Huang C, Wang Y. The effect of monowave and polywave light-polymerization units on the adhesion of resin cements to zirconia. *J Prosthet Dent.* 2019 Mar;121(3):549.e1-549.e7. doi: 10.1016/j.prosdent.2018.12.010. Epub 2019 Feb 16. PMID: 30782454.

David-Pérez M, Ramírez-Suárez JP, Latorre-Correa F, Agudelo-Suárez AA. Degree of conversion of resin-cements (light-cured/dual-cured) under different thicknesses of vitreous ceramics: systematic review. *J Prosthodont Res.* 2022 Jul 30;66(3):385-94. doi: 10.2186/jpr.JPR\_D\_20\_00090. Epub 2021 Dec 1. PMID: 34853236.

Diaz-Arnold AM, Vargas MA, Haselton DR. Current status of luting agents for fixed prosthodontics. *J Prosthet Dent.* 1999 Feb;81(2):135-41. doi: 10.1016/s0022-3913(99)70240-4. PMID: 9922425.

Dietschi D, Duc O, Krejci I, Sadan A. Biomechanical considerations for the restoration of endodontically treated teeth: a systematic review of the literature--Part 1. Composition and micro- and macrostructure alterations. *Quintessence Int.* 2007 Oct;38(9):733-43. PMID: 17873980.

Doshi P, Kanaparthi A, Kanaparthi R, Parikh DS. A Comparative analysis of fracture resistance and mode of failure of endodontically treated teeth restored using different fiber posts: an in vitro study. *J Contemp Dent Pract.* 2019 Oct 1;20(10):1195-9. PMID: 31883256.

Dotta TC, Bianco VC, Catirse ABCEB, Arnez MM, Castelo R, Godoi APT de. Color evaluation of a resin cement light polymerized by different light sources and submitted to potentially staining beverages. *Rev Odontol UNESP.* 2018;47(5):333–9. doi: 10.1590/1807-2577.09918.

Ferracane JL. Elution of leachable components from composites. *J Oral Rehabil.* 1994 Jul;21(4):441-52. doi: 10.1111/j.1365-2842.1994.tb01158.x. PMID: 7965355.

Ferracane JL. Correlation between hardness and degree of conversion during the setting reaction of unfilled dental restorative resins. *Dent Mater.* 1985 Feb;1(1):11-4. doi: 10.1016/S0109-5641(85)80058-0. PMID: 3160625.

Ferracane JL, Condon JR. Rate of elution of leachable components from composite. *Dent Mater.* 1990 Oct;6(4):282-7. doi: 10.1016/S0109-5641(05)80012-0. PMID: 2150825.

Ferrari M, Cagidiaco MC, Goracci C, Vichi A, Mason PN, Radovic I, et al. Long-term retrospective study of the clinical performance of fiber posts. *Am J Dent.* 2007 Oct;20(5):287-91. PMID: 17993023.

Ferrari M, Vichi A, Mannocci F, Mason PN. Retrospective study of the clinical performance of fiber posts. *Am J Dent.* 2000 May;13(Spec No):9B-13B. PMID: 11763869.

Feuser L, Araújo E, Andrada AC. Pinos de fibra: escolha corretamente. *Arq Odo.* 2005 Sep;41(3):193-272.

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 Mar;41(3):309-16. doi: 10.1016/j.joen.2014.10.006. Epub 2014 Nov 11. PMID: 25459568.

da Fonseca Roberti Garcia L, Pontes ECV, Basso FG, Hebling J, de Souza Costa CA, Soares DG. Transdentinal cytotoxicity of resin-based luting cements to pulp cells. *Clin Oral Investig.* 2016;20(7):1559-66. doi: 10.1007/s00784-015-1630-1.

Di Francescantonio M. Efeito da viscosidade e modo de ativação na resistencia de união a dentina, grau de conversão e resistencia flexural biaxial de cimentos resinosos duais [Dissertação]. Piracicaba (SP): Universidade Estadual de Campinas, Faculdade de Odontologia de Piracicaba; 2009.

Gbadebo OS, Ajayi DM, Oyekunle OO, Shaba PO. Randomized clinical study comparing metallic and glass fiber post in restoration of endodontically treated teeth. *Indian J Dent Res.* 2014 Jan-Feb;25(1):58-63. doi: 10.4103/0970-9290.131126. PMID: 24748301.

Godoy E de P, Pereira SK, de Carvalho BM, Martins GC, Franco APG de O. Aparelhos fotopolimerizadores: elevação de temperatura produzida por meio da dentina e durante a polimerização da resina composta. *Rev. Clín. Pesq. Odontol.* 2007 jan-abr;3(1):11-20



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 Sep-Oct;38(5):555-64. doi: 10.2341/11-494-L. Epub 2012 Dec 5. PMID: 23216469.

