

RESISTÊNCIA DE UNIÃO E MODO DE FALHA EM PINOS ANATÔMICOS CIMENTADOS COM DIFERENTES CIMENTOS RESINOSOS

Camylle Ferreira Gaspar¹; Pedro Henrique Araujo Nogueira²; Renan Matheus Farias dos Santos³; Alberto de Santana Lima⁴; Sue Ann Lavareda Corrêa⁵; Suelen Castro Lavareda Corrêa⁶; Vania Castro Corrêa⁷; Davi Lavareda Corrêa⁸

Camylleferreira2307@gmail.com

Área Temática: Temas livres em odontologia

RESUMO

Introdução: Os pinos de fibra de vidro (PFVs), têm se mostrado materiais eficazes para a reabilitação de dentes com significável perda estrutural que passaram por tratamento endodôntico, por terem módulo de elasticidade semelhante ao dentinário. Os pinos anatômicos (PAs) – cuja técnica de produção consiste no reembasamento com resina composta – surgem de modo a solucionar o desafio que relaciona-se à adaptação desses PFVs em condutos amplos, possibilitando a menor camada de cimento possível para minimizar o fator C. Na cimentação dos pinos, há um outro desafio: a capacidade do cimento de unir-se à dentina radicular ao longo de toda a sua extensão de forma eficaz, assim torna-se importante o conhecimento dos tipos de cimentos resinosos e de suas propriedades adesivas. **Objetivo:** Esse trabalho teve como objetivo avaliar a resistência de união e os modos de falhas presentes na cimentação de pinos anatômicos com dois tipos de cimentos resinosos ao longo dos terços radiculares. **Metodologia:** Foram selecionados 10 dentes bovinos, esses dentes receberam tratamento endodôntico, e, posteriormente, foram desobstruídos. Cinco PAs foram cimentados com cimento resinoso autoadesivo (CRA) RelyX U200 e outros cinco com cimento resinoso convencional (CRC) RelyX Ultimate. Após 48 horas da cimentação, foram obtidas uma fatia de cada terço radicular, com cerca de 1mm de espessura, e, finalmente, as amostras foram submetidas ao teste de push-out para análise de resistência de união (RU) e modos de falhas. Por último, foram reunidos os dados das médias e desvios padrões, sendo executados no programa R. **Resultados e Discussão:** Os pinos cimentados com CRA demonstraram valores médios aproximados de RU nos três terços radiculares sendo o menor, no terço apical, enquanto que nos pinos com CRC, os terços cervicais e médios apresentaram valores semelhantes aos mesmos terços dos PAs cimentados com o CRA, no entanto, no terço apical os valores caíram drasticamente. Enquanto aos modos de falha para o CRA observou-se predominância de falhas adesivas e mistas, enquanto no CRC houve a predominância de falhas mistas. **Conclusão:** Conclui-se que embora os cimentos apresentem adesões semelhantes em níveis mais superficiais, o CRA proporciona resistência de união melhor distribuída ao longo da raiz.

Palavras-chave: Pinos Dentários; Cimentos Dentários; Materiais Dentários.

1 INTRODUÇÃO

Dentes que já passaram por tratamento endodônticos necessitam de uma restauração eficaz tanto da parte coronária quanto da parte radicular. Os pinos de fibra de vidro (PFVs), têm se mostrado materiais eficazes para a reabilitação de dentes com significável perda estrutural, por

terem módulo de elasticidade semelhante ao dentinário e conseguirem distribuir de maneira satisfatória as forças mastigatórias a fim de evitarem fraturas e posteriores perdas dos elementos dentais. Para dentes com canais amplos os pinos anatômicos (PAs), sistema adaptado que consiste no reembasamento com resina composta para modelar o pino conforme a necessidade do conduto – surgem de modo a solucionar o desafio que relaciona-se à adaptação desses PFVs em relação à dentina radicular, a técnica de produção desses retentores corresponde, possibilitando a menor camada de cimento possível para minimizar o fator C, fator crítico na adesão eficiente do pino à dentina radicular. Na cimentação dos pinos, há um novo desafio: a capacidade do cimento de unir-se à dentina radicular ao longo de toda a sua extensão de forma eficaz, assim torna-se importante o conhecimento dos tipos de cimentos resinosos e de suas propriedades adesivas. Assim, este trabalho tem como objetivo avaliar a resistência de união e os modos de falhas presentes na cimentação de pinos anatômicos com dois tipos de cimentos resinosos ao longo dos terços radiculares a fim de auxiliar a prática clínica do cirurgião-dentista.

