



UNIVERSIDADE FEDERAL DE PERNAMBUCO
CENTRO DE CIÊNCIAS DA SAÚDE
MESTRADO EM ODONTOLOGIA
ÁREA DE CONCENTRAÇÃO EM CLÍNICA INTEGRADA

RUANA MARIA DA ROCHA BRANDÃO

**AVALIAÇÃO DO USO DA TECNOLOGIA CAD-CAM NA CONFECÇÃO DE
RETENTORES INTRARRADICULARES DE FIBRA DE VIDRO ATRAVÉS DO
TESTE DE *PUSH-OUT***

Recife
2022

RUANA MARIA DA ROCHA BRANDÃO

**AVALIAÇÃO DO USO DA TECNOLOGIA CAD-CAM NA CONFECÇÃO DE
RETENTORES INTRARRADICULARES DE FIBRA DE VIDRO ATRAVÉS DO
TESTE DE *PUSH-OUT***

Dissertação apresentada ao Programa de Pós-Graduação em Odontologia do Centro de Saúde da Universidade Federal de Pernambuco como requisito parcial para obtenção do título de Mestre em Odontologia com área de concentração em Clínica Integrada.

Orientadora: Profa. Dra. Juliana Raposo Souto Maior Costa

Coorientadora: Profa. Dra. Bruna de Carvalho Farias Vajgel

Recife

2022

Catálogo na fonte:
Bibliotecária: Elaine Freitas, CRB4:1790

B817a Brandão, Ruana Maria da Rocha
Avaliação do uso da tecnologia CAD-CAM na confecção de retentores intrarradiculares de fibra de vidro através do teste de *push-out* / Ruana Maria da Rocha Brandão . – 2022.
66 f. ; il.

Orientadora: Juliana Raposo Souto Maior Costa.
Coorientadora: Bruna de Carvalho Farias Vajgel.
Dissertação (mestrado) – Universidade Federal de Pernambuco, Centro de Ciências da Saúde. Programa de Pós-graduação em Odontologia. Recife, 2022.
Inclui referências e anexos.

1. Técnica para retentor intrarradicular. 2. Desenho assistido por computador. 3. Materiais dentários. 4. Testes mecânicos. I. Costa, Juliana Raposo Souto Maior (orientadora). II. Vajgel, Bruna de Carvalho Farias (coorientadora). III. Título.

617.6 CDD (23.ed.) UFPE (CCS 2022 - 148)

RUANA MARIA DA ROCHA BRANDÃO

**AVALIAÇÃO DO USO DA TECNOLOGIA CAD-CAM NA CONFECÇÃO DE
RETENTORES INTRARRADICULARES DE FIBRA DE VIDRO ATRAVÉS DO
TESTE DE *PUSH-OUT***

Dissertação apresentada ao Programa de Pós
Graduação em Odontologia da Universidade
Federal de Pernambuco, Centro de Ciências da
Saúde, como requisito para a obtenção do título
de Mestra em Odontologia. **Área de
concentração:** Clínica Integrada

Aprovado em: 21 de fevereiro de 2022.

Orientador:

Prof.^a Dr.^a Juliana Raposo Souto Maior Costa

BANCA EXAMINADORA

Prof. Dr. Paulo Fonseca Menezes Filho (Examinador Externo)
Universidade Federal de Pernambuco

Prof. Dr. Anderson Stevens Leonidas Gomes (Examinador Interno)
Universidade Federal de Pernambuco

Prof.^a Dr.^a Juliana Raposo Souto Maior Costa (Presidente)
Universidade Federal de Pernambuco

Dedico esta Dissertação à Deus, a luz que guia e ilumina meus passos, me permitindo seguir nessa caminhada de crescimento e aprendizados.

Dedico esta Dissertação a meus pais, Adriana Melo da Rocha Brandão e José Odilo de Caldas Brandão Filho, que sem nunca medir esforços, me entregam todos os dias minhas maiores heranças nessa vida: amor, fé, conhecimento e perseverança para seguir nossos sonhos.

AGRADECIMENTOS

Agradeço primeiramente à Deus que me dá paz e forças para seguir em frente e superar cada novo desafio, me mostrando que sou capaz, até mesmo nos momentos de maiores dificuldades, e colocando pessoas maravilhosas ao longo da minha caminhada.

Aos meus pais, meus grandes incentivadores desde sempre, com cada apoio; conselho; confiança; carinho e compreensão, me impulsionam em busca dos meus sonhos. Vocês fazem parte de cada conquista na minha vida, meus eternos agradecimentos e admiração. Ao meu irmão, Petros José da Rocha Brandão, meu primeiro amigo desde a infância, sei que a cada passo que dou, você está na torcida. Obrigada! Levo vocês sempre em meu coração.

Ao meu namorado e melhor amigo, Lucas Oliveira César, pelo companheirismo; amor; paciência e apoio de todos os dias, tornando minha caminhada mais leve. Obrigada por acreditar em mim, também vivendo meus desafios e sonhos.

À minha orientadora, Profa. Dra. Juliana Raposo Souto Maior Costa, que se mostrou uma luz nessa minha trajetória, e quem fez encantar-me ainda mais com o mundo científico e da docência. Agradeço por todos os conhecimentos repassados; conselhos; oportunidades; palavras amigas e incentivos que me ajudaram a superar etapas e concluir pesquisas as quais me orgulho de fazer parte. Obrigada pela confiança! Meus sinceros agradecimentos e admiração.

À minha coorientadora, Profa. Dra. Bruna de Carvalho Farias Vajgel, obrigada pela orientação, por todos os ensinamentos desde a graduação e por me ajudar a correr atrás de oportunidades como meu início na pós-graduação. Agradeço de coração.

À Profa. Dra. Mônica Soares de Albuquerque, que se dispôs a participar ativamente desta pesquisa e trouxe grandes contribuições com suas habilidades na endodontia. Obrigada, também, pela amiga que se tornou para mim, e pelas mensagens de apoio e incentivo.

À Profa. Dra. Renata Pedrosa Guimarães, por aceitar participar ativamente de etapas na construção desta pesquisa, sempre dedicada e solícita, ao compartilhar conosco seu vasto conhecimento. Meus sinceros agradecimentos.

Às alunas de graduação, Vanessa Gabrielly da Silva e Renata Moraes Lima, por toda valiosa ajuda durante a execução desta pesquisa. Meus sinceros agradecimentos.

Ao Instituto Nacional de Tecnologia em União e Revestimento de Materiais (INTM) e a FACEPE (proposta Multiusuários n.º: APQ-0964-3.03/21) pela disponibilização de espaço físico e equipamentos necessários para realização deste trabalho. Ao Prof. Dr. Tiago Felipe de Abreu Santos por tornar possível essa valorosa parceria e troca de conhecimentos entre

Programas de Pós-Graduação, e à sua equipe de pós-graduandos por toda colaboração e apoio durante a realização desta pesquisa. Em especial, Gleryston Thiago, Ivan Picchi, Igor Jordão, Romildo Berenguer, Helen Araújo e Mathews Lima. Obrigada pela paciência, conhecimentos compartilhados e diversas ajudas ao longo desta caminhada.

Agradeço também, ao Técnico em Mecânica, Rubens de Andrade Santos e à Técnica em Química, Janaína André Cirino do INTM, os quais sempre solícitos e com maestria tornaram possíveis as etapas da metodologia desta pesquisa.

Ao Prof. Dr. Anderson Stevens, por nos receber em seu laboratório do Departamento de Física, e sempre solícito, nos transmitir o conhecimento necessário para o uso de equipamentos.

Ao Técnico em Prótese Dentária, Junior Lima, pela fresagem dos pinos utilizados neste estudo. Agradeço pelas inúmeras vezes que me recebeu em seu laboratório, sempre solidário a buscar alternativas para o melhor resultado.

À Angelus Ciência e Tecnologia, pela disponibilidade e fornecimento dos materiais.

A todos os amigos da graduação e do mestrado, pelas experiências e conhecimentos compartilhados. Em especial a Lavínia Potter e Marcela Côrte Real, sempre prontas para uma conversa de desabafo; apoio; ajudas acadêmicas ou apenas descontração. E à minha amiga de longas datas, Heloísa Martins, que me acompanha desde a graduação. Muito obrigada por topar novos desafios ao meu lado, por sempre acreditar no meu potencial e por dividir comigo sonhos e momentos de felicidade; conquistas e superações. Que possamos crescer juntas cada vez mais.

A todos que fazem parte do grupo de pesquisa Perio-Implante UFPE, em especial, à Doutoranda Sinara Cunha, por tantas ajudas e dúvidas tiradas todas as vezes que a recorri. Meus sinceros agradecimentos.

Ao meu primo, Designer João Guilherme Bezerra Brandão, além de excelente profissional, artista, que contribuiu com este trabalho através de suas habilidades em ilustração.

À Universidade Federal de Pernambuco (UFPE), pela oportunidade da realização desta pesquisa, e a todos os professores do curso de graduação e pós-graduação em Odontologia da UFPE, que foram tão importantes para nossa formação, ao transmitir conhecimentos e experiências. Meus sinceros agradecimentos.

A todos os funcionários da UFPE pela colaboração durante o curso. Em especial, à Isa Gomes, pelo carinho e serviço prestado. Ao Secretário Antônio Gomes, por se mostrar disponível e solícito todas as vezes que o recorri para tirar dúvidas.

Por fim, minha eterna gratidão a todos que não foram mencionados, mas que participaram direta ou indiretamente para a construção deste trabalho.

Muito obrigada!

RESUMO

Os pinos de fibra de vidro pré-fabricados proporcionam benefícios estéticos e biomecânicos para dentes tratados endodonticamente com grande perda de estrutura coronária. No entanto, falhas na retenção desses pinos continuam sendo um desafio. Estratégias têm sido propostas para melhorar suas propriedades de adesão. Este estudo teve como objetivo comparar a força de união, através do teste de *push-out*, de dentes tratados endodonticamente reabilitados com pinos de fibra de vidro pré-fabricados, pino de fibra de vidro individualizados com resina composta e pinos fresados em CAD-CAM. A amostra consistiu em 33 pré-molares unirradiculares, nos quais, após tratamento endodôntico, foi realizado o preparo dos condutos radiculares para receber os pinos. Os dentes foram divididos aleatoriamente em 3 grupos (n=11): PPF (pinos de fibra de vidro pré-fabricados); PPF+RC (pinos de fibra de vidro pré-fabricados individualizados com resina composta); PCAD (pinos de fibra de vidro fresados em CAD-CAM). Todos os pinos foram cimentados com cimento resinoso autoadesivo (RelyX U200 3M/ESPE). Para cada grupo (n=10) foram confeccionados corpos de prova para o teste de *push-out*. Após ensaio mecânico os valores de resistência de união foram calculados em Megapascal (MPa). O modo de falha foi observado usando uma lupa estereomicroscópica. Um corpo de prova de cada grupo foi submetido à análise em Microscopia Eletrônica de Varredura (MEV), para que fossem avaliadas as linhas de cimentação. A avaliação estatística consistiu nas associações entre as medidas descritivas através do teste não paramétrico Mann-Whitney (para comparações de dois grupos) e teste de Kruskal Wallis (para comparação de três grupos). O nível de significância foi de $p\text{-valor} < 0,05$. Os grupos PPF+RC e PCAD apresentaram maior valor de união ao *push-out*, estatisticamente significativo, em relação ao grupo PPF, nos terços cervical ($p=0,049$) e apical ($p=0,008$). O terço apical dos grupos PCAD ($p=0,022$) e PPF ($p=0,031$) apresentaram pior desempenho, em relação aos terços cervicais dos mesmos grupos. O modo de falha predominante foi do tipo adesiva cimento/dentina, exceto para o terço coronal do grupo PCAD, cuja falha predominante foi coesiva de cimento. O grupo PPF+RC apresentou a película de cimento resinoso mais fina em análise descritiva sob MEV. A técnica de fabricação personalizada de pinos de fibra de vidro, através da adição de resina composta ou pela técnica de fresagem em CAD-CAM, mostrou melhorar a retenção do pino no canal radicular.

Palavras-chave: técnica para retentor intrarradicular; Desenho Assistido por Computador; materiais dentários; testes mecânicos.

ABSTRACT

Prefabricated fiberglass posts provide esthetic and biomechanical benefits for endodontically treated teeth with great loss of coronal structure. However, failure to retain these pins remains a challenge. Strategies have been proposed to improve its adhesion properties. This study aimed to compare the bond strength, through the push-out test, of endodontically treated teeth rehabilitated with prefabricated fiberglass posts, individualized fiberglass posts with composite resin and posts milled in CAD-CAM. The sample consisted of 33 single-rooted premolars, in which, after endodontic treatment, the root canals were prepared to receive the posts. Teeth were randomly divided into 3 groups (n=11): PPF: prefabricated fiberglass posts; PPF+RC: prefabricated fiberglass posts individualized with composite resin; PCAD: CAD-CAM milled fiberglass posts. All posts were cemented with self-adhesive resin cement (RelyX U200 3M/ESPE). For each group (n=10) specimens were made for the push-out test. After mechanical testing, the bond strength values were calculated in Megapascal (MPa). The failure mode was observed using a stereomicroscopic magnifying glass. One specimen from each group was submitted to Scanning Electron Microscopy (SEM) analysis, in order to evaluate the cementation lines. Statistical evaluation consisted of associations between descriptive measures using the non-parametric Mann-Whitney test for comparisons of two groups and the Kruskal Wallis test for comparison of three groups. The significance level was $p\text{-value} < 0.05$. The PPF+RC and PCAD groups presented a statistically significant higher value of union at push-out in relation to the PPF group, in the cervical ($p=0.049$) and apical thirds ($p=0.008$). The apical third of the PCAD ($p=0.022$) and PPF ($p=0.031$) groups presented worse performance, in relation to the cervical thirds of the same groups. The predominant failure mode was cement/dentin adhesive, except for the coronal third of the PCAD group, whose predominant failure was cement cohesive. The PPF+RC group presented the thinnest resin cement film in descriptive analysis under SEM. The custom fabrication technique of fiberglass posts, through the addition of composite resin or by the milling technique in CAD-CAM, has been shown to improve the retention of the post in the root canal.

Keywords: post and core technique; computer-aided design; dental materials; mechanical tests.

LISTA DE ILUSTRAÇÕES

DISSERTAÇÃO

Figura 1 –	Dente pré-molar com coroa anatômica seccionada paralelo a JCE.....	21
Figura 2 –	Disco de fibra de vidro.....	23
Figura 3 –	Fresadora de 5 eixos.....	23
Figura 4 –	STL gerada pelo Scanner do molde em acrílico.....	23
Figura 5 –	Conjunto cilindro de mangueira PVC cristal, resina acrílica e raiz.....	25
Figura 6 –	Raiz incluída em cilindro de resina acrílica, após remoção do cilindro de mangueira PVC cristal.....	25
Figura 7 –	Corte de corpo de prova em cortadeira metalográfica de precisão.....	25
Figura 8 –	Corte de corpo de prova pronto para ensaio mecânico.....	25
Figura 9 –	Preparo de amostra e posicionamento em máquina para ensaio mecânico <i>push-out</i> . A, Dente pré-molar unirradicular. B, Secção de coroa anatômica na junção cimento-esmalte. C, Tratamento endodôntico. D, Obturação. E-F, Preparo do canal radicular. G, Procedimento de cimentação do pino. H, Amostra embutida em resina acrílica. I, corpo de prova de dentina, cimento e pino, em secção de 1 mm de espessura, representativos para as secções coronal, médio e apical. J, Posicionamento de corpo de prova K, Aparelho de teste de <i>push-out</i>	27
Figura 10 –	Área lateral de tronco de cone para cálculo da área de superfície interna do segmento radicular. R, raio do pino intrarradicular na porção coronária. r, raio do pino intrarradicular na porção apical. h, espessura do corte, em mm.....	28
Figura 11 –	Máquina de teste universal.....	28
Figura 12 –	Base metálica com orifício central de 2,0 mm e êmbolo cilíndrico com extremidade de 0,5 mm de diâmetro adaptados à máquina de ensaio.....	28
Figura 13 –	Corpo de prova em posição para teste de <i>push-out</i> na máquina de ensaio.....	29
Figura 14 –	Lixadeira.....	30
Figura 15 –	Banho de ultrassom.....	30

ARTIGO – AVALIAÇÃO DO USO DA TECNOLOGIA CAD-CAM NA CONFECÇÃO DE
RETENTORES INTRARRADICULARES ATRAVÉS DO TESTE DE *PUSH-OUT*

Figura 1 –	Preparo de amostra e posicionamento em máquina para ensaio mecânico <i>push-out</i> . A, Dente pré-molar unirradicular. B, Secção de coroa anatômica na junção cimento-esmalte. C, Tratamento endodôntico. D, Obturação. E-F, Preparo do canal radicular. G, Procedimento de cimentação do pino. H, Amostra embutida em resina acrílica. I, corpo de prova de dentina, cimento e pino, em secção de 1 mm de espessura, representativos para as secções coronal, médio e apical. J, Posicionamento de corpo de prova K, Aparelho de teste de <i>push-out</i>	42
Figura 2 –	Tipos de falha sob lupa estereoscópica, grupo PPF. A e C, fatia de dentina radicular. B e D, pino deslocado. ADC, falha adesiva dentina/cimento. CC, falha coesiva de cimento.....	45
Figura 3 –	Tipos de falha sob lupa estereoscópica, grupo PPF+RC. (a, c), fatia de dentina radicular. (b, d), pino deslocado. ARCP, falha adesiva resina composta/pino. CC, falha coesiva de cimento. CRC, falha coesiva de resina composta. CP, falha coesiva de pino.....	45
Figura 4 –	Tipos de falha sob lupa estereoscópica, grupo PCAD. (a, c), fatia de dentina radicular. (b, d) pino deslocado. ADC, falha adesiva dentina/cimento. ACP, falha adesiva cimento/pino CC, falha coesiva de cimento. CP, falha coesiva de pino.....	46
Figura 5 –	Imagem MEV originada da fatia cervical do grupo PPF.....	47
Figura 6 –	Imagem MEV originada da fatia média do grupo PPF.....	48
Figura 7 –	Imagem MEV originada da fatia cervical do grupo PPF + RC.....	49
Figura 8 –	Imagem MEV originada da fatia média do grupo PPF + RC.....	50
Figura 9 –	Imagem MEV originada da fatia cervical do grupo PCAD.....	51
Figura 10 –	Imagem MEV originada da fatia média do grupo PCAD.....	52
Figura 11 –	Imagem MEV originada da fatia média do grupo PCAD.....	53

LISTA DE TABELAS

DISSERTAÇÃO

Tabela 1 –	Composição dos materiais investigados.....	21
------------	--	----

ARTIGO – Avaliação do uso da tecnologia CAD-CAM na confecção de retentores intrarradiculares através do teste de *push-out*.