Gomes I, Lopes LP. Effect of Light-curing in the microhardness of resin cements of dual polymerization. *Rev Port Estomatol Med Dent Cirurg Maxilofac*. 2010;51(3):133–8. doi: 10.1016/S1646-2890(10)70002-9.

Goracci C, Grandini S, Bossù M, Bertelli E, Ferrari M. Laboratory assessment of the retentive potential of adhesive posts: a review. *J Dent*. 2007 Nov;35(11):827-35. doi: 10.1016/j.jdent.2007.07.009. Epub 2007 Sep 4. PMID: 17766026.

Haralur SB, Alasmari TA, Alasmari MH, Hakami HM. Light transmission of various aesthetic posts at different depths and its effect on push-out bond strength, microhardness of luting cement. *Medicina (Kaunas)*. 2022 Jan 4;58(1):75. doi: 10.3390/medicina58010075. PMID: 35056383; PMCID: PMC8780944.

Hikita K, Van Meerbeek B, De Munck J, Ikeda T, Van Landuyt K, Maida T, et al. Bonding effectiveness of adhesive luting agents to enamel and dentin. *Dent Mater*. 2007 Jan;23(1):71-80. doi: 10.1016/j.dental.2005.12.002. Epub 2006 Jan 19. PMID: 16426673.

Inagati CM, Grangeiro MTV, Rossi NR, Tribst JPM, Nakano LJN, de Carvalho PCK, et al. Effect of light emission through an optical fiber device on the bond strength of a hollow experimental intraradicular post. *J Adhes Dent*. 2022 Aug 18;24(1):325-33. doi: 10.3290/j.jad.b3240659. PMID: 35980241.

Ferracane JL, Condon JR. Rate of elution of leachable components from composite. *Dent Mater*. 1990 Oct;6(4):282-7. doi: 10.1016/S0109-5641(05)80012-0. PMID: 2150825.

de Jesus RH, Quirino AS, Salgado V, Cavalcante LM, Palin WM, Schneider LF. Does ceramic translucency affect the degree of conversion of luting agents? *Appl Adhes Sci*. 2020;8(1):1–10. doi: 10.1186/S40563-020-00127-2

Jiang Y, Zhao J, White DL, Genant HK. Micro CT and Micro MR imaging of 3D architecture of animal skeleton. *J Musculoskelet Neuronal Interact*. 2000 Sep;1(1):45-51. PMID: 15758525.

Khabeer A, Ahmed SZ, Zubair M, Faridi MA, Al-Harhi 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):125-8. doi: 10.2334/josnusd.20-0410. Epub 2020 Dec 24. PMID: 33361691.

Gomes GM, Gomes OMM, Reis A, Gomes JC, Loguercio AD, Calixto AL. Effect of

operator experience on the outcome of fiber post cementation with different resin cements. *Operative Dentistry*. 2013;38(5):555–64. doi: 10.2341/11-494-L.

Gomes I, Lopes LP. Effect of Light-Curing in the Microhardness of Resin Cements of Dual Polymerization. *Revista Portuguesa de Estomatologia, Medicina Dentária e Cirurgia Maxilofacial*. 2010;51(3):133–8. doi: 10.1016/S1646-2890(10)70002-9.

Goracci C, Grandini S, Bossù M, Bertelli E, Ferrari M. Laboratory assessment of the retentive potential of adhesive posts: A review. *Journal of Dentistry*. 2007;35(11):827–35. doi: 10.1016/j.jdent.2007.07.009.

Haralur SB, Alasmari TA, Alasmari MH, Hakami HM. Light Transmission of Various Aesthetic Posts at Different Depths and Its Effect on Push-Out Bond Strength, Microhardness of Luting Cement. *Medicina* 2022, Vol 58, Page 75. 2022;58(1):75. doi: 10.3390/MEDICINA58010075. PMID: 35056383.

Hikita K, Van Meerbeek B, De Munck J, Ikeda T, Van Landuyt K, Maida T, et al. Bonding effectiveness of adhesive luting agents to enamel and dentin. *Dental Materials*. 2007;23(1):71–80. doi: 10.1016/j.dental.2005.12.002.

Inagati CM, Grangeiro MTV, Rossi NR, Tribst JPM, Nakano LJM, de Carvalho PCK, Paes Junior TJA. Effect of Light Emission Through an Optical Fiber Device on the Bond Strength of a Hollow Experimental Intraradicular Post. *J Adhes Dent*. 2022 Aug 18;24(1):325-333. doi: 10.3290/j.jad.b3240659. PMID: 35980241..