2 METODOLOGIA

2.1 Seleção e Preparação dos dentes

Dez incisivos bovinos foram selecionados e limpos de tecido aderente, seccionados horizontalmente, usando um disco diamantado de dupla face (Microdont, São Paulo, SP, Brasil) sob constante resfriamento com água e ar para atingir um comprimento de raiz de 17 mm à partir do ápice radicular, verificado através de um paquímetro digital (Mitutoyo Sul Americana, Suzano, SP, Brasil). As coroas foram descartadas e as raízes com dimensões padronizadas foram fixadas em matriz de resina acrílica 21 x 34 mm preenchida com silicone de condensação (Speedex; Coltene, Altstätten, Suíça).

Um único operador calibrado realizou os procedimentos endodônticos, padronizando o comprimento de trabalho em 17 mm. Os canais radiculares foram preparados de acordo com uma técnica crown-down com lima K80 (Dentsply / Maillefer, Ballaigues, Suíça) como lima principal. A irrigação dos condutos radiculares foi realizada com hipoclorito de sódio a 1% (Biodinâmica Produtos Químicos Ltda, São Paulo, SP, Brasil) a cada troca de lima e solução de EDTA a 16% (Maquira, Maringá, PR, Brasil) seguida de água destilada (12).

O conduto radicular foi seco com pontas de sucção e papel absorvente, preenchido por condensação lateral com cones de guta-percha (Dentsply, Petrópolis, RJ, Brasil) e um cimento à base de resina epóxi (Sealer 26; Dentsply, Petrópolis, RJ, Brasil). O conduto radicular foi

selado provisoriamente e os espécimes foram armazenados a 37°C e 100% de umidade por 72h. Após esse período, foi realizada a instalação do retentor intrarradicular.

Os condutos radiculares foram preparados, sob irrigação abundante, utilizando uma broca Largo no 2 (Angelus®, Londrina, PR, Brasil), seguida pela ampliação do canal radicular com ponta diamantada tronco-cônica (4137) (Kavo, Joinville, SC, Brasil). Uma camada de gutapercha com 4 mm de espessura foi deixada para selamento apical. Os condutos foram irrigados com EDTA a 16% (Maquira, Maringá, PR, Brasil), lavados abundantemente com água destilada e secos.

2.2 Confeção dos retentores intrarradiculares

Os pinos anatômicos, que consistem em pinos de fibra de vidro revestidos com resina composta. Inicialmente, os canais radiculares foram isolados usando gel hidrossolúvel (KY, Johnson & Johnson Ind. e Com., São Paulo, SP, Brasil), com o auxílio de microaplicadores descartáveis (AllPrime, São José, SC, Brasil). Foram empregados pinos de fibra de vidro do tipo Reforpost #2 (Angelus, Londrina, PR, Brasil). Após a limpeza e desinfecção dos pinos com álcool a 70%, foi aplicado um agente de união à base de silano (Angelus, Londrina, PR, Brasil) usando microaplicadores descartáveis (All Prime, de São José, SC, Brasil) por um minuto, seguido de secagem com ar. Em seguida, foi aplicado o sistema adesivo Single Bond Universal (3M, São Paulo, SP, Brasil), seguido de volatilização do adesivo com jato de ar e fotoativação por 10 segundos, utilizando uma unidade fotopolimerizadora de luz LED (Valo, Ultradent Products, St. Jordan, EUA), operando no modo padrão com uma irradiância de 1000 mW/cm². Posteriormente, uma pequena quantidade de resina composta (Filtek Z350 XT, 3M ESPE, St. Paul, EUA) na cor A1 foi colocada na porção apical do pino e o conjunto (pino e resina) foi introduzido no canal radicular para ser moldado e se tornar anatomicamente compatível com o conduto, realizando-se a fotoativação inicial por 10 segundos. O pino foi removido e a fotoativação foi completada por 40 segundos, utilizando o fotopolimerizador (Valo, Ultradent Products, St. Jordan, EUA). A remoção do gel hidrossolúvel foi realizada por irrigação com água destilada e aspiração com cânula metálica, seguida do uso de cones de papel absorvente (Dentsply Maillefer, Catanduva, SP, Brasil).

