

PONTIFÍCIA UNIVERSIDADE CATÓLICA DE MINAS GERAIS
Programa de Pós-graduação em Odontologia

Thales Lara Rabelo

**RETENTORES INTRARRADICULARES DE FIBRA DE VIDRO: comparação entre
diferentes técnicas para restauração de canais amplos**

Belo Horizonte
2020

Thales Lara Rabelo

RETENTORES INTRARRADICULARES DE FIBRA DE VIDRO: comparação entre diferentes técnicas para restauração de canais amplos

Dissertação apresentada ao Programa de Pós-graduação em Odontologia da Pontifícia Universidade Católica de Minas Gerais, como requisito parcial para obtenção do título de Mestre em Odontologia, Área de Concentração: Clínicas Odontológicas, Área Temática: Prótese Dentária.

Linha de Pesquisa: Propriedades físicas, químicas e biológicas dos materiais odontológicos.

Orientador: Prof. Dr. Paulo Isaias Seraidarian

Belo Horizonte

2020

FICHA CATALOGRÁFICA

Elaborada pela Biblioteca da Pontifícia Universidade Católica de Minas Gerais

R114r Rabelo, Thales Lara
Retentores intrarradiculares de fibra de vidro: comparação entre diferentes técnicas para restauração de canais amplos / Thales Lara Rabelo. Belo Horizonte, 2020.
83 f. : il.

Orientador: Paulo Isaias Seraidarian

Dissertação (Mestrado) - Pontifícia Universidade Católica de Minas Gerais. Programa de Pós-Graduação em Odontologia

1. Restauração (Odontologia). 2. Fibras de vidro. 3. Coroas (Odontologia). 4. Canal radicular. 5. Pinos dentários. 6. Materiais dentários. I. Seraidarian, Paulo Isaias. II. Pontifícia Universidade Católica de Minas Gerais. Programa de Pós-Graduação em Odontologia. III. Título.

CDU: 616.314.18

Thales Lara Rabelo

RETENTORES INTRARRADICULARES DE FIBRA DE VIDRO: comparação entre diferentes técnicas para restauração de canais amplos

Dissertação apresentada ao Programa de Pós-graduação em Odontologia da Pontifícia Universidade Católica de Minas Gerais, como requisito parcial para obtenção do título de Mestre em Odontologia. Área de Concentração: Clínicas Odontológicas – Área Temática: Prótese Dentária.

COMPOSIÇÃO DA BANCA EXAMINADORA:

- 1- Prof. Dr. Rodrigo de Castro Albuquerque – UFMG
- 2- Prof. Dr. Vinícius de Magalhães Barros – PUC Minas
- 3- Prof. Dr. Paulo Isaias Seraidarian – PUC Minas

DATA DA APRESENTAÇÃO E DEFESA: 10 de fevereiro de 2020

A dissertação, nesta identificada, foi aprovada pela Banca Examinadora

Prof. Dr. Paulo Isaias Seraidarian
Orientador

Prof. Dr. Rodrigo Villamarim Soares
**Coordenador do Programa de Pós-graduação
em Odontologia**

*À minha família,
por todo o amor, educação e exemplo.*

AGRADECIMENTOS

Agradeço a Deus e a Nossa Senhora por me abençoarem com tantos presentes divinos e cada oportunidade de evolução e convívio com pessoas especiais.

Aos meus pais, Áurea Lara Rabelo e Stênio Cardoso Rabelo pela minha educação e formação. Tenho consciência de que os valores e caráter são os maiores bens que um indivíduo pode ter.

Ao meu irmão Rafael, pelo companheirismo e amizade de sempre.

À minha noiva Jéssica, pela ajuda, incentivo e companheirismo. Há anos fundamental nas minhas alegrias e frustrações.

Ao meu maior professor, Stênio Cardoso Rabelo, pelo exemplo de dedicação, capricho e amor à Odontologia.

À minha família, sinônimo de amor e união.

Aos meus amigos, mesmo com a distância, sempre se fizeram presentes na minha vida e estarão sempre em meu coração.

Ao meu orientador, Professor Dr. Paulo Isaias Seraidarian, pela oportunidade de realizar este trabalho. Obrigado pela confiança e por me atender com paciência todas as vezes em que bati em sua porta. Agradeço por todos os ensinamentos compartilhados de forma admirável. Pode ter certeza que se tornou uma das minhas maiores referências como pessoa e profissional.

Ao professor Alberto Nogueira da Gama Antunes, por toda a ajuda durante a realização deste trabalho. Sua contribuição foi essencial para concretização desse trabalho. Eu não teria conseguido sem a sua ajuda. Muito obrigado!

Ao Victor Couto Figueiredo, pela disponibilidade e boa vontade para me ajudar na condução desse trabalho. Saiba que sua ajuda foi muito importante e fundamental! Muito obrigado!

Ao Gu, ao Marcelo e Tulio do laboratório da Implantart, pela grande ajuda nesse trabalho! A ajuda de vocês foi fundamental para que eu conseguisse realizar a tarefa árdua de confeccionar os corpos de prova. Muito obrigado meus amigos!

Ao Xororó e ao Pedro do laboratório, pela boa vontade e disponibilidade para me ajudar com a parte de CAD-CAM do trabalho. Grande parte desta pesquisa só pôde ser concluída graças a vocês. Muito obrigado!

Ao colega e amigo Daniel Pardini, pela amizade de sempre, parceria e contribuição neste trabalho.

Ao colega de mestrado Allyson Fonseca, um amigo e parceiro que Deus colocou no meu caminho. Você é iluminado meu caro! Estamos juntos!

À colega de Mestrado Manuela, pela ajuda com a obtenção dos dentes bovinos da pesquisa.

Ao aluno de iniciação científica, Filipe Augusto Dutra Duarte, pela contribuição neste trabalho.

A todos os colegas de mestrado, pelo bom convívio e amizade! Sucesso a todos!

Ao professor Dr. Rodrigo de Castro Albuquerque, pela amizade, apoio e disposição em ajudar. Saiba que seu trabalho me inspira e me motiva a evoluir cada vez mais. Muito obrigado!

À FGM, pelo suporte e por ceder grande parte dos materiais para a realização desta pesquisa.

À Angelus, pelo suporte e por ceder grande parte dos materiais para a realização desta pesquisa.

À Karine Tavano pela disposição para tirar dúvidas no início do meu projeto de pesquisa.

À Sílvia e Angélica da secretaria, pela disposição e ajuda durante esses dois anos de Mestrado. Muito obrigado!

Às professoras Vanessa Silveira e Adriana Vieira Martins, pela parceria e exemplo de dedicação.

À professora Cláudia Nakandakari, pela confiança e parceria.

À professora e amiga Flávia Barbosa, pela amizade e disponibilidade em ajudar.

Ao Tilo e Cassiano pela confiança e parceria.

Ao professor Dr. Martinho Campolina Rebello Horta, pela paciência e ajuda com a parte de estatística.

À minha assistente Natália, pelo apoio e parceria! Estamos juntos!

À coordenação e aos professores da Unifenas/*Campus* Divinópolis, pela confiança em meu trabalho.

À FAPEMIG pela bolsa de auxílio no mestrado.

A todos os professores do Programa de Pós-graduação em Odontologia da PUC Minas, pelos ensinamentos compartilhados e críticas construtivas.

Muito obrigado a todos que de alguma forma contribuíram para que eu chegasse até aqui! Peço desculpas pela ausência durante esse período de tarefas e estresse! Sem dúvida foi uma etapa de desequilíbrio, mas que valeu a pena!

“Tudo o que um sonho precisa para ser realizado é alguém que acredite que ele possa ser realizado.” (ROBERTO SHINYASHIKI).

RESUMO

Dentes tratados endodonticamente, com severa destruição coronária, necessitam muitas vezes de retentores intrarradiculares para promover estrutura suficiente para as futuras restaurações. Os núcleos metálicos fundidos, muito utilizados no passado, apresentam algumas desvantagens significantes, tais como maior risco de fratura radicular e resultado estético insatisfatório, devido à ausência de translucidez e alto módulo de elasticidade do material. Pinos de fibra de vidro possuem vantagens por apresentarem mais estética e módulo de elasticidade de maior compatibilidade com as estruturas dentais. Portanto, o objetivo deste estudo foi avaliar o comportamento deste material como retentor intrarradicular em canais amplos. Foram comparados cinco tipos diferentes de técnicas para confecção de núcleos de fibra de vidro. Dentes bovinos tiveram as coroas seccionadas, condutos alargados com broca e foram divididos em cinco grupos (n=10), G1 = pino de fibra de vidro e preenchimento com resina Bulk Fill; G2 = pino de fibra de vidro e preenchimento com cimento AllCem core; G3 = pino de fibra de vidro anatômico e preenchimento com resina Bulk Fill; G4 = pino de fibra de vidro anatômico fresado; G5 = pino de fibra de vidro *Splendor*® e preenchimento com resina Bulk Fill. Todos os dentes foram restaurados com coroas em resina fresada nas mesmas dimensões, fabricadas em CAD-CAM e depois submetidos ao teste de resistência à fratura, por meio de carga compressiva (0,5 mm/min a 135° em relação ao longo do eixo do dente) em máquina de ensaios mecânicos universal. Os resultados mostraram que pinos de fibra de vidro podem ser uma excelente alternativa para confecção de núcleos em canais amplos. Houve predominância de padrões de fratura favorável (terços coronário e cervical) e os grupos G2 e G5 apresentaram os melhores resultados nesse quesito. Não houve diferença estatística entre os grupos experimentais em relação à resistência à fratura.

Palavras-chave: Fibra de vidro. Coroas. Dente não vital. Técnica para retentor intrarradicular.

ABSTRACT

Endodontically treated teeth with severe coronary destruction often require intraradicular retainers to provide sufficient structure for future restorations. Cast metal post-and-core, widely used in the past, present some significant disadvantages, such as higher risk of root fracture and unsatisfactory aesthetic result, due to the absence of translucency and high modulus of elasticity of the material. Fiber posts have advantages because they have more aesthetics and elastic modulus of greater compatibility with dental structures. Therefore, the aim of this study was to evaluate the behavior of this material as an intraradicular retainer in flared roots. Five different types of techniques for manufacture fiberglass cores were compared. Bovine teeth had the crowns sectioned, the roots were flared with drill and were divided into five groups (n = 10), G1 = prefabricated fiber posts and filling with Bulk Fill Resin; G2 = prefabricated fiber posts and AllCem core® cement filler; G3 = anatomical fiberglass post and fill with Bulk Fill resin; G4 = CAD-CAM glass fiber post-and-core; G5 = Splendor® fiberglass stud and Bulk Fill resin fill. All teeth were restored with milled resin crowns of the same dimensions, manufactured in CAD-CAM and then subjected to fracture resistance testing by compressive force (0.5 mm/min at 135° along the tooth axis) in universal mechanical testing machine. The results showed that fiberglass posts can be an excellent alternative for manufacturing cores with flared roots. Favorable fracture patterns (coronary and cervical thirds) predominated and groups G2 and G5 presented the best results in this regard. There was no statistical difference between the experimental groups regarding fracture strength.

Keywords: CAD-CAM. Post and core technique. Flexural strength. Crowns. Permanent dental restoration.

LISTA DE ABREVIATURAS E SIGLAS

CAD-CAM	<i>Computer aided design</i> - computer-aided manufacturing
cm	Centímetros
EDTA	Ácido etileno diamino tetracético
G1	grupo 1
G2	grupo 2
G3	grupo 3
G4	grupo 4
G5	grupo 5
mm	Milímetro
mm/min	Milímetro por minuto
N	Newton
NaOCl	Hipoclorito de sódio
NMF	núcleo metálico fundido

SUMÁRIO

1 INTRODUÇÃO	23
2 OBJETIVOS.....	25
2.1 Objetivo geral	25
2.2 Objetivos específicos.....	25
3 MATERIAL E MÉTODOS	27
3.1 Grupos experimentais.....	27
3.2 Seleção e divisão da amostra	28
3.3 Seccionamento coronário	28
3.4 Tratamento endodôntico	29
3.5 Preparo do conduto e dos núcleos.....	29
3.6 Preparos prévios à simulação do ligamento periodontal	30
3.7 Confecção das matrizes de polipropileno.....	33
3.8 Confecção das coroas	33
3.9 Testes de resistência à fratura	44
3.10 Análise dos resultados	45
4 ARTIGO CIENTÍFICO	47
REFERÊNCIAS.....	81
ANEXO A – Parecer da CEUA PUC Minas	83

1 INTRODUÇÃO

A capacidade que o dente tem em resistir aos esforços mastigatórios está diretamente ligada à quantidade de estrutura dentária presente (KAR, TRIPATHI, TRIVEDI, 2017; MEZZOMO, 2002; PANTALEÓN *et al.*, 2018; SHILLINGBURG *et al.*, 1997). O sucesso de um tratamento dentário depende tanto do tratamento endodôntico bem executado, quanto da realização do tratamento restaurador (JULOSKI *et al.*, 2012). Para executar tal restauração em dentes com pouco remanescente, pinos intrarradiculares são utilizados para promover melhora na fixação do material restaurador (SMITH *et al.*, 1998).

Os NMF, que têm sido utilizados no cotidiano clínico, apresentam algumas desvantagens significativas quanto ao maior risco de fraturar a raiz do dente, pouco resultado estético, devido à ausência de translucidez do material, à dificuldade de remoção do pino em caso de irregularidades e à inadequada biocompatibilidade advinda da corrosão, incentivando pesquisas na área para desenvolver novos materiais (SMITH *et al.*, 1998).

Pinos de fibra de vidro alcançaram o auge de utilização (AHMED; DONOVAN; GHUMAN, 2016) devido às suas vantagens, como não sofrer corrosão, apresentar melhor estética, possibilidade de finalização do tratamento em única sessão e módulo de elasticidade próximo ao da estrutura dental. Porém, existem alguns fatores que influenciam para o insucesso do uso dos pinos de fibra de vidro. Quando na presença de um conduto muito largo, entre o pino estético e o material de cimentação, aumenta-se a contração de polimerização, o que pode gerar maior propensão à fratura do remanescente dental. Além disso, necessitam de remanescente dental para melhor resistência e adaptação do pino com o cimento, sendo esse um dos motivos pelo qual a utilização do pino fica restrita a dentes com presença significativa de remanescente e/ou com possibilidades de aumento de coroa clínica. Manter a maior quantidade de estrutura coronária e radicular, durante o tratamento, é considerado crucial para obtenção de um bom resultado, a fim de obter férula na cervical e otimizar a biomecânica do dente a ser restaurado (JULOSKI *et al.*, 2012).

Pinos de fibra de vidro com desenho apropriado para raízes amplas e fragilizadas, nos quais o retentor intrarradicular permita o preenchimento hermético completo do conduto, ainda são escassos no mercado. Como consequência o

prognóstico a longo prazo pode ser comprometido, uma vez que esses espaços resultam em áreas com menor resistência (SILVA *et al.*, 2011). Uma solução para adequar os pinos de fibra de vidro ao interior de condutos radiculares amplos tem sido modelagem dos pinos de fibra de vidro com resina composta (CLAVIJO *et al.*, 2009; MACEDO; FARIA-E-SILVA; MARTINS, 2010). Outra opção que tornou-se viável com a evolução da Odontologia digital é a confecção de pinos de fibra de vidro fresados em CAD-CAM, os quais apresentaram força de adesão semelhante aos pinos de fibra convencionais (EID *et al.*, 2019) e bom desempenho mecânico associado à padrão de fratura favorável (PANG *et al.*, 2019).

Ainda é necessário pesquisar materiais que ofereçam, ao mesmo tempo, estética (translucidez), módulo de elasticidade próximo ao da dentina e resistência à fratura na presença de condutos amplos e sem remanescente coronário. Portanto, o presente estudo teve como objetivo avaliar o risco de fratura entre diferentes técnicas para confecção de núcleos com retentores intrarradiculares de fibra de vidro.

2 OBJETIVOS

2.1 Objetivo geral

Avaliar a resistência e o padrão de fratura de raízes bovinas com canal amplo utilizando cinco diferentes técnicas de confecção de retentores intrarradiculares de fibra de vidro.

2.2 Objetivos específicos

- a) avaliar a influência de diferentes sistemas de pinos de fibra de vidro pré-fabricados na resistência e padrão de fratura de raízes com canais amplos;
- b) avaliar a influência do material para confecção do núcleo de preenchimento na resistência e padrão de fratura de raízes com canais amplos.

3 MATERIAL E MÉTODOS

Esse trabalho é um estudo laboratorial *in vitro*, no qual foram realizados ensaios mecânicos com o objetivo de avaliar a resistência e o padrão de fratura de dentes tratados endodonticamente com canais amplos e restaurados com diferentes técnicas de núcleos retidos com pinos de fibra de vidro.

Esta pesquisa foi aprovada pelo Comitê de Ética no uso de Animais (CEUA) da PUC Minas e tem número de protocolo 01/2019 (ANEXO A).

3.1 Grupos experimentais

Foram criados cinco grupos (n=10 para resistência à fratura), tendo como fatores em estudo as diferentes técnicas para confecção de núcleos utilizando retentores intrarradiculares de pino de fibra de vidro.

Quadro 1: Grupos experimentais

Grupos	Especificações
G1	dente bovino, tratado endodonticamente, no qual foi realizado alargamento do conduto com broca #4137, núcleo com pino de fibra de vidro (WHITEPOST DCE 2-FGM), preenchimento com resina Bulk Fill (OPUS FGM) e restaurado com resina composta fresada em CAD-CAM (BRAVA BLOCK-FGM).
G2	dente bovino, tratado endodonticamente, no qual foi realizado alargamento do conduto com broca #4137, núcleo com pino de fibra de vidro (WHITEPOST DCE 2-FGM), preenchimento com cimento resinoso (ALLCEM CORE - FGM) e restaurado com resina composta fresada em CAD-CAM (BRAVA BLOCK-FGM).
G3	dente bovino, tratado endodonticamente, no qual foi realizado alargamento do conduto com broca #4137, núcleo com pino de fibra de vidro anatômico (WHITEPOST DCE 2-FGM), preenchimento com resina Bulk Fill (OPUS FGM) e restaurado com resina composta fresada em CAD-CAM (BRAVA BLOCK-FGM).
G4	dente bovino, tratado endodonticamente, no qual foi realizado alargamento do conduto com broca #4137, núcleo com pino de fibra de vidro fresado em CAD-CAM (FIBER CAD - ANGELUS) e restaurado com resina composta fresada em CAD-CAM (BRAVA BLOCK-FGM).
G5	dente bovino, tratado endodonticamente, no qual foi realizado alargamento do conduto com broca #4137, núcleo com pino de fibra de vidro (SPLENDOR-ANGELUS), preenchimento com resina Bulk Fill (OPUS FGM) e restaurado com resina composta fresada em CAD-CAM (BRAVA BLOCK-FGM).