Tabela 1 –	Medidas Descritivas força de união em Mpa (N/mm ²) segundo os terços entre os grupos de pinos.....	64
Tabela 2 –	Medidas Descritivas força de união em Mpa (N/mm ²) em cada grupo de pino entre seus terços.....	65
Tabela 3 –	Porcentagem % do modo de falha encontrado em diferentes grupos pinos de fibra de vidro.....	66

LISTA DE ABREVIATURAS E SIGLAS

ACP	Adesiva cimento-pino
ACRC	Adesiva cimento-resina composta
ARCP	Adesiva resina composta-pino
ADC	Adesiva dentina-cimento
CAD-CAM	<i>Computer- Aided Design & Computer-Aided Manufacturing</i>
CC	Coesiva de cimento
CD	Coesiva dentária
CP	Coesiva de pino
CRC	Coesiva resina composta
EDTA	Ácido Etilenodiamino Tetra- Acético
h	Altura
MEV	Microscopia Eletrônica de Varredura
mm	Milímetro
mm/min	Milímetro por minuto
MPa	Megapascal
n	Tamanho amostral
NaOCl	Hipoclorito de sódio
PCAD	Grupo de pinos de fibra de vidro fresados em CAD-CAM
PPF	Grupo de pinos de fibra de vidro pré-fabricados
PPF+RC	Grupo de pinos de fibra de vidro pré-fabricados individualizados com resina composta
UFPE	Universidade Federal de Pernambuco

SUMÁRIO

1	INTRODUÇÃO	15
2	OBJETIVOS	17
2.1	OBJETIVO GERAL	17
2.2	OBJETIVOS ESPECÍFICOS	17
3	METODOLOGIA	18
3.1	DESENHO	18
3.2	LOCAL DO ESTUDO	18
3.3	SELEÇÃO E AGRUPAMENTO DA AMOSTRA	18
3.3.1	<i>Tamanho da amostra</i>	18
3.4	PREPARO DAS RAÍZES	19
3.4.1	<i>Limpeza e armazenamento dos dentes</i>	19
3.4.2	<i>Tratamentos endodônticos</i>	19
3.4.3	<i>Preparo do canal radicular</i>	20
3.5	DIVISÃO DOS GRUPOS EXPERIMENTAIS	20
3.6	CONFECÇÃO DO GRUPO PPF+RC	21
3.7	CONFECÇÃO DO GRUPO PCAD	22
3.8	CIMENTAÇÃO DOS PINOS	23
3.9	PREPARO DOS CORPOS DE PROVA	23
3.10	ENSAIO DE RESISTÊNCIA DE UNIÃO AO CISALHAMENTO POR EXTRUSÃO (<i>PUSH-OUT</i>)	25
3.11	ANÁLISE DO MODO DE FALHA	28
3.12	OBSERVAÇÃO EM MICROSCÓPIO ELETRÔNICO DE VARREDURA (MEV) ..	28
3.13	ANÁLISE E PROCESSAMENTO DOS DADOS	30
4	RESULTADOS	31

4.1	ARTIGO: AVALIAÇÃO DO USO DA TECNOLOGIA CAD-CAM NA CONFECÇÃO DE RETENTORES INTRARRADICULARES DE FIBRA DE VIDRO ATRAVÉS DO TESTE DE <i>PUSH-OUT</i>	31
5	CONSIDERAÇÕES FINAIS	60
	REFERÊNCIAS	61
	ANEXO A – FICHA DE CESSÃO E/OU EMPRESTIMO DO BANCO DE DENTES HUMANOS DA UFPE	64
	ANEXO B – PARECER CONSUBSTANCIADO DO CEP	65
	ANEXO C – NORMAS JOURNAL OF PROSTHETIC DENTISTRY	66

1 INTRODUÇÃO

Restaurações de dentes extensamente destruídos, tratados endodonticamente, apresentam-se como um desafio e um assunto amplamente discutido na literatura (SHAALAN; ABOU-AUF; ZOGHBY, 2018), uma vez que a quantidade de estrutura dentária remanescente e a abordagem restauradora têm grande influência na longevidade clínica dos mesmos (ABDELAZIZ *et al.*, 2018).

A indicação de retentores intrarradiculares está relacionada a situações em que, após tratamento endodôntico, a estrutura dentária coronal remanescente é insuficiente para garantir a retenção e suporte de uma restauração definitiva. O material de escolha para confecção do pino e do núcleo desempenha um papel importante no comportamento biomecânico da raiz do dente restaurado (SARKIS-ONOFRE *et al.*, 2014; DA COSTA *et al.*, 2017; RUSCHEL *et al.*, 2018; EID *et al.*, 2019). É fundamental que as propriedades ópticas, físicas e mecânicas do material sejam semelhantes às do dente para garantir que as tensões sejam distribuídas de maneira mais uniforme e, portanto, a restauração seja estética (DA COSTA *et al.*, 2017).

Por muito tempo, graças ao seu prognóstico favorável, o núcleo metálico fundido foi considerado padrão para restaurações intrarradiculares (EID *et al.*, 2019a). Contudo, desvantagens e limitações, devido a alta concentração de estresse na dentina radicular circundante e a elevada possibilidade de fratura radicular, microinfiltração, corrosão e a estética prejudicada através da reflexão da cor do metal (MOHAMMED, 2019), como também, o alto módulo de elasticidade, conduziram a procura de técnicas alternativas para restaurações intrarradiculares (HABIBZADEH *et al.*, 2017). Dessa forma, houve o desenvolvimento de pinos de fibra de vidro como uma alternativa promissora (ABDELAZIZ *et al.*, 2018).

Os pinos de fibra de vidro são conhecidos por suas qualidades estéticas superiores e seu módulo de elasticidade próximo ao da dentina, o que permite menor ocorrência de fraturas radiculares irreparáveis e problemas estéticos em comparação aos pinos metálicos (BRU *et al.* 2013; DA COSTA *et al.*, 2017; EID *et al.*, 2019; CANER *et al.*, 2019).

As restaurações com pinos de fibra de vidro apresentam padrões de falha mais favoráveis, sendo o descolamento da restauração o tipo de falha mais comum. Estudos demonstram que os valores mais altos de resistência de união são devido à presença de uma camada fina e uniforme de cimento resinoso e maior retenção devido à melhor adaptação do pino ao canal radicular (DA COSTA *et al.*, 2017; TSINTSADZE *et al.*, 2017; RUSCHEL *et al.*, 2018; EID *et al.*, 2019a). Técnicas com pinos anatômicos têm sido sugeridas para restaurações de canais radiculares largos, com a personalização direta em consultório de forma manual, através da adição de resina composta ao pino pré-fabricado, (SILVA *et al.*, 2021;

RUSCHEL *et al.*, 2018) ou indireta com o auxílio da tecnologia *computer-aided design/computer-aided manufacturing* (CAD-CAM) (PASSOS *et al.*, 2017; EID *et al.*, 2019; PANG *et al.*, 2019). Uma das desvantagens da customização manual é que os materiais utilizados possuem diferentes propriedades biomecânicas, além de acrescentar à linha de cimentação mais uma interface, entre o pino pré-fabricado e o compósito (DA COSTA *et al.*, 2017).

A fabricação de pinos de fibra de vidro personalizados com fresamento CAD-CAM, ademais de permitir uma camada de cimento de espessura mínima, simplifica a técnica, reduzindo etapas clínicas, diminui a taxa de erro na fabricação, elimina a necessidade de unir adesivamente uma resina composta na construção do núcleo e cria um sistema de retenção intrarradicular de monocamada (LIU; DENG; WANG, 2010; DA COSTA *et al.*, 2017).

Tendo em vista a pouca informação disponível sobre o uso da tecnologia CAD-CAM na confecção de retentores intrarradiculares e ciência da importância do uso de técnicas que preservem a estrutura dentária, o objetivo deste estudo é medir e comparar a força de união de dentes tratados endodonticamente restaurados com pino de fibra de vidro pré-fabricado, pino de fibra de vidro pré-fabricado individualizado com resina composta e pino de fibra de vidro fresado em CAD-CAM. A hipótese nula do estudo foi de que não existe diferença na força de união de dentes restaurados com pinos fresados em CAD-CAM e pré-fabricados individualizados, seja com resina composta ou não.

2 OBJETIVOS

2.1 OBJETIVO GERAL

Comparar a força de união (teste de *push-out*) de dentes tratados endodonticamente restaurados com pinos de fibra de vidro pré-fabricados, individualizados com resina composta e pinos fresados em CAD-CAM.

2.2 OBJETIVOS ESPECÍFICOS

- Quantificar e comparar a resistência de união (Mpa) ao cisalhamento por extrusão (teste de *push-out*) de retentores intrarradiculares (pino de fibra de vidro pré-fabricado; pino de fibra de vidro pré-fabricado individualizado com resina composta; pino de fibra de vidro fresado em CAD-CAM) unidos adesivamente a dentina do canal radicular, nos diferentes terços radiculares (coronal, médio e apical).
- Avaliar através de estereoscopia o modo de falha em função dos diferentes retentores intrarradiculares de fibra de vidro unidos adesivamente à dentina radicular.
- Examinar através de microscopia eletrônica de varredura (análise 2D) a espessura, presença de fendas e bolhas nas camadas de resina composta, no pino individualizado, e cimento resinoso para cada tipo de pino de fibra de vidro testado.

3 METODOLOGIA

O projeto da presente pesquisa foi aprovado sob o número de protocolo 4.644.505 do Comitê de Ética em Pesquisa com Seres Humanos da Universidade Federal de Pernambuco (Anexo A).

3.1 DESENHO

A presente pesquisa trata-se de um estudo experimental *in vitro*, qualitativo e quantitativo.

3.2 LOCAL DO ESTUDO

O estudo foi realizado na Universidade Federal de Pernambuco (UFPE), Recife – PE, nos seguintes locais: laboratórios da pós-graduação em Odontologia; Laboratório de Ensaios Dinâmicos e Laboratório de Microscopia Eletrônica (MEV) do Instituto Nacional de Tecnologia em União e Revestimento de Materiais (INTM). Em parceria com o Laboratório Junior Lima Atelier Dental/ CRO-PE: 440, localizado na cidade Recife-PE.

3.3 SELEÇÃO E AGRUPAMENTO DA AMOSTRA

Para este estudo, 33 pré-molares foram fornecidos pelo Banco de Dentes Humanos da Universidade Federal de Pernambuco (Anexo B), os quais foram selecionados de acordo com os critérios de elegibilidade: raiz unirradicular; comprimento radicular médio de 14 mm e raízes com ápices completamente formados. Foram excluídas raízes com curvatura acentuada e presença de trincas, cáries, tratamento restaurador/endodôntico prévio ou reabsorção radicular. Radiografias periapicais foram realizadas para avaliação da integridade da raiz e o número de canais presentes.

3.3.1 *Tamanho da amostra*

O tamanho da amostra foi baseado em pesquisas de Neves (2019), no qual um estudo piloto foi realizado e, utilizando-se a menor diferença (D) entre as médias e desvios padrão, calculou-se o tamanho amostral por meio da fórmula rápida de Lehr: $N = 16/(D^2)$, para 80% de poder e 5% de nível de significância. O resultado do cálculo foi de 24 raízes. Porém, considerado 20% de margem de perda e uma amostra por grupo para envio à microscopia, resultando em um total de 33 raízes (n=11).

3.4 PREPARO DAS RAÍZES

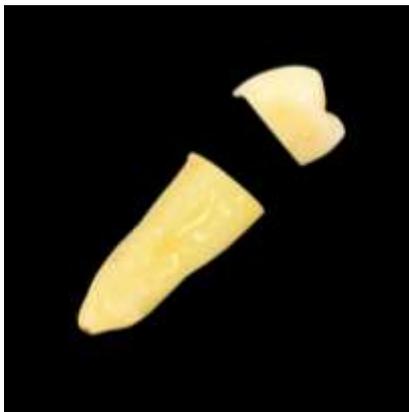
3.4.1 *Limpeza e armazenamento dos dentes*

Os dentes foram armazenados em Cloramina T a 0,5%, durante 24 horas antes da limpeza manual (ELAWSYA; EL-SHEHAWY; ZAGHLOUL, 2020). Para limpeza manual os dentes foram lavados em água corrente, limpos com curetas periodontais, pedra pomes extra fina (SS White) e água, com auxílio de uma escova de Robinson (Microdont, Brasil) acopladas em micromotor (Kavo, Schwabia, Alemanha) e armazenados em água destilada substituída semanalmente (GUNDOGDU; ALADAG, 2018), por um período máximo de seis meses até o início do experimento (ISO-TS 11405).

3.4.2 *Tratamentos endodônticos*

Para padronização do comprimento em 14 ± 1 mm de raiz, os espécimes foram aprisionados a um suporte metálico e tiveram suas coroas anatômicas seccionadas paralelamente a junção cimento-esmalte (Figura 1) com discos de corte diamantados, a baixa velocidade sob refrigeração, através de cortadeira metalográfica de precisão (ACCUTOM-10/-100, Struers Inc., EUA), pertencente ao Instituto Nacional de Tecnologia em União e Revestimento de Materiais (UFPE). Em seguida, os canais radiculares foram submetidos a tratamento endodôntico com padronização da instrumentação com lima tipo X2, com comprimento de trabalho 0,5 mm aquém do término apical. Foi utilizada a técnica Crown Down, com equipamento X-smart (Dentsply, Petrópolis, RJ, Brasil), configurado com torque de 2N/cm e velocidade de 350rpm, associado a instrumentos rotatórios de níquel-titânio ProTaper Next nº 1, 2 e 3 (Dentsply-Sirona, São Paulo, SP, Brasil). A irrigação foi realizada com hipoclorito de sódio a 2,5% seguida de irrigação final com EDTA a 17% (Maquira, Maringá, PR, Brasil). Os canais foram secos com pontas de papel (Dentsply-Sirona, São Paulo, SP, Brasil) e obturados com cones de guta-percha ProTaper F2 e cimento endodôntico Sealer 26 (Dentsply-Sirona, São Paulo, SP, Brasil). Todo tratamento foi realizado por uma especialista na área. As raízes foram armazenadas em água destilada a 37°C, por 7 dias, para permitir o endurecimento completo do cimento (KUL et al., 2016; SUZUKI et al., 2019; TSINTSADZE et al., 2017).

Figura 1. – Dente pré-molar com coroa anatômica seccionada paralelo a JCE.



Fonte: A autora, 2021.

3.4.3 Preparo do canal radicular

A preparação do canal radicular para o pino foi realizada a uma profundidade de 9mm da superfície seccionada com o uso de brocas de Gates tamanho 1 e 2 (Angelus, Londrina, PR, Brasil) e brocas Largo (Angelus, Londrina, PR, Brasil) gradualmente (tamanhos 2 a 4), conforme recomendações do fabricante, afim de homogeneizar a forma e remover o guta-percha residual (EID et al., 2019b, 2019a, 2019c), permanecendo no mínimo 4mm do material na porção radicular. Em seguida, os espécimes foram divididos aleatoriamente em 3 grupos de acordo com o retentor intrarradicular a ser cimentado. Todo o preparo foi realizado por um pesquisador previamente calibrado.

3.5 DIVISÃO DOS GRUPOS EXPERIMENTAIS

Após preparo dos espécimes, foi realizada a distribuição aleatória por grupo experimental (n = 10), de acordo com o pino a ser cimentado, conforme apresentado na Tabela 01.

Tabela 01. Composição dos materiais investigados				
Grupo	Materiais	Fabricantes	Composição	Método de confecção
PPF	Reforpost Fibra de Vidro #2	Angelus, Londrina, PR, Brasil	Fibra de vidro (80%); resina pigmentada (19%), filamento de	Pino pré-fabricado.

			<p> aço inoxidável (1%)</p>	
PPF+RC	<p>Reforpost Fibra de Vidro #1</p>	<p>Angelus, Londrina, PR, Brasil</p>	<p>Fibra de vidro (80%); resina pigmentada (19%), filamento de aço inoxidável (1%)</p>	<p>Personalização/individualização do pino pré-fabricado com resina composta.</p>
	<p>Resina Filtek™ Z350 XT CT</p>	<p>3M ESPE, St. Paul, MN, EUA</p>	<p>bis-GMA, UDMA, TEGDMA, bis-EMA, sílica e zircônia. Partículas inorgânicas: 55,5% em volume.</p>	
PCAD	<p>Fiber Cad – Post & Core</p>	<p>Angelus, Londrina, PR, Brasil</p>	<p>75-80% Fibras de Vidro e 20- 25% Resina Epóxi.</p>	<p>Fresagem em CAD-CAM (<i>Computer-Aided Design & Computer-Aided Manufacturing</i>).</p>

3.6 CONFECÇÃO DO GRUPO PPF+RC

Para este grupo foi realizada a personalização/individualização do pino através da sequência a seguir:

1. Limpeza da superfície dos pinos pré-fabricados (Reforpost Fibra de Vidro #1, Angelus, Londrina, PR, Brasil) com álcool 70%, seguida de silanização com uma camada do agente silano (Angelus, Londrina, Paraná, Brasil) (1min).
2. Isolamento do canal radicular com gel solúvel em água (KY Gel, Johnson & Johnson, São José dos Campos, SP, Brasil).

3. Colocação direta de resina composta translúcida (Filtek Z350 XT, 3M ESPE, St. Paul, MN, EUA) na superfície do pino e inserção do conjunto pino/resina no canal.
4. Fotoativação por 10 segundos, remoção do canal e posterior fotoativação por mais 40 segundos. O eixo de inserção e remoção foi demarcado com uma caneta marcadora no dente e no pino (ROCHA et al., 2017).