J.L. Ferracane JRC. Rate of elution of leachable components from composite. *Dental Materials*. 1990;6:282-287.

de Jesus RH, Quirino AS, Salgado V, Cavalcante LM, Palin WM, Schneider LF. Does ceramic translucency affect the degree of conversion of luting agents? *Applied Adhesion Science*. 2020;8(1):1–10. doi: 10.1186/S40563-020-00127-2/TABLES/3.

Jiang Y, Zhao J, White DL, Genant HK. Micro CT and Micro MR imaging of 3D architecture of animal skeleton. *J Musculoskel Neuron Interact*. 2000;1:45–51.

Keiser G. *Comunicações por fibras ópticas*. 4th ed. Porto Alegre: AMGH; 2014.

Khabeer A, Ahmed SZ, Zubair M, Faridi MA, Al-Harathi MA. Degree of conversion of two self-adhesive resin luting cements through different lengths of fiber post. *Journal of Oral Science*. 2021;63(2):125–8. doi: 10.2334/JOSNUSD.20-0410. PMID: 33361691.

Kim YK, Kim SK, Kim KH, Kwon TY. Degree of conversion of dual-cured resin cement light-cured through three fibre posts within human root canals: an ex vivo study. *International Endodontic Journal*. 2009;42(8):667–74. Doi: 10.1111/J.1365-

2591.2009.01565.X. PMID: 19467047.

Kumbuloglu O, Lassila LV, User A, Vallittu PK. A study of the physical and chemical properties of four resin composite luting cements. *Int J Prosthodont*. 2004 May-Jun;17(3):357-63. PMID: 15237886.

Leandrin TP, Fernández E, Lima RO, Besegato JF, Escalante-Otárola WG, Kuga MC. Customized fiber post improves the bond strength and dentinal penetrability of resin cementation system to root dentin. *Oper Dent*. 2022 Jan 1;47(1):E22-E34. doi: 10.2341/20-117-L. PMID: 34969119.

Li Q, Lin HL, Zheng M, Ozcan M, Yu H. Minimum radiant exposure and irradiance for triggering adequate polymerization of a photo-polymerized resin cement. *Materials (Basel)*. 2021 Apr 30;14(9):2341. doi: 10.3390/ma14092341. PMID: 33946389; PMCID: PMC8124640.

Lorenzoni FC, Bonfante EA, Bonfante G, Martins LM, Witek L, Silva NR. MicroCT analysis of a retrieved root restored with a bonded fiber-reinforced composite dowel: a pilot study. *J Prosthodont*. 2013 Aug;22(6):478-83. doi: 10.1111/jopr.12045. Epub 2013 Apr 1. PMID: 23551899.

Marchionatti AME, Wandscher VF, Rippe MP, Kaizer OB, Valandro LF. Clinical performance and failure modes of pulpless teeth restored with posts: a systematic review. *Braz Oral Res*. 2017 Jul 3;31:e64. doi: 10.1590/1807-3107BOR-2017.vol31.0064. PMID: 28678974.

Martins MD, Junqueira RB, de Carvalho RF, Lacerda MFLS, Faé DS, Lemos CAA. Is a fiber post better than a metal post for the restoration of endodontically treated teeth? A systematic review and meta-analysis. *J Dent*. 2021 Sep;112:103750. doi: 10.1016/j.jdent.2021.103750. Epub 2021 Jul 16. PMID: 34274439.

Mehta SB, Millar BJ. A comparison of the survival of fibre posts cemented with two different composite resin systems. *Br Dent J*. 2008 Dec 13;205(11):E23. doi: 10.1038/sj.bdj.2008.1023. Epub 2008 Nov 21. PMID: 19029918.

de Mendonça AA, Souza PP, Hebling J, Costa CA. Cytotoxic effects of hard-setting cements applied on the odontoblast cell line MDPC-23. *Oral Surg Oral Med Oral Pathol Oral Radiol Endod*. 2007 Oct;104(4):e102-8. doi: 10.1016/j.tripleo.2007.05.017. Epub 2007 Aug 20. PMID: 17703970.

Moro M, Agostinho AM, Matsumoto W. Núcleos metálicos fundidos x pinos pré-fabricados. *PCL* 2005; 7(36):167-72.

Muniz L. Reabilitação estética em dentes tratados endodonticamente: pinos e possibilidades clínicas conservadoras São Paulo: Santos; 2010. 28p

Nakabayashi NPD. Hibridização dos tecidos dentais duros. São Paulo: Santos; 2000.