Fonte: Elaborado pelo autor

3.2 Seleção e divisão da amostra

Foram selecionados incisivos bovinos extraídos com dimensões semelhantes, inspecionados com lupa de aumento (3.6X), com o intuito de descartar dentes com lesões cariosas, trincas ou fraturas. Cinquenta dentes satisfizeram estes critérios de inclusão. Os dentes foram limpos com cureta periodontal, desinfetados em solução de glutaraldeído a 2,0% por 15 dias e armazenados em água destilada (Figs. 1 e 2).

3.3 Seccionamento coronário

Cada dente da amostra teve a coroa anatômica seccionada perpendicularmente ao longo do eixo (Fig. 1), utilizando disco diamantado (n. 7020; KG Sorensen, Barueri, Brasil) refrigerado com água em baixa rotação, de modo que o espécime tivesse 13 mm de comprimento.

Figura 1: Dentes bovinos seccionados



Fonte: Elaborado pelo autor

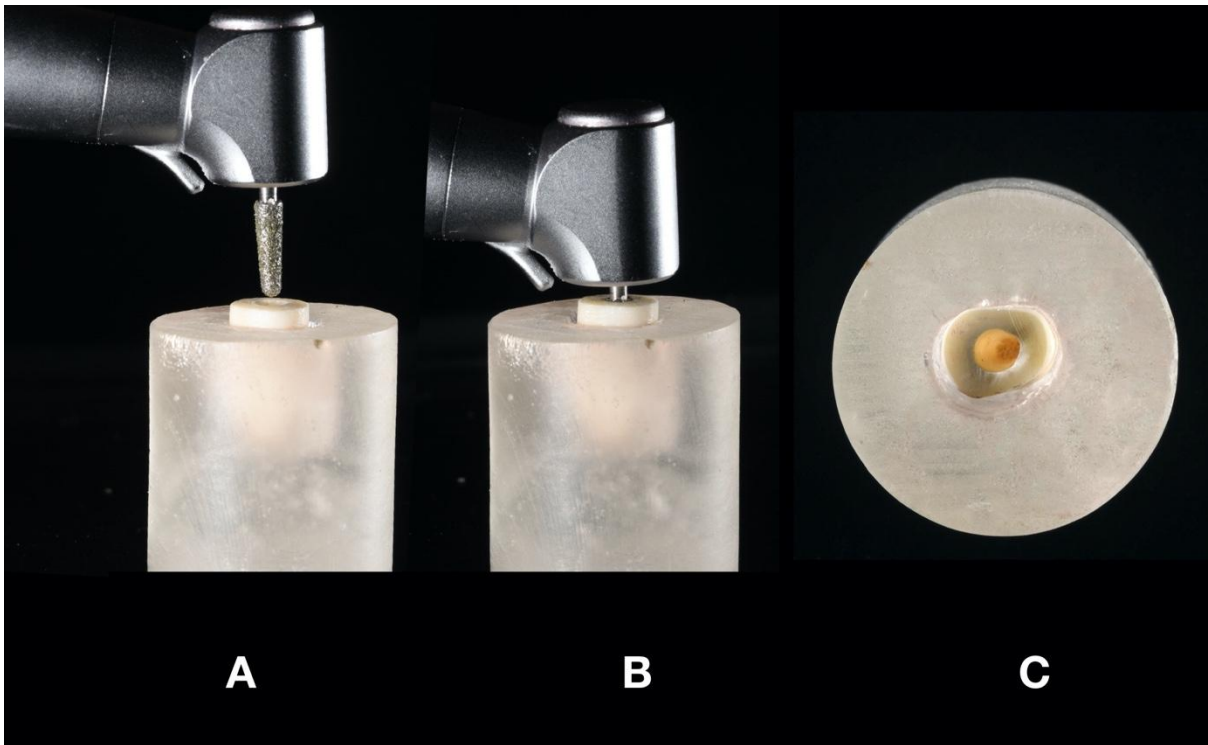
3.4 Tratamento endodôntico

Todos os dentes foram tratados endodonticamente pelo mesmo operador com o sistema Reciproc com irrigação de hipoclorito de sódio (NaOCl) 2,5%. Após o preparo e instrumentação dos dentes, foi utilizado ácido etileno diaminotetracético (EDTA) 17,0% por três minutos, para remoção das partículas inorgânicas, seguida de nova irrigação com hipoclorito de sódio 2,5% e secagem dos canais com pontas de papel absorvente. Em seguida, os canais foram secos com cones de papel e obturados com guta-percha (Dentsply, Petrópolis, Brasil) e cimento endodôntico à base de resina epóxi AH Plus™ (Dentsply, DeTrey, Suíça.)

3.5 Preparo do conduto e dos núcleos

Todos os condutos foram parcialmente desobturados, padronizando o espaço para o retentor intrarradicular de 8 mm para os espécimes, preservando 5 mm de material obturador no ápice. Essa etapa foi feita inicialmente com instrumento aquecido, depois com instrumento rotatório (largo#3-Dentsply, Petrópolis, Brasil). Em seguida os condutos tiveram o terço cervical alargados com a broca #4137 (KG SORENSEN), padronizado pela ponta ativa com o objetivo de simular dentes com canais amplos e/ou alargados (Fig. 2). Depois foram lavados abundantemente com água destilada por um minuto e secos com cones de papel absorvente (Dentsply, Petrópolis, Brasil).

Figura 2: Alargamento do conduto. A) Broca #4137 seguindo longo eixo do conduto; B) Ponta ativa inteira dentro do conduto padronizando o alargamento; C) Conduto alargado



Fonte: Elaborado pelo autor

3.6 Preparos prévios à simulação do ligamento periodontal

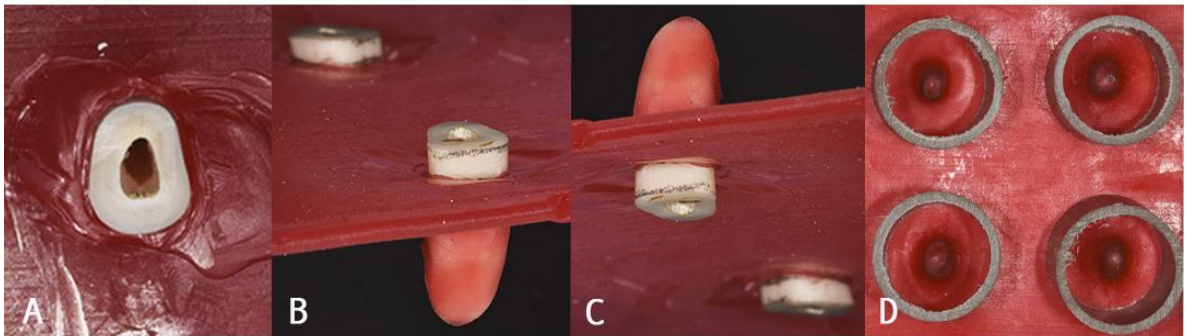
Com o intuito de reproduzir a mobilidade do dente no alvéolo, foi realizada simulação do ligamento periodontal com material de moldagem poliéter Impregum Soft™ (3M ESPE, St. Paul, MN, EUA), baseada no método descrito por Soares *et al.* (2005).

As raízes de cada dente da amostra foram incluídas em resina acrílica autopolimerizável (JET-) BA demarcadas a uma distância de 2,0 mm abaixo do limite cemento-esmalte (Fig. 3A). Esta marcação representa a altura hipotética do osso alveolar e o limite de inclusão do dente. As raízes foram recobertas por cera utilidade liquefeita, até a linha de demarcação, com 0,2 a 0,3 mm de espessura (Fig. 2B).

Em uma lâmina de cera nº 7 (Wilson, Polidental, Cotia, SP, Brasil) foram feitos oito furos equidistantes, e em cada furo fixada uma raiz na região demarcada pela cera liquefeita, e o longo eixo da raiz ficou perpendicular à lâmina de cera 7. Em

seguida, foram presos à cera cilindros de PVC (Tigre, Rio Claro, SP, Brasil) de 25 mm de diâmetro e 22,0 mm de altura com cera sobre as raízes que estavam expostas (Fig. 2C).

Figura 3: Preparos prévios à simulação do ligamento periodontal. A) camada de 0,3 mm de cera liquefeita na porção abaixo 2 mm da junção amelodentinária; B e C) raízes presas à lâmina de cera; D) tubos de PVC presos à lâmina de cera



Fonte: Elaborado pelo autor

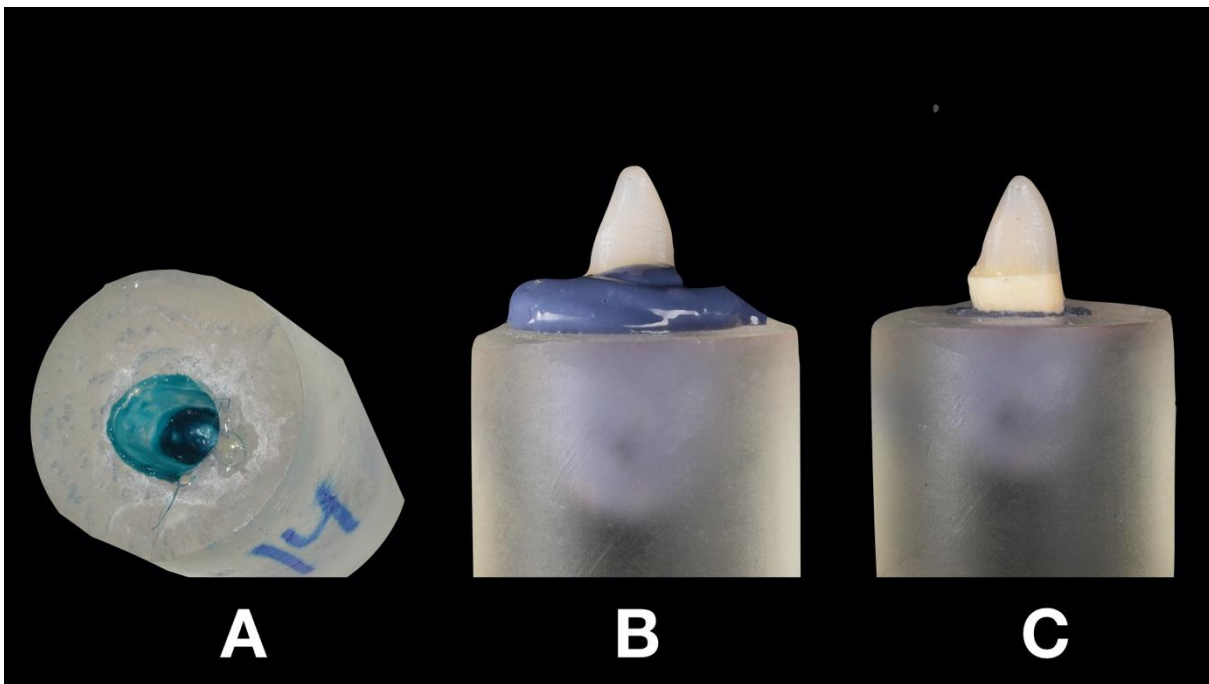
Com o conjunto posicionado, foi vertida resina acrílica quimicamente ativada (JET®) no interior do cilindro de PVC. Após a polimerização da resina, o conjunto foi retirado da placa de cera, e os dentes removidos dos alvéolos artificiais em resina acrílica e limpos para a posterior simulação do ligamento periodontal (Fig. 5). Após a remoção dos dentes, a cera foi removida da superfície das raízes e do cilindro. Posteriormente, foi aplicado o adesivo do material de moldagem no alvéolo e nas raízes (Impregum Soft; 3M ESPE, USA) (Fig. 5) e colocado material de impressão (Impregum Soft; 3M ESPE, USA) (Fig. 4). As raízes foram reinseridas no interior dos cilindros de resina e em seguida foram removidos os excessos do material com lâmina de bisturi (Fig. 5).

Figura 4: Material de moldagem utilizado para simulação do ligamento periodontal



Fonte: Elaborado pelo autor

Figura 5: Simulação do ligamento periodontal. A) Alvéolo artificial limpo com adesivo; B) Dente inserido no alvéolo artificial com o material a base de poliéter; C) Após remoção dos excessos

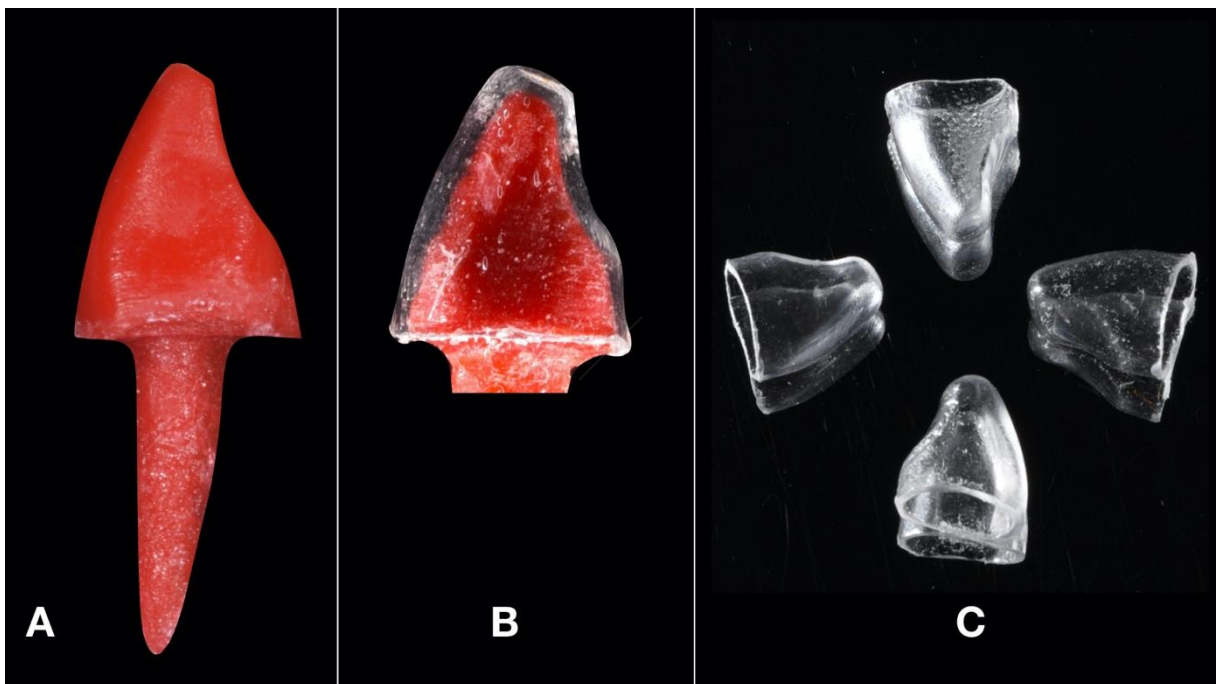


Fonte: Elaborado pelo autor

3.7 Confeção das matrizes de polipropileno

Para a padronização da porção coronária dos núcleos, foi utilizada a porção coronária pré-fabricada do NúcleoJet (Angelus Science and Technology) (Figs. 5A e 5B) As matrizes em polipropileno foram obtidas em máquina plastificadora a vácuo (Figs. 5B e 5C).

Figura 6: A) NúcleoJet utilizado para padronizar porção coronária; B) Matriz de polipropileno obtida a partir do NúcleoJet; C) Matrizes de polipropileno

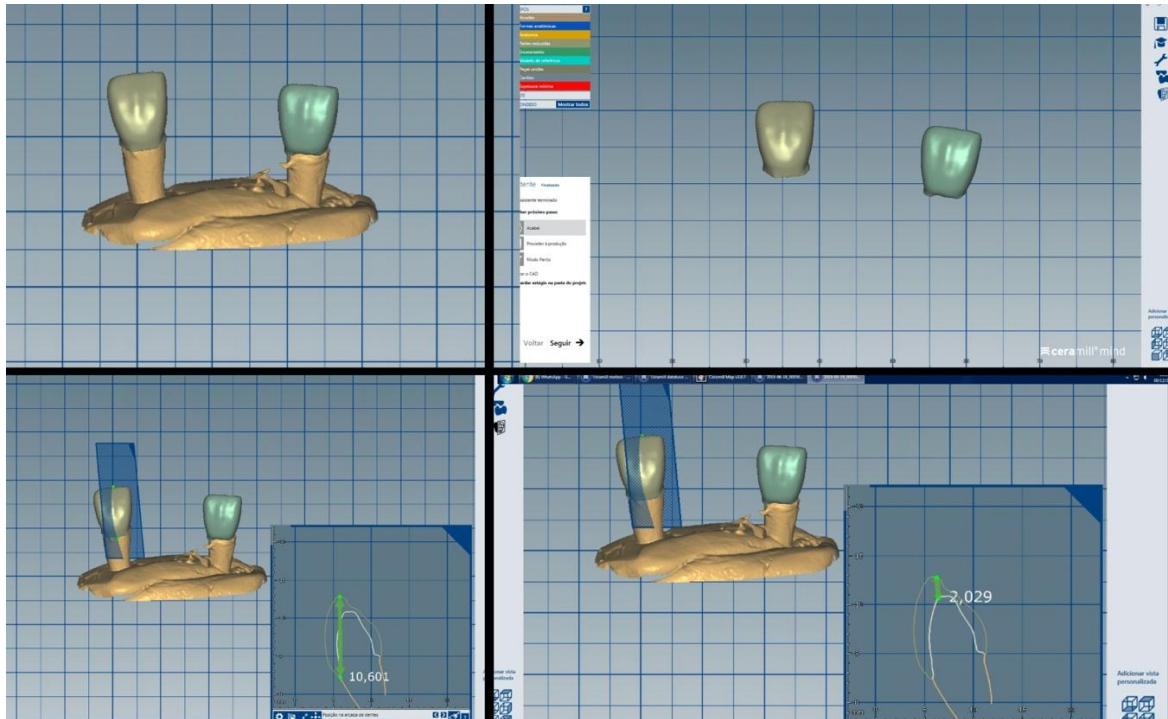


Fonte: Elaborado pelo autor

3.8 Confeção das coroas

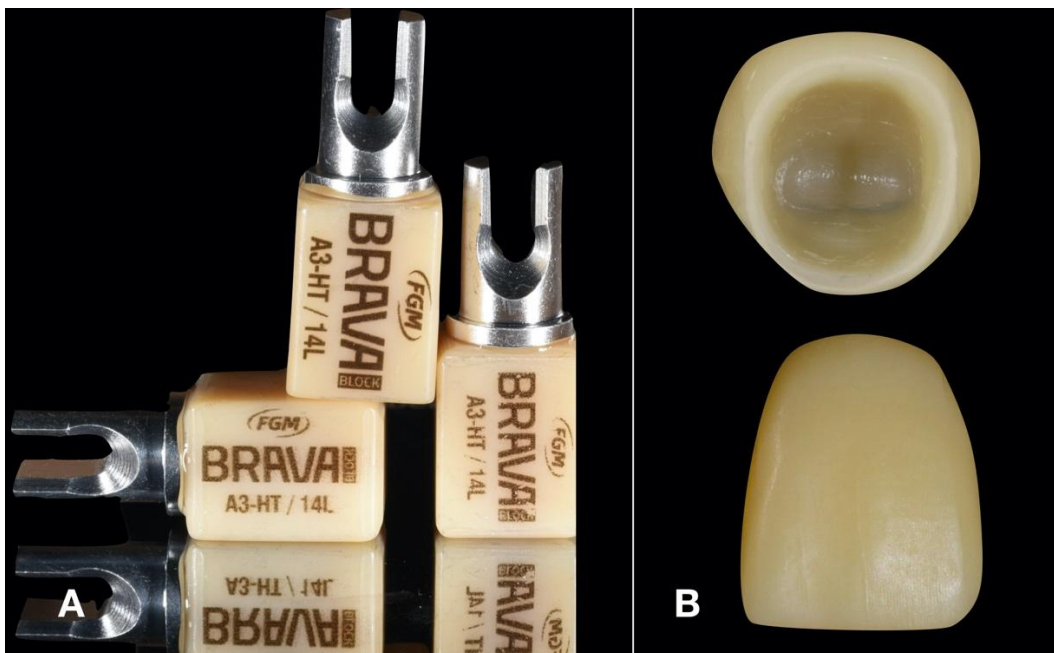
Todos os dentes receberam coroas em resina fresada (BRAVA BLOCK-FGM Produtos Odontológicos Ltda, Joinville-SC, Brasil) (Fig. 8A) com as mesmas dimensões padronizadas em sistema CAD-CAM. Cada núcleo foi escaneado (Ceramill Map200-AMANN GIRRBACHL). Após a obtenção do modelo digital do núcleo fez-se o design da coroa no software (Ceramill Mind design software - AMANN GIRRBACH) (Fig. 7) e fresagem com o sistema Ceramill® motion (AMANN GIRRBACH).