3.7 CONFECÇÃO DO GRUPO PCAD

Todos os canais preparados foram impermeabilizados com vaselina sólida, os condutos foram modelados de forma direta com resina acrílica e Pinjet (Angelus, Londrina, PR, Brasil). As raízes foram, então, armazenadas em ambiente úmido, à temperatura ambiente. O molde em acrílico foi enviado ao laboratório de prótese dentária, onde os moldes de resina foram digitalizados em um scanner intraoral (3Shape A/S, Copenhagen K, Dinamarca). Após a digitalização, os dados coletados foram transmitidos para um software digital especial (Exocad dental CAD, Darmstadt, Alemanha), onde um design foi concebido para cada pino. Em seguida, um software CAM (SUM3D dental, Milão, Itália) utilizado para desenvolver a sequência de fresagem. Os pinos fresados em discos em fibras de vidro (Fiber Cad - Post & Core FCW, Angelus, Londrina, PR, Brasil) usando uma fresadora de 5 eixos (ARUM 5X-300, Doowon, EUA) (EID et al., 2019c). Ajustes, quando necessários, foram realizados através da utilização de pontas adiamantadas com extremo arredondado n°4138 (KG Sorensen, Cotia, SP, Brasil) (Figuras 2, 3 e 4).

Figura 2 – Disco de fibra de vidro



Fonte: A autora, 2021.

Figura 3 – Fresadora de 5 eixos.



Fonte: A autora, 2021.

Figura 4 – Imagem STL gerada pelo Scanner do padrão de acrílico



Fonte: A autora, 2021.

3.8 CIMENTAÇÃO DOS PINOS

Para cimentação dos pinos, nos três grupos experimentais, foi utilizado cimento resinoso dual autoadesivo (Rely-X U200, 3M-ESPE, EUA) e seguida as especificações do fabricante, através das seguintes etapas: corte do pino do tamanho de 13mm (9mm intrarradicular e 4mm coronal); limpeza do pino com álcool 70%, seguida de silanização por 1 minuto; limpeza do canal com água destilada; secagem com ponta de papel absorvente; aplicação do cimento no conduto e no pino, seguida da adaptação do pino no canal; remoção do excesso do cimento; fotoativação com o uso de fotopolimerizador a uma potência de 1000 mW/cm² (Fotopolimerizador LED, VALO® Ultradent Products, Inc, South Jordan, UT) em direção a ponta externa do pino por 40 segundos. Após cimentação, os espécimes permaneceram armazenados em uma incubadora por um período de 24h a 37°C. Toda etapa de cimentação foi realizada por um único operador (EID et al., 2019b, 2019c).

3.9 PREPARO DOS CORPOS DE PROVA

Trinta raízes (10 de cada grupo), após 24 horas de incubação, foram embutidas em resina acrílica incolor auto-polimerizável (VIPI Flash, VIPI Produtos Odontológicos, São Paulo, Brasil) em direção ao seu longo eixo em cilindros de mangueira PVC cristal transparente com diâmetro de \cong 14mm e altura de 20mm, os quais foram removidos após polimerização (Figuras 5 e 6). Posteriormente, aprisionadas a um suporte metálico e seccionadas horizontalmente por cortadeira metalográfica de precisão para cortes seriados (ACCUTOM-10/-100, Struers Inc., EUA), através de corte perpendicular ao longo eixo do dente, girando em baixa velocidade sob

refrigeração (Figura 7). Uma fatia com espessura de aproximadamente 1,0 mm foi obtida de cada um dos terços radiculares (coronário, médio e apical) (Figuras 8 e 13I). A espessura foi confirmada usando um paquímetro digital e o lado coronal foi marcado com tinta insolúvel (KUL et al. 2016; EID et al. 2019).

Figura 5 - Conjunto cilindro de mangueira PVC cristal, resina acrílica e raiz com pino cimentado.



Fonte: A autora, 2021.

Figura 6 - Raiz incluída em cilindro de resina acrílica, após remoção do cilindro de mangueira PVC cristal.



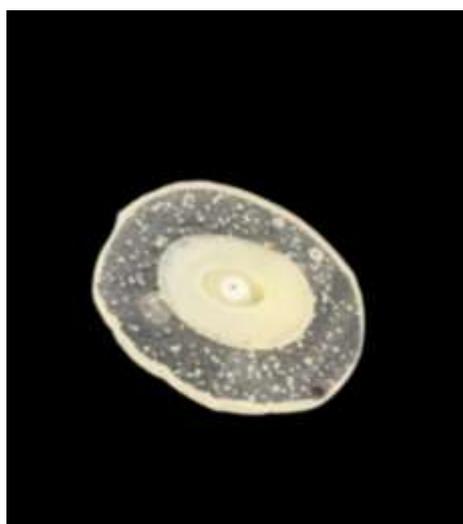
Fonte: A autora, 2021.

Figura 7 - Corte de corpo de prova em cortadeira metalográfica de precisão.



Fonte: A autora, 2021.

Figura 8 - Corte de corpo de prova pronto para ensaio mecânico.



Fonte: A autora, 2021.

3.10 ENSAIO DE RESISTÊNCIA DE UNIÃO AO CISALHAMENTO POR EXTRUSÃO (PUSH-OUT)

A resistência de união (Mpa) foi medida através de ensaio em máquina de teste universal (EMIC – célula de carga de 200 kg), do Laboratório de Ensaio Dinâmicos do Instituto Nacional de Tecnologia em União e Revestimento de Materiais (UFPE), obedecendo ao que rege a norma ISO/TS 11405 (Figura 11). Cada corpo de prova foi posicionado, com a porção cervical voltada para baixo, sobre base metálica com orifício central de 2mm de diâmetro com a região dos pinos de fibra de vidro cimentados coincidindo com o orifício (Figuras 12 e 13). Um êmbolo cilíndrico com extremidade de 0,5mm de diâmetro foi adaptado à máquina de ensaio universal e posicionado sobre o espécime, de maneira que apenas o pino era tocado pelo aparelho (Figura 13). A força foi aplicada no sentido ápico-coronário à velocidade de 0,5mm/min (EID et al., 2019c; KUL et al., 2016; SUZUKI et al., 2019; TSINTSADZE et al., 2017), até que a força máxima para deslocar o pino no interior do conduto foi alcançada. Todos os corpos de prova que vieram a sofrer falhas prematuras foram excluídos do estudo. Para obtenção da resistência de união em MPa, a força obtida em Newtons(N) foi dividida pela área da interface de união, área lateral de tronco de cone em mm² (Figura 12), calculada pela fórmula:

$$A = \pi (R + r) \sqrt{h^2 + (R - r)^2}, \text{ onde:}$$

$$\pi = 3,14;$$

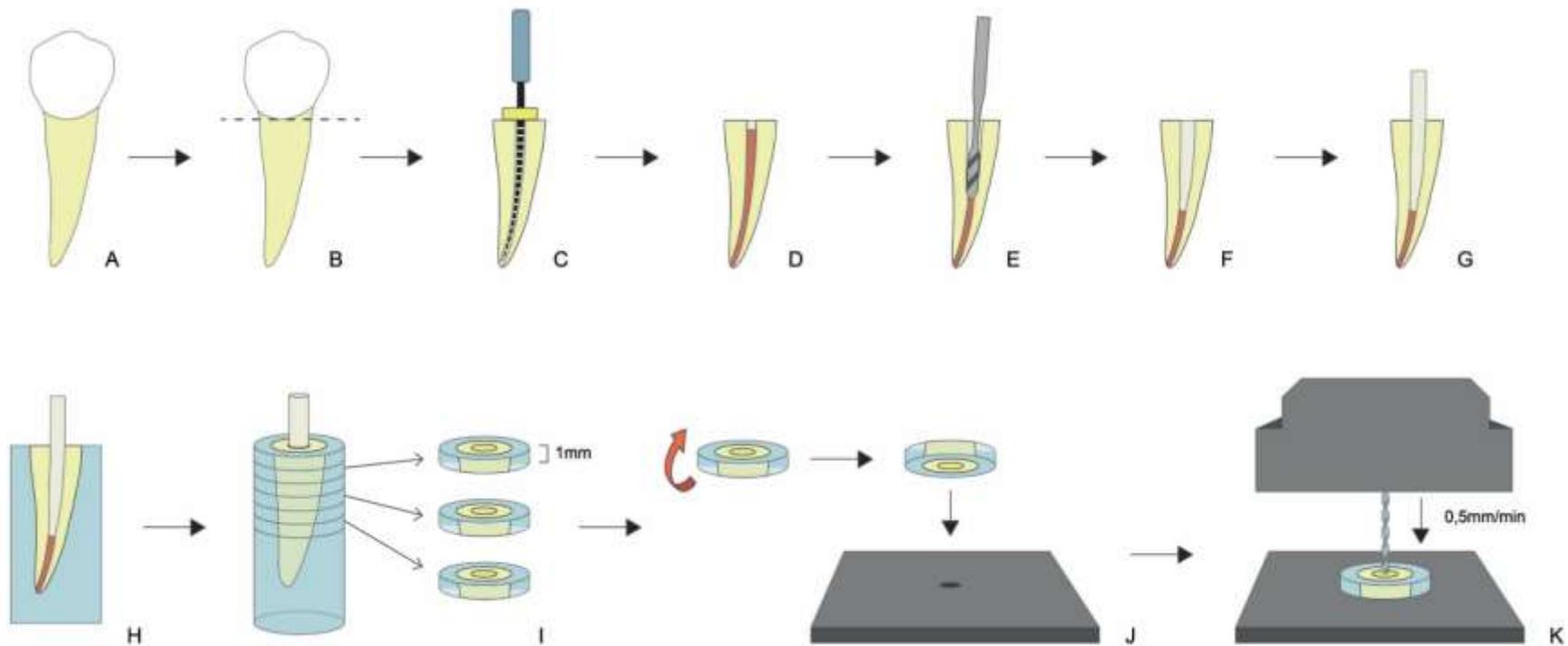
R= raio do pino intrarradicular na porção coronária;

r = raio do pino intrarradicular na porção apical;

h = espessura do corte, em mm.

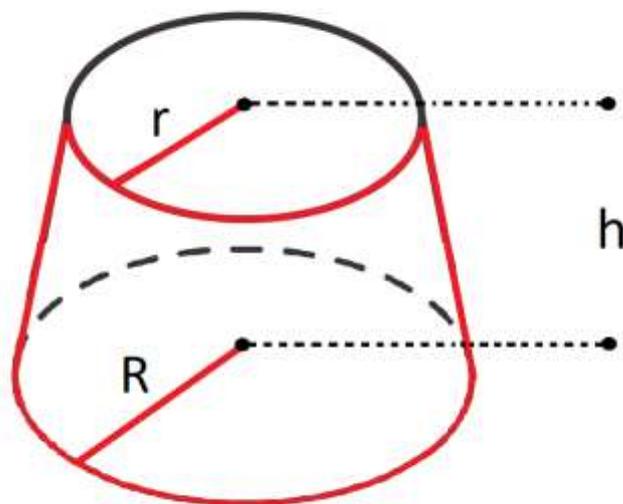
Os diâmetros foram determinados a partir de imagens obtidas em lupa estereomicroscópica com auxílio do programa destinado para processamento de imagens, ImagemJ.

Figura 9 - Preparo de amostra e posicionamento em máquina para ensaio mecânico *push-out*. A, Dente pré-molar unirradicular. B, Secção de coroa anatômica na junção cimento-esmalte. C, Tratamento endodôntico. D, Obturação. E-F, Preparo do canal radicular. G, Procedimento de cimentação do pino. H, Amostra embutida em resina acrílica. I, corpo de prova de dentina, cimento e pino, em secção de 1mm de espessura, representativas para as secções coronal, médio e apical. J, Posicionamento de corpo de prova sentido apico-coronal. K, Aparelho de teste de *push-out*.



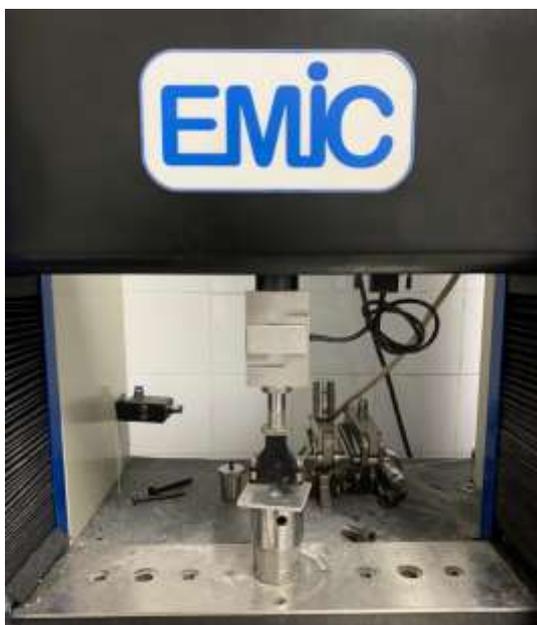
Fonte: Designer João Guilherme Bezerra Brandão, 2022.

Figura 10 – Área lateral de tronco de cone para cálculo da área de superfície interna do segmento radicular. R, raio do pino intrarradicular na porção coronária. r, raio do pino intrarradicular na porção apical. h, espessura do corte, em mm.



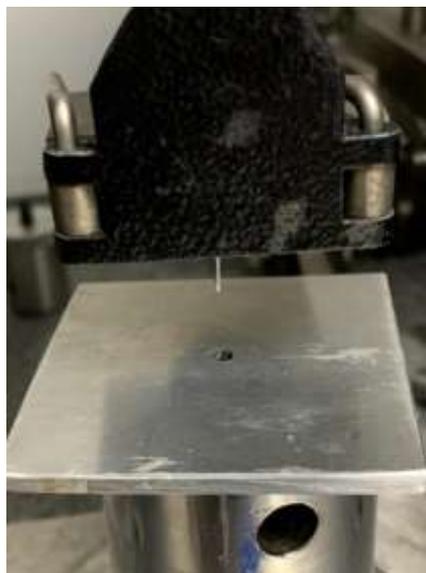
Fonte: A autora, 2021.

Figura 11 - Máquina de teste universal



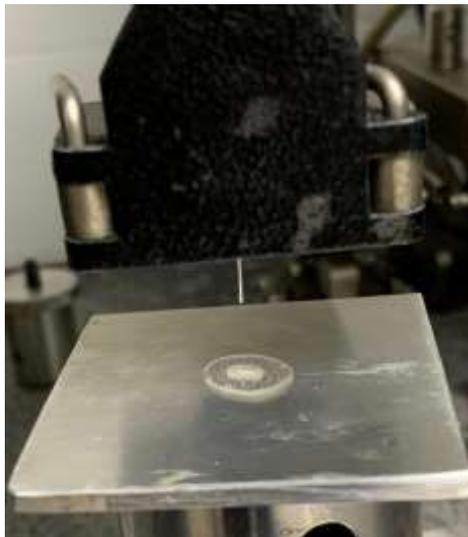
Fonte: A autora, 2021.

Figura 12 - Base metálica com orifício central de 2mm e êmbolo cilíndrico com extremidade de 0,5mm de diâmetro adaptados à máquina de ensaio.



Fonte: A autora, 2021.

Figura 13 – Corpo de prova em posição para teste *push-out* em máquina de ensaio.



Fonte: A autora, 2021.

3.11 ANÁLISE DO MODO DE FALHA

Após realização do teste de *push-out*, o modo de falha foi avaliado em estereomicroscópio com os corpos de prova posicionados com as superfícies coronais voltadas para cima. Os modos de falha foram classificados por um examinador cego em: adesiva dentina/cimento (ADC); adesiva cimento/pino (ACP); adesiva cimento/resina composta (ACRC); adesiva resina composta/pino (ARCP); coesiva de cimento (CC); coesiva de pino (CP) e coesiva de resina composta (CRC). Uma análise prévia ao teste mecânico também foi realizada nas duas faces dos corpos de prova, afim de verificar alguma falha prematura. O percentual de cada tipo de falha foi registrado para posterior análise (DAS NEVES, 2019).

3.12 OBSERVAÇÃO EM MICROSCÓPIO ELETRÔNICO DE VARREDURA (MEV)

Um espécime de cada grupo foi preparado com a finalidade de avaliar sua interface adesiva em microscopia eletrônica de varredura. As raízes foram embutidas em resina acrílica incolor auto-polimerizável (VIPI Flash, VIPI Produtos Odontológicos, São Paulo, Brasil), em seguida foram transversalmente seccionadas, obtendo-se fatias representativas de cada grupo. Cada fatia teve uma face polida com lixas de carbetto de silício de granulações #600, #800, #1200 e #2000 (Carborundum Abrasivos, Guarulhos, SP, Brasil) em politriz metalográfica (APL-4 Arotec, Brasil), sob irrigação com água (Figura 14). Entre cada lixa, os espécimes foram colocados em banho de ultrassom com água destilada durante 5 minutos, para remoção dos detritos das lixas (Figura 15). Seguinte, realizado polimento com pasta de diamante

(diâmetro de 1µm) em disco de feltro, sucedido de banho em ultrassom. Após, a superfície dos espécimes foi desmineralizada com ácido fosfórico a 50% por 3 segundos, seguido de enxágue em água corrente por 1 minuto e desproteção por imersão em hipoclorito de sódio a 2,5% por 10 minutos. Então, os espécimes lavados três vezes com água destilada e imersos em soluções crescentes de etanol (25%, 50%, 75%, 95% e 100%), permanecendo por cerca de vinte minutos em cada. A solução de concentração 100% foi repetida por três vezes, com imersão por 10 minutos a cada troca de solução. Posteriormente, os espécimes foram mantidos em temperatura ambiente por 10 minutos, em seguida, acondicionados em câmara de vácuo, por pelo menos 24 horas antes da metalização. Os espécimes metalizados com liga de ouro-paládio (Metalizadora Quorum, East Sussex, Reino Unido) (Figura 16) e observados em microscópio eletrônico de varredura (MEV) pertencente ao Instituto Nacional de Tecnologia em União e Revestimento de Materiais (UFPE). As imagens obtidas com ampliações progressivas, na busca de descrever características morfológicas das linhas de fixação de cada grupo experimental. Em cada fatia foram realizadas análises qualitativas da espessura e presença de bolhas e fendas na linha de cimentação. A camada de resina composta, utilizada para reembarar os pinos personalizados, também foi verificada quanto à presença de bolhas (DAS NEVES, 2019).

Figura 14 – Lixadeira



Fonte: A autora, 2021.

Figura 15 – Banho de ultrassom



Fonte: A autora, 2021.

Figura 16 – Metalizadora

Fonte: A autora, 2021.