2.3 Cimentação dos retentores intrarradiculares

Os pinos foram higienizados com álcool a 70%. O cimento foi manipulado em um bloco de mistura, conforme as instruções do fabricante. O cimento foi então inserido nos condutos

radiculares utilizando uma ponta aplicadora da seringa de inserção (Centrix, Maquira, Maringá, PR, Brasil), seguida pela introdução dos pinos. Os excessos de cimento foram removidos com um microaplicador descartável (All Prime, São José, SC, Brasil). Após a inserção de todos os pinos, cada um deles foi fotoativado por 40 segundos, com a ponta do aparelho posicionada o mais próximo possível da região cervical.

2.4 Preparo dos corpos de prova

Após 48 horas da cimentação dos pinos, as raízes foram individualmente fixadas em uma placa de resina acrílica, paralelamente, utilizando cera de modelagem. Em seguida, foram seccionadas transversalmente utilizando um disco diamantado de ambos os lados (Buehler, Illinois, EUA), acoplado a uma cortadeira metalográfica (Isomet 1000, Buehler, Illinois, EUA), operando a uma velocidade de 300 rpm e sob refrigeração constante. Isso resultou em uma fatia de cada terço radicular (apical, médio e cervical), com cerca de 1 mm de espessura. As fatias foram então fixadas à máquina universal de ensaios (EMIC DL2000, São José dos Pinhais, SP, Brasil) para a realização do teste de push out. O teste foi conduzido a uma velocidade de 0,5 mm/min e uma carga de 50 kgf.

Após a conclusão do teste de push out, as amostras foram examinadas em um microscópio estereoscópico para análise do tipo de falha. Essas falhas poderiam ser categorizadas como: adesiva entre o cimento resinoso (CR) e a dentina, adesiva entre o cimento resinoso e o pino de fibra de vidro (PFV), coesiva do PFV, coesiva do CR, coesiva da dentina ou uma combinação mista, indicando a presença de dois tipos de falhas simultaneamente.

2.5 Teste de Resistência de União Push-out

O teste de resistência de união push-out foi realizado em máquina universal de teste (EMIC DL 2000; EMIC, São José dos Pinhais, Paraná, Brasil), utilizando as fatias de raiz obtidas anteriormente. Cada fatia foi colocada em um dispositivo push-out constituído por uma base de aço com ponta ativa de 1 mm de diâmetro. O push-out foi realizado com uma força compressiva de 50 Kgf à uma velocidade de 0,5 mm/min. Os dados obtidos em Kgf foram expressos em MPa ($MPa = Kgf \cdot 9,8 / \text{área}$). A área de cada seção foi calculada usando a seguinte fórmula: $= \pi \cdot R^2 \cdot h$, onde π é a constante 3,1416, d representa o diâmetro do pino e h , a altura da seção em mm.

2.6 Avaliação do Modo de Falha

As amostras do *push-out* foram observadas com uma lupa estereomicroscópica (Eikonai Equip. Ópticos e Analíticos, modelo EK3ST, São Paulo, SP, Brasil) sob magnificação de 40x. As falhas foram classificadas em adesiva (retentor/cimento, retentor/resina, retentor/luva, luva/cimento, resina/cimento, cimento/dentina), coesiva (dentina ou cimento) e mista.