Figura 7: Desenho da coroa no software Ceramill Mind (AMANN GIRRBACK)



Fonte: Elaborado pelo autor

Figura 8: A) Blocos de resina BRAVA BLOCK-FGM Produtos Odontológicos Ltda, Joinville-SC, Brasil); B) Coroa fresada em CAD-CAM

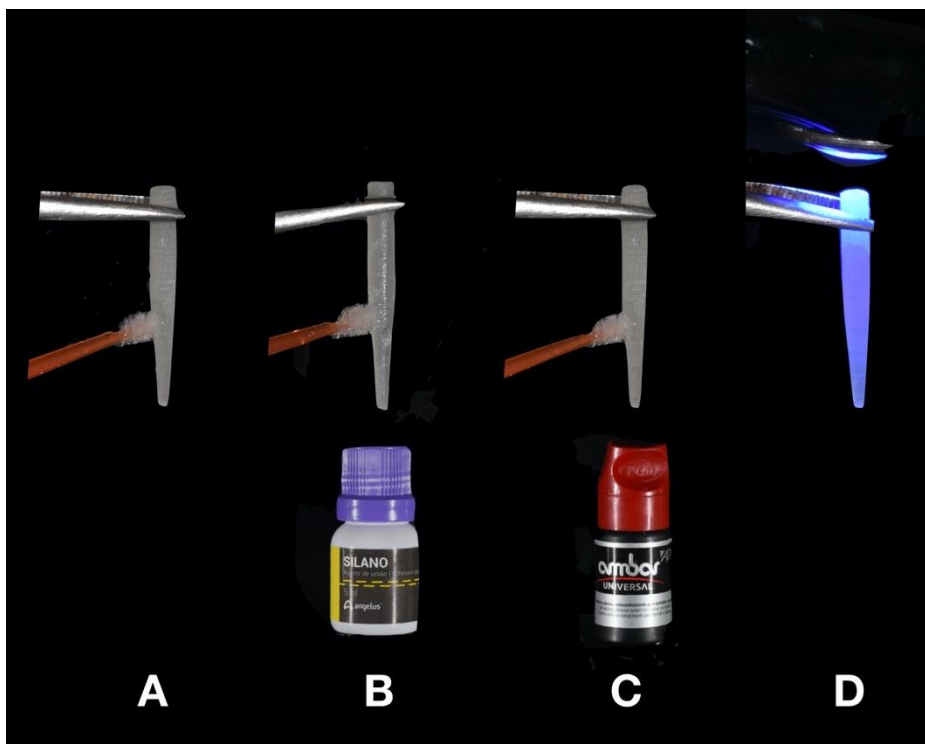


Fonte: Elaborado pelo autor

- a) **Grupo 1:** Os dentes do grupo 1 receberam núcleo com pino de fibra de vidro (White post tamanho especial DCE2-FGM Produtos Odontológicos Ltda, Joinville-SC, Brasil) e preenchimento com resina Bulk Fill (Opus Bulk Fill-FGM Produtos Odontológicos Ltda, Joinville-SC, Brasil). Os pinos foram cortados com um comprimento de 11 mm (8 mm ficaram intracanal e 3 mm acima da junção amelo-cementária). O excesso do material obturador foi removido com condutores de calor aquecidos, até atingir o comprimento estabelecido (5,0 mm de guta percha remanescente). O espaço para pino foi feito com a broca do sistema Whitepost DCE2 (FGM Produtos Odontológicos Ltda, Joinville-SC, Brasil), no comprimento de 8,0 mm. Para a etapa de cimentação, cada pino de fibra de vidro foi limpo com álcool a 70%, seco e em seguida, recebeu uma camada de Silano (Angelus, Londrina, PR, Brasil) com aplicador (Cavibrush-FGM Produtos Odontológicos Ltda, Joinville-SC, Brasil) por 20 segundos com posterior espera para volatilização por 60 segundos. Foi aplicado o adesivo (Ambar Universal-FGM Produtos Odontológicos Ltda, Joinville-SC, Brasil), conforme instruções do fabricante no conduto, no pino exposto e remanescente dental seguido de polimerização (Figs. 9 e 10). A inserção do cimento resinoso dual (AllCem core-FGM Produtos Odontológicos Ltda, Joinville-SC, Brasil) no conduto foi feita com a utilização da ponteira automisturadora do sistema (Fig. 11A). Após inserir o pino no conduto, foram removidos os excessos com pincel e realizou-se a polimerização por 40 segundos, em cada face. Em seguida foi confeccionado o núcleo de preenchimento da parte coronária com a utilização da matriz de polipropileno e resina Bulk Fill (Opus Bulk Fill-FGM Produtos Odontológicos Ltda, Joinville-SC, Brasil) (Fig. 11D). Após a colocação da resina no interior da matriz foi feito o posicionamento desta sobre o pino cimentado e polimerização de 40 segundos em cada face (Fig. 11E). Em seguida, procedeu-se ao acabamento, com discos e o término regularizado com broca 2135F para receber a coroa em resina fresada (BRAVA BLOCK-FGM Produtos Odontológicos Ltda, Joinville-SC, Brasil). O núcleo e o dente preparado foram então escaneados (Ceramill Map200-AMANN GIRRBACHL). Após a obtenção do modelo digital do núcleo fez-se o design da coroa no software Ceramill Mind (-AMANN

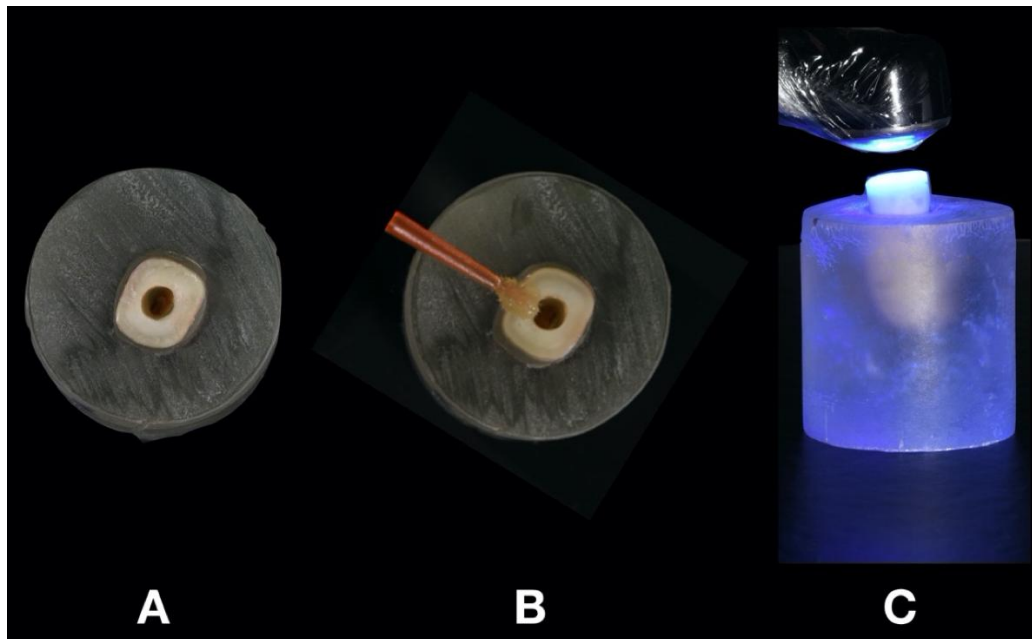
GIRRBACH) (Fig. 7) e fresagem (BRAVA BLOCK-FGM Produtos Odontológicos Ltda, Joinville-SC, Brasil) (Fig. 8) com o sistema Ceramill® motion-AMANN GIRRBACH. Após fresagem a coroa recebeu aplicação de Silano (Angelus, Londrina, PR, Brasil) por 20 segundos e espera de volatilização por 60 segundos. Foi aplicado o adesivo (Ambar Universal-FGM Produtos Odontológicos Ltda, Joinville-SC, Brasil) conforme instruções do fabricante e a coroa cimentada com o cimento resinoso dual (AllCem core-FGM Produtos Odontológicos Ltda, Joinville-SC, Brasil) também de acordo com as instruções do fabricante (Fig. 12).

Figura 9: Preparo do pino pré-fabricado. A) Limpeza com álcool a 70%; B) Aplicação do silano; C) Aplicação do adesivo; D) Fotoativação



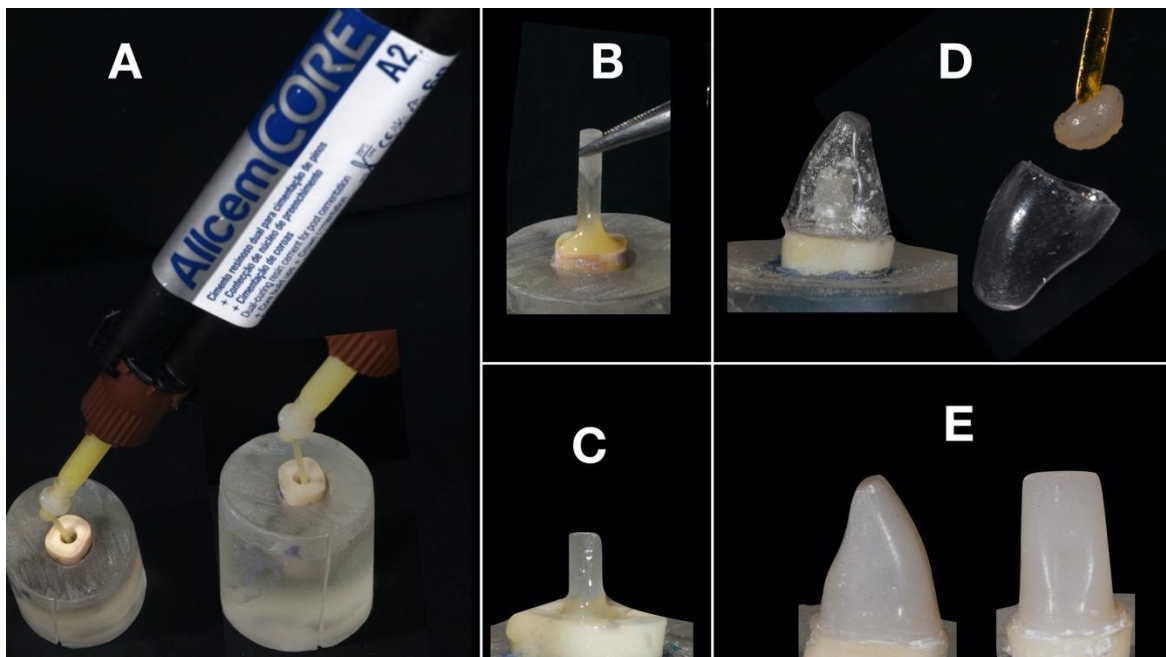
Fonte: Elaborado pelo autor

Figura 10: Preparo do remanescente dental. A) Conduto preparado e seco; B) Aplicação do adesivo; C) Fotoativação



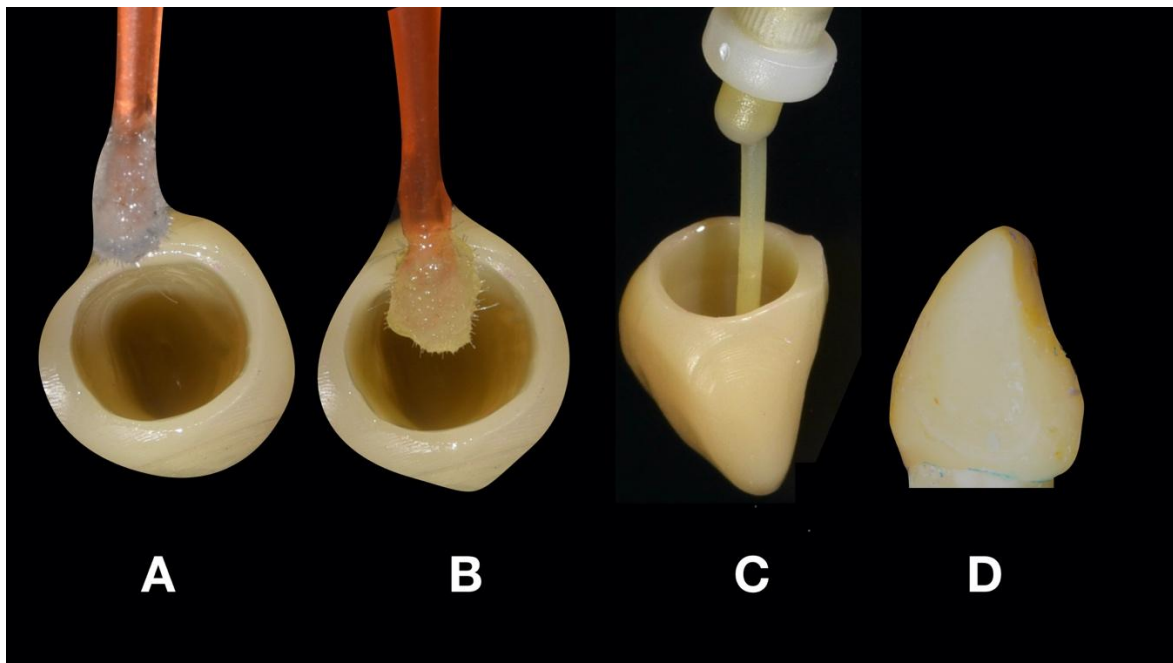
Fonte: Elaborado pelo autor

Figura 11: Cimentação do pino e confecção do núcleo. A) Inserção do cimento no interior do conduto radicular; B) Inserção do pino; C) Após remoção dos excessos e polimerização do cimento; D) Inserção da resina Bulk Fill na matriz de polipropileno; E) Núcleo confeccionado



Fonte: Elaborado pelo autor

Figura 12: Cimentação da coroa de resina fresada. A) Aplicação do silano; B) Aplicação do adesivo; C) Inserção do cimento na coroa; D) Coroa cimentada após polimerização do cimento



Fonte: Elaborado pelo autor

- b) Grupo 2:** os dentes do grupo 2 receberam núcleo com pino de fibra de vidro (White post tamanho especial DCE2-FGM Produtos Odontológicos Ltda, Joinville-SC, Brasil) e núcleo de preenchimento com cimento AllCem core (FGM Produtos Odontológicos Ltda, Joinville-SC, Brasil). Os pinos foram cortados com um comprimento de 11 mm (8 mm ficaram intracanal e 3 mm acima da junção amelo-cementária). O excesso do material obturador foi removido com condutores de calor aquecidos, até atingir o comprimento estabelecido (5,0 mm de guta percha remanescente). O espaço para pino foi feito com a broca do sistema Whitepost DCE2 (FGM Produtos Odontológicos Ltda, Joinville-SC, Brasil), no comprimento de 8,0 mm. Para a etapa de cimentação, cada pino de fibra de vidro foi limpo com álcool a 70%, seco e recebeu uma camada de Silano (Angelus, Londrina, PR, Brasil) com aplicador (Cavibrush-FGM Produtos Odontológicos Ltda, Joinville-SC, Brasil) por 20 segundos com posterior espera para volatilização por 60 segundos. Foi aplicado o adesivo (Ambar Universal - FGM Produtos Odontológicos Ltda, Joinville-SC, Brasil)

conforme instruções do fabricante no conduto, no pino exposto e remanescente dental seguido de polimerização (Figs. 9 e 10). A inserção do cimento resinoso dual (AllCem core-FGM Produtos Odontológicos Ltda, Joinville-SC, Brasil) no conduto foi feita com a utilização da ponteira automisturadora do sistema (Fig. 11A). Após inserir o pino no conduto foram removidos os excessos com pincel e polimerização por 40 segundos em cada face. Em seguida confeccionou-se o núcleo de preenchimento da parte coronária com a utilização da matriz de polipropileno com o mesmo cimento resinoso dual (AllCem core-FGM Produtos Odontológicos Ltda, Joinville-SC, Brasil) (Fig. 13). Após a colocação do cimento no interior da matriz foi feito o posicionamento desta sobre o pino cimentado e polimerização de 40 segundos em cada face. Em seguida, veio o acabamento com discos e o término regularizado com broca 2135F para receber a coroa em resina fresada (BRAVA BLOCK-FGM Produtos Odontológicos Ltda, Joinville-SC, Brasil). O núcleo e o dente preparado foram então escaneados (Ceramill Map200-AMANN GIRRBACHL). Após a obtenção do modelo digital do núcleo fez-se o design da coroa no software (Ceramill Mind design software -AMANN GIRRBACH) (Fig. 7) e fresagem (BRAVA BLOCK-FGM Produtos Odontológicos Ltda, Joinville-SC, Brasil) (Fig. 8) com o sistema Ceramill® motion-AMANN GIRRBACH. Após fresagem a coroa recebeu aplicação de Silano (Angelus, Londrina, PR, Brasil) por 20 segundos e espera de volatilização por 60 segundos. Foi aplicado o adesivo (Ambar Universal - FGM Produtos Odontológicos Ltda, Joinville-SC, Brasil) conforme instruções do fabricante e a coroa cimentada com o cimento resinoso dual (AllCem core-FGM Produtos Odontológicos Ltda, Joinville-SC, Brasil) também de acordo com as instruções do fabricante (Fig. 12).