3.13 ANÁLISE E PROCESSAMENTO DOS DADOS

Todos os dados foram avaliados quanto à normalidade por meio do Teste de Kolmogorov-Smirnov. Os dados contínuos não apresentaram uma distribuição normal. Dessa forma, as associações entre as medidas descritivas foram através de testes não paramétricos, teste Mann-Whitney para comparações de dois grupos e teste de Kruskal Wallis para comparação de três grupos. O nível de significância adotado foi de 5%, ou seja, $p\text{-valor} < 0,05$. O software utilizado foi o SPSS 20.0 e os dados foram tabulados no Microsoft Excel. Análises descritivas foram realizadas para relatar a frequência do tipo de falha nos grupos e características da linha de cimentação.

4 RESULTADOS

4.1 ARTIGO: AVALIAÇÃO DO USO DA TECNOLOGIA CAD-CAM NA CONFECÇÃO DE RETENTORES INTRARRADICULARES DE FIBRA DE VIDRO ATRAVÉS DO TESTE DE *PUSH-OUT*

Ruana M.R. Brandão, DDS, MS student,^a Vanessa G. Silva, DDS student,^b Renata M. Lima, DDS student,^b Mônica S. Albuquerque, DDS, MS, PhD^c, Renata P. Guimarães DDS, MS, PhD^d, Bruna C.F. Vajgel, DDS, MS, PhD,^d and Juliana R.S. Maior, DDS, MS, PhD^d

Afiliações dos autores:

^aAluna de mestrado, Universidade Federal de Pernambuco (UFPE), Recife, Pernambuco, Brasil

^bAluna de graduação, Universidade Federal de Pernambuco (UFPE), Recife, Pernambuco, Brasil.

^cDoutora em Odontologia pela Faculdade de Odontologia, Universidade de Pernambuco (UPE); Preceptora da Residência de Odontopediatria do Instituto de Medicina. (IMIP); Tutora do Curso de Odontologia da Faculdade Pernambucana de Saúde (FPS), Recife, Pernambuco, Brasil.

^dProfessora associada do Departamento de Prótese e Cirurgia Buco-Facial da Universidade Federal de Pernambuco (UFPE), Recife, Pernambuco, Brasil.

Autor correspondente:

Dra. Juliana R.S. Maior

Departamento de Prótese e Cirurgia Buco-Facial

Universidade Federal de Pernambuco (UFPE)

1235 Av. Prof. Moraes Rego, Cidade Universitária

Recife - PE, 50740-520

BRASIL

Email: juliana.maior@ufpe.br

Agradecimentos: As autoras gostariam de agradecer ao do Instituto Nacional de Tecnologia em União e Revestimento de Materiais (UFPE, Brasil) e a FACEPE (proposta Multiusuários n.º: APQ-0964-3.03/21) pela disponibilização de espaço físico e equipamentos necessários para

realização deste trabalho. E à Angelus Ciência e Tecnologia, pela disponibilidade e fornecimento dos materiais.

RESUMO

Declaração do problema. Os pinos de fibra de vidro pré-fabricados proporcionam benefícios estéticos e biomecânicos para dentes tratados endodonticamente com grande perda de estrutura coronária. No entanto, falhas na retenção desses pinos continuam sendo um desafio. Estratégias têm sido propostas para melhorar suas propriedades de adesão.

Objetivo. Comparar a força de união, através do teste de *push-out*, de dentes tratados endodonticamente reabilitados com pinos de fibra de vidro pré-fabricados, pino de fibra de vidro individualizados com resina composta e pinos fresados em CAD-CAM.

Materiais e Métodos. A amostra consistiu em 33 pré-molares unirradiculares, nos quais, após tratamento endodôntico, foi realizado o preparo dos condutos radiculares para receber os pinos. Os dentes foram divididos aleatoriamente em 3 grupos (n=11): PPF (pinos de fibra de vidro pré-fabricados); PPF+RC (pinos de fibra de vidro pré-fabricados individualizados com resina composta); PCAD (pinos de fibra de vidro fresados em CAD-CAM). Todos os pinos foram cimentados com cimento resinoso autoadesivo (RelyX U200 3M/ESPE). Para cada grupo (n=10) foram confeccionados corpos de prova para o teste de *push-out*. Após ensaio mecânico os valores de resistência de união foram calculados em Megapascal (MPa). O modo de falha foi observado usando uma lupa estereomicroscópica. Um corpo de prova de cada grupo foi submetido à análise em Microscopia Eletrônica de Varredura (MEV), para que fossem avaliadas as linhas de cimentação. A avaliação estatística consistiu nas associações entre as medidas descritivas através do teste não paramétrico Mann-Whitney, para comparações de dois grupos, e teste de Kruskal Wallis, para comparação de três grupos. O nível de significância foi de $p\text{-valor} < 0,05$.

Resultados. Os grupos PPF+RC e PCAD apresentaram maior valor de união ao *push-out* estatisticamente significativo em relação ao grupo PPF, nos terços cervical ($p=0,049$) e apical ($p=0,008$). O terço apical dos grupos PCAD ($p=0,022$) e PPF ($p=0,031$) apresentaram pior desempenho, em relação aos terços cervicais dos mesmos grupos. O modo de falha predominante constatou o tipo adesiva cimento/dentina, exceto para o terço coronal do grupo PCAD, cuja falha predominante foi coesiva de cimento. O grupo PPF+RC apresentou a película de cimento resinoso mais fina em análise descritiva sob MEV.

Conclusão. A técnica de fabricação personalizada de pinos de fibra de vidro, através adição de resina composta ou pela técnica de fresagem em CAD- CAM, mostrou melhorar a retenção do pino no canal radicular.

IMPLICAÇÕES CLÍNICAS

Um pino pré-fabricado de fibra de vidro proporciona benefícios estéticos e biomecânicos; entretanto, falhas na retenção de pinos no canal radicular continuam sendo um desafio. Com o advento da tecnologia de projeto e fabricação assistida por computador (CAD-CAM), é possível a confecção de retentores intrarradiculares individualizados com o uso de compósitos reforçados com fibra de vidro, que pode levar a uma melhor adaptação ao canal e resistência de união.

INTRODUÇÃO

Restaurações de dentes extensamente destruídos, tratados endodonticamente, apresenta-se como um desafio e um assunto amplamente discutido na literatura,¹ uma vez que a quantidade de estrutura dentária remanescente e a abordagem restauradora têm grande influência na longevidade clínica dos mesmos.²

A indicação de retentores intrarradiculares está relacionada a situações em que, após tratamento endodôntico, a estrutura dentária coronal remanescente é insuficiente para garantir a retenção e suporte de uma restauração definitiva. O material de escolha para confecção do pino e do núcleo desempenha um papel importante no comportamento biomecânico da raiz do dente restaurado.³⁻⁶ É fundamental que as propriedades ópticas, físicas e mecânicas do material sejam semelhantes às do dente para garantir que as tensões encontrem-se distribuídas de maneira mais uniforme e a restauração seja estética.⁴

Por muito tempo, graças ao seu prognóstico favorável, o núcleo metálico fundido destinou-se considerado padrão para restaurações intrarradiculares.⁶ Contudo, desvantagens e limitações, com a elevada concentração de estresse na dentina radicular circundante e a elevada possibilidade de fratura radicular, microinfiltração, corrosão e a estética prejudicada através da reflexão da cor do metal,⁷ como também, o alto módulo de elasticidade, conduziram a procura de técnicas alternativas para restaurações intrarradiculares.⁸ Dessa forma, houve o desenvolvimento de pinos de fibra de vidro como uma alternativa promissora.²

Os pinos de fibra de vidro são conhecidos por suas qualidades estéticas superiores e seu módulo de elasticidade próximo ao da dentina o que permite menor ocorrência de fraturas radiculares irreparáveis e problemas estéticos em comparação aos pinos metálicos.^{4,9,10}

As restaurações com pinos de fibra de vidro apresentam padrões de falha mais favoráveis, sendo o descolamento da restauração o tipo de falha mais comum. Estudos demonstram que os valores mais altos de resistência de união são devido à presença de uma camada fina e uniforme de cimento resinoso e maior retenção devido à melhor adaptação do pino ao canal radicular.^{4-6,11} Técnicas com pinos anatômicos têm sido sugeridas para restaurações de canais radiculares largos, com a personalização direta em consultório de forma manual, através da adição de resina composta ao pino pré-fabricado,^{5,12} ou indireta com o auxílio da tecnologia *computer-aided design/computer-aided manufacturing* (CAD-CAM).^{6,13,14} Uma das desvantagens da customização manual é que os materiais utilizados possuem diferentes propriedades biomecânicas, além de acrescentar à linha de cimentação mais uma interface, entre o pino pré-fabricado e o compósito.⁴

A fabricação de pinos de fibra de vidro personalizados com fresamento CAD-CAM, além de permitir uma camada de cimento de espessura mínima, simplifica a técnica, reduzindo etapas clínicas, diminui a taxa de erro na fabricação, elimina a necessidade de unir adesivamente uma resina composta na construção do núcleo e cria um sistema de retenção intrarradicular de monocamada.^{4,15}

Tendo em vista a pouca informação disponível sobre o uso da tecnologia CAD-CAM na confecção de retentores intrarradiculares e sabendo da importância no uso de técnicas que preservem a estrutura dentária, o objetivo deste estudo é medir e comparar a força de união de dentes tratados endodonticamente restaurados com pino de fibra de vidro pré-fabricado, pino de fibra de vidro pré-fabricado individualizado com resina composta e pino de fibra de vidro fresado em CAD-CAM. A hipótese nula do estudo foi de que não existe diferença na força de união de dentes restaurados com pinos fresados em CAD-CAM e pré-fabricados individualizados com resina composta ou não.

MATERIAIS E MÉTODOS

Este estudo foi aprovado sob o número de protocolo 4.644.505 em Comitê de Ética em Pesquisa com seres humanos da Universidade Federal de Pernambuco (UFPE), Recife – PE. Trinta e três pré-molares, fornecidos pelo Banco de Dentes Humanos da UFPE, foram selecionados de acordo com os critérios de elegibilidade: raiz unirradicular, comprimento radicular médio de 14mm e raízes com ápices completamente formados. Foram excluídas

raízes com curvatura acentuada e presença de trincas, cáries, tratamento restaurador/endodôntico prévio ou reabsorção radicular. Radiografias periapicais foram realizadas para avaliação da integridade da raiz e o número de canais presentes. O tamanho da amostra, determinado através de cálculo amostral, no qual utilizou-se a menor diferença (D) entre as médias e desvios padrão, calculou-se o tamanho amostral por meio da fórmula rápida de Lehr: $N = 16/(D^2)$, para 80% de poder e 5% de nível de significância. O resultado do cálculo foi de 24 raízes. Porém, foi considerado 20% de margem de perda e uma amostra por grupo para envio à microscopia, resultando em um total de 33 raízes (n=11).¹⁶

Os dentes foram armazenados em Cloramina T a 0,5%, durante 24 horas antes da limpeza manual.¹⁷ Em seguida foram lavados em água corrente, limpos com curetas periodontais, pedra pomes extrafina (SS White) e água, com auxílio de uma escova de Robinson (Microdont) acopladas em micromotor (Kavo) e armazenados em água destilada substituída semanalmente,¹⁸ por um período máximo de seis meses até o início do experimento (ISO-TS 11405). Para padronização do comprimento em 14mm de raiz, os espécimes foram aprisionados a um suporte metálico e tiveram suas coroas anatômicas seccionadas paralelamente a junção cimento-esmalte com discos de corte diamantados, a baixa velocidade sob refrigeração, através de cortadeira metalográfica de precisão (ACCUTOM-10/-100; Struers Inc.), pertencente ao Instituto Nacional de Tecnologia em União e Revestimento de Materiais (UFPE). Em seguida, os canais radiculares foram submetidos ao tratamento endodôntico com padronização da instrumentação com lima tipo X2, com comprimento de trabalho 0,5mm aquém do término apical. Foi utilizada técnica Crown Down, com equipamento X-smart (Dentsply), configurado com torque de 2N/cm e velocidade de 350rpm, associado a instrumentos rotatórios de níquel-titânio ProTaper Next nº 1, 2 e 3 (Dentsply-Sirona). A irrigação foi realizada com hipoclorito de sódio a 2,5% seguida de irrigação final com EDTA a 17%. Os canais foram secos com pontas de papel (Dentsply-Sirona) e obturados com cones de guta-percha ProTaper F2 e cimento endodôntico Sealer 26 (Dentsply-Sirona). As raízes foram armazenadas em água destilada a 37°C por 7 dias para permitir o endurecimento completo do cimento.^{11,19,20}

O preparo do conduto radicular foi realizado a uma profundidade de 9mm da superfície seccionada com o uso de brocas de Gates tamanho 1 e 2 (Angelus) e brocas Largo (Angelus) gradualmente (tamanhos 2 a 4), conforme recomendações do fabricante, afim de homogeneizar a forma e remover a guta-percha residual, permanecendo no mínimo 4mm do material na porção radicular.^{6,9,21} Em seguida, os espécimes encaminharam-se divididos

aleatoriamente em 3 grupos de acordo com o retentor intrarradicular a ser cimentado. Todo o preparo realizado por um pesquisador previamente calibrado. Após preparo dos espécimes, seguiu realizada a distribuição aleatória por grupo experimental (n = 11): PPF (pinos de fibra de vidro pré-fabricados); PPF+RC (pinos de fibra de vidro pré-fabricados individualizados com resina composta); PCAD (pinos de fibra de vidro fresados em CAD-CAM).

Para o grupo PPF+RC, realizou-se a personalização/individualização do pino através da sequência: limpeza da superfície dos pinos pré-fabricados (Reforpost Fibra de Vidro #1; Angelus) com álcool 70%; seguida de silanização com uma camada do agente silano (Agente de união Silano; Angelus) (1min); isolamento do canal radicular com gel solúvel em água (KY Gel; Johnson & Johnson); adição direta de resina composta translúcida (Filtek Z350 XT; 3M ESPE) na superfície do pino e inserção do conjunto pino/resina no canal; fotoativação por 10 segundos, remoção do canal e posterior fotoativação por mais 40 segundos.²²

Na confecção do grupo PCAD, todos os canais preparados foram impermeabilizados com vaselina sólida e os condutos foram modelados de forma direta com resina acrílica e pino para moldagem (Pinjet; Angelus). As raízes, então, armazenadas em ambiente úmido, à temperatura ambiente. O molde em acrílico, enviado ao laboratório de prótese dentária, onde os moldes de resina foram digitalizados em um scanner de laboratório (Ortus DSX). O molde em acrílico, enviado ao laboratório de prótese dentária, onde os moldes de resina foram digitalizados em um scanner intraoral (3Shape A/S). Após a digitalização, os dados coletados foram transmitidos para um software digital especial (Exocad dental CAD), onde um design foi concebido para cada pino. Em seguida, um software CAM (SUM3D dental) foi usado para desenvolver a sequência de fresagem. Os pinos fresados em discos de fibras de vidro (Fiber Cad - Post & Core FCW; Angelus) usando uma fresadora de 5 eixos (ARUM 5X-300).⁶ Ajustes, quando necessários, realizados utilizando pontas diamantadas de extremo arredondado nº4138 (KG Sorensen, Cotia, SP, Brasil).

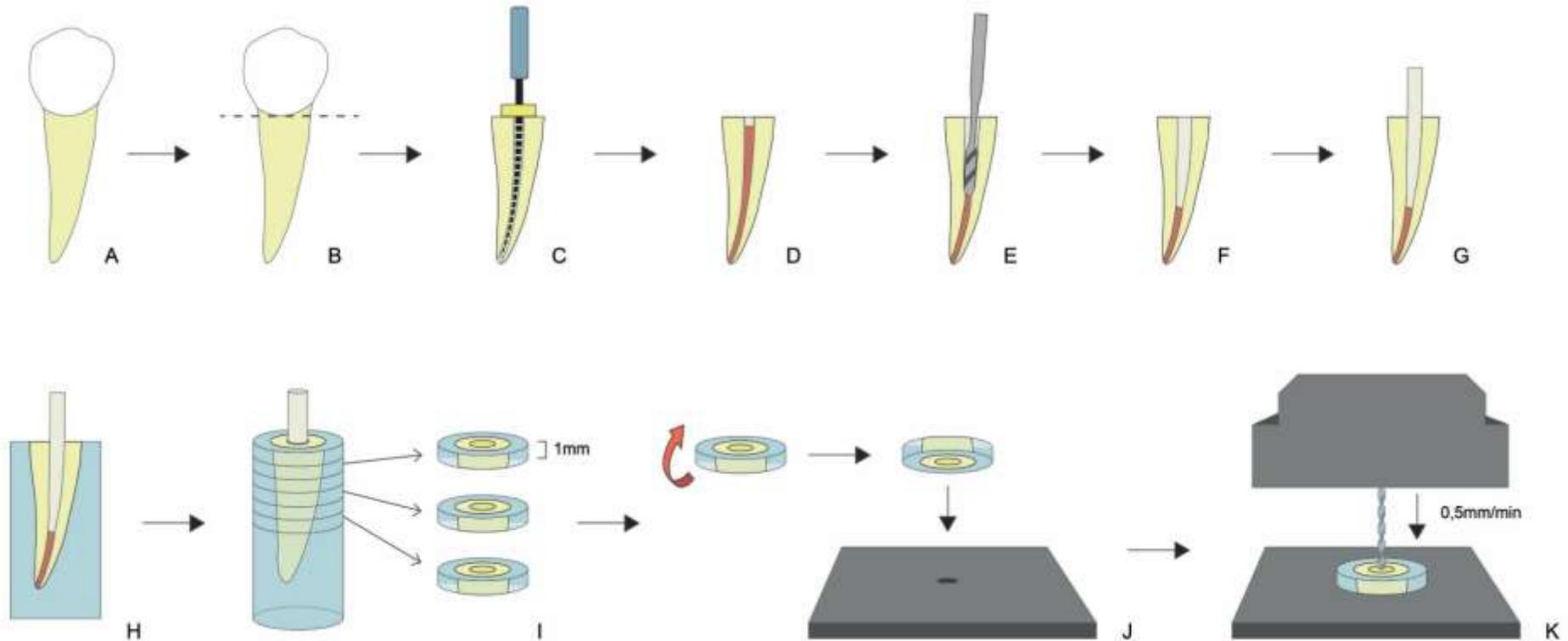
Para cimentação dos pinos, nos três grupos experimentais, utilizado cimento resinoso dual autoadesivo (Rely-X U200; 3M-ESPE) e seguidas as especificações do fabricante, através das seguintes etapas: corte do pino do tamanho de 13mm (9mm intrarradicular e 4mm coronal); limpeza do pino com álcool 70%, seguida de silanização por 1 minuto; limpeza do canal com água destilada; secagem com ponta de papel absorvente; aplicação do cimento no conduto e no pino, seguida da adaptação do pino no canal; remoção do excesso do cimento; fotoativação com o uso de fotopolimerizador a uma potência de 1000mW/cm² (Fotopolimerizador LED; VALO® Ultradent Products, Inc.) em direção a ponta externa do pino por 40 segundos. Após cimentação

os espécimes permaneceram armazenados em uma incubadora por um período de 24h a 37°C. Toda etapa de cimentação foi realizada por um único operador.^{6,9}