Noronha Filho JD, Brandão NL, Poskus LT, Guimarães JG, Silva EM. A critical analysis of the degree of conversion of resin-based luting cements. *J Appl Oral Sci*. 2010 Sep-Oct;18(5):442-6. doi: 10.1590/s1678-77572010000500003. PMID: 21085798; PMCID: PMC4246373.

Novais VR, Raposo LH, Miranda RR, Lopes CC, Simamoto PC Júnior, Soares CJ. Degree of conversion and bond strength of resin-cements to feldspathic ceramic using different curing modes. *J Appl Oral Sci.* 2017 Jan-Feb;25(1):61-68. doi: 10.1590/1678-77572016-0221. PMID: 28198977; PMCID: PMC5289401.

Ortengren U, Wellendorf H, Karlsson S, Ruyter IE. Water sorption and solubility of dental composites and identification of monomers released in an aqueous environment. *J Oral Rehabil.* 2001 Dec;28(12):1106-15. doi: 10.1046/j.1365-2842.2001.00802.x. PMID: 11874509.

Par M, Gamulin O, Spanovic N, Bjelovucic R, Tarle Z. The effect of excitation laser power in Raman spectroscopic measurements of the degree of conversion of resin composites. *Dent Mater.* 2019 Sep;35(9):1227-37. doi: 10.1016/j.dental.2019.05.018. Epub 2019 May 30. PMID: 31155150.

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 Jul;25(7):868-76. doi: 10.1016/j.dental.2009.01.096. Epub 2009 Feb 12. PMID: 19217152.

Pereira CB, Magalhães CS, Lages FS, Ferreira RC, da Silva EH, da Silveira RR, et al. Degree of conversion and microhardness of resin cements photoactivated through glass ceramic. *J Clin Exp Dent.* 2021 Nov 1;13(11):e1068-e1075. doi: 10.4317/jced.58630. PMID: 34824691; PMCID: PMC8601702.

Pereira JR, Lins do Valle A, Ghizoni JS, Lorenzoni FC, Ramos MB, Dos Reis Só MV. Push-out bond strengths of different dental cements used to cement glass fiber posts. *J Prosthet Dent.* 2013 Aug;110(2):134-40. doi: 10.1016/S0022-3913(13)60353-4. Erratum in: *J Prosthet Dent.* 2013 Sep;110(3):235. Barbosa, Marcelo Ramos [corrected to Ramos, Marcelo Barbosa]. PMID: 23929375.

Pianelli C, Devaux J, Bebelman S, Leloup G. The micro-Raman spectroscopy, a useful tool to determine the degree of conversion of light-activated composite resins. *J Biomed Mater Res.* 1999;48(5):675-81. doi: 10.1002/(sici)1097-4636(1999)48:5<675::aid-jbm11>3.0.co;2-p. PMID: 10490681.

Pontes ECV, Soares DG, Hebling J, De Souza Costa CA. Citotoxicidade transdentinária de cimentos resinosos sobre células odontoblastóides e pulpareas humanas. *Rev. odontol. UNESP.* 2014 42 (N Especial):36.

Pulido CA, de Oliveira Franco AP, Gomes GM, Bittencourt BF, Kalinowski HJ, Gomes JC, et al. An in situ evaluation of the polymerization shrinkage, degree of conversion, and bond strength of resin cements used for luting fiber posts. *J Prosthet Dent.* 2016 Oct;116(4):570-6. doi: 10.1016/j.prosdent.2016.02.019. Epub 2016 May 5. PMID: 27157607.

Radovic I, Corciolani G, Magni E, Krstanovic G, Pavlovic V, Vulicevic ZR, et al. Light

transmission through fiber post: the effect on adhesion, elastic modulus and hardness of dual-cure resin cement. *Dent Mater.* 2009 Jul;25(7):837-44. doi:10.1016/j.dental.2009.01.004. Epub 2009 Feb 11. PMID: 19215974.

Roberts HW, Leonard DL, Vandewalle KS, Cohen ME, Charlton DG. The effect of a translucent post on resin composite depth of cure. *Dent Mater.* 2004 Sep;20(7):617-22. doi: 10.1016/j.dental.2003.10.004. PMID: 15236935.

Rosenstiel SF, Land MF, Crispin BJ. Dental luting agents: A review of the current literature. *J Prosthet Dent.* 1998 Sep;80(3):280-301. doi: 10.1016/s0022-3913(98)70128-3. PMID: 9760360.