Figura 13: Inserção do cimento na matriz de polipropileno para confecção do núcleo

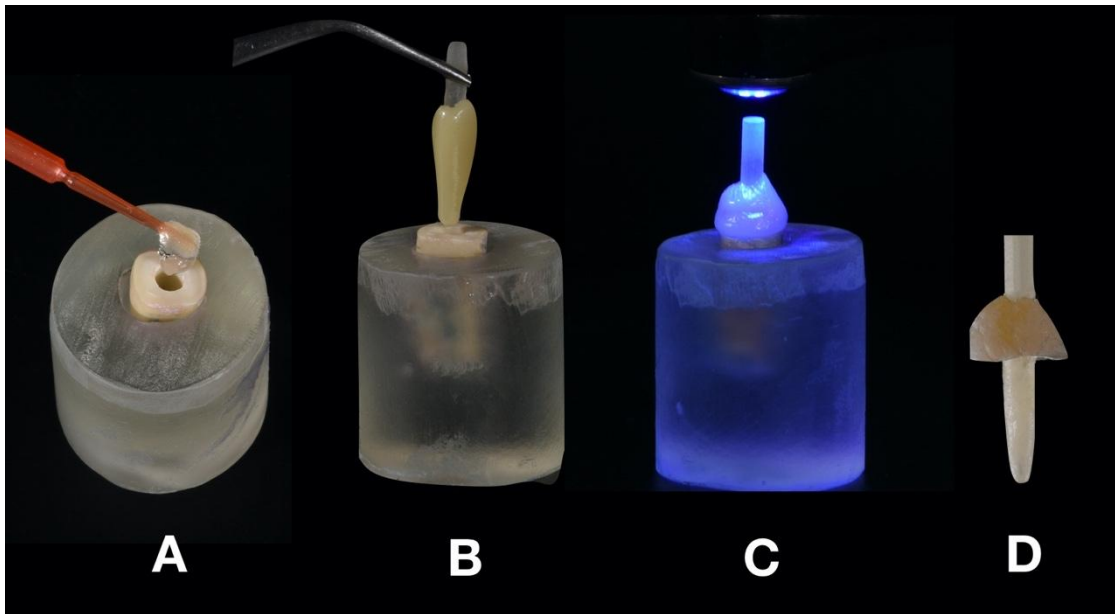


Fonte: Elaborado pelo autor

c) Grupo 3: os dentes do grupo 3 receberam núcleo com pino de fibra de vidro (White post tamanho especial DCE2-FGM Produtos Odontológicos Ltda, Joinville-SC, Brasil) anatômico e núcleo de preenchimento com resina Bulk Fill (Opus Bulk Fill-FGM Produtos Odontológicos Ltda, Joinville-SC, Brasil). Após a preparação e tratamento da superfície do pino de fibra de vidro com álcool e silano, aplicou-se uma fina camada de adesivo, seguida de leve jato de ar para remoção dos excessos e fotoativação por 20 segundos. O canal radicular anteriormente preparado foi lubrificado com gel hidrossolúvel (KY Gel – Johnson & Johnson Inc., New Jersey-USA) (Fig. 14A). O pino de fibra de vidro foi envolvido com resina composta e levado ao interior do canal, sendo retirado e recolocado, removendo-se os excessos de resina e fotoativando em posição por 5 segundos (Figs. 14B e 14C). O conjunto foi removido do interior do canal e fotoativado adicionalmente por mais 40 segundos (Fig. 14D). Os pinos foram reinsertados para certificar se a adaptação estava satisfatória. O canal radicular e os pinos reembasados (pinos anatômicos) foram lavados com água destilada abundante para remoção do lubrificante, e secagem do canal radicular com pontas de papel

absorvente. Para a etapa de cimentação do pino, confecção do núcleo e coroa foram realizados exatamente os mesmos procedimentos descritos para o grupo 1.

Figura 14: Confecção do pino anatômico. A) Conduto lubrificado; B) Resina composta envolvendo o pino de fibra; C) Inserção do pino no conduto e polimerização inicial; D) Pino anatômico moldado após polimerização final

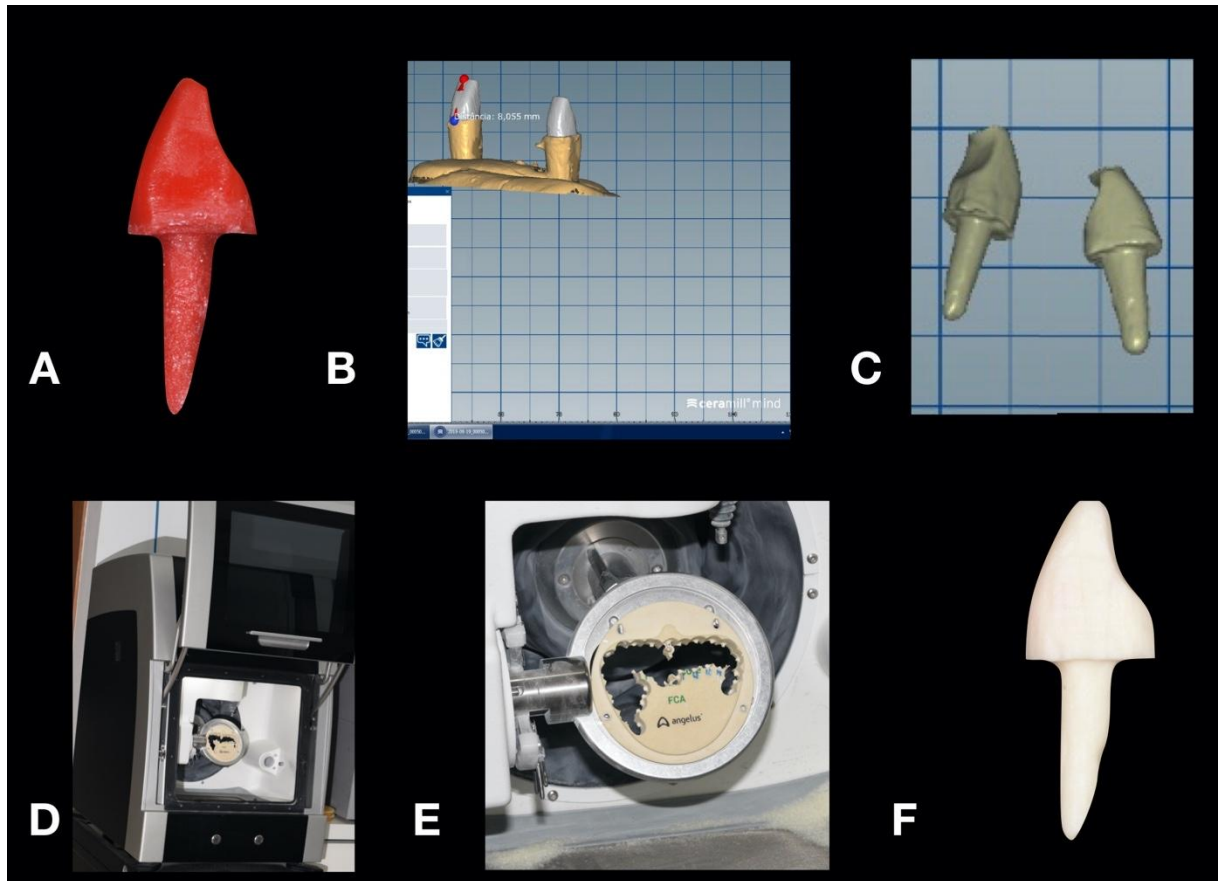


Fonte: Elaborado pelo autor

- d) Grupo 4:** os dentes do grupo 4 receberam núcleo feito em fibra de vidro fresado Fiber CAD (Angelus Science and Technology). Os condutos foram moldados utilizando resina acrílica (Duralay-RELIANCE DENTAL MFG.CO) (Fig. 15A). Posteriormente, os moldes foram escaneados (Ceramill Map200- AMANN GIRRBACH) e fresados em fibra de vidro Fiber CAD-Angelus Science and Technology) (Figs. 15B, 15C, 15D, 15E e 15F). Para a etapa de cimentação, cada pino de fibra de vidro foi limpo com álcool a 70%, seco e recebeu uma camada de Silano (Angelus, Londrina, PR, Brasil) com aplicador (Cavibrush-FGM Produtos Odontológicos Ltda, Joinville-SC, Brasil) por 20 segundos com posterior espera para volatilização por 60 segundos. Foi aplicado o adesivo (Ambar Universal-FGM Produtos Odontológicos Ltda, Joinville-SC, Brasil) conforme instruções do fabricante no conduto, no pino exposto e

remanescente dental seguido de polimerização. Para a inserção do cimento resinoso dual (AllCem core-FGM Produtos Odontológicos Ltda, Joinville-SC, Brasil) no conduto, foi utilizada ponteira automisturadora do sistema. Após inserir o pino no conduto foram removidos os excessos com pincel e feita polimerização por 40 segundos em cada face. O núcleo e o dente preparado foram então escaneados (Ceramill Map200-AMANN GIRRBACH). Após a obtenção do modelo digital do núcleo foi feito o design da coroa no software (Ceramill Mind design software - AMANN GIRRBACH) e fresagem (BRAVA BLOCK-FGM Produtos Odontológicos Ltda, Joinville-SC, Brasil) com o sistema Ceramill® motion-AMANN GIRRBACH. Após fresagem, a coroa recebeu aplicação de Silano (Angelus, Londrina, PR, Brasil) por 20 segundos e espera de volatilização por 60 segundos. Foi aplicado o adesivo (Ambar Universal-FGM Produtos Odontológicos Ltda, Joinville-SC, Brasil) conforme instruções do fabricante e a coroa cimentada com o cimento resinoso dual (AllCem core-FGM Produtos Odontológicos Ltda, Joinville-SC, Brasil), de acordo com as instruções do fabricante.

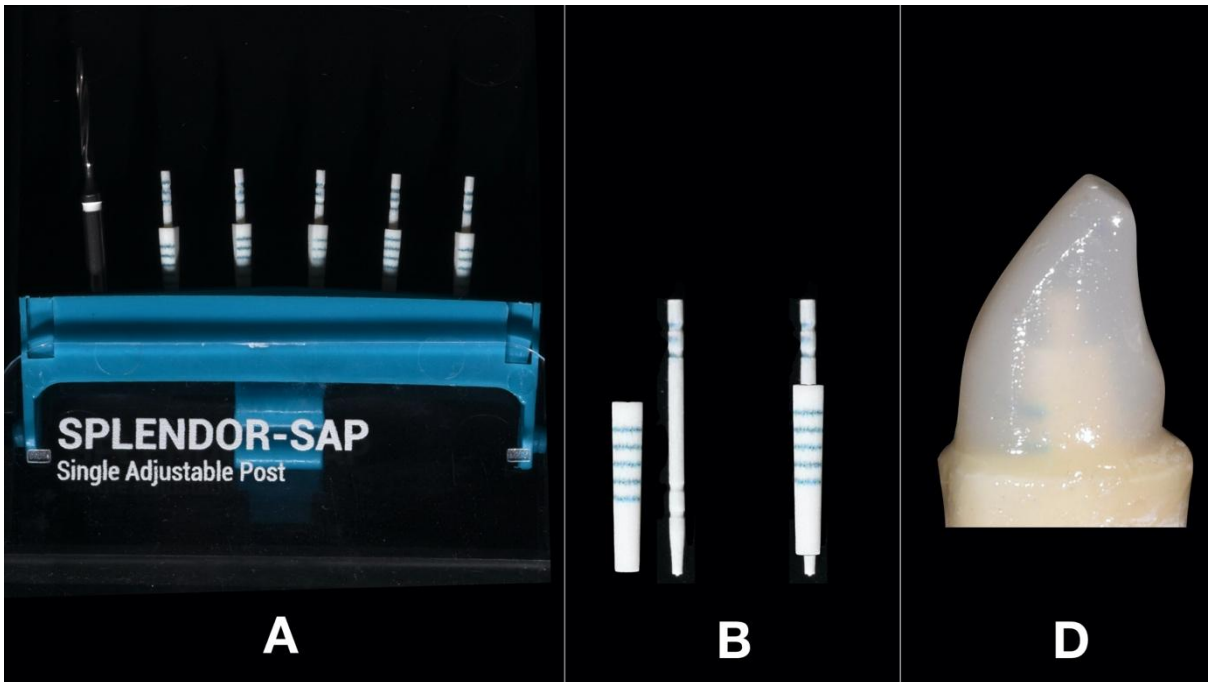
Figura 15: Obtenção do núcleo de fibra de vidro fresado em CAD-CAM. A) Conduto radicular moldado com Duralay®; B e C) Imagem digital do núcleo obtida a partir do escaneamento; D e E) Bloco de fibra de vidro posicionado na fresadora; F) Núcleo de fibra de vidro fresado



Fonte: Elaborado pelo autor

- e) **Grupo 5:** os dentes do grupo 5 receberam núcleo com pino de fibra de vidro (Splendor-SAP; Angelus Science and Technology) e preenchimento com resina Bulk Fill (Opus Bulk Fill-FGM Produtos Odontológicos Ltda, Joinville-SC, Brasil) (Fig. 16). Cada conduto foi preparado com a broca do mesmo sistema (Splendor®) com profundidade de 8 mm intracanal. Os pinos foram cortados com um comprimento de 11 mm (8 mm ficaram intracanal e 3 mm acima da junção amelo-cementária). Em seguida, introduzida a luva do kit apicalmente até encontrar resistência. Para a etapa de cimentação do pino, confecção do núcleo e coroa, foram realizados exatamente os mesmos procedimentos já descritos para o grupo 1.

Figura 16: Pino Splendor®. A) Apresentação comercial; B) Imagem exemplificando o sistema; C) Núcleo confeccionado com o sistema Splendor®

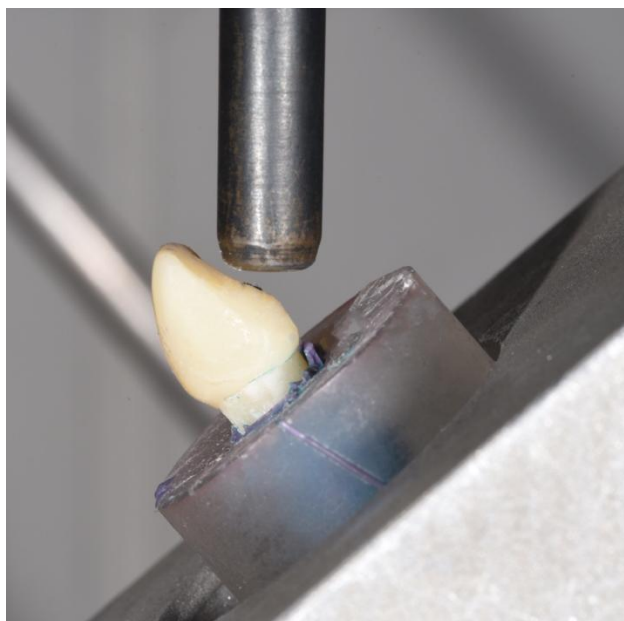


Fonte: Elaborado pelo autor

3.9 Testes de resistência à fratura

Todas as coroas receberam cargas na face palatina, com aplicação de carga em 135° em relação ao longo eixo do dente (ângulo de 45° em relação ao plano horizontal), simulando o ângulo de contato observado clinicamente para oclusão Classe I entre os dentes anteriores superiores e inferiores. Após o posicionamento correto, os espécimes receberam uma carga aplicada por meio de uma ponta metálica, à velocidade constante de 0,5 mm/min em compressão até a ocorrência da fratura, sendo a força máxima registrada em Newton (N) (Fig. 17).

Figura 17: Dispositivo para ensaio de compressão a 135° em relação ao longo eixo do dente (ângulo de 45° em relação ao plano horizontal)



Fonte: Elaborado pelo autor

3.10 Análise dos resultados

Os valores máximos de resistência à fratura em cada grupo foram registrados. Para a análise estatística dos dados coletados, foi utilizado o programa GraphPad Prism 6 (GraphPad Software Inc., San Diego, CA, EUA). Primeiro os dados foram submetidos a análise de normalidade pelo teste de Kolmogorov–Smirnov e, posteriormente submetidos ao teste de Kruskal-Wallis para comparação múltipla entre os grupos ($p < 0.05$).

4 ARTIGO CIENTÍFICO

INTRARADICULAR FIBER POSTS: comparison between different techniques for restoring flared roots

Artigo formatado dentro das normas do periódico **The Journal of Prosthetic Dentistry (Qualis A1)**.

Normas para submissão de artigos podem ser visualizadas no endereço eletrônico: <https://www.thejpd.org/content/authorinfo>

Intraradicular fiber posts: comparison between different techniques for restoring flared roots

Thales Lara Rabelo¹, Alberto Nogueira da Gama Antunes¹, Daniel Sousa Pardini¹, Filipe Augusto Dutra Duarte¹, Paulo Isaias Seraidarian¹

Pontifícia Universidade Católica de Minas Gerais – PUC Minas, Department of Dentistry, Graduate Program in Dentistry.

This survey did not receive any specific grants from funding agencies in the public or private sectors.

Corresponding author:

Thales Lara Rabelo¹

Pontifícia Universidade Católica de Minas Gerais – PUC Minas, Department of Dentistry, Graduate Program in Dentistry.

Av. Dom José Gaspar, 500, Prédio 46/Sala 101 - Coração Eucarístico

ZIP: 30535-901 - Belo Horizonte/MG, Brazil

Phone 55 31 3319-4414 / 37 99948 5800

E-mail: thalesrabelo@hotmail.com

ABSTRACT

Statement of the problem: Fiber posts have advantages because they have aesthetics and elasticity module with compatibility with dental structures, however, which type of fiber post is more suitable for flattered roots remains unclear.

Purpose: The purpose of this in vitro study was to compare the fracture strength and failure mode of flared bovine roots restored with different cores made with fiber posts.

Material e methods: Fifty bovine incisors with similar dimensions were selected, their crowns sectioned and the roots were flared in a standardized way with a drill and were divided into five groups (n=10), G1 = prefabricated fiber post and filling with bulk fill composite; G2 = fiber post and filling with AllCem core cement; G3 = direct anatomic post and filling with Bulk Fill resin; G4 = CAD-CAM integrated fiber post-and-core; G5 = Prefabricated Single Adjustable Post (Splendor) and filling with bulk fill resin. All teeth were restored with computer aided design and computer aided manufacture (CAD-CAM) composite crowns with the same dimensions and then were subjected to the fracture resistance test, by means of loading (0.5 mm/min applied at 135° the long axis of the tooth until failure) in a universal mechanical testing machine. The results were compared statistically using the Kruskal-Wallis test ($p < 0.05$).

Results: There was no statistical difference between the experimental groups in relation to fracture resistance. There was a predominance of favorable fracture patterns (coronary and cervical thirds) and groups G2 and G5 showed the best results in this regard and G4 the worst.