2.7 Análise estatística

Foram realizadas análises descritivas dos dados. Posteriormente, a variável resistência de união foi examinada por meio de um modelo linear generalizado, seguindo um delineamento de parcelas subdivididas. Isso implica que, no modelo, os diferentes terços foram avaliados nos mesmos corpos de prova, enquanto os sistemas foram avaliados em corpos de prova distintos. A análise do modo de falha foi realizada utilizando o teste Exato de Fisher. Todas as análises foram executadas no programa R, com um nível de significância de 5%.

3 RESULTADOS E DISCUSSÃO

Na avaliação de resistência de união, como apresentado no quadro 1, para o pino anatômico cimentado com agente resinoso autoadesivo Rely X U200, não se observaram diferenças estatisticamente significantes entre as médias de resistência de união ao longo dos terços apical, médio e cervical ($p > 0,05$). Por outro lado, para o mesmo pino cimentado com agente resinoso convencional Rely X Ultimate, observou-se que os terços médio e cervical apresentaram média de resistência de união estatisticamente superior ao terço apical ($p \leq 0,05$), e sem diferenças estatisticamente significantes entre si ($p > 0,05$).

Quadro 1– Valores obtidos no teste push-out em MPa.

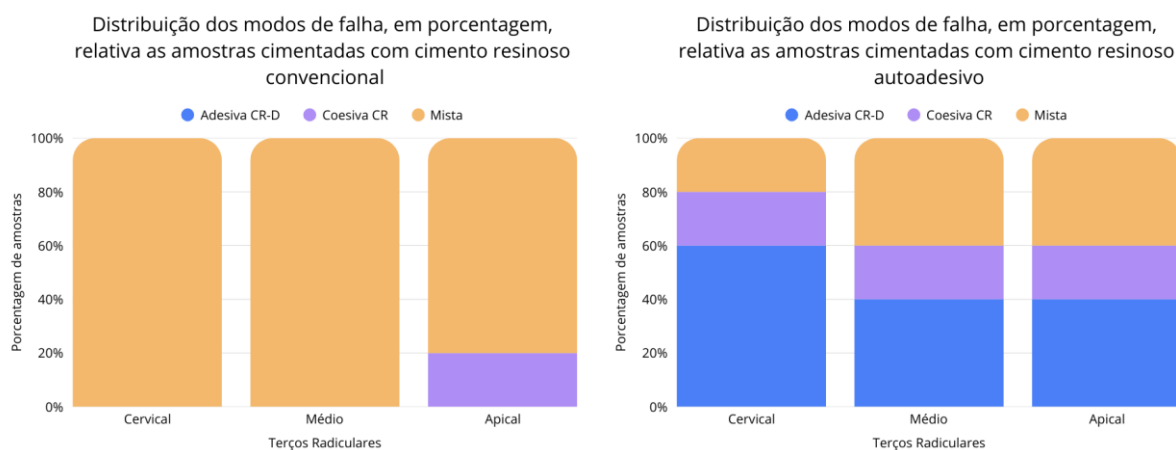
Terços Radiculares	Tipos de cimento	
	RelyX U200	RelyX Ultimate
Cervical	11,08 MPa	14,64 MPa
Médio	14,93 MPa	15,66 MPa
Apical	10,74 MPa	1,41 MPa

Fonte: Autoria própria.

Com relação ao modo de falha, de acordo com o gráfico 1, observou-se que para o cimento resinoso Relyx Ultimate U200, no terço cervical e médio, 100% das amostras apresentaram

falhas mistas. Enquanto que no terço apical as falhas foram majoritariamente mistas e em menor número coesiva pelo cimento resinoso. Quando avalia-se o cimento resinoso Relyx U200, no terço cervical nota-se a prevalência de falhas adesivas na interface cimento-dentina (CR-D) e em menor quantidade falhas mistas e coesivas CR-D. Além disso, nos terços médio e apical estatisticamente há a mesma porcentagem de falhas adesivas, mistas e coesivas no cimento resinoso.