Rüttermann S, Suyoun K, Raab WH, Janda R. Effect of exposure time on the color stability of resin-based restorative materials when polymerized with quartz-tungsten halogen and LED light. *Clin Oral Investig.* 2010 Oct;14(5):599-605. doi: 10.1007/s00784-009-0316-y. Epub 2009 Jul 21. PMID: 19629544.

Salameh Z, Ounsi HF, Aboushelib MN, Sadig W, Ferrari M. Fracture resistance and failure patterns of endodontically treated mandibular molars with and without glass fiber post in combination with a zirconia-ceramic crown. *J Dent.* 2008 Jul;36(7):513-9. doi: 10.1016/j.jdent.2008.03.014. Epub 2008 May 13. PMID: 18479800.

De Santis R, Prisco D, Apicella A, Ambrosio L, Rengo S, Nicolais L. Carbon fiber post adhesion to resin luting cement in the restoration of endodontically treated teeth. *J Mater Sci Mater Med.* 2000 Apr;11(4):201-6. doi: 10.1023/a:1008987823354. PMID: 15348032.

Sarkis-Onofre R, Amaral Pinheiro H, Poletto-Neto V, Bergoli CD, Cenci MS, Pereira-Cenci T. Randomized controlled trial comparing glass fiber posts and cast metal posts. *J Dent.* 2020 May;96:103334. doi: 10.1016/j.jdent.2020.103334. Epub 2020 Apr 14. PMID: 32302640

Stylianou A, Burgess JO, Liu PR, Givan DA, Lawson NC. Light-transmitting fiber optic posts: An in vitro evaluation. *J Prosthet Dent.* 2017 Jan;117(1):116-23. doi: 10.1016/j.prosdent.2016.06.020. Epub 2016 Sep 16. PMID: 27646793.

Tarle Z, Knezevic A, Demoli N, Meniga A, Sutaloa J, Unterbrink G, et al. Comparison of composite curing parameters: effects of light source and curing mode on conversion, temperature rise and polymerization shrinkage. *Oper Dent.* 2006 Mar-Apr;31(2):219-26. doi: 10.2341/05-15. PMID: 16827025.

Tuan HS, Hutmacher DW. Application of micro CT and computation modeling in bone tissue engineering. *Computer-Aided Design.* 2005;37(11):1151-61. doi: 10.1016/J.CAD.2005.02.006.

Urapepon S. Degree of conversion of resin composite cured by light through a

translucent fiber posts. *The Journal of Advanced Prosthodontics*. 2014;6(3):194–9. doi: 10.4047/JAP.2014.6.3.194. PMID: 25006383.

Verna A, Cristiane S, Nagashima Y, Ferreira LS, Lopes Da Silveira B, Navarro RS, et al. Avaliação da microinfiltração na interface dente/cimento resinoso/porcelana utilizando-se luz halógena ou LED: estudo in vitro. *Revista de Odontologia Da Universidade Cidade de São Paulo*. 2018;20(1):23–9. doi: 10.26843/RO\_UNICID.V20I1.602.

Versiani MA, Pécora JD, De Sousa-Neto MD. Root and root canal morphology of four-rooted maxillary second molars: a micro-computed tomography study. *Journal of Endodontics*. 2012;38(7):977–82. doi: 10.1016/J.JOEN.2012.03.026. PMID: 22703664.

Vieira C, Bachmann L, De Andrade Lima Chaves C, Correa Silva-Sousa YT, Correa Da Silva SR, Alfredo E. Light transmission and bond strength of glass fiber posts submitted to different surface treatments. *The Journal of Prosthetic Dentistry*. 2021;125(4):674.e1-674.e7. doi: 10.1016/J.PROSDENT.2020.11.031. PMID: 33431176.

Wang X, Shu X, Zhang Y, Yang B, Jian Y, Zhao K. Evaluation of fiber posts vs metal posts for restoring severely damaged endodontically treated teeth: a systematic review and meta-analysis. *Quintessence International (Berlin, Germany : 1985)*. 2019;50(1):8–20. doi: 10.3290/J.QI.A41499. PMID: 30600326.

Yumi Umeda Suzuki T, Gomes-Filho JE, Fraga Briso AL, Gonçalves Assunção W, Dos Santos PH. Influence of the depth of intraradicular dentin on the pushout bond strength of resin materials. *Journal of Investigative and Clinical Dentistry*. 2019;10(4):e12461. doi: 10.1111/JICD.12461. PMID: 31544359.

Zhou L, Wang Q. Comparison of Fracture Resistance between Cast Posts and Fiber Posts: A Meta-analysis of Literature. *Journal of Endodontics*. 2013;39(1):11–5. doi: 10.1016/J.JOEN.2012.09.026. PMID: 23228250.