Trinta raízes, 10 de cada grupo, após 24 horas de incubação, foram embutidas em resina acrílica incolor auto-polimerizável (VIPI Flash; VIPI Produtos Odontológicos) perpendicularmente ao seu longo eixo em cilindros PVC cristal transparente com diâmetro de $\cong 14\text{mm}$ e altura de 20mm. Posteriormente foram aprisionadas a um suporte metálico e seccionadas horizontalmente por cortadeira metalográfica de precisão de cortes seriados (ACCUTOM-10/-100; Struers Inc.), através de corte perpendicular ao longo eixo do dente, girando em baixa velocidade sob refrigeração. Uma fatia com espessura de aproximadamente 1mm foi obtida de cada um dos terços radiculares (coronário, médio e apical). A espessura foi confirmada usando um paquímetro digital.^{6,19}

A resistência de união (Mpa) foi medida através de ensaio em máquina de teste universal (EMIC – célula de carga de 200 kg), do Laboratório de Ensaio Dinâmicos do Instituto Nacional de Tecnologia em União e Revestimento de Materiais (UFPE). Cada corpo de prova foi posicionado, com a porção cervical voltada para baixo, sobre base metálica com orifício central de 2mm de diâmetro com a região dos pinos de fibra de vidro cimentados coincidindo com o orifício. Um êmbolo cilíndrico com extremidade de 0,5mm de diâmetro foi adaptado à máquina de ensaio e posicionado sobre o espécime, de maneira que apenas o pino era tocado pelo aparelho. A força foi aplicada no sentido ápico-coronário à velocidade de 0,5mm/min (6,11,19,20) até que a força máxima para deslocar o pino no interior do conduto foi alcançada (a figura 1 mostra as etapas de preparação da amostra ao teste de *push-out*). Todos os corpos de prova que vieram a sofrer falhas prematuras foram excluídos do estudo. Para obtenção da resistência de união em MPa, a força obtida em Newtons(N) foi dividida pela área da interface de união, área lateral de tronco de cone em mm^2 , calculada pela fórmula: $A = \pi (R + r) \sqrt{h^2 + (R - r)^2}$, onde: $\pi = 3,14$; R= raio do pino intrarradicular na porção coronária; r = raio do pino intrarradicular na porção apical; h = espessura do corte, em mm.^{6,9,11} Os diâmetros foram determinados a partir de imagens obtidas em lupa estereomicroscópica com auxílio do programa destinado para processamento de imagens, ImagemJ.

Figura 1. Preparo de amostra e posicionamento em máquina para ensaio mecânico *push-out*. A: Dente pré-molar unirradicular. B: Secção de coroa anatômica na junção cimento-esmalte. C: Tratamento endodôntico. D: Obturação. E-F: Preparo do canal radicular. G: Procedimento de cimentação do pino. H: Amostra embutida em resina acrílica. I: corpo de prova de dentina, cimento e pino, em secção de 1mm de espessura, representativas para as secções coronal, médio e apical. J: Posicionamento de corpo de prova sentido apico-coronal. K: Aparelho de teste de *push-out*.



O modo de falha foi avaliado em estereomicroscópio com os corpos de prova posicionados com as superfícies coronais voltadas para cima. Os corpos de prova foram classificados por um examinador cego em: adesiva dentina/cimento (ADC); adesiva cimento/pino (ACP); adesiva cimento/resina composta (ACRC); adesiva resina composta/pino (ARCP); coesiva de cimento (CC); coesiva de pino (CP) e coesiva de resina composta (CRC). Seções representativas dos 3 grupos foram separadas inicialmente e processadas para avaliação em microscopia eletrônica de varredura (MEV). As seções foram polidas com uma série de papéis de carbetto de silício com granulação crescente de 600 a 2.000 sob irrigação com água. Posteriormente, foram imersos em ácido fosfórico 50% por 3 segundos, lavados em água corrente por 1 minuto seguido de desproteinização por imersão em hipoclorito de sódio a 2,5% por 10 minutos. Os cortes foram então lavados três vezes com água destilada e imersos em soluções crescentes de etanol (25%, 50%, 75%, 95% e 100%). Cada seção foi montada em um stub metálico, pulverizado com ouro-paládio (Metalizadora Quorum) e observado em um MEV (TESCAN) com aumentos de 150x, 200x, 300x e 400x.

Os dados da força de união foram avaliados quanto à normalidade por meio do teste de Kolmogorov-Smirnov. Os dados contínuos não apresentaram uma distribuição normal. Dessa forma, as associações entre as medidas descritivas foram através de testes não paramétricos, teste Mann-Whitney para comparações de dois grupos e teste de Kruskal Wallis para comparação de três grupos. O nível de significância adotado foi de p -valor $<0,05$. O software utilizado foi o SPSS 20.0. Análises descritivas foram realizadas para relatar a frequência do tipo de falha nos grupos e características da linha de cimentação.

RESULTADOS

A amostra do estudo foi constituída de 33 dentes ($n=11$), dos quais 30 ($n=10$) foram preparados para o ensaio mecânico (teste de *push-out*). Destes, 5 fatias apresentaram falha prematura de descolamento do pino durante o corte dos corpos de prova, as quais foram substituídas. No que se refere à análise estatística do resultado do teste de *push-out*, dentro de cada grupo, a força de união apresentou diferença significativa entre diferentes terços da mesma raiz ($p<0,05$), para os grupos PPF ($p=0,031$) e PCAD ($p=0,022$), nos quais o terço cervical apresentou maior força de união quando comparado ao terço apical. O terço da raiz não foi um fator significativo para a força de união no grupo PPF+RC, apesar deste apresentar maior valor de média para o terço cervical quando comparado aos demais terços. Já a análise comparativa entre os grupos, por terços, apresentou que o tipo de pino influenciou significativamente a força de união, apresentou-se menor no terço cervical para o grupo PPF

($7,89 \pm 3,80$) quando comparado ao grupo PCAD ($12,95 \pm 4,69$) com um p -valor=0,049, assim como também no terço apical para o grupo PPF ($3,58 \pm 2,02$) quando comparado aos grupos PPF+RC ($8,20 \pm 3,78$) e PCAD ($7,21 \pm 4,31$), com p -valor=0,008 (Tabela 1).

O tipo de falha mais frequente relatado foi o tipo adesivo, ocorrendo principalmente entre o cimento e a dentina com a maior porcentagem observada no grupo de pinos pré-fabricados, 100%, (Figura 2). A falha mista (falha coesiva junto com falha adesiva) também foi bastante ocorrente neste grupo, com frequência de 50%. Em grupo de pinos pré-fabricados individualizados com resina composta (Figura3), os tipos de falhas mais frequentes foram: falha adesiva entre cimento e dentina em 66,7%, seguida de falha coesiva de resina composta com uma frequência de 46,7%. O grupo de pino fresados em CAD-CAM (Figura 4) foi o que apresentou menor frequência de falha adesiva entre cimento e dentina (36,7%), no entanto apresentou elevada ocorrência de falha coesiva do cimento (53,3%) e uma frequência de 36,7% de falhas mistas (Tabela 3).

Figura 2. Tipos de falha sob lupa estereoscópica, grupo PPF. (a, c), fatia de dentina radicular. (b, d), pino deslocado. ADC, falha adesiva dentina/cimento. CC, falha coesiva de cimento.

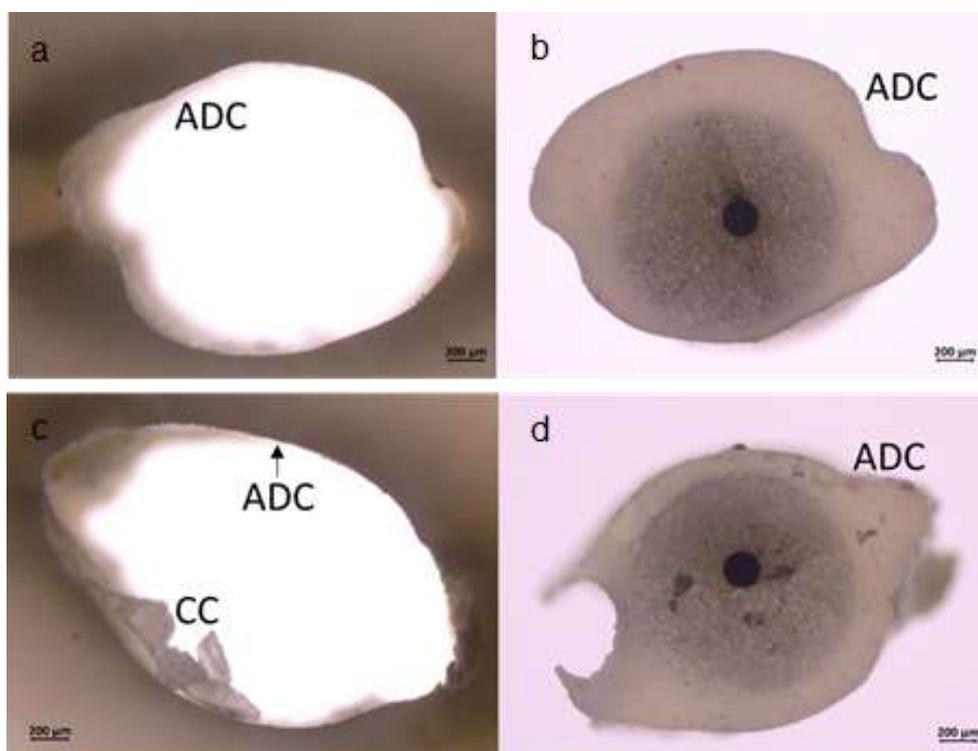


Figura 3. Tipos de falha sob lupa estereoscópica, grupo PPF+RC. (a, c), fatia de dentina radicular. (b, d), pino deslocado. ARCP, falha adesiva resina composta/pino. CC, falha coesiva de cimento. CRC, falha coesiva de resina composta. CP, falha coesiva de pino.

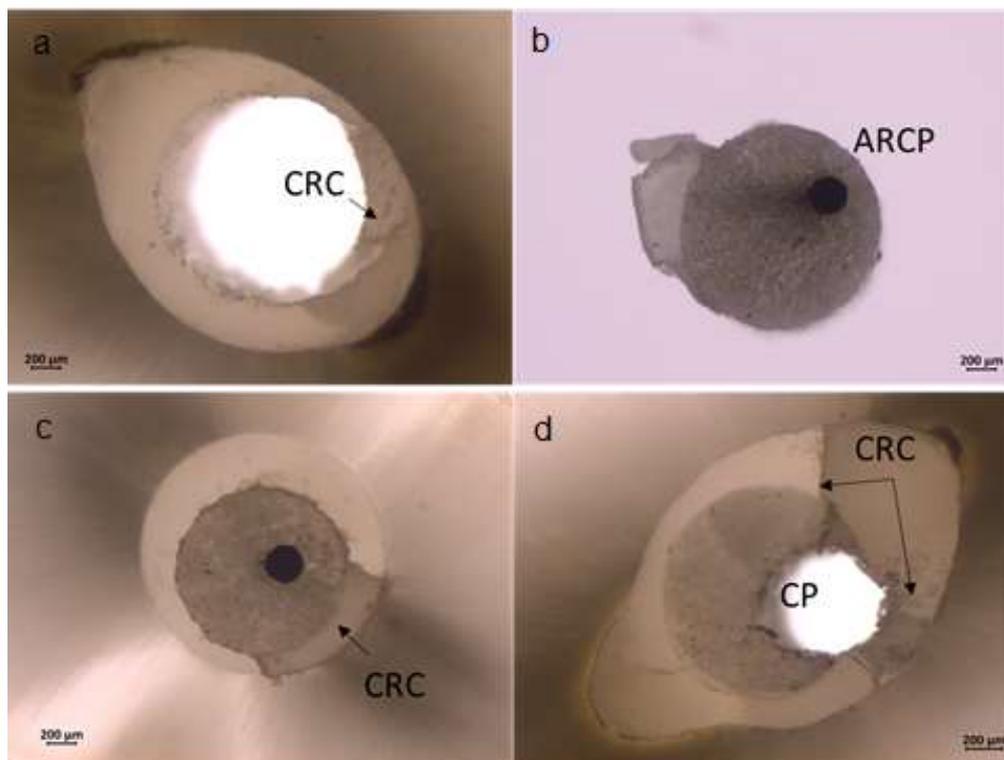
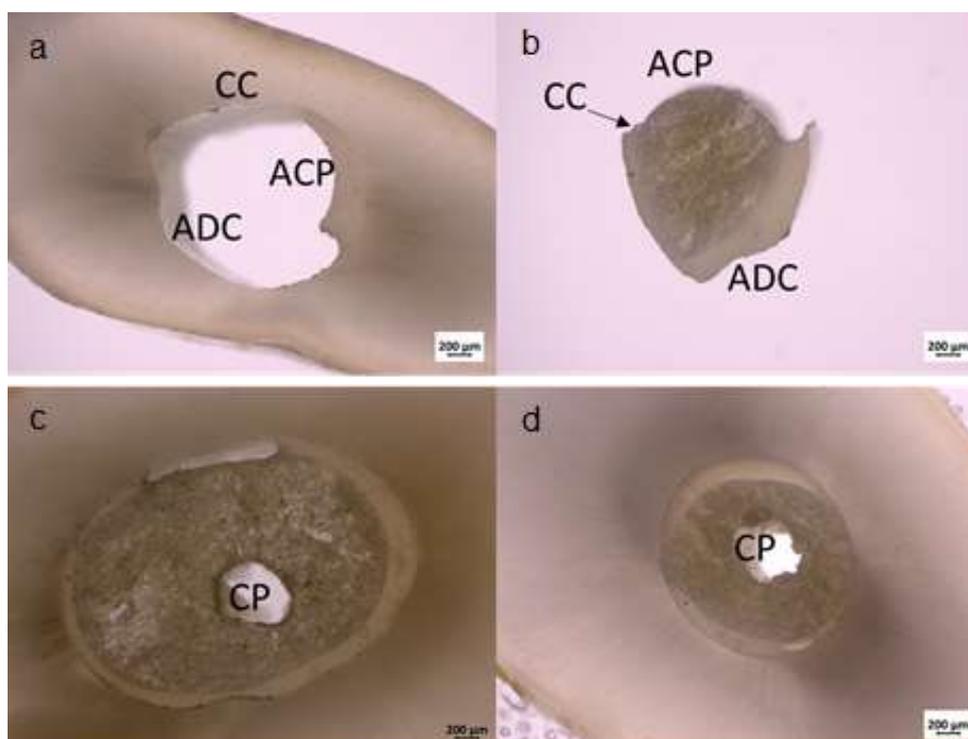


Figura 4. Tipos de falha sob lupa estereoscópica, grupo PCAD. (a, c), fatia de dentina radicular. (b, d) pino deslocado. ADC, falha adesiva dentina/cimento. ACP, falha adesiva cimento/pino. CC, falha coesiva de cimento. CP, falha coesiva de pino.



O MEV mostrou no grupo PPF, em nível cervical, uma camada mais espessa de cimento resinoso com grande quantidade de bolhas com tamanhos reduzidos (Figura 5), sua fatia em nível médio ainda apresentou uma camada espessa de cimento, no entanto, de espessura reduzida quando comparado ao terço cervical, além de formação de bolha maior localizada (Figura 6). O grupo PPF+RC apresentou um filme aparente de cimento resinoso mais fino e contínuo, com pequenas bolhas, apenas algumas dentro da camada de resina composta e na linha de união entre o pino e a resina, tanto em nível cervical como em nível médio (Figura 7 e 8). No grupo PCAD é possível observar um filme fino de cimento resinoso quando comparado ao grupo PPF; porém, quando comparado ao grupo PPF+RC, uma menor uniformidade na espessura de cimento, com algumas regiões de cimento mais espesso e maior presença de bolhas (Figuras 9, 10 e 11).

Figura 5. Imagem MEV originada da fatia cervical do grupo PPF.

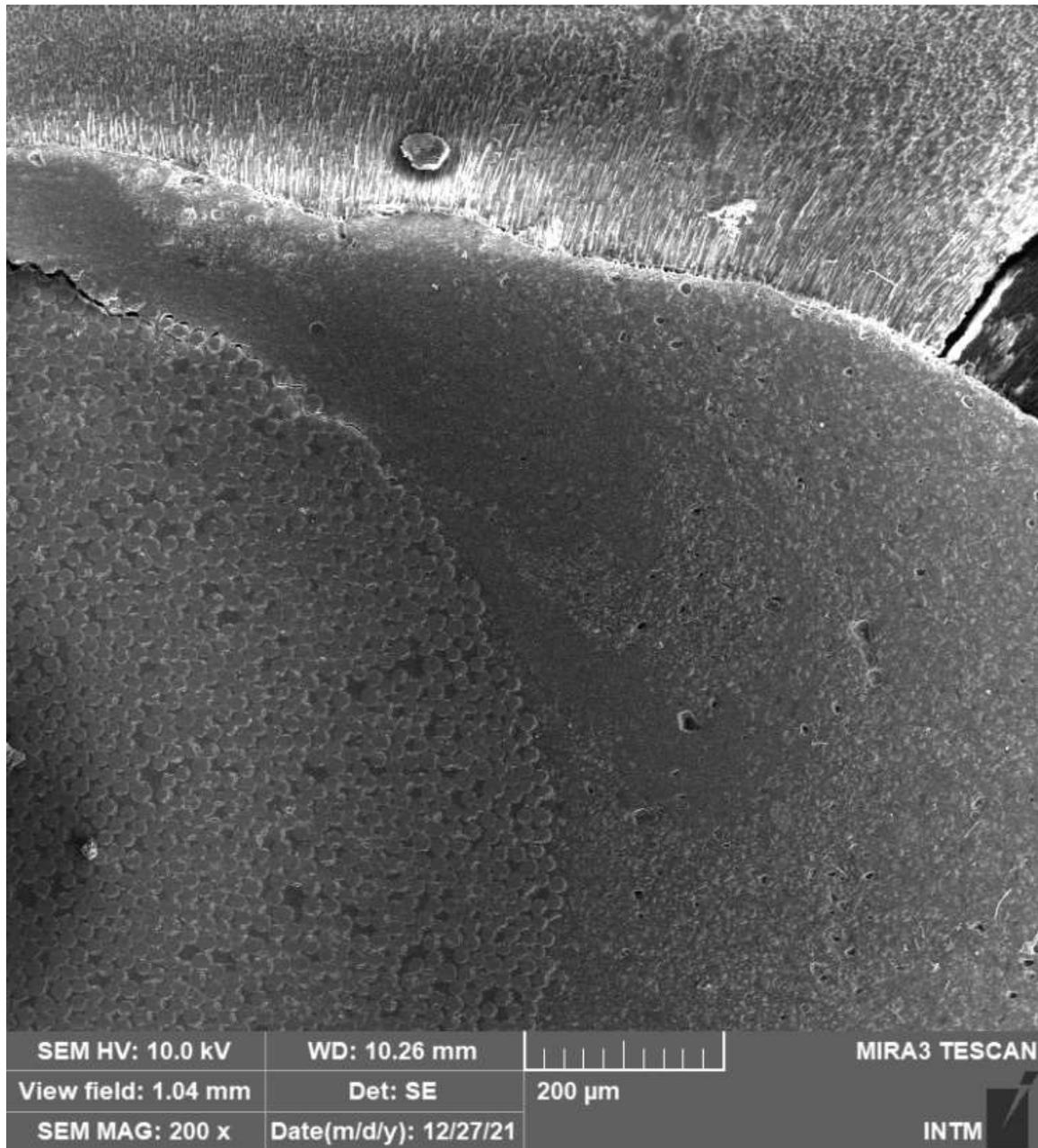


Figura 6. Imagem MEV originada da fatia média do grupo PPF.