Gráfico 1– Distribuição dos modos de falha.



Fonte: Autoria própria.

Ao avaliar a resistência da união dos pinos intrarradiculares em combinação com o cimento Relyx Ultimate, observou-se que o pino apresentou uma resistência maior do que com o cimento Rely X U200 nos terços cervicais e médio, esses achados corroboram com Heráclio et al. (2025), que demonstraram maior resistência de união para cimentos convencionais devido ao condicionamento ácido prévio que promove a remoção da smear layer e favorece a formação da camada híbrida.

Por outro lado, analisando-se a combinação com o cimento resinoso Relyx U200 em comparação ao Relyx Ultimate notou-se pouca diferença estatística entre os terços cervical e médio, no entanto houve uma queda drástica na RU no terço apical, prevalecendo também neste terço quando usado o CRC, falhas mistas. Isso pode ser explicado pelo escoamento do Rely X Ultimate é menor do que o do Rely X U200, porque ele contém em sua composição mais partículas de carga, tornando-o mais viscoso (Duarte Santos Lopes et al., 2021).

4 CONCLUSÃO

Os resultados deste estudo demonstraram que o desempenho adesivo dos pinos anatômicos pode variar de acordo com o sistema de cimentação utilizado e com a região do canal radicular. Observou-se que o cimento resinoso convencional apresentou maiores valores de resistência de união nos terços cervical e médio quando comparado ao cimento autoadesivo, possivelmente em decorrência do condicionamento ácido prévio da dentina, que favorece a remoção da smear layer, a exposição dos túbulos dentinários e a formação de uma camada híbrida mais estável.

Por outro lado, o cimento resinoso autoadesivo apresentou comportamento mais uniforme ao longo dos diferentes terços radiculares, sem diferenças estatisticamente significativas entre eles, o que pode estar relacionado à sua menor dependência de etapas clínicas e à capacidade de interação química com o substrato dentinário.

Em relação aos modos de falha, observou-se predominância de falhas mistas e adesivas na interface cimento-dentina, indicando que essa região permanece como um ponto crítico no desempenho adesivo de restaurações com retentores intrarradiculares. Além disso, a menor resistência observada no terço apical em alguns grupos pode estar associada às limitações inerentes à adesão nessa região, como menor densidade de túbulos dentinários, maior dificuldade de controle de umidade e limitações na transmissão de luz para a fotopolimerização dos materiais.

Dessa forma, conclui-se que tanto os cimentos resinosos convencionais quanto os autoadesivos podem ser utilizados na cimentação de pinos anatômicos, apresentando comportamentos distintos ao longo do canal radicular. A adequada seleção do sistema de cimentação, aliada ao correto domínio da técnica clínica, é fundamental para otimizar a resistência de união e contribuir para a longevidade das restaurações em dentes tratados endodonticamente.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- ALHAJJ, Mohammed Nasser; SALIM, Nurul Shafiqah; JOHARI, Yanti; SYAHRIZAL, Mohamad; ABDUL-MUTTLIB, Nor Aidaniza; ARIFFIN, Zaihan. Push-out bond strength of two types of dental post luted with two types of cement at two different root levels. *Acta Stomatol Croat.*, Zagreb, v. 54, n. 3, p. 263-272, set. 2020.
- ALLABBAN, Mohammad N. M.; YOUSSEF, Sameh A.; NEJRI, Ahmed A. M.; QUDAIH, Mohammad A. A. Evaluation of bond strength of aesthetic type of posts at different regions of root canal after application of adhesive resin cement. *Open Access Maced J Med Sci*. Skopje, v. 7, n. 13, p. 2167-2172, jul./ago. 2019.
- ARAÚJO, Danile Soares Rocha Sales; DO NASCIMENTO, Vanessa Pereira; MONTE, Thiago Lima; FALCÃO, Carlos Alberto Monteiro; REGO, Marconi Raphael Siqueira. Evaluation of the effects of surface treatment on the adhesion of fiberglass pins: a systematic review. *Focus Oral Research*, v. 2, n. 3, p. 98-112, 2020.
- HERÁCLIO, Maria Eduarda; NASCIMENTO, Angela J; E SILVA, Cláudia Geisa Souza; ASSIS, Cláudio Paulo; BRAZ, Rodivan; CORREIA, Tereza. Evaluation of bond strengths of conventional and self-adhesive cements in