Conclusions: Based on the findings of this in vitro study, fiber posts can be an excellent alternative for making cores for flattered roots. CAD-CAM integrated fiber post-and-core presented worse failure pattern than prefabricated fiber posts.

Keywords: CAD-CAM. Post and core technique. Flexural strength. Crowns. Permanent dental restoration.

Clinical Implications

Fiber posts can be an excellent alternative in flared roots. Prefabricated fiber posts presented better failure pattern than CAD-CAM integrated fiber post-and-core.

INTRODUCTION

The tooth's ability to resist chewing is directly linked to the amount of dental structure present.¹⁻⁴ The success of a dental treatment depends both on the well-executed endodontic treatment and on the quality of a restorative treatment.⁵ Intraradicular posts are frequently used to restore endodontically treated teeth when their remaining coronal tissue can no longer provide adequate retention and support for the restoration material.⁶

Metal post-and-cores, which have been used in clinical practice, have some significant disadvantages regarding the greater risk of fracturing the tooth root, absence of aesthetics, due to the lack of translucency of the material and lack of adhesion to dental tissues, encouraging research in the area to develop new materials.⁶

Fiber posts have great advantages, such as not suffering corrosion, presenting better aesthetics and elasticity module similar of the dental structure. However, there are some factors that influence its failure. When in the presence of a very flared root, between the aesthetic post and the cementation material the thickness of the resin cement layer would be excessively thick, increasing the polymerization shrinks, which can generate less resistance and increase the probability of debonding and fracture.⁷ In addition, they need a ferule to better adapt the post to the root, which is one of the reasons for using fiber posts to be restricted to teeth with a significant presence of remaining coronal structure or with possibilities of increasing the clinical crown. Maintaining the largest amount of coronary and root structure during treatment is considered crucial to obtain ferule, in order to obtain a cervical resistance, retention and optimize the biomechanics of the tooth to be restored.⁵

Fiber posts with specific design for flared and fragile roots, in which the intraradicular retainer allows complete hermetic filling of the root, are still scarce in Dentistry. As a consequence, the long-term prognosis can be compromised, since these spaces result in areas

with less resistance.⁷ A solution to adapt the fiber post to the interior of flared root has been modeling it with composite resin before cementation.⁸

It is still necessary to search for materials that offer both aesthetics (translucency), an elasticity module similar to dentin and fracture resistance in the presence of flared roots. Therefore, the present study aimed to compare the fracture strength and failure mode of flared bovine roots restored with different cores made with fiber posts.

MATERIAL AND METHODS

Sample selection and division

Bovine incisors extracted with similar dimensions were selected, inspected with a magnifying glass (3.6X), in order to discard teeth with carious lesions, cracks or fractures. Fifty were included. The teeth were cleaned with a periodontal curette, disinfected in a 2.0% glutaraldehyde solution for 15 days and stored in distilled water (Fig. 1 and 2).

Crown sectioning

Each tooth of the sample had the anatomical crown sectioned perpendicularly along the axis (Fig. 1), using a diamond disk (n 7020; KG Sorensen, Barueri, Brazil) cooled with water in low rotation, so that the specimen was 13 mm in diameter length.

Endodontic treatment

All teeth were treated endodontically by the same operator with the Reciproc system with 2.5% sodium hypochlorite (NaOCl) irrigation. After teeth preparation and instrumentation, 17.0% ethylene diaminetetraacetic acid (EDTA) was used for three minutes to remove inorganic particles, followed by further irrigation with 2.5% sodium hypochlorite. Then, the roots were dried with paper cones and filled with gutta-percha (Dentsply, Petrópolis,

Brazil) and endodontic cement based on epoxy resin AH Plus™ (Dentsply, DeTrey, Switzerland).

Preparation of the roots

All roots were partially prepared, standardizing the space for the 8 mm intraradicular retainer for the specimens, preserving 5 mm of obturator material at the apex. This step was performed initially with a heated instrument, then with a rotary instrument (Largo drill # 3- Dentsply, Petrópolis, Brazil). In order to obtain a simulated flared canal, the root canals were enlarged with high-speed diamond burs (sizes #4137; KG Sorensen, Industria e Comercio Ltda, Sao Paulo, SP, Brazil) (Fig. 2). Then they were washed thoroughly with distilled water for one minute and dried with absorbent paper cones (Dentsply, Petrópolis, Brazil).

Simulation of periodontal ligament

In order to reproduce the clinical situation and provide a more accurate assessment of bovine root fracture strength, the methodology of the present study included periodontal ligament simulation using a polyether impression material (Impregum TM Soft, 3M/ESPE AG, Seefeld, Germany) using the method described by Soares et al.⁹ The roots of the sample were embedded in self-curing acrylic resin (JET-) BA demarcated at a distance of 2.0 mm below the edge (Fig. 3A). This mark represents the hypothetical height of the alveolar bone and the limit of inclusion of the tooth. The roots were covered with melted wax (Horus; Herpo Produtos Dentários, Petrópolis, RJ, Brazil), up to the demarcation line, with a thickness of 0.2 to 0.3 mm (Fig. 3B). In a #7 slide wax (Wilson, Polidental, Cotia, SP, Brazil) eight equidistant holes were drilled, and in each hole a root was fixed in the region demarcated by the melted wax, and the long axis of the root was perpendicular to the wax slide 7 (Fig. 3C). Then, polyvinyl chloride (PVC) cylinders (25 mm in diameter x 22.0 mm high) with wax on

the exposed roots were attached to the wax (Fig. 3D). The resin was mixed according to the manufacturer's instructions and was inserted in the PVC cylinder immediately after mixing. After resin polymerization, the teeth were removed from the PVC cylinders, and the wax was removed from root surface and resin cylinder 'sockets' (Fig. 5). After removing the teeth, the wax was removed from the surface of the roots and cylinder. Afterwards, the adhesive of the impression material was applied to the socket and roots (Impregum Soft; 3M ESPE, USA) (Fig. 5) and the polyether impression material (Impregum Soft; 3M ES-PE, USA) was placed (Fig. 4). The roots were re-inserted inside the resin cylinders and then the excess material was removed with a #12 scalpel blade (Fig. 5). Therefore, the polyether filled the space previously occupied by wax, thus providing a standardized simulated periodontal ligament with a thickness of 0.2 to 0.3 mm⁹.

Manufacture of polypropylene matrices

For the standardization of the coronary portion of the core, the prefabricated coronary portion of the NucleoJet (Angelus Science and Technology) (Fig. 6A and 6B) was used. The polypropylene matrices were obtained in a vacuum laminating machine (Fig. 6B and 6C).

Experimental groups

Five groups were created (n = 10 for fracture resistance), having as factors in study the different techniques for build-up cores using intraradicular fiber posts (Chart 1):

- a) **Group 1:** received a core with prefabricated fiber post (White post special size DCE2-FGM Produtos Odontológicas Ltda, Joinville-SC, Brazil) and the coronary filling with bulk fill resin (Opus Bulk Fill-FGM Produtos Odontológicas Ltda, Joinville-SC, Brazil). The pins were cut to a length of 11 mm (8 mm were

intracanal and 3 mm above the root edge). The excess of gutta percha was removed with heated heat conductors, until reaching the established length (5.0 mm of remaining gutta percha). The post space was made with the drill of the Whitepost DCE2 system (FGM Produtos Odontológicas Ltda, Joinville-SC, Brazil), in a length of 8.0 mm. For the cementation step, each fiber post was cleaned with 70% alcohol, dried and then received a layer of Silano (Angelus, Londrina, PR, Brazil) with applicator (Cavibrush-FGM Produtos Odontológicas Ltda, Joinville-SC, Brazil) for 20 seconds with a subsequent wait for volatilization for 60 seconds. The adhesive was applied (Ambar Universal-FGM Produtos Odontológicas Ltda, Joinville-SC, Brazil), according to the manufacturer's instructions in the root, on the exposed post and remaining tooth followed by photoactivation (Fig. 9 and 10). All photoactivation procedures in this study were performed using VALO Cordless device (Ultradent Products, South Jordan, USA). The insertion of dual resin cement (AllCem core-FGM Produtos Odontológicas Ltda, Joinville-SC, Brazil) in the root was made using the self-mixing tip of the system (Fig. 11A). After inserting the post into the root, the excesses were removed with a brush and photoactivation was performed for 40 seconds on each face. Then, the coronary part filling core was made using the polypropylene matrix and bulk fill resin (Opus Bulk Fill-FGM Produtos Odontológicas Ltda, Joinville-SC, Brazil) (Fig. 11D). After placing the resin inside the matrix, it was positioned on the cemented post and photoactivated for 40 seconds on each face (Fig. 11E);

- b) Group 2:** the elements of group 2 received the same prefabricated post as group 1 (White post special size DCE2-FGM Produtos Odontológicas Ltda, Joinville-SC, Brazil), following the same protocol for surface treatment and cementation of the

post. The difference was in the coronary part, because it was made using the same polypropylene matrix, but filling with resin cement (AllCem core-FGM Produtos Odontológicas Ltda, Joinville-SC, Brazil);

- c) **Group 3:** the elements in group 3 received direct anatomic post. After lubricating the canal walls (KY Gel – Johnson & Johnson Inc., New Jersey-USA) (Fig. 14A), the fiber post (White post special size DCE2-FGM Produtos Odontológicos Ltda, Joinville-SC, Brazil) was covered with bulk fill resin (Opus Bulk Fill-FGM Produtos Odontológicos Ltda, Joinville-SC, Brazil) and inserted into the canal (Fig. 14B). The composite resin was photoactivated initially for 10s and the post-resin composite was removed from canal and fully photoactivated for other 60 s. (Figs. 14C and D). Copious rinsing was performed to remove the lubricant gel and the post was cemented with dual resin cement (AllCem core-FGM Produtos Odontológicas Ltda, Joinville-SC, Brazil). The core was built- up as described for group G1;
- d) **Group 4:** teeth received a CAD-CAM integrated post-and-core. The roots were molded with acrylic resin (Duralay®; Reliance Dental Manufacturing Company, Chicago, IL, USA) (Fig. 15A). Then, the molds were scanned (Ceramill Map200-AMANN GIRRBACH) and the integrated glass fiber post-and-core was designed using the software Ceramill Mind (AMANN GIRRBACH) after the data were imported into the software. The data were then transformed into STL and manufactured in a milled machine (Ceramill® motion-AMANN GIRRBACH) using a matrix glass fiber resin block (Fiber CAD-Angelus Science and Technology) (Figs. 15B, 15C, 15D, 15E and 15F);
- e) **Group 5:** received a core with an adjustable fiber post (Splendor-SAP; Angelus Science and Technology) and filling with Bulk Fill resin (Opus Bulk Fill-FGM

Produtos Odontológicas Ltda, Joinville-SC, Brazil) (Fig. 16). This system has a cover (sleeve) that is inserted over the pin apically until it meets resistance in the root. The post was cemented and the core was built-up as described for group G1.

Standardization of crowns

All groups received CAD-CAM crowns in milled resin (BRAVA BLOCK-FGM Produtos Odontológicas Ltda, Joinville-SC, Brazil) (Fig. 8A) with the same dimensions standardized. Each tooth was finished with discs and regularized with # 2135F drills. Then, each set (tooth/core) was scanned (Ceramill Map200-AMANN GIRRBACHL). After obtaining the digital model of the core, the crown was designed using the Ceramill Mind software (AMANN GIRRBACH) (Fig. 7) and milling (BRAVA BLOCK-FGM Produtos Odontológicas Ltda, Joinville-SC, Brazil) (Fig. 8) with the Ceramill® motion-AMANN GIRRBACH system. After milling the crown was applied with Silano (Angelus, Londrina, PR, Brazil) for 20 seconds and waited for volatilization for 60 seconds. The adhesive was applied (Ambar Universal-FGM Produtos Odontológicas Ltda, Joinville-SC, Brazil) according to the manufacturer's instructions and the crown cemented with dual resin cement (AllCem core-FGM Produtos Odontológicas Ltda, Joinville-SC, Brazil) also according to with the manufacturer's instructions (Fig. 12).

Fracture resistance tests

All crowns received loads on the palatal face, with a load applied at 135° in relation to the long axis of the tooth, simulating the contact angle observed clinically occlusion between the upper anterior teeth and lower. After the correct positioning, the specimens received a load applied by means of a metallic tip, at a constant speed of 0.5 mm/min in compression

until the occurrence of the fracture, the maximum force being recorded in Newton (N) (Fig. 17).

Analysis of results

The maximum and minimum values of fracture resistance in each group were recorded and the median of each group was calculated, the data being analyzed by the Kruskal-Wallis test (GraphPad Software Inc.) for multiple comparison between groups ($p < 0.05$).

RESULTS

The values of the median (N), maximum and minimum values are shown in graph 1. The Kruskal-Wallis test showed no difference between the groups.

The fracture patterns were classified into four criteria, according to the level of fracture or crack observed after tests: A) Coronary fractures, involving restoration, enamel and dentin; B) Coronary/root fractures or cracks, extending to the enamel cementum junction (cervical third); C) Root fractures or cracks, present in the middle thirds; D). Root fractures or cracks, present in the apical third (Fig. 18).

DISCUSSION

Teeth with great loss of tooth structure have a worse restorative prognosis, as resistance to masticatory efforts is directly related to the amount of dental remnant present.^{1,2,10} Clinically, flared roots have thin dentin walls, and restorative treatments in these cases often present impairment of adhesion, sealing and exhibit a higher risk of fractures.¹¹ In these cases, to promote better retention of the restorative material, intraradicular posts are indicated.^{12,13}

There seems to be no doubt in the literature as preference between cast metal post-and-core and fiber posts.¹⁴ Cast metal post-and-core posts present higher modulus of elasticity

than the modulus of dentin. When root deformation occurs in the face of occlusal stress, this conventional post does not deform in intensity and synchronism with dentin deformation. This huge difference between the modulus of elasticity of the metal and the dentin will cause the root to reach the maximum stress value immediately upon receiving an excessive impact load, resulting in irreparable root fracture.¹⁵ Fiber posts cause less distortion and transfer less force to the root of the tooth in relation to cast metal, being more suitable for restoring non-vital teeth.¹⁶ This study, therefore, evaluate the fracture strength and failure mode of flared bovine roots restored with different fiber posts-and-core fabricated by different techniques.

The use of human teeth would be the best alternative in laboratory research, but obtaining teeth in good condition, in the necessary quantity has been a difficulty. In addition, working with human tissues offers greater obstacles for approval on ethical evaluation committees. In the present study, we used bovine teeth because it is easier to obtain and standardize. A recent systematic review validated the use of bovine teeth in bond strength studies, in which no statistically significant differences were found between human and bovine teeth, whether in dentin or enamel.¹⁷

The periodontal ligament is fundamental in the distribution of generated stresses and fracture pattern during mechanical testing. The simulation of the periodontal ligament in this study was based on the methodology proposed by Soares et al.⁹. The polyether impression material and the periodontal ligament behave similarly when subjected to external forces, despite having different physical properties.^{9,18}

In laboratory studies, sample standardization is an important factor in minimizing the risk of bias. In the present study, all posts and cores were made by the same operator. In addition, CAD-CAM crowns using software (Ceramill mind, AMANN GIRRBACK) and milling machine (CERAMILL MOTION 2) allowed a reliable standardization among the samples. However, there are limiting factors, such as possible differences between the bovine

roots of cattle, considering factors such as age difference, for example. We can also mention the difficulty of polymerization of the apical third using dual cement, since the light intensity for polymerization is reduced with increasing distance¹⁹, despite this being a common factor for all groups.

The roots in this study were flared to simulate roots with thin walls. Fiber posts with appropriate design for flared roots, with complete filling of the canal walls, are still scarce in Dentistry. Thus, the spaces on the root increases the resin cement thickness, resulting in areas of less resistance, which can compromise the long-term prognosis.⁷ An alternative to improve the adaptation of fiber posts in the root walls can be reline than with composite resin.^{8,20}

Bulk Fill resins allow insertion of larger increments, as they have less polymerization contraction and increased curing depth. This characteristic may be associated with the greater translucency of this type of resin.²¹ Bulk Fill resins performed well in restorations of vital or endodontically treated teeth.^{22,23} However, studies on the use of this type of resin in anterior teeth are still needed, and for this reason it was not possible to compare the results of this study with others existing in the literature in which bulk fill resin was used to fill anterior teeth.

Most of the fracture patterns were favorable, a factor that can be attributed to the elasticity modulus of the fiber posts similar of dentin. The groups that exhibited the highest values of fracture resistance, G2 and G5 were also those that showed better fracture patterns, with a predominance of coronary and cervical third fractures. The excellent result of group 2 can be attributed to the benefit of obtaining better adhesion, since the same material was used for filling the core and cementing. In relation to group 5, the results can highlight the advantages of using a post system adaptable to the root canals, as it was an efficient system that presented facility during confection and shown good adaptation to the root canal.

The study by Pang et al.¹¹ found better strength values for CAD-CAM fiber post-and-core associated with a favorable fracture pattern than prefabricated fiber posts. Another study²⁴ concluded found no significant difference in the adhesion of prefabricated and milled fiber posts in the roots. In the present study, the fracture strength values of the CAD-CAM post-and-cores were not among the highest values, and it was also the group with the majority number of fractures in the middle third and one in the apical third. This difference between the results found in the studies may perhaps be attributed to the use of different cement systems, since in this study dual cement was used and, in the others, mentioned above, self-adhesive cement.²⁵ However, Ruschel et al.²⁶ concluded that prefabricated fiber posts have greater resistance to fracture as well as greater surface roughness compared to CAD-CAM integrated fiber post-and-core, whether vertical or diagonal milling in relation to the fibers.

CONCLUSION

Albeit its limitations, this current *in vitro* study has led to the following conclusions. No significant differences were found between the fracture values of the studied fiber posts groups. The fracture part of post-and-core with low elastic modulus is closer to the root neck which is favorable for re-restoration, with groups G2 and G5 showing better results in this regard. Other studies need to be carried out to better discern the choice of the intraradicular retainer by the clinician.

REFERÊNCIAS

1. Shillingburg HT Jr, Hobo S, Whitsett LD. Fundamentals of fixed prosthodontics. 3rd. ed. Chicago: Quintessence Pub. Co.; 1997.
2. Mezzomo E. Prótese fixa contemporânea. São Paulo: Santos; 2002.
3. Kar S, Tripathi A, Trivedi C. Effect of different ferrule length on fracture resistance of endodontically treated teeth: an in vitro study. *J Clin Diagn Res.* 2017;11(4):ZC49-ZC52. doi: 10.7860/JCDR/2017/24669.9675.
4. Santos Pantaleón D, Morrow BR, Cagna DR, Pameijer CH, Garcia-Godoy F. Influence of remaining coronal tooth structure on fracture resistance and failure mode of restored endodontically treated maxillary incisors. *J Prosthet Dent.* 2018;119(3):390-6.
5. Juloski J, Radovic I, Goracci C, Vulicevic ZR, Ferrari M. Ferrule effect: a literature review. *J Endod.* 2012;38: 11-19.
6. Smith CT, Schuman NJ, Wasson W. Biomechanical criteria for evaluating prefabricated post-and-core systems: A guide for the restorative dentist. *Quintessence Int.* 1998;29: 305-12.
7. Silva GR, Santos-Filho PC, Simamoto-Júnior PC, Martins LR, Mota AS, Soares CJ. Effect of post type and restorative techniques on the strain and fracture resistance of flared incisor roots. *Braz Dent J.* 2011;22: 230-7.
8. Macedo VC, Faria e Silva AL, Martins LR. Effect of cement type, relining procedure, and length of cementation on pull-out bond strength of fiber posts. *J Endod.* 2010;36: 1543-6.
9. Soares CJ, Pizi ECG, Fonseca RB, Martins LRM. Influence of root embedment material and periodontal ligament simulation on fracture resistance tests. *Braz Oral Res.* 2005;19: 11-16.