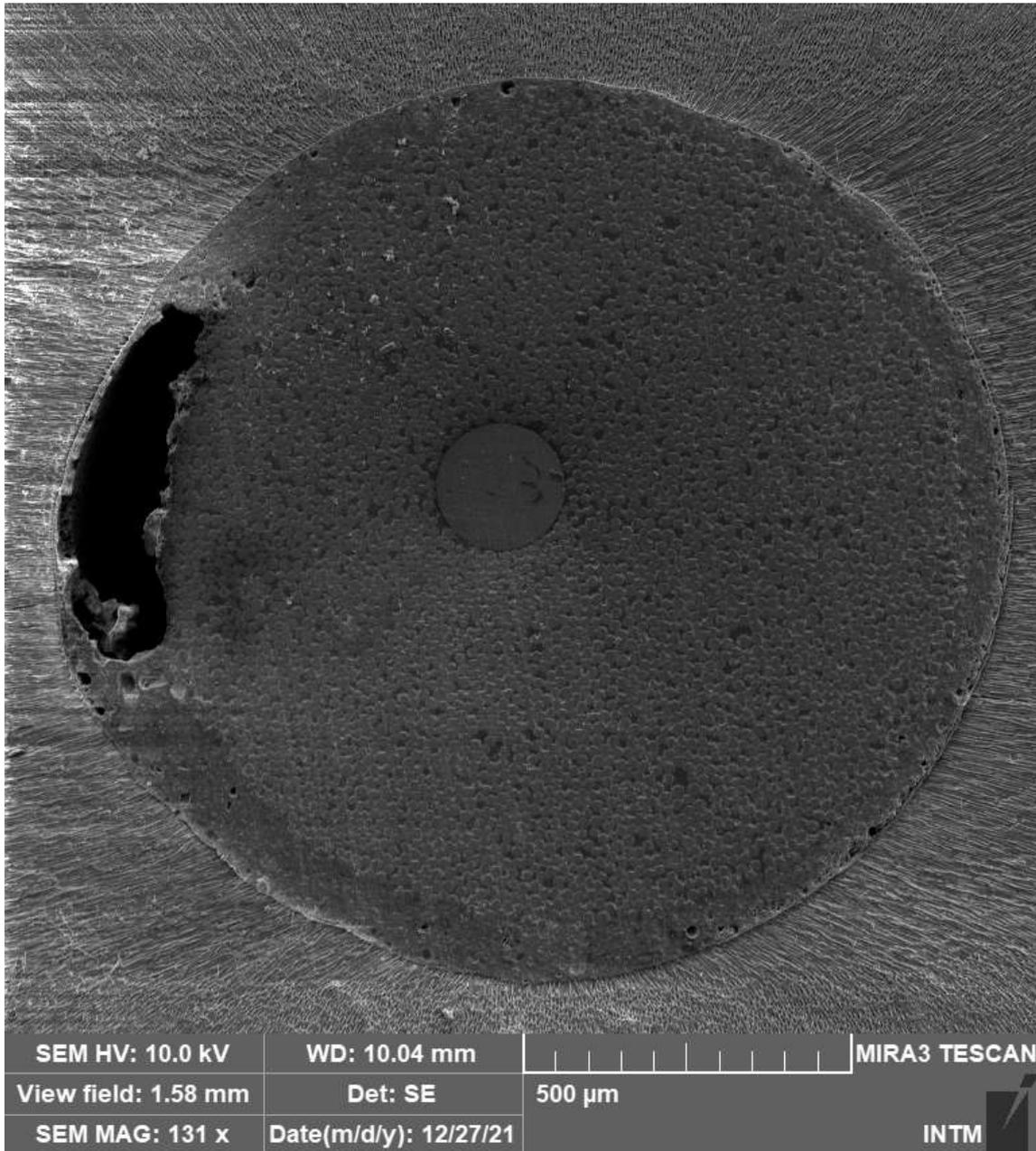


Figura 7. Imagem MEV originada da fatia cervical do grupo PPF+RC

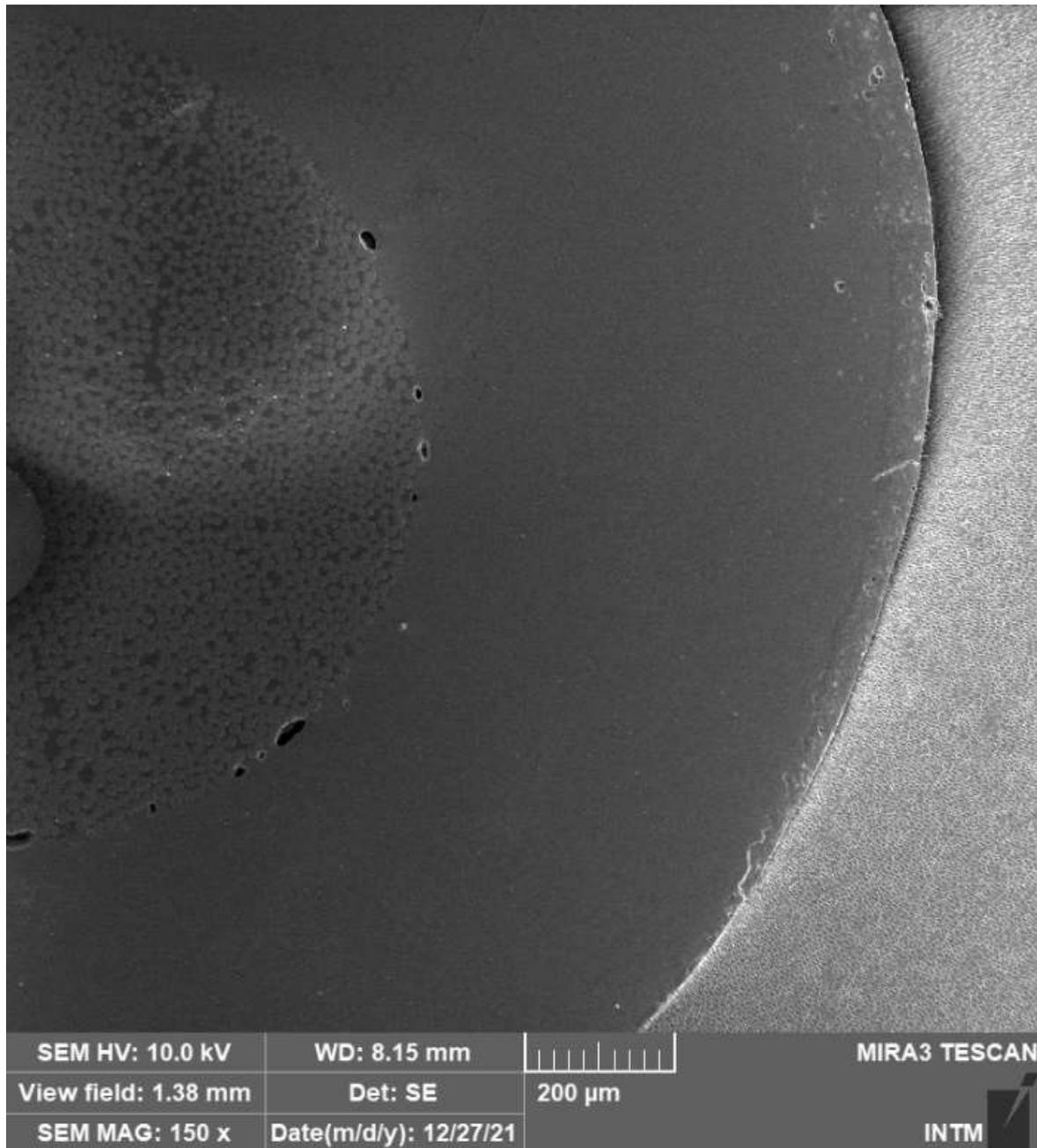


Figura 8. Imagem MEV originada da fatia média do grupo PPF+RC

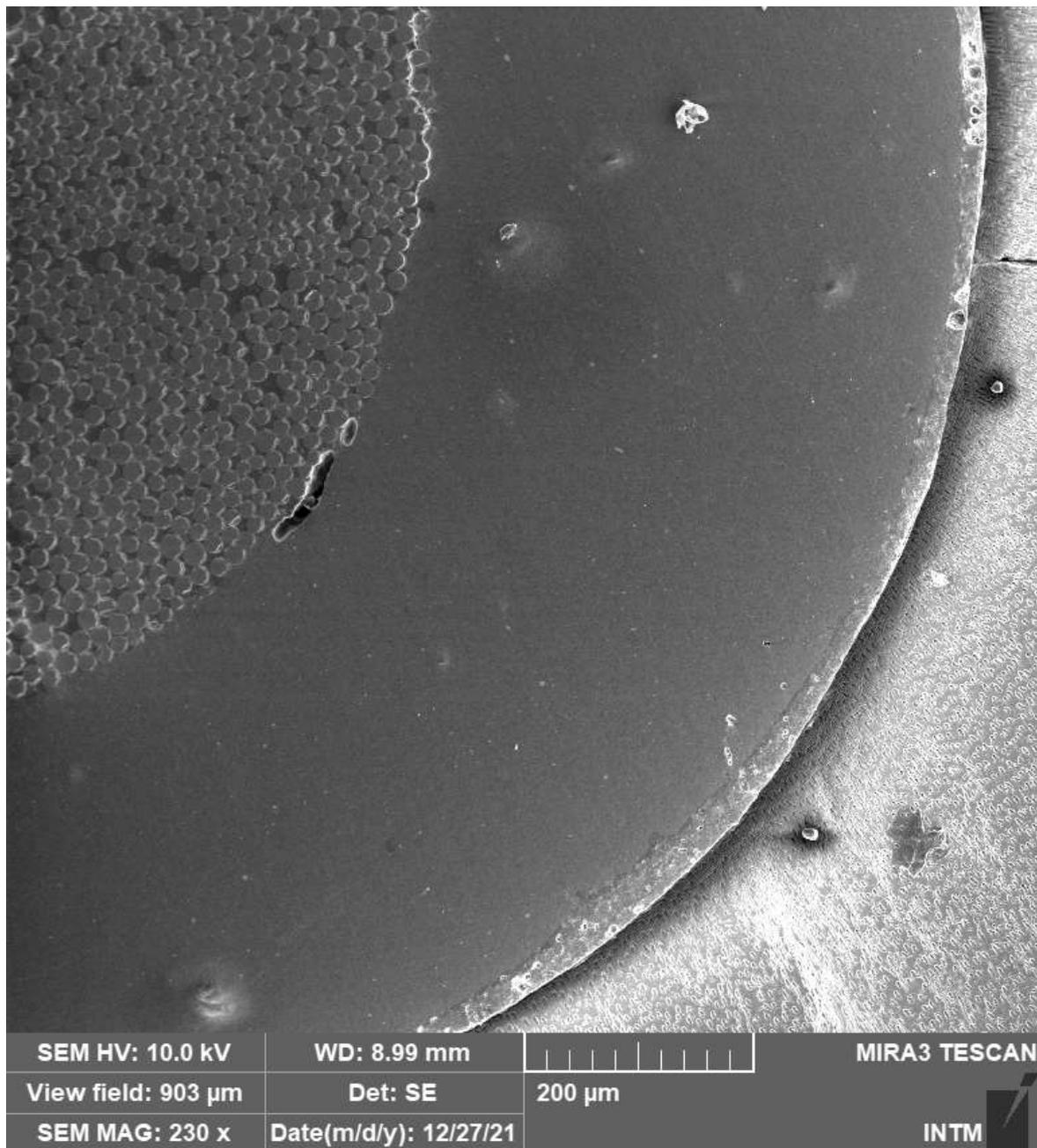


Figura 9. Imagem MEV originada da fatia cervical do grupo PCAD

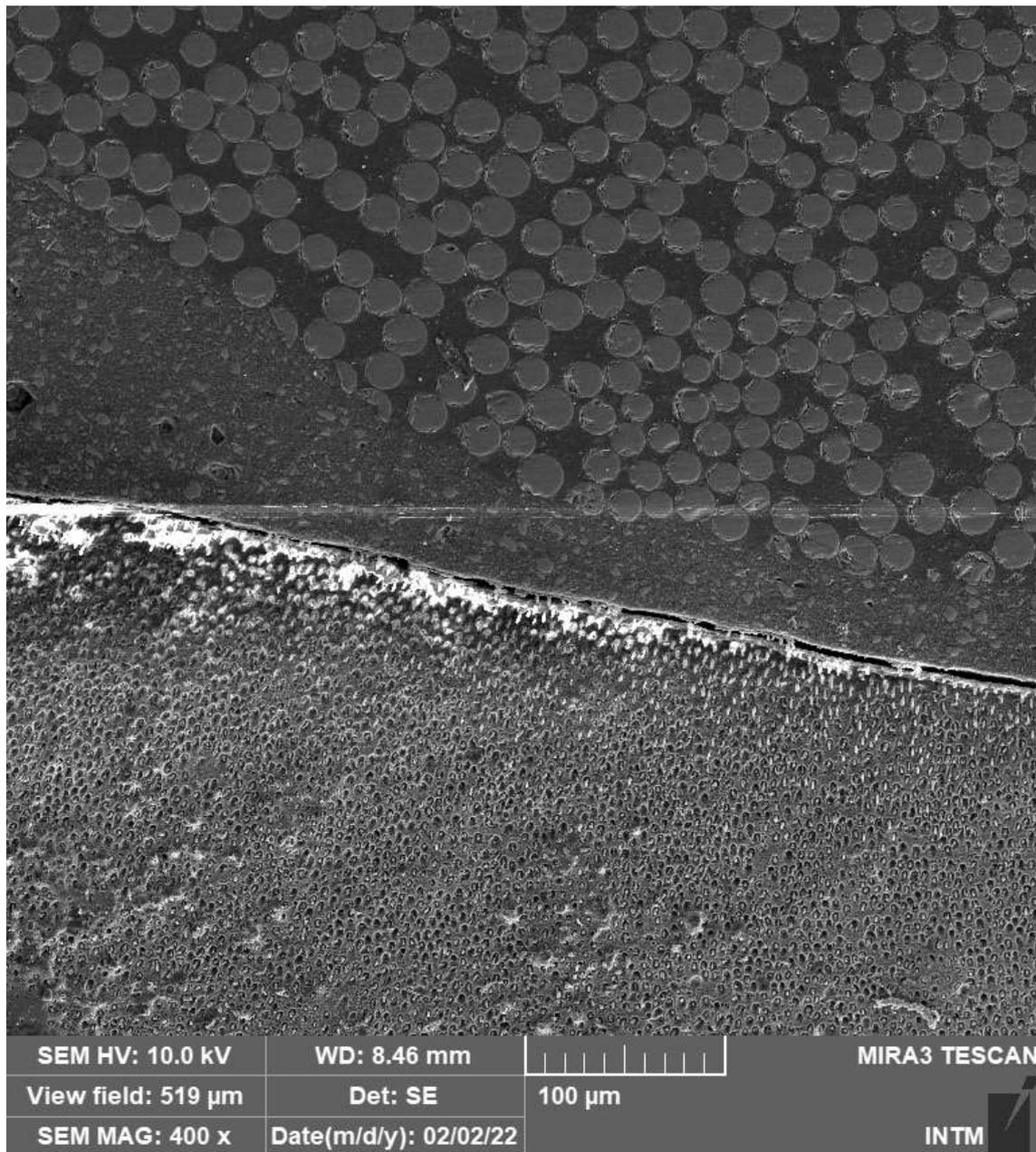


Figura 10. Imagem MEV originada da fatia média do grupo PCAD

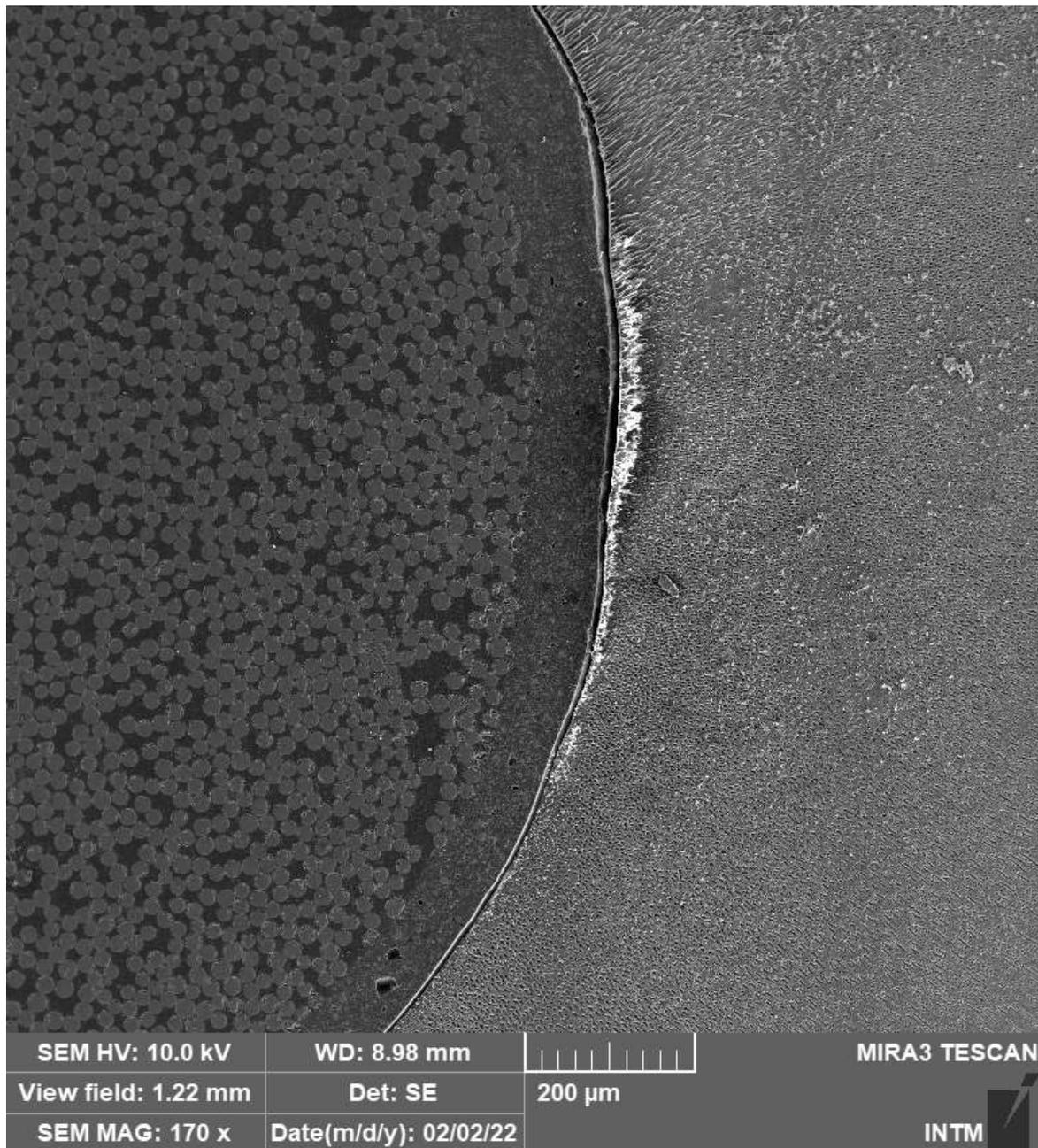
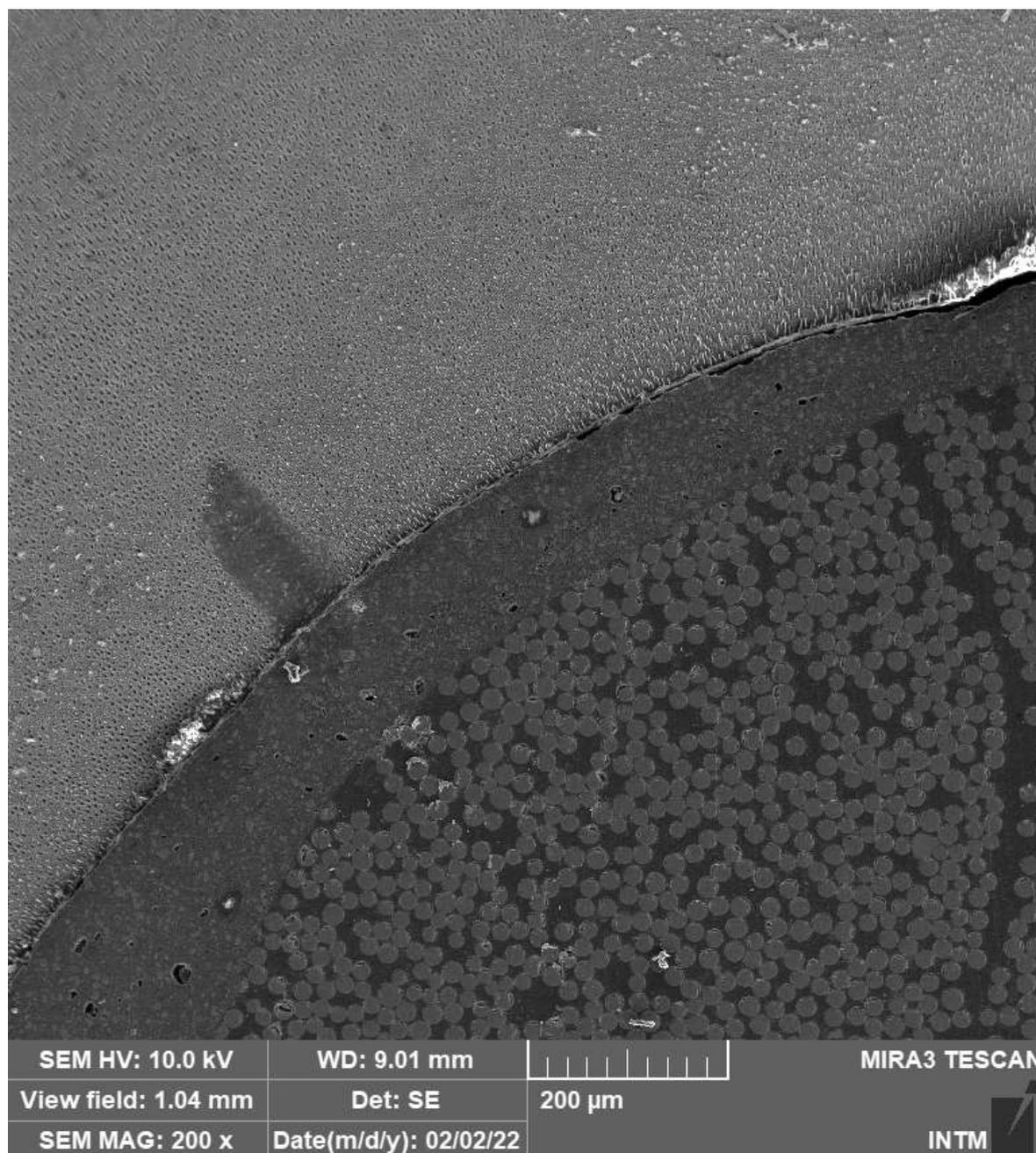


Figura 11. Imagem MEV originada da fatia média do grupo PCAD



DISCUSSÃO

A hipótese nula testada foi rejeitada, pois foram encontradas diferenças significativas na força de união entre os grupos, bem como entre diferentes níveis da mesma raiz. Notadamente, pinos de fibra de vidro anatômicos fresados em CAD-CAM e os convencionais individualizados com resina composta apresentaram força de união significativamente maior nos terços cervical e apical quando comparados ao grupo de pinos de fibra pré-fabricados. Tal resultado pode ser atribuído a circunstância de que a confecção de um pino personalizado favorece maior precisão

e melhor adaptação ao formato do canal radicular, favorecendo o atrito de deslizamento e permitindo uma camada de cimento reduzida, com espessura mais uniforme e menor formação de bolhas, o que contribui para a retenção do pino no canal radicular.^{6,7,11,12,22}

A literatura sugere que uma camada espessa de cimento é propensa à contração volumétrica e estresse de polimerização, o que provoca uma redução na área de adesão do canal e concentra o estresse na interface intacta. Portanto, uma camada mais fina de cimento minimiza a contração de polimerização, levando a uma maior resistência de união.⁶ Além disso, o deslocamento do pino de fibra após falha do sistema adesivo no canal radicular pode ser prevenido pelo atrito entre as paredes e rugosidade da superfície.¹¹

Os resultados desse estudo estão alinhados com pesquisas anteriores, as quais avaliaram a resistência de união de pinos fresados em CAD-CAM comparados aos convencionais pré-fabricados. Eid et al⁶ encontraram uma maior força de união no grupo de pinos anatômicos CAD-CAM, com p-valor <0,001; já Tsintsadze et al,¹¹ além de encontrar uma melhor força de união em pinos de fibra CAD-CAM, observaram diferenças significativas na espessura do cimento entre os grupos em que os pinos de fibra pré-fabricados apresentaram a camada de cimento mais espessa comparados aos fresados em CAD/CAM, ademais da espessura do cimento ao redor dos pinos pré-fabricados apresentar aumento na direção apical-coronal. Para o grupo de pinos CAD-CAM a espessura do cimento apresentou-se mais uniforme.

No que diz respeito a análise por grupo, a força de união apresentou diferença significativa entre diferentes terços da mesma raiz ($p < 0,05$), com maior força de união no terço cervical comparado ao terço apical nos grupos de pinos pré-fabricados e fresados em CAD-CAM. Os menores valores de força de união encontrados no terço apical, apoiam que a adesão do pino é mais desafiadora na direção apical do canal radicular, e pode ser explicado, em parte, devido a dentina radicular apresentar redução da densidade dos túbulos dentinários nessa direção, sendo o terço apical menos favorável à hibridização, em razão da diminuição do número de túbulos e dentina mais irregular.^{6,22,23}

Outras razões que podem estar relacionadas são a maior deposição de *smear layer* na região apical resultante no preparo do canal radicular, polimerização do cimento resinoso ineficaz em profundidade, onde a polimerização é principalmente química e mais lenta, impedindo a formação de uma camada híbrida homogênea e o alto fator C devido à configuração desfavorável da cavidade do canal radicular.^{6,22,23} Existe ainda o fato cuja superfície de contato dos pinos cônicos para as paredes do canal radicular diminui com o

diâmetro, o menor contato da superfície se traduziria em menos força necessária para o desalojamento.⁶

Um outro fator importante que pode estar relacionado a resistência de união diminuída encontrada na região apical das raízes no grupo CAD-CAM, são as limitações de escaneamento. No presente estudo não foi possível realizar o escaneamento do conduto, e sim, a moldagem em padrão de resina acrílica ativada quimicamente, a qual pode sofrer alterações dimensionais até o momento de escaneamento.

Diferentes abordagens de escaneamento e procedimentos de aquisição de dados digitais estão disponíveis. A adaptação do pino CAD-CAM pode ser dependente dessas variáveis do sistema e sua aplicabilidade à fabricação de pinos personalizados deve ser investigada também *in vivo*.²⁴ Existem fatores que podem influenciar negativamente o procedimento de varredura do canal radicular, como movimento do paciente, espaço intraoral limitado, umidade intraoral e fluxo de saliva.¹¹

É possível que as limitações de escaneamento sejam responsáveis também pela menor uniformidade na espessura de cimento do grupo de pinos fresados em CAD-CAM quando comparamos aos pinos anatomizados com resina composta nas imagens obtidas em MEV. Entretanto, deve-se ter cuidado ao considerar as observações do MEV, pois apenas uma amostra foi preparada para cada grupo. É importante uma avaliação adicional de um maior número de amostras para analisar quantitativamente as características da linha de cimentação.

O terço da raiz não foi um fator significativo para a força de união no grupo de pinos pré-fabricados individualizados com resina composta, já que este apresenta a vantagem de pino anatomizado, com camada de cimento reduzida e espessura mais uniforme. Contudo, o reembasamento com resina composta é uma técnica adesiva sensível que gera um aumento de interfaces entre os materiais, o que pode favorecer o surgimento de lacunas entre a resina e o pino de fibra, além disso, pode ocasionar a contaminação entre os incrementos da resina ou entre a interface pino/resina.²⁴ Ao avaliar o pino individualizado em resina composta sob MEV, foi possível notar algumas bolhas dentro da camada de resina composta e na linha de união entre o pino e a resina, assim como achados encontrados no estudo de Grandini et al²⁵ que observaram vazios e lacunas entre o material de reembasamento de resina composta e o pino de fibra. E, dessa forma, pode também a longo prazo ocasionar falhas.