the cementation of fiberglass posts: a systematic review and meta-analysis. **Operative Dentistry**, [s. l.], v. 50, n. 3, p. 280-292, 2025.

JUNIOR, Wilton Lima Dos Santos; SANTI, Marina Rodrigues; LINS, Rodrigo Barros Esteves; MARTINS, Luís Roberto Marcondes. Effects of a relined fiberglass post with conventional and self-adhesive resin cement. **Restorative Dentistry & Endodontics**, [s. l.], v. 49, n. 2, e18, 2024.

LOPES, Livia Duarte Santos; PEDROSA, Marlus da Silva; OLIVEIRA, Lara Beatriz Melo; COSTA, Sandy Maria da Silva; LIMA, Livia Aguiar Santos Nogueira; DO AMARAL, Flávia Lucisano Botelho. Push-out bond strength and failure mode of single adjustable and customized glass fiber posts. **Saudi Dent J.**, v. 33, n. 8 p. 917-922, 2021

NADLER, Ana-Michelle-Oliveira; DA SILVA, Evair-Josino; LINS-FILHO, Paulo-Cardoso; et al. Influence of different adhesion strategies on glass fiber post retention. **J Clin Exp Dent.**, v. 15, n. 8, p. e649-e657, ago. 2023.

SOARES, Patrícia Mc; MORGAN, Luis Fsa; TONELLI, Stéphanie Q; LIMEIRA, Francisco Ir; BRUZINGA, Fábio Fb ; SERAIDARIAN, Paulo I; ALBUQUERQUE, Rodrigo C; SILVEIRA, Frank F. Effect of different resin cements on the bond strength of custom-made reinforced glass fiber posts: a push-out study. **The Journal of Contemporary Dental Practice**, Minas Gerais, v. 22, n. 3, p. 219-223, 2021

ANEXO A - APROVAÇÃO DO COMITÊ DE ÉTICA EM PESQUISA



COMISSÃO DE ÉTICA NO USO DE ANIMAIS
CEUA SLMandic

Campinas, 13 de maio de 2024.

CERTIFICADO

Certificamos que a proposta intitulada "**Avaliação da resistência de união e modo de falha de diferentes sistemas de pinos de fibra de vidro cimentados a condutos radiculares amplos**", registrada com o nº **2024/18**, sob a responsabilidade de **Flávia L. Botelho do Amaral** e executado por **Sue Ann Lavareda Corrêa Uchôa**, que envolve a produção, manutenção ou utilização de animais pertencentes ao filo Chordata, subfilo Vertebrata (exceto o humanos), para fins de pesquisa científica (ou ensino) - encontra-se de acordo com os preceitos da Lei n. 11.794, de 8 de outubro de 2008, do Decreto n. 6.899, de 15 de julho de 2009, e com normas editadas pelo Conselho Nacional de Controle de Experimentação Animal (CONCEA), e foi aprovada pela Comissão DE ÉTICA NO USO DE ANIMAIS DA FACULDADE SÃO LEOPOLDO MANDIC (CEUA SLMandic), em reunião de: 13/05/2024.

Finalidade	() Ensino (x) Pesquisa Científica
Vigência da autorização	2024
Espécie/Linhagem/Raça	Bos Taurus
Peça anatomica	Dentes
Origem	SOCIPE - Cooperativa da Industria Pecuária CNPJ 04.906.129/0028-34

Cordialmente,

Médica Veterinária Fernanda Barchesi Zanelatto
Vice Coordenadora da Comissão de Ética no Uso de Animais
CEUA SLMandic