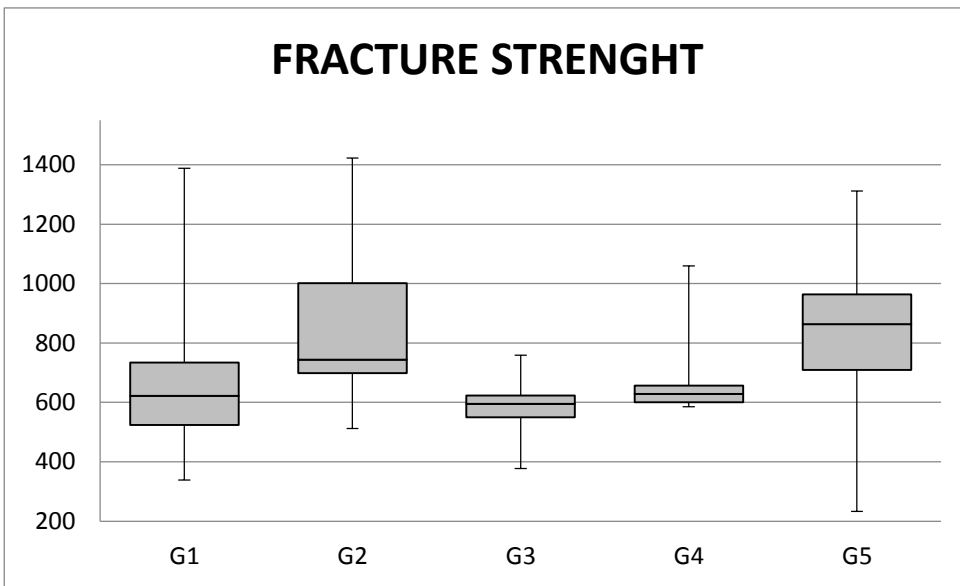
10. Lazari PC, de Carvalho MA, Del Bel Cury AA, Magne P. Survival of extensively damaged endodontically treated incisors restored with different types of posts-and-core foundation restoration material. *J Prosthet Dent.* 2018;119: 769-76.
11. Pang J, Feng C, Zhu X, Liu B, Deng T, Gao Y, et al. Fracture behaviors of maxillary central incisors with flared root canals restored with CAD-CAM integrated glass fiber post-and-core. *Dent Mater J.* 2019;14: 114-19.
12. Heithersay GS. Stimulation of root formation in incompletely developed pulpless teeth. *Oral Surg Oral Med Oral Pathol.* 1970;29: 620-30.
13. Sivieri-Araujo G, Tanomaru-Filho M, Guerreiro-Tanomaru JM, Bortoluzzi EA, Jorge EG, Reis JMSN. Fracture resistance of simulated immature teeth after different intra-radicular treatments. *Braz Dent J.* 2015;26: 211-15.
14. Ahmed SN, Donovan TE, Ghuman T. Survey of dentists to determine contemporary use of endodontic posts. *J Prosthet Dent.* 2016;117:642-5.
15. Sobek J, Veselý V, Seitl S. Combination of wedge splitting and bending fracture test-crack tip stress field and nonlinear zone extent analysis. *Adv Mater Res.* 2014;969: 67-72.
16. Kondoh Y, Takeda T, Shomura M. Influence of different post-core systems on impact stress: a pilot study. *Open Dent J.* 2013;7: 162-8.
17. Soares FZ, Follak A, da Rosa LS, Montagner AF, Lenzi TL, Rocha RO. Bovine tooth is a substitute for human tooth on bond strength studies: A systematic review and meta-analysis of in vitro studies. *Dent Mater.* 2016;32: 1385-93.
18. Rees JS. An investigation into the importance of the periodontal ligament and alveolar bone as supporting structures in finite element studies. *J Oral Rehabil* 2001;28:425-32.
19. Mumcu E, Erdemir U, Topcu FT. Comparison of micro push-out bond strengths of two fiber posts luted using simplified adhesive approaches. *Dent Mater J.* 2010;29(3):286-96.

20. Clavijo VGR, Reis JMSN, Kabbach W; Faria e Silva AL, Oliveira Junior OB, Andrade MF. Fracture strength of flared bovine roots restored with different intraradicular posts. *J App Oral Sci.* 2009;17(6):574-8.
21. Van Ende A, De Munck J, Lise DP, Van Meerbeek B. Bulk-fill composites: a review of the current literature. *J Adhes Dent.* 2017;19: 95-109.
22. Vitale MC, Chiesa M, Coltellaro F, Bignardi C, Celozzi M, Poggio C. FEM analysis of different dental root canal-post systems in young permanent teeth. *Eur J Paediatr Dent.* 2008;9: 111-17.
23. Versluis A, Versluis-Tantbirojn D. Filling cavities or restoring teeth? *J Tenn Dent Assoc.* 2011;91: 36-42.
24. Eid R, Azzam K, Skienhe H, Ounsi H, Ferrari M, Salameh Z. Influence of adaptation and adhesion on the retention of computer-aided design/computer-aided manufacturing glass fiber posts to root canal. *J Contemp Dent Pract.* 2019;20: 1003-8.
25. Gomes GM, Gomes OMM, Reis A, Gomes JC, Loguercio AD, Calixto AL. Regional bond strengths to root canal dentin of fiber posts luted with three cementation systems. *Braz Dent J.* 2011;22(6):460-7.
26. Ruschel GH, Gomes EA, Silva-Sousa YT, Pinelli RGP, Sousa-Neto MD, Pereira GKR et al. Mechanical properties and superficial characterization of a milled CAD-CAM glass fiber post. *J Mech Behav Biomed Mater.* 2018;82:187-192.

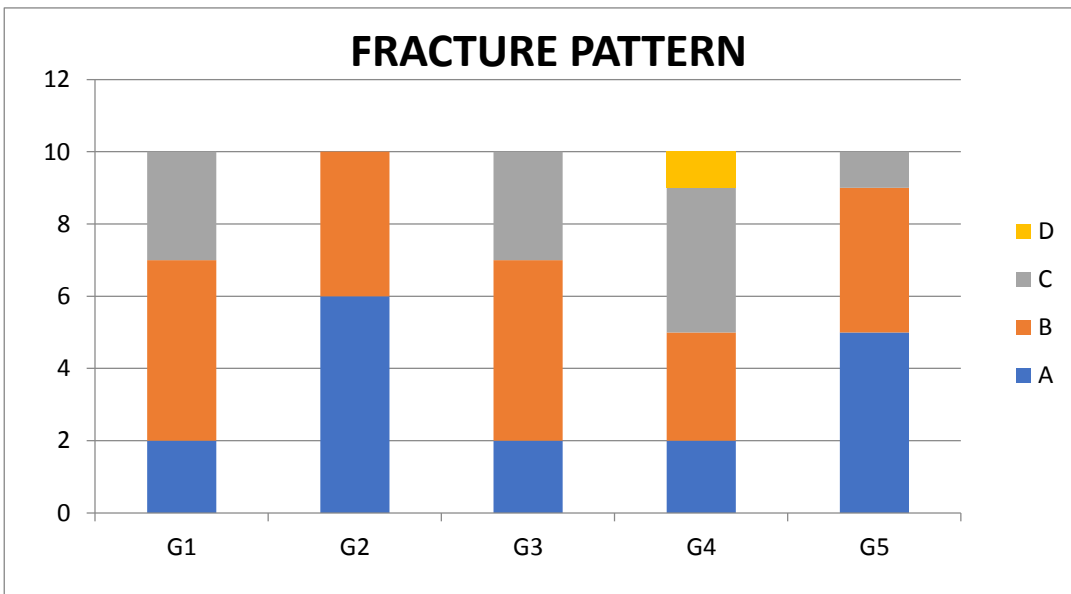
Chart 1. Experimental groups

Groups	Specifications
G1	bovine tooth, endodontically treated, root flared with drill #4137, core built-up with fiber post (WHITEPOST DCE 2-FGM) and Bulk Fill composite resin (OPUS FGM) and restored with CAD-CAM composite crowns (BRAVA BLOCK-FGM).
G2	bovine tooth, endodontically treated, root flared with drill #4137, core built-up with fiber post (WHITEPOST DCE 2-FGM) and resin cement (ALLCEM CORE - FGM) and restored with CAD-CAM composite crowns (BRAVA BLOCK-FGM).
G3	bovine tooth, endodontically treated, root flared with drill #4137, core built-up with direct anatomic fiber post (WHITEPOST DCE 2-FGM) and composite resin (ALLCEM CORE - FGM) and restored with CAD-CAM composite crowns (BRAVA BLOCK-FGM).
G4	bovine tooth, endodontically treated, root flared with drill #4137, core built-up with CAD-CAM fiber post (FIBER CAD-Angelus) and restored with CAD-CAM composite crowns (BRAVA BLOCK-FGM).
G5	bovine tooth, endodontically treated, root flared with drill #4137, core built-up with fiber post (SPLENDOR-ANGELUS) and Bulk Fill composite resin (OPUS FGM) and restored with CAD-CAM composite crowns (BRAVA BLOCK-FGM).

Graph 1. Median and maximum and minimum fracture resistance values for each group



Graph 2. Fracture pattern for the fracture resistance test



FIGURES

Fig. 1. Sectioned bovine teeth.

Fig. 2. Widening root. A) Drill # 4137 following the long axis of the root B) Drill completely into the root, standardizing the widening; C) Flared root.

Fig. 3. Preparations prior to the simulation of the periodontal ligament. A) 0.3 mm layer of liquefied wax in the portion below 2 mm of the amelodentary junction; B and C) roots attached to the wax slide; D) PVC tubes attached to the wax slide.

Fig. 4. A) Impression material used to simulate the periodontal ligament.

Fig. 5. Simulation of the periodontal ligament. A) Artificial alveol cleaned with adhesive; B) Tooth inserted with the material based on polyether; C) After removing the excesses.

Fig. 6. A) NúcleoJet® used to standardize the coronary portion; B) Polypropylene matrix obtained from NúcleoJet®; C) Polypropylene matrices.

Fig. 7. Crown design - Ceramill Mind software (AMANN GIRRBACK).

Fig. 8. A) Resin blocks (BRAVA BLOCK-FGM Produtos Odontológicas Ltda, Joinville-SC, Brazil); B) Crown milled in CAD-CAM.

Fig. 9. Preparation of the prefabricated post. A) Cleaning with 70% alcohol; B) Application of silane; C) Application of the adhesive. D) Light curing.

Fig. 10. Preparation of the dental remnant. A) Prepared and dry root; B) Application of the adhesive; C) Light curing.

Fig. 11. Post-and-core manufacturing. A) Insertion of cement inside the root; B) Inserting the post; C) After removing the excesses and polymerizing the cement; D) Insertion of Bulk Fill resin in the polypropylene matrix; E) Core done.

Fig. 12. Cementation of the milled resin crown. A) Application of silane; B) Application of the adhesive; C) Insertion of cement in the crown; D) Cemented crown after cement polymerization.

Fig. 13. Insertion of cement in the polypropylene matrix for manufacturing the core.

Fig. 14. Manufacturing the anatomic post. A) Lubricated root; B) Fiber post covered with composite resin. C) Insertion of the post in the root and initial photoactivation; D) Anatomic post molded after final polymerization.

Fig. 15. Obtaining the fiberglass core milled in CAD-CAM. A) Root canal molded with Duralay®; B and C) Digital image of the nucleus obtained from scanning; D and E) Glass fiber block positioned on the milling machine; F) Milled glass fiber core.

Fig. 16. Splendor® post. A) Commercial presentation; B) Image showing the system. C) Core built with the Splendor® system.

Fig. 17. A) Device for compression testing at 135° in relation to the long axis of the tooth (angle of 45° in relation to the horizontal plane).

Fig. 18. Classification of fracture patterns.