Nos resultados do presente estudo, foi possível observar ainda, que o grupo de pinos individualizados com resina composta apresentaram 46,7% de falhas coesivas na resina composta e 20% de falhas adesivas na interface resina composta/pino. Desta forma, acredita-se que apesar dos resultados favoráveis encontrados na avaliação comparativa entre os grupos,

no que se refere a força adesiva, a técnica de personalização manual de pinos com resina composta é bastante sensível à habilidade técnica do operador e deve-se realizar estudos que avaliem a longevidade dessas restaurações em situações clínicas a médio e longo prazo, mostrando-se necessária a elaboração de ensaios clínicos.

Acerca da frequência de modos de falha entre as amostras de cada grupo testado, houve um predomínio de falhas adesivas (cimento x dentina radicular) para os grupos de pinos pré-fabricados (100%) e individualizados com resina composta (66,7%). Esses dados estão de acordo com estudos anteriores e corrobora a afirmação de que a interface cimento resinoso/dentina é a mais sensível diante a concentração de tensões.^{6,21,22,26} Essa afirmação pode ser justificada pela quantidade de fatores que afetam a qualidade de adesão do cimento resinoso a dentina radicular já evidenciados na literatura, a espessura e o tipo do cimento resinoso utilizado; o protocolo adesivo correto; a limpeza do pino; a limpeza do o canal prévia a cimentação e o método de inserção do cimento; ou seja, as etapas clínicas para a realização da cimentação adesiva podem influenciar na qualidade adesiva da cimentação e devem ser seguidas de forma criteriosa para otimização dos resultados.^{3,12,27}

No presente estudo optou-se por um cimento resinoso autoadesivo de cura dupla (Rely-X U200; 3M-ESPE) para os três grupos de pinos investigados, ao considerar que o cimento resinoso autoadesivo apresenta resultados satisfatórios na adesão à dentina radicular em comparação com outros sistemas de várias etapas, já que o mesmo é menos sensível à técnica de cimentação realizada.^{3,27} Contudo, o estudo de Dimitrouli et al²⁸ mostra que existe um baixo condicionamento da superfície dentinária pelos monômeros ácidos autoadesivos, o que pode não ser tão eficaz no condicionamento quanto o ácido fosfórico, principalmente em regiões apicais onde existe maior formação de *smear layer*, de modo que possivelmente afeta a adesão, mais uma vez corroborando com os resultados encontrados de menor força de união nos terços apicais em todos os 3 grupos.

É relevante observar que o grupo de pinos fresados em CAD-CAM foi o que apresentou menor ocorrência de falhas adesivas cimento/dentina, favorecendo a hipótese de que a personalização do pino reduz o índice de falhas adesivas, por considerarmos uma individualização do retentor intrarradicular, para cada conduto. No entanto, o mesmo grupo apresentou uma elevada ocorrência de falhas coesivas do cimento (53,3%), a qual pode estar relacionada a presença de bolhas na linha de cimentação e assim aumenta a maior concentração de tensões nessas áreas. Estudos mostram que a técnica de aplicação do cimento no canal radicular pode influenciar na ocorrência de bolhas no cimento resinoso,^{12,27} destacando-se, portanto, a importância de maiores investigações a respeito.

O ensaio mecânico de escolha para esse estudo foi o teste de *push-out*, o qual parece ser uma técnica mais precisa e confiável na medição das conexões entre pinos de fibra e a dentina radicular.²⁹ A técnica permite testar a resistência de união dentre as diferenças regionais e favorece uma distribuição mais uniforme da força de tração devido ao pequeno tamanho da amostra (1mm de espessura), além de reduzir a perda prematura de amostras durante a fabricação dos corpos de prova, quando comparado ao teste de microtração.²⁸ Os estudos laboratoriais fornecem importantes informações sobre as propriedades dos biomateriais. No entanto, seus resultados devem ser interpretados com cautela, tendo em vista que situações clínicas como a presença de carga cíclica da mastigação; a relação de dentes antagonistas; o tipo de oclusão; o posicionamento do dente na arcada dental e padrão de articulação; vão ter grande influência sobre a longevidade e no padrão de falha do retentor intrarradicular.^{3,12} Dessa forma, é essencial a associação de análises mecânicas ao comportamento clínico para a tomada de decisão e estabelecimento de protocolos.

CONCLUSÃO

Dentro das limitações do estudo, as seguintes conclusões foram encontradas:

1. Os pinos de fibra de vidro personalizados através de resina composta ou pela técnica de fresagem em CAD-CAM apresentam melhor desempenho do que os pinos de fibra pré-fabricados, no que se refere à retenção do pino dentro do canal radicular.
2. Os pinos individualizados com resina composta e os fresados em CAD-CAM apresentaram valor de força de união estatisticamente significativo em relação ao grupo de pinos pré-fabricados, nos terços cervical ($p=0,049$) e apical ($p=0,008$).
2. O terço apical dos grupos de pinos fresados em CAD-CAM ($p=0,022$) e dos pinos pré-fabricados ($p=0,031$) apresentaram pior desempenho de força de união, em relação aos terços cervicais dos mesmos grupos.
3. O modo de falha predominante foi do tipo adesiva entre cimento resinoso e dentina radicular, exceto para o terço cervical dos grupos de pinos fresados, cuja falha predominante foi coesiva de cimento.
4. Mais estudos devem ser realizados para melhor entendimento do sistema de pinos de fibra de vidro fresados em CAD-CAM, como suas propriedades de resistência à fratura, resistência flexural e rugosidade superficial, além das possíveis variáveis das técnicas de aquisição de imagem e dos protocolos adesivos utilizados.