Fig. 1

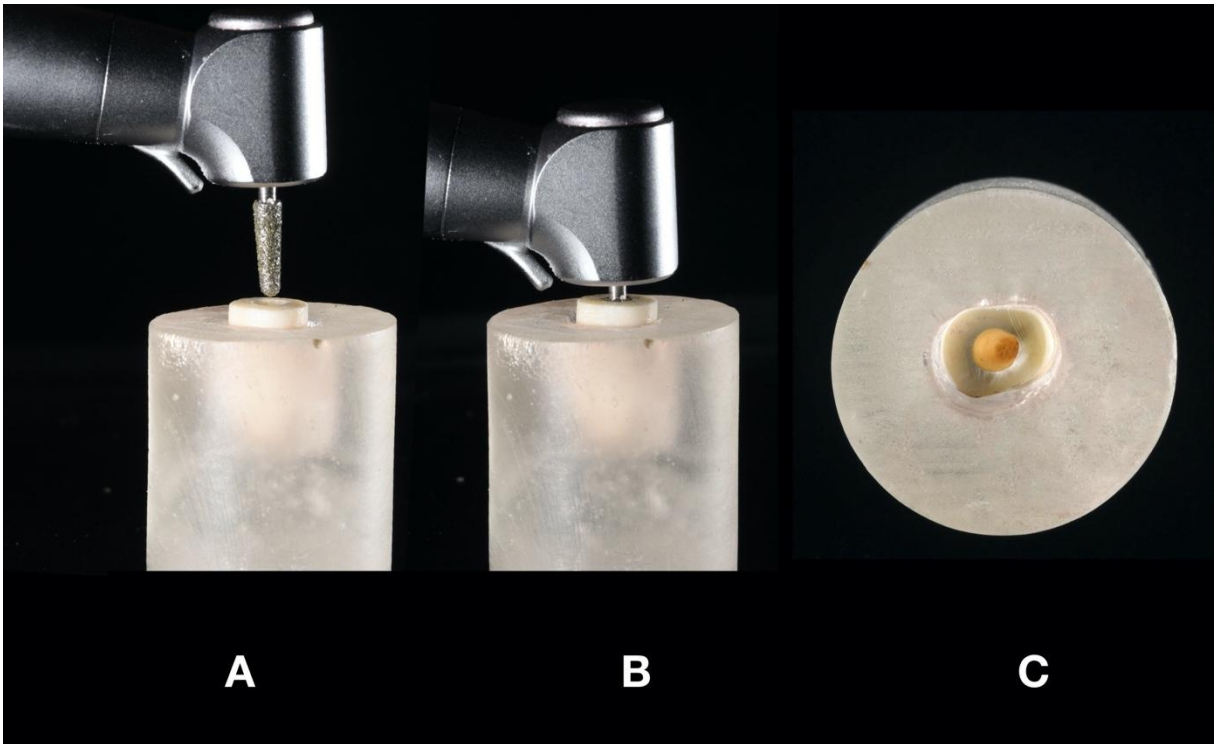


Fig. 2

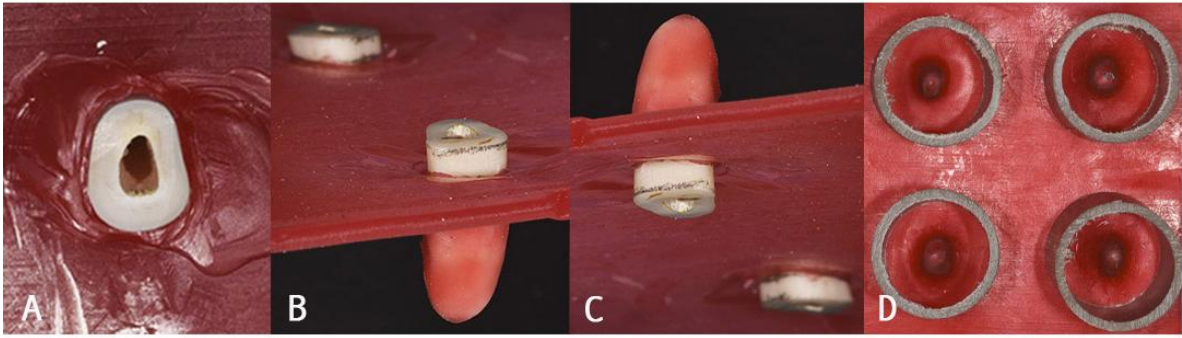


Fig. 3



Fig. 4

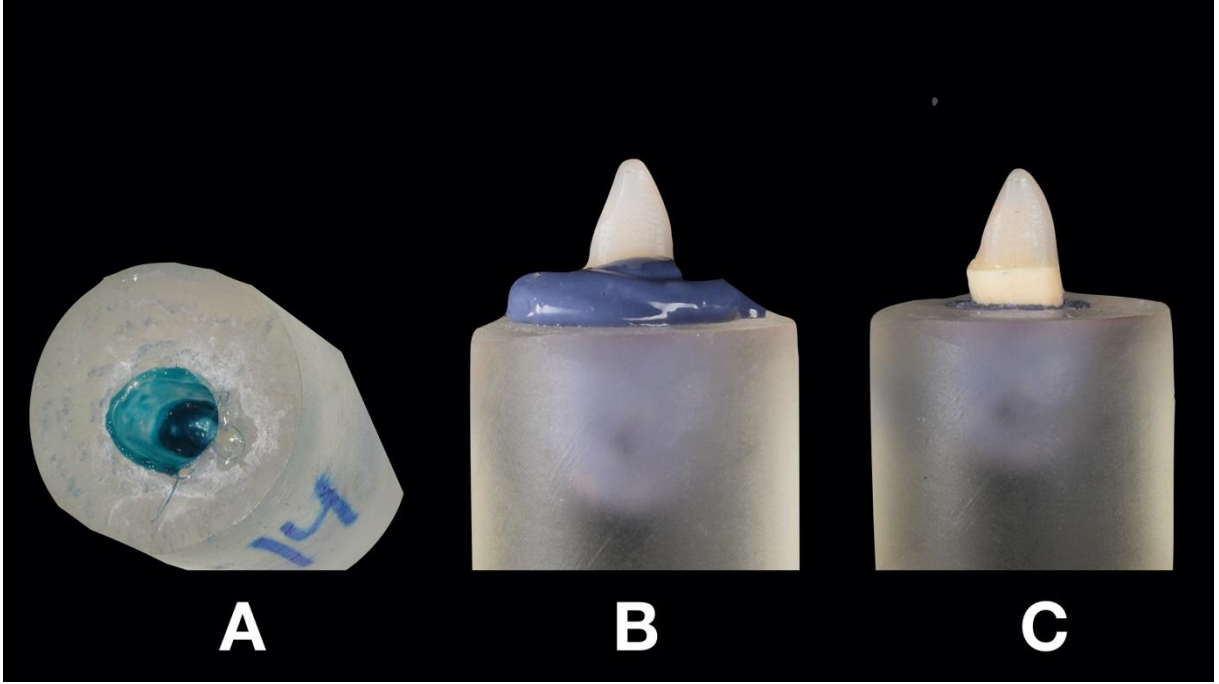


Fig. 5

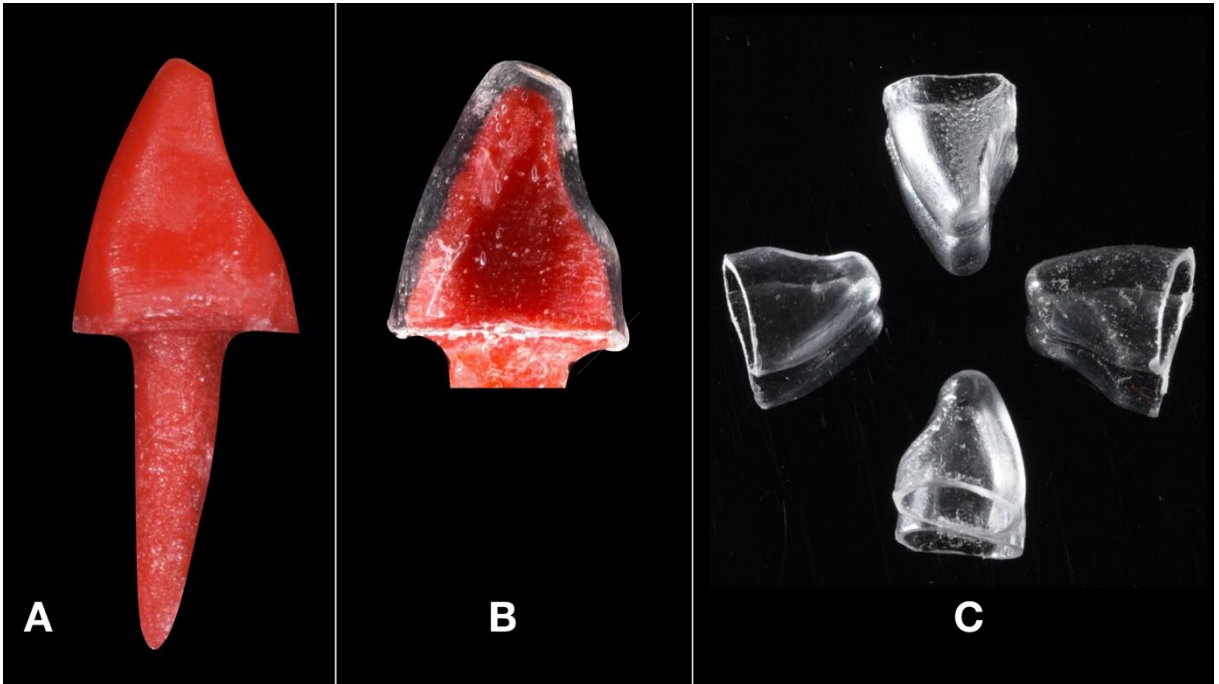


Fig. 6

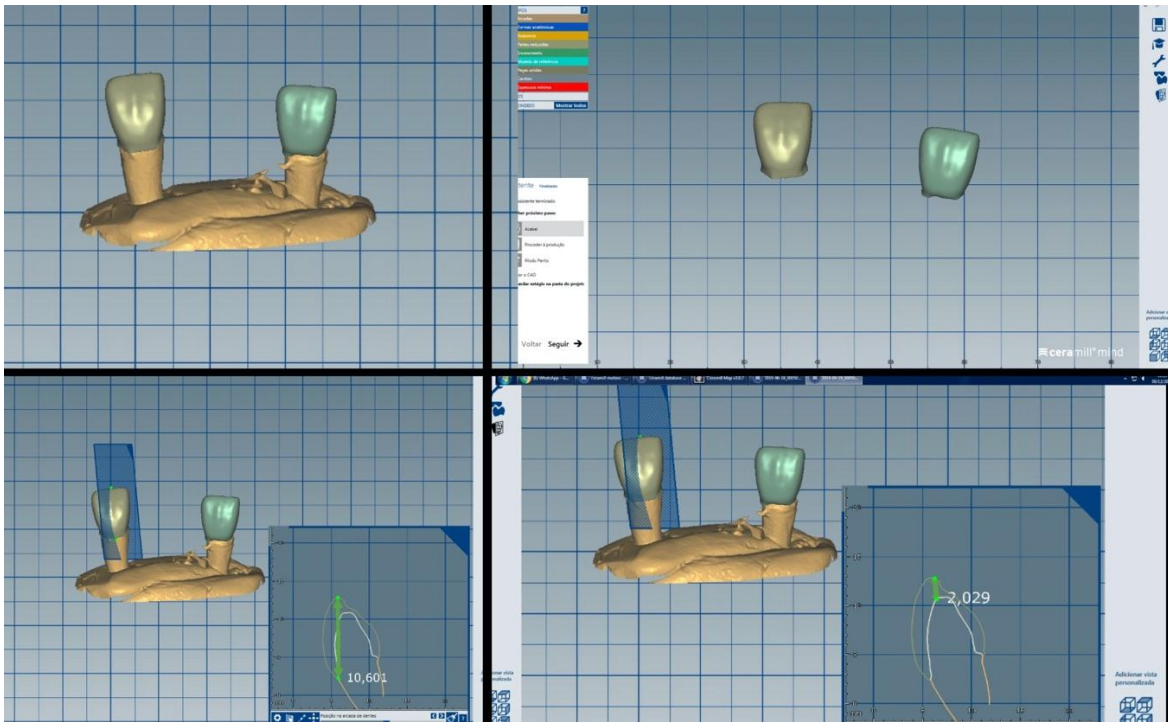


Fig. 7

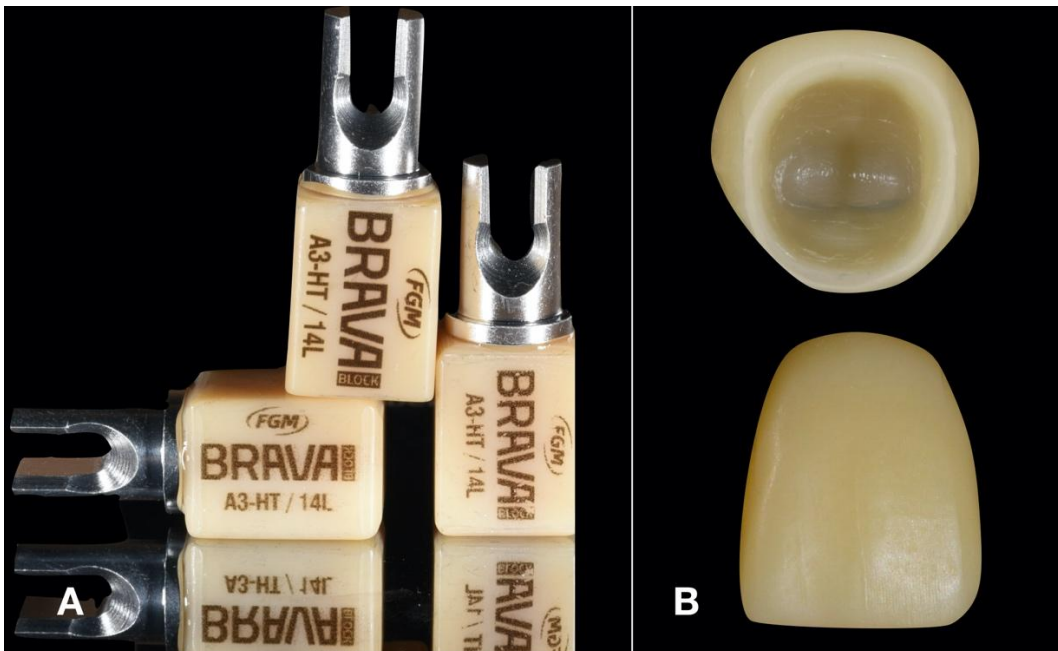


Fig. 8

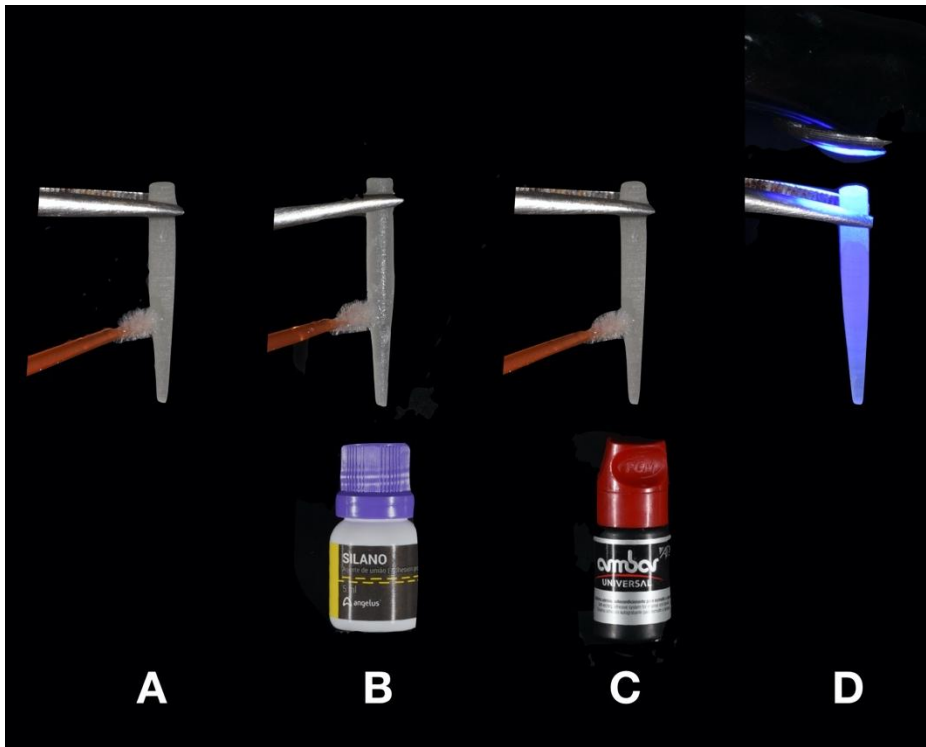


Fig. 9

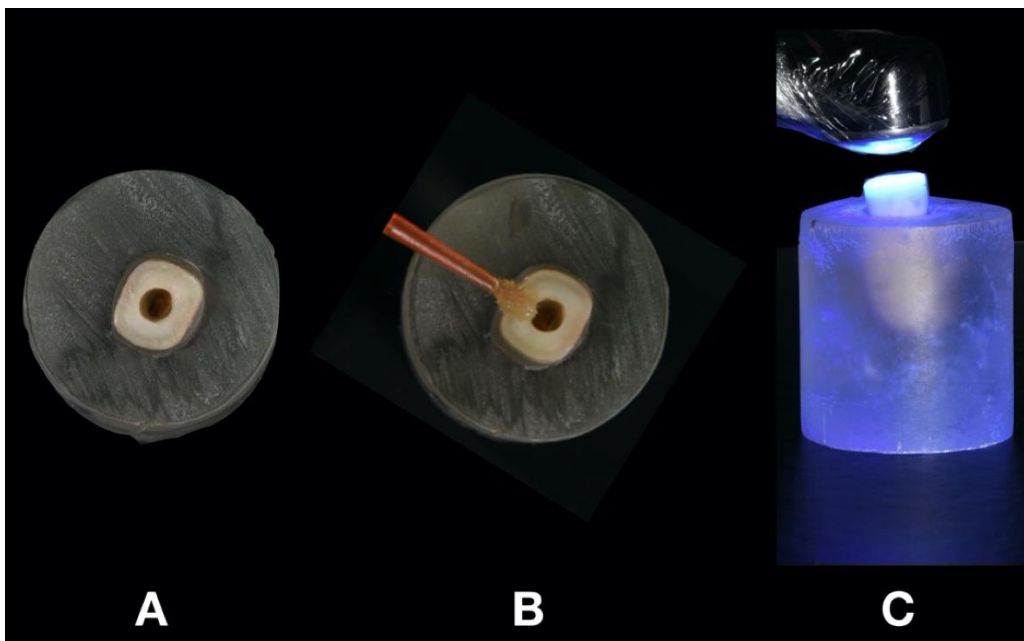


Fig. 10

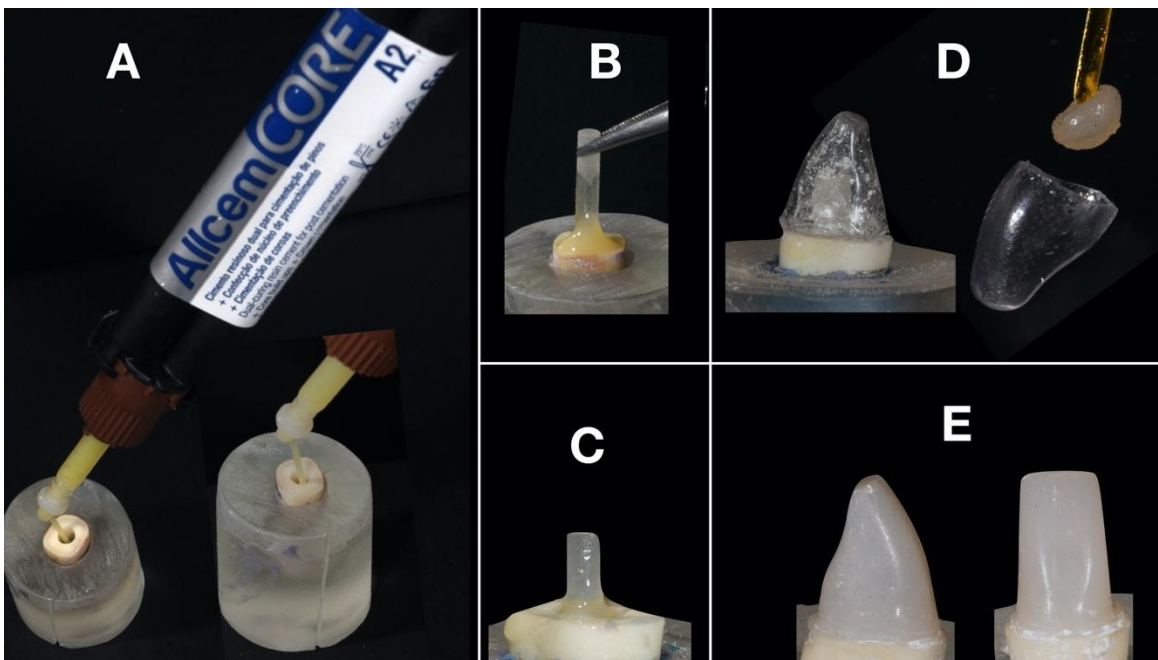


Fig. 11

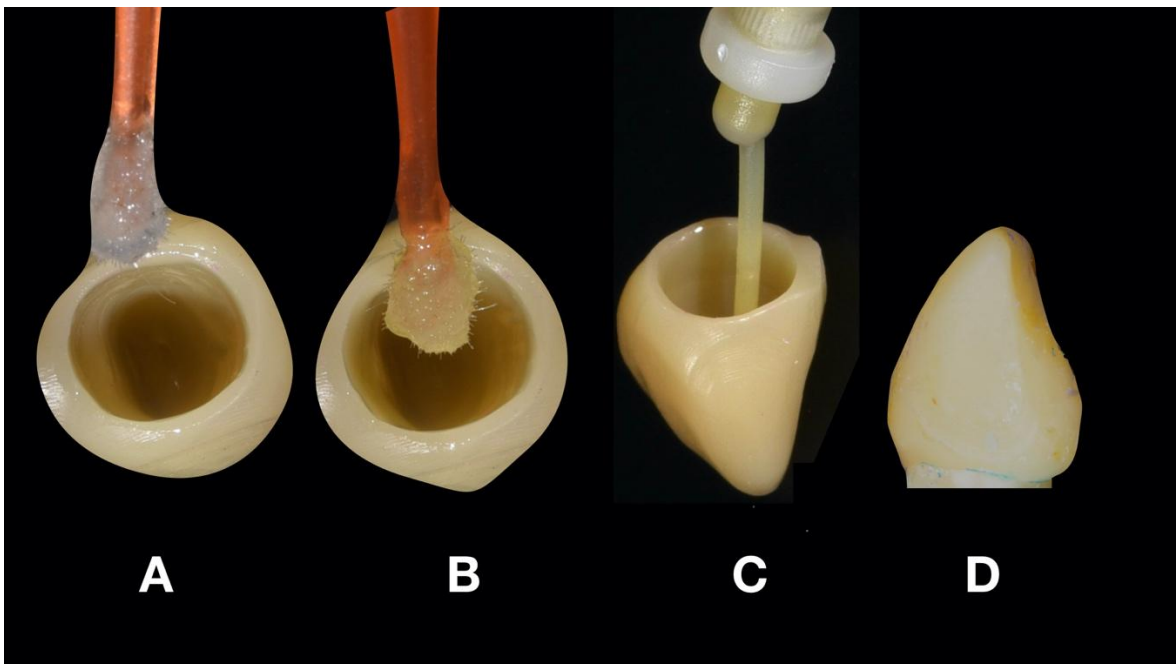


Fig. 12



Fig. 13

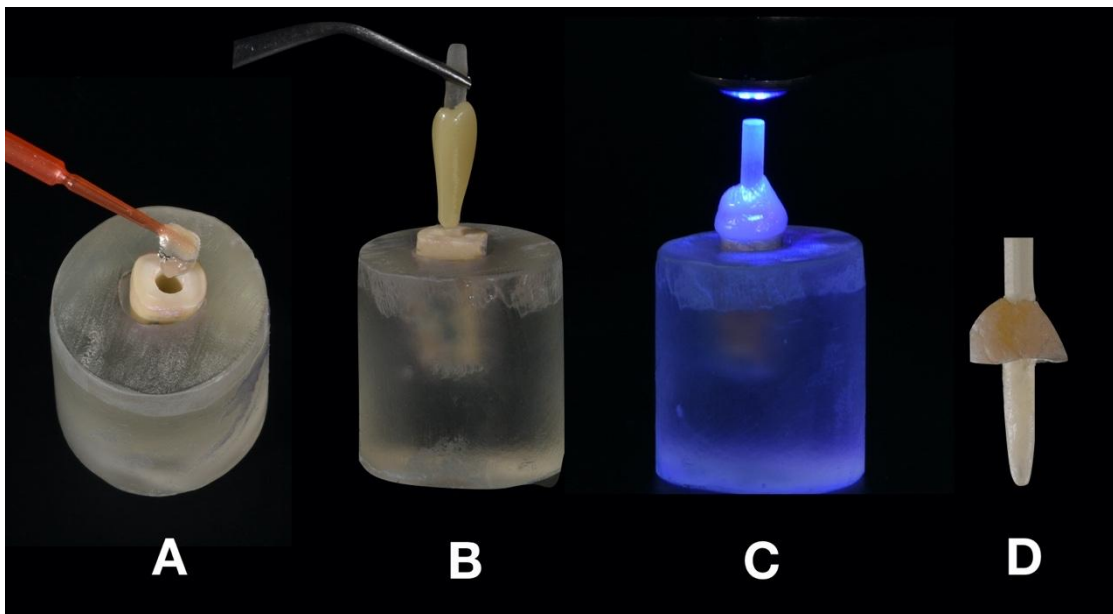


Fig. 14

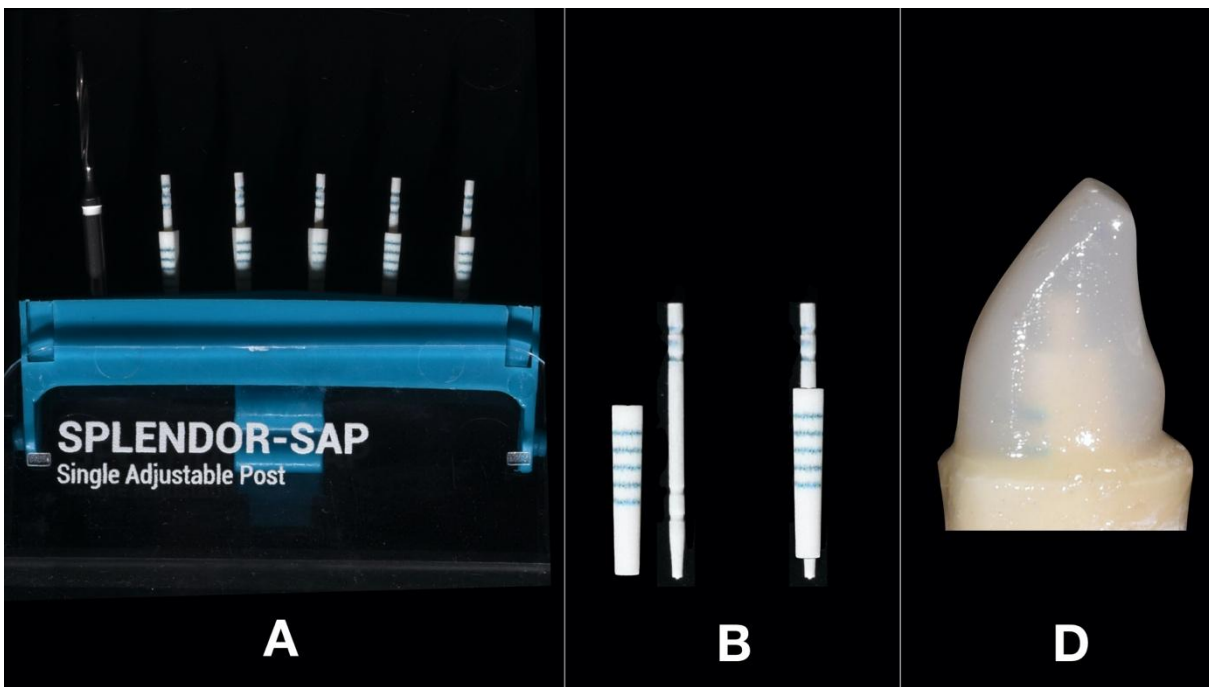


Fig. 15

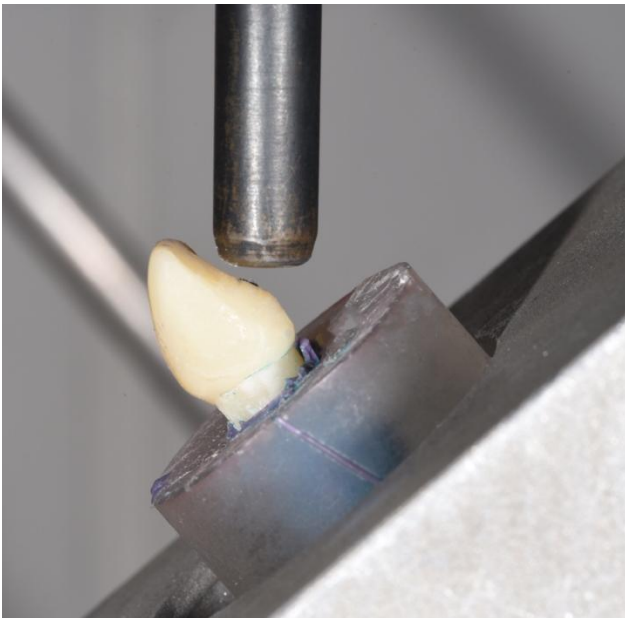


Fig. 16

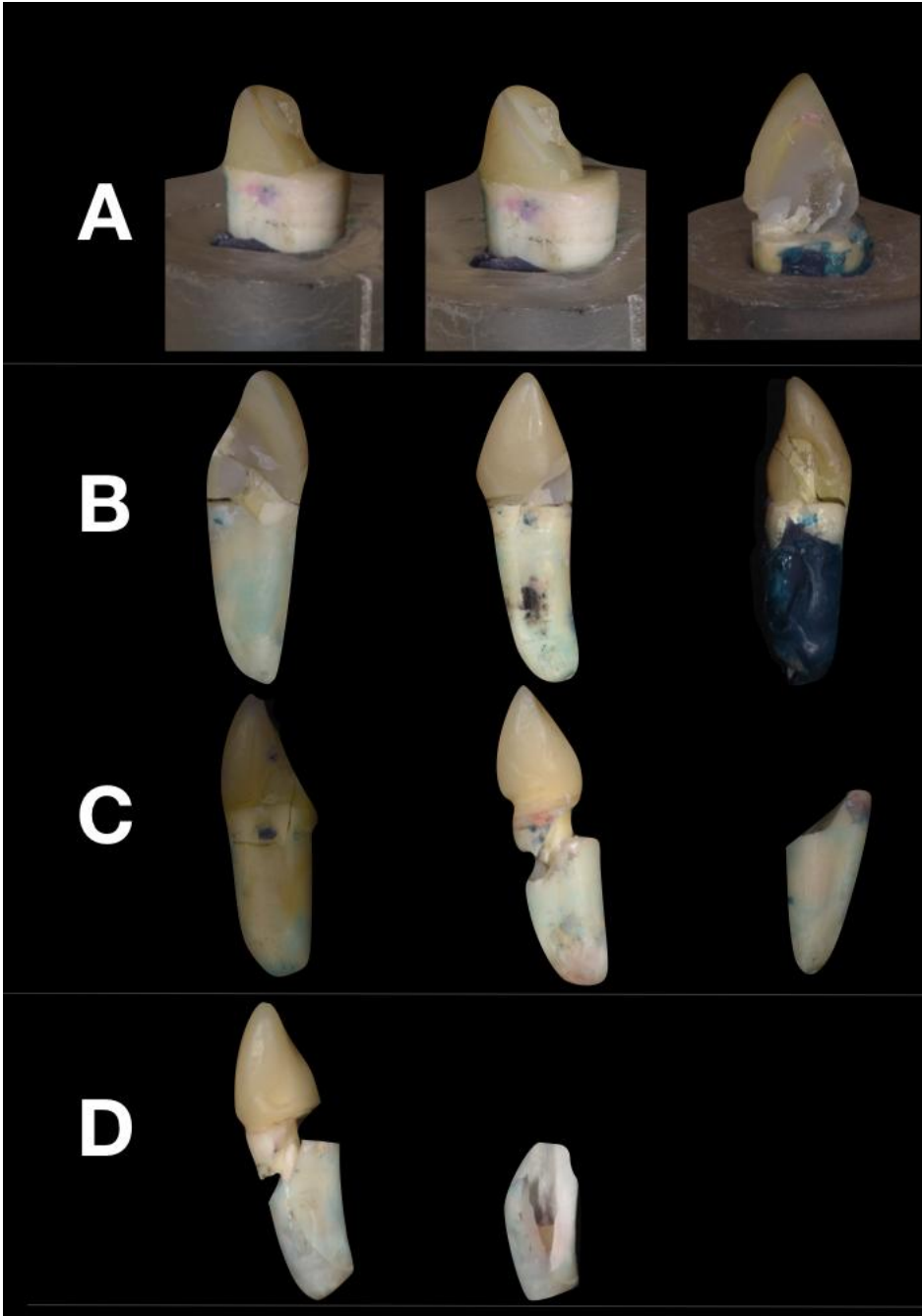


Fig. 17

5 CONSIDERAÇÕES FINAIS

A reconstrução de dentes tratados endodonticamente com extensa destruição coronária e condutos amplos representam um desafio na prática clínica odontológica. O comportamento mecânico de dentes sem remanescente dental pode ser melhorado com restaurações retidas a pinos de fibra de vidro (ABDULJAWAD *et al.*, 2016; SIVIERI-ARAÚJO *et al.*, 2015). Entretanto, nenhuma técnica de reconstrução de núcleos é capaz de compensar a ausência de coroa residual (LAZARI *et al.*, 2018).

A utilização de pinos de fibra de vidro apresenta a vantagem de ter módulo de elasticidade próximo ao da dentina, gerando menor tensão na raiz, preservando o remanescente dental e diminuindo o risco de fratura radicular (ABDELAZIZ *et al.*, 2017; KONDON *et al.*, 2013; SOARES *et al.*, 2012).

Outra opção para restaurar dentes severamente destruídos é a restauração do tipo *endocrown*, na qual não se utiliza retentores intracanaís. Entretanto, o modo de falha deste tipo de restauração também é mais desfavorável em comparação às restaurações com pinos de fibra de vidro (BANKOĞLU *et al.*, 2017).

O objetivo deste estudo foi comparar o comportamento biomecânico de diferentes técnicas de confecção de núcleo de fibra de vidro. Os condutos foram alargados para simular canal radicular amplo. Foram utilizados dentes bovinos devido à maior facilidade de obtenção e padronização dos espécimes. Além disso, apresentam resistência de união semelhante a encontrada em dentes humanos (SOARES *et al.*, 2016). O ligamento periodontal é fundamental na distribuição de tensões geradas e padrão de fratura durante ensaio mecânico. A simulação do ligamento periodontal nesse estudo foi baseada na metodologia proposta por Soares *et al.* (2005). O material de moldagem à base de poliéter e o ligamento periodontal apresentam um comportamento semelhante quando submetidos a forças externas, apesar de possuírem propriedades físicas diferentes (REES *et al.*, 2001; SOARES *et al.*, 2005).

Em estudos laboratoriais, a padronização das amostras é fator primordial para obtenção de resultados mais confiáveis. Com o auxílio da tecnologia digital foi possível confeccionar os núcleos do grupo 4 com precisão e confiabilidade ao molde obtido com Duralay®, manufaturados a partir de blocos de fibra de vidro fresados em CAD-CAM. Além disso, houve padronização das coroas de todos os grupos,

confeccionadas a partir de desenho em software e fresagem dos blocos de resina BRAVA.

Os testes de resistência à fratura não apontaram diferenças significativas entre os grupos. Houve predominância por fratura favorável, sendo que os grupos G2 e G5 exibiram melhores resultados nesse quesito. Entretanto, o grupo G4 apresentou maior número de fraturas no terço médio e foi o único grupo que teve uma fratura no terço apical. Este resultado não corresponde ao encontrado no estudo de Pang (2019), no qual os dentes com pino de fibra fresado exibiram maiores valores de fratura e padrão de falha favorável. Essa discordância talvez seja explicada devido à utilização de sistemas diferentes de cimentação nos dois estudos, uma vez que no estudo de Pang (2019) utilizou-se cimento autoadesivo e neste presente estudo cimento dual (GOMES *et al.*, 2011; MUMCU; ERDEMIR; TOPCU, 2010).

Apesar de ser um assunto bastante estudado na literatura, poucos trabalhos permitiram comparar resultados de outros autores com os resultados obtidos nessa pesquisa. Esse fato sugere que mais estudos que permitam essa comparação sejam realizados para propiciar maior poder de seleção do retentor intrarradicular por parte dos clínicos.

REFERÊNCIAS

- ABDELAZIZ, K.M. *et al.* Fracture resistance of tilted premolars restored with different post-core systems. **Journal of International Society of Preventive Community Dentistry**, v.7, n.6, p. 344-350, Nov./Dec. 2017.
- ABDULJAWAD, M. *et al.* Effect of fiber posts on the fracture resistance of resistance of endodontically treated anterior teeth with cervical cavities: an in vitro study. **The Journal of Prosthetic Dentistry**, v.116, n.1, p. 80-84, July 2016.
- AHMED, S.N.; DONOVAN, T.E.; GHUMAN, T. Survey of dentists to determine contemporary use of endodontic posts. **The Journal of Prosthetic Dentistry**, v.117, n.15, p. 642-645, 2016.
- BANKOĞLU, G.M. *et al.* Fracture strength of CAD/CAM fabricated lithium disilicate and resin nano ceramic restorations used for endodontically treated teeth. **Dental Materials Journal**, v.36, n.2, p. 135-141, Mar. 2017.