REFERÊNCIAS

1. Shaalan OO, Abou-Auf E, Farid El Zoghby A. Clinical evaluation of self-adhering flowable composite versus conventional flowable composite in conservative Class I cavities: Randomized controlled trial. *Journal of Conservative Dentistry*. 2018;21(5):485–90.
2. Abdelaziz KM, Keshk CK, Alshadidi A, Mafraq S. TRADUÇÃO Fracture resistance of ceramic crowns supported with indirect chair-side composite cores. 2018;8(1):34–40.
3. Sarkis-Onofre R, Skupien JA, Cenci MS, Moraes RR, Pereira-Cenci T. The role of resin cement on bond strength of glass-fiber posts luted into root canals: A systematic review and metaanalysis of in vitro studies. *Operative Dentistry*. 2014;39(1):E31–44.
4. da Costa R, Freire A, Caregnatto de Morais E, Machado de Souza E, Correr G, Rached R. Effect of CAD/CAM glass fiber post-core on cement micromorphology and fracture resistance of endodontically treated roots. *Am J Dent*. 2017;30(1):3–8.
5. Ruschel GH, Gomes ÉA, 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. *Journal of the Mechanical Behavior of Biomedical Materials*. 2018;82:187–92.
6. Eid RY, Koken S, Baba NZ, Ounsi H, Ferrari M, Salameh Z. Effect of Fabrication Technique and Thermal Cycling on the Bond Strength of CAD/CAM Milled Custom Fit Anatomical Post and Cores: An In Vitro Study. *Journal of Prosthodontics*. 2019;28(8):898–905.
7. Mohammed AR. Evaluating Fracture Resistance And Failure Modes Of Root Filled Teeth Restored With CAD / CAM- Fabricated Post And Core. *Clinical, Cosmetic and Investigational Dentistry*. 2019;11:349–55.
8. Habibzadeh S, Rajati HR, Hajmiragha H, Esmailzadeh S. Fracture resistances of zirconia , cast Ni-Cr , and fiber-glass composite posts under all-ceramic crowns in endodontically treated premolars. *J Adv Prosthodont*. 2017;9:170–5.
9. 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. *Journal of Contemporary Dental Practice*. 2019;20(9):1003–8.

10. Caner Öztürk, Serdar Polat, Makbule Tunçdemir, Fehmi Gönüldas ES. Evaluation of the fracture resistance of root filled thin walled teeth restored with different post systems. *Biomedical Journal* [Internet]. 2019;42:53–8. Available from: <https://doi.org/10.1016/j.bj.2018.12.003>.
11. Tsintsadze N, Juloski J, Carrabba M, Tricarico M, Goracci C, Vichi A, et al. Performance of CAD/CAM fabricated fiber posts in oval-shaped root canals: An in vitro study. *American Journal of Dentistry*. 2017;30(5):248–54.
12. Silva C, Cabral L, Navarro de Oliveira M, da Mota Martins V, Machado A, Blumenberg C, et al. The influence of customization of glass fiber posts on fracture strength and failure pattern: A systematic review and meta-analysis of preclinical ex-vivo studies. *J Mech Behav Biomed Mater*. 2021;118.
13. Passos L, Barino B, Laxe L, Street A. Fracture resistance of single-rooted pulpless teeth using hybrid CAD/CAM blocks for post and core restoration. *International Journal of Computerized Dentistry*. 2017;20(3):287–301.
14. 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. *Dental materials journal*. 2019 Feb;38(1):114–9.
15. Liu P, Deng X, Wang X. Use of a CAD/CAM-fabricated glass fiber post and core to restore fractured anterior teeth: A clinical report. . *J Prosthet Dent* . 2010;6:330–3.
16. das Neves AM. Influência de diferentes tipos de retentores intrarradiculares de fibra de vidro na resistência de união de um cimento resinoso autoadesivo à dentina radicular bovina. [Belo Horizonte]; 2019.
17. Elawsya ME, El-shehawy TM, Zaghoul NM. Influence of various antioxidants on micro-shear bond strength of resin composite to bleached enamel. . *J Esthet Restor Dent*. 2020;33(2):2371–9.
18. Gundogdu M, Aladag L. Effect of adhesive resin cements on bond strength of ceramic core materials to dentin. *Niger J Clin Pract*. 2018;21(3):367–74.
19. Kul E, Yeter KY, Aladag LI, Ayranci LB. Effect of different post space irrigation procedures on the bond strength of a fiber post attached with a self-adhesive resin cement. *Journal of Prosthetic Dentistry*. 2016;115(5):601–5.

20. Suzuki TYU, Pereira MA, Filho JEG, Wang L, Assunção WG, dos Santos PH. Do irrigation solutions influence the bond interface between glass fiber posts and dentin? *Brazilian Dental Journal*. 2019;30(2):106–16.
21. Eid R, Juloski J, Ounsi H, Silwaidi M, Ferrari M, Salameh Z. Fracture resistance and failure pattern of endodontically treated teeth restored with computer-aided design/ computer-aided manufacturing post and cores: A pilot study. *Journal of Contemporary Dental Practice*. 2019;20(1):56–63.
22. Rocha AT, Gonçalves LMH, Vasconcelos AJDC, Matos Maia Filho E, Nunes Carvalho C, de Jesus Tavares RR. Effect of Anatomical Customization of the Fiber Post on the Bond Strength of a Self-Adhesive Resin Cement. *International Journal of Dentistry*. 2017;2017.
23. Bitter K, Paris S, Pfuertner C, Neumann K, Kielbassa AM. Morphological and bond strength evaluation of different resin cements to root dentin. *European journal of oral sciences*. 2009 Jun;117(3):326–33.
24. Garcia P, da Costa R, Garcia A, Gonzaga C, da Cunha L, Rezende C, et al. Effect of surface treatments on the bond strength of CAD/CAM fiberglass posts. *J Clin Exp Dent* . 2018;10(6):e591–7.
25. Grandini S, Goracci C, Monticelli F, Borracchini A. SEM evaluation of the cement layer thickness after luting two different posts. *J Adhes Dent* . 2005;7(3):235–40.
26. Bru E, Forner L, Llena C, Almenar A. Fibre post behaviour prediction factors. A review of the literature. *J Clin Exp Dent* . 2013;5(3):e150-3.
27. Skupien JA, Sarkis-Onofre R, Cenci MS, Moraes RR de, Cenci TP. A systematic review of factors associated with the retention of glass fiber posts. *Braz Oral Res*. 2015;29(1):1–8.
28. Dimitrouli M, Günay H, Geurtsen W, Lührs A-K. Push-out strength of fiber posts depending on the type of root canal filling and resin cement. *Clin Oral Invest*. 2011;15:273–81.
29. Goracci C, Grandini S, Bossù M, Bertelli E, Ferrari M. Laboratory assessment of the retentive potential of adhesive posts: a review. *Journal of dentistry*. 2007 Nov;35(11):827–35.

TABELAS

Tabela 1. Medidas Descritivas força de união em Mpa (N/mm²) segundo os terços entre os grupos de pinos

Terço	Grupo	N	Média	Desvio-padrão	Min	Máx	p-valor ¹	Pós-Hoc ²
Cervical	Grupo PPF	10	7,89	3,8	3,68	15,91	0,049*	A
	Grupo PPF+RC	10	10,45	6,34	4,24	21,99		AC
	Grupo PCAD	10	12,95	4,69	6,32	23,03		C
Médio	Grupo PPF	10	7,37	5,14	1,2	14,07	0,647	
	Grupo PPF+RC	10	8,99	3,69	5,14	16,41		
	Grupo PCAD	10	8,83	4,55	3,23	18,35		
Apical	Grupo PPF	10	3,58	2,02	0,93	6,34	0,008*	A
	Grupo PPF+RC	10	8,20	3,78	4,13	16,24		B
	Grupo PCAD	10	7,21	4,31	2,01	17,47		B

1 – Teste de Kruskal Wallis para comparação entre os grupos em cada terço; 2- Teste de Mann-Whitney para o Pos-Hoc; * Estatisticamente significante.

Tabela 2. Medidas Descritivas força de união em Mpa (N/mm²) em cada grupo de pino entre seus terços

Grupo	Terço	N	Média	Desvio-padrão	Min	Máx	p-valor¹	Pós-Hoc²
Grupo PPF	Cervical	10	7,89	3,80	3,68	15,91	0,031*	A
	Médio	10	7,37	5,14	1,20	14,07		AC
	Apical	10	3,58	2,02	0,93	6,34		C
Grupo PPF+RC	Cervical	10	10,45	6,34	4,24	21,99	0,727	
	Médio	10	8,99	3,69	5,14	16,41		
	Apical	10	8,20	3,78	4,13	16,24		
Grupo PCAD	Cervical	10	12,95	4,69	6,32	23,03	0,022*	A
	Médio	10	8,83	4,55	3,23	18,35		AC
	Apical	10	7,21	4,31	2,01	17,47		C

1 – Teste de Kruskal Wallis para comparação entre os terços em cada grupos, 2- Teste de Mann-Whitney para o Pos-Hoc; *Estatisticamente significativa.

Tabela 3. Porcentagem % do modo de falha encontrado em diferentes grupos pinos de fibra de vidro

Grupo	N	ADC	ACP	ACRC	ARCP	CC	CP	CRC	Mista
Grupo PPF	30	100	0	0	0	50	6,7	0	50
Grupo PPF+RC	30	66,7	0	0	20	13,3	16,7	46,7	23,3
Grupo PCAD	30	36,7	13,3	0	0	53,3	26,7	0	36,7

PPF, grupo pino de fibra pré-fabricado; PPF+RC, grupo pino de fibra individualizado em resina composta; PCAD, grupo de pino de fibra de vidro fresado em CAD-CAM; ADC, falha adesiva dentina/cimento; ACP, falha adesiva cimento/pino; ACRC, falha adesiva cimento/resina composta; ARCP, falha adesiva resina composta pino; CC, falha coesiva de cimento; CP, falha coesiva de pino; CRC, falha coesiva de resina composta.

5 CONSIDERAÇÕES FINAIS

Os pinos de fibra de vidro personalizados através de resina composta ou pela técnica de fresagem em CAD-CAM apresentam melhor desempenho do que os pinos de fibra pré-fabricado, no que se refere à retenção do pino dentro do canal radicular. O modo de falha predominante foi do tipo adesiva entre cimento resinoso e dentina radicular, exceto para o terço cervical dos grupos de pinos fresados, cuja falha predominante foi coesiva de cimento. Mais estudos devem ser realizados para melhor entendimento do sistema de pinos de fibra de vidro fresados em CAD-CAM.

REFERÊNCIAS

- ABDELAZIZ, K. M. et al. Fracture resistance of ceramic crowns supported with indirect chair-side composite cores. **J Int Soc Prevent Communit Dent**, v. 8, n. 1, p. 34–40, 2018.
- BRU E, *et al.* Fibre post behaviour prediction factors. A review of the literature. **J Clin Exp Dent**, v.5, n.3, p.e150-3, 2013.
- CANER ÖZTÜRK, SERDAR POLAT, MAKBULE TUNÇDEMİR, FEHMI GÖNÜLDAS, E. S. Evaluation of the fracture resistance of root filled thin walled teeth restored with different post systems. **Biomedical Journal**, v. 42, p. 53–58, 2019.
- DA COSTA, R. et al. Effect of CAD/CAM glass fiber post-core on cement micromorphology and fracture resistance of endodontically treated roots. **Am J Dent**, v. 30, n. 1, p. 3–8, 2017.
- DAS NEVES, A. M. **Influência de diferentes tipos de retentores intrarradiculares de fibra de vidro na resistência de união de um cimento resinoso autoadesivo à dentina radicular bovina**. Dissertação (Mestrado em Clínica Odontológica) – Faculdade de Odontologia, Universidade Federal de Minas Gerais. Minas Gerais, p. 24-25. 2019.
- EID, R. et al. Fracture resistance and failure pattern of endodontically treated teeth restored with computer-aided design/ computer-aided manufacturing post and cores: A pilot study. **Journal of Contemporary Dental Practice**, v. 20, n. 1, p. 56–63, 2019a.
- 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. **Journal of Contemporary Dental Practice**, v. 20, n. 9, p. 1003–1008, 2019b.
- EID, R. Y. et al. Effect of Fabrication Technique and Thermal Cycling on the Bond Strength of CAD/CAM Milled Custom Fit Anatomical Post and Cores: An In Vitro Study. **Journal of Prosthodontics**, v. 28, n. 8, p. 898–905, 2019c.
- ELAWSYA, M. E.; EL-SHEHAWY, T. M.; ZAGHLOUL, N. M. Influence of various antioxidants on micro-shear bond strength of resin composite to bleached enamel. **J Esthet Restor Dent**, 2020.
- GUNDOGDU, M.; ALADAG, L. Effect of adhesive resin cements on bond strength of ceramic core materials to dentin. **Niger J Clin Pract**, v. 21, n. 3, p. 367–374, 2018.

HABIBZADEH, S. et al. Fracture resistances of zirconia , cast Ni-Cr , and fiber-glass composite posts under all-ceramic crowns in endodontically treated premolars. **J Adv Prosthodont**, v. 9, p. 170–175, 2017.

KUL, E. et al. Effect of different post space irrigation procedures on the bond strength of a fiber post attached with a self-adhesive resin cement. **Journal of Prosthetic Dentistry**, v. 115, n. 5, p. 601–605, 2016.

MOHAMMED, A. R. Evaluating Fracture Resistance And Failure Modes Of Root Filled Teeth Restored With CAD / CAM- Fabricated Post And Core. **Clinical, Cosmetic and Investigational Dentistry**, v. 11, p. 349–355, 2019.

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. 38, n. 1, p. 114–119, fev. 2019.

PASSOS, L. et al. Fracture resistance of single-rooted pulpless teeth using hybrid CAD/CAM blocks for post and core restoration. **International Journal of Computerized Dentistry**, v. 20, n. 3, p. 287–301, 2017.

ROCHA, A. T. et al. Effect of Anatomical Customization of the Fiber Post on the Bond Strength of a Self-Adhesive Resin Cement. **International Journal of Dentistry**, v. 2017, 2017.

RUSCHEL, G. H. et al. Mechanical properties and superficial characterization of a milled CAD-CAM glass fiber post. **Journal of the Mechanical Behavior of Biomedical Materials**, v. 82, p. 187–192, 2018.

SARKIS-ONOFRE, R. et al. The role of resin cement on bond strength of glass-fiber posts luted into root canals: A systematic review and metaanalysis of in vitro studies. **Operative Dentistry**, v. 39, n. 1, p. E31–E44, 2014.

SHAALAN, O. O.; ABOU-AUF, E.; FARID EL ZOGHBY, A. Clinical evaluation of self-adhering flowable composite versus conventional flowable composite in conservative Class I cavities: Randomized controlled trial. **Journal of Conservative Dentistry**, v. 21, n. 5, p. 485–490, 2018.

SILVA C, *et al.* The influence of customization of glass fiber posts on fracture strength and failure pattern: A systematic review and meta-analysis of preclinical ex-vivo studies. **J Mech Behav Biomed Mater.** v.118, 2021.

SUZUKI, T. Y. U. *et al.* Do irrigation solutions influence the bond interface between glass fiber posts and dentin? **Brazilian Dental Journal**, v. 30, n. 2, p. 106–116, 2019.

TSINTSADZE, N. *et al.* Performance of CAD/CAM fabricated fiber posts in oval-shaped root canals: An in vitro study. **American Journal of Dentistry**, v. 30, n. 5, p. 248–254, 2017.

LIU P, DENG X, WANG X. Use of a CAD/CAM-fabricated glass fiber post and core to restore fractured anterior teeth: A clinical report. **J Prosthet Dent**, v.6, p.330-3, 2010.

**ANEXO A – FICHA DE CESSÃO E/OU EMPRESTIMO DO BANCO DE DENTES
HUMANOS DA UFPE**



**FICHA DE CESSÃO E/OU EMPRÉSTIMO E DEVOLUÇÃO (PARA
PESQUISA OU PARA OUTRA FINALIDADE)**

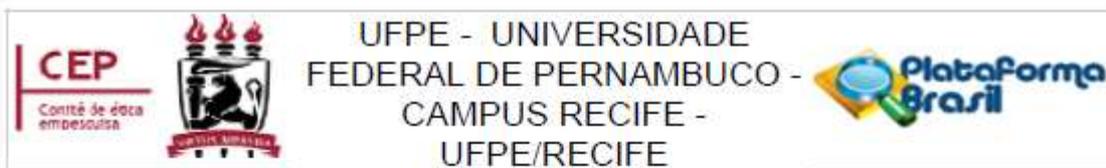
Declaro que o Banco de Dentes Humanos do Departamento de Prótese e Cirurgia Buco-Facial do Centro de Ciências da Saúde da Universidade Federal de Pernambuco estará cedendo 30 dentes PRÉ-MOLARES INFERIORES UNIRRADICULARES para serem utilizados no projeto de Pesquisa/ Aula intitulado (a) "Avaliação Mecânica do Uso da Tecnologia CAD/CAM na Confeção de Retentores Intrarradiculares" de responsabilidade do(a) Pesquisador(a)/ Professor (a) : Ruana Maria da Rocha Brandão afiliado(a) ao curso de PÓS-GRADUAÇÃO EM ODONTOLOGIA da Universidade FEDERAL DE PERNAMBUCO.

Vale ressaltar que a referida pesquisa não envolverá aspectos genéticos (Pesquisa de DNA).

Recife, 28 de SETEMBRO de 2020

Prof.^a Andréa Cruz Câmara
CNPJ 137938
CPF 02 6687

Prof.^a Dr.^a Andréa Cruz Câmara
Vice-Coordenadora do Banco de Dentes Humanos

ANEXO B – PARECER CONSUBSTANCIADO DO CEP**PARECER CONSUBSTANCIADO DO CEP****DADOS DO PROJETO DE PESQUISA**

Título da Pesquisa: AVALIAÇÃO MECÂNICA DO USO DA TECNOLOGIA CAD/CAM NA CONFEÇÃO DE RETENTORES INTRARRADICUARES

Pesquisador: RUANA MARIA DA ROCHA BRANDAO

Área Temática:

Versão: 3

CAAE: 41116820.0.0000.5208

Instituição Proponente: CENTRO DE CIÊNCIAS DA SAÚDE

Patrocinador Principal: Financiamento Próprio

DADOS DO PARECER

Número do Parecer: 4.644.505

Apresentação do Projeto:

Trata-se de um projeto de pesquisa que tem a finalidade de ser a dissertação de mestrado de Ruana Maria da Rocha Brandão que tem como orientadora a Profa. Dra. Bruna de Carvalho Farias Vajgel e coorientadora: Profa. Dra. Juliana Raposo Souto Maior Costa, pertencentes ao Programa de Pós-graduação em Odontologia, que buscarão investigar se existe diferença na resistência a fratura e padrão de falha de dentes restaurados com pinos fresados em CAD/CAM e pré-fabricados individualizados com resina composta ou não. Estas utilizarão na sua pesquisa dentes humanos extraídos proveniente do banco de dentes da UFPE, que serão preparados e acondicionados para a realização de testes no laboratório de Pós-graduação em Odontologia e no Laboratório Integrados do Instituto Nacional de Tecnologia em União e Revestimento de Materiais (INTM) da Universidade Federal de Pernambuco.

ANEXO C – NORMAS JOURNAL OF PROSTHETIC DENTISTRY

Disponível em:

<https://www.thejpd.org/content/authorinfo>