- CLAVIJO, V.G.R. *et al.* Fracture strength of flared bovine roots restored with different intraradicular posts. **Journal of Applied Oral Science**, v.17, n.6, p. 574-578, Nov./Dec. 2009
- EID, R. *et al.* Influence of adaptation and adhesion on the retention of computer-aided design/computer-aided manufacturing glass fiber posts to root canal. **The Journal of Contemporary Dental Practice**, v.20, n.9, p. 1003-1008, Sept. 2019.
- GOMES, G.M. *et al.* Regional bond strengths to root canal dentin of fiber posts luted with three cementation systems. **Brazilian Dental Journal**, v.22, n.6, p. 460-467, 2011.
- JULOSKI, J. *et al.* Ferrule effect: a literature review. **Journal of Endodontics**, v.38, n.1, p. 11-19, Jan. 2012.
- KAR, S.; TRIPATHI, A.; TRIVEDI, C. Effect of different ferrule length on fracture resistance of endodontically treated teeth: an in vitro study. **Journal of Clinical and Diagnostic Research**, v.11, n.4, p. ZC49-ZC52, Apr. 2017.
- KONDOH, Y. *et al.* Influence of different post-core systems on impact stress: a pilot study. **The Open Dentistry Journal**, v.7, p. 162-168, Nov. 2013.
- LAZARI, P.C. *et al.* Survival of extensively damaged endodontically treated incisors restored with different types of posts-and-core foundation restoration material. **The Journal of Prosthetic Dentistry**, v.119, n.5, p. 769-776, May 2018.
- MACEDO, V.C.; FARIA-E-SILVA, A.L.; MARTINS, L.R.M. Effect of cement type, relining procedure, and length of cementation on pull-out bond strength of fiber posts. **Journal of Endodontics**, v.36, n.9, p. 1543-1546, Sept. 2010.
- MEZZOMO, E. **Prótese fixa contemporânea**. São Paulo: Santos, 2002.

MUMCU, E.; ERDEMIR, U.; TOPCU, F.T. Comparison of micro push-out bond strengths of two fiber posts luted using simplified adhesive approaches. **Dental Materials Journal**, v.29, n.3, p. 286-296, May 2010.

PANG, J. *et al.* Fracture behaviors of maxillary central incisors with flared root canals restored with CAD/CAM integrated glass fiber post-and-core. **Dental Materials Journal**, v.14, n.1, p. 114-119, Feb. 2019.

PANTALEÓN, D.S. *et al.* Influence of remaining coronal tooth structure on fracture resistance and failure mode of restored endodontically treated maxillary incisors. **The Journal of Prosthetic Dentistry**, v.119, n.3, p. 390-396, Mar. 2018.

REES, J.S. An investigation into the importance of the periodontal ligament and alveolar bone as supporting structures in finite element studies. **Journal of Oral Rehabilitation**, v.28, n.5, p. 425-432, May 2001.

SHILLINGBURG, H.T. *et al.* **Fundamentals of fixed prosthodontics**. 3rd. ed. Chicago: Quintessence, 1997.

SILVA, G.R. *et al.* Effect of post type and restorative techniques on the strain and fracture resistance of flared incisor roots. **Brazilian Dental Journal**, v.22, n.3, p. 230-237, 2011.

SIVIERI-ARAUJO, G. *et al.* Fracture resistance of simulated immature teeth after different intra-radicular treatments. **Brazilian Dental Journal**, v.26, n.3, p. 211-215, May/June 2015.

SMITH, C.T. *et al.* Biomechanical criteria for evaluating prefabricated post-and-core systems: A guide for the restorative dentist. **Quintessence International**, v.29, n.5, p. 305-312, May 1998.

SOARES, C.J. *et al.* Influence of root embedment material and periodontal ligament simulation on fracture resistance tests. **Brazilian Oral Research**, v.19, n.1, p. 11-16, Jan./Mar. 2005.

SOARES, C.J. *et al.* Longitudinal clinical evaluation of post systems: a literature review. **Brazilian Dental Journal**, v.23, n.2, p.135-140, 2012.

SOARES, F.Z. *et al.* Bovine tooth is a substitute for human tooth on bond strength studies: A systematic review and meta-analysis of in vitro studies. **Dental Materials**, v.32, n.11, p. 1385-1393, Nov. 2016.

ANEXO A - Parecer da CEUA PUC Minas



Pontifícia Universidade Católica de Minas Gerais
Pró-reitoria de Pesquisa e de Pós-graduação
Comissão de Ética no Uso de Animais - CEUA PUC Minas

PARECER DA CEUA PUC MINAS

Certificamos que o projeto intitulado “PINO ANATOMIZADO DE DISSILICATO DE LÍTIU: uma nova alternativa para retentor intrarradicular?”, protocolo projeto de pesquisa nº 01/2019, sob a responsabilidade de Prof. Paulo Isaías Seraidarian – que envolve o uso de animais pertencentes ao filo Chordata, subfilo Vertebrata (exceto o homem), para fins de pesquisa científica – encontra-se de acordo com os preceitos da Lei nº 11.794, de 8 de outubro de 2008, do Decreto nº 6.899, de 15 de julho de 2009, e com as normas editadas pelo Conselho Nacional de Controle da Experimentação Animal (CONCEA), e foi aprovado pela COMISSÃO DE ÉTICA NO USO DE ANIMAIS (CEUA- PUC Minas) da Pontifícia Universidade Católica de Minas Gerais, em 04/07/2019.

Vigência do projeto	05/07/2019 a 30/09/2020
Espécie	Número de animais
<i>Bos taurus</i>	60 dentes
Equipe envolvida	Prof. Paulo Isaías Seraidarian
	Thales Sales Rabelo

Profa. Dra. Gisele Pires de Mendonça Dantas
Coordenadora da Comissão de Ética no Uso de Animais- PUC Minas