



UNIVERSIDADE
FEDERAL
DE PERNAMBUCO

UNIVERSIDADE FEDERAL DE PERNAMBUCO

CENTRO DE CIÊNCIAS DA SAÚDE

CURSO DE ODONTOLOGIA

RAFAELA FRANCISCA NOGUEIRA

**ANÁLISE EM MICROSCOPIA ELETRÔNICA DE VARREDURA DO PADRÃO DE
FALHA DE PINOS DE FIBRA DE VIDRO CAD-CAM E CONVENCIONAL APÓS O
TESTE DE FLEXÃO**

Recife

2023

RAFAELA FRANCISCA NOGUEIRA

**ANÁLISE EM MICROSCOPIA ELETRÔNICA DE VARREDURA DO PADRÃO DE
FALHA DE PINOS DE FIBRA DE VIDRO CAD-CAM E CONVENCIONAL APÓS O
TESTE DE FLEXÃO**

Trabalho apresentado à Disciplina de Trabalho de Conclusão de Curso 2 como parte dos requisitos para conclusão do Curso de Odontologia do Centro de Ciências da Saúde da Universidade Federal de Pernambuco.

Orientador(a): Prof.(a) Dr.(a) Juliana Raposo Souto Maior Costa

Co-orientador(a): Prof.(a) Me.(a) Ruana Maria da Rocha Brandão

Recife

2023

Ficha de identificação da obra elaborada pelo autor,
através do programa de geração automática do SIB/UFPE

Nogueira, Rafaela Francisca.

Análise em microscopia eletrônica de varredura do padrão de falha de pinos de fibra de vidro CAD-CAM e convencional após o teste de flexão / Rafaela Francisca Nogueira. - Recife, 2024.

27 p. : il.

Orientador(a): Juliana Raposo Souto Maior Costa

Coorientador(a): Ruana Maria da Rocha Brandão

Trabalho de Conclusão de Curso (Graduação) - Universidade Federal de Pernambuco, Centro de Ciências da Saúde, , 2024.

Inclui referências, anexos.

1. Técnica para retentor intrarradicular. 2. Desenho assistido por computador. 3. Microscopia eletrônica de varredura. I. Costa, Juliana Raposo Souto Maior. (Orientação). II. Brandão, Ruana Maria da Rocha. (Coorientação). IV. Título.

610 CDD (22.ed.)

RAFAELA FRANCISCA NOGUEIRA

**ANÁLISE EM MICROSCOPIA ELETRÔNICA DE VARREDURA DO PADRÃO DE
FALHA DE PINOS DE FIBRA DE VIDRO CAD-CAM E CONVENCIONAL APÓS O
TESTE DE FLEXÃO**

Trabalho apresentado à Disciplina de
Trabalho de Conclusão de Curso
2 como parte dos requisitos para
conclusão do Curso de Odontologia do
Centro de Ciências da Saúde da
Universidade Federal de Pernambuco.

Aprovada em: 13/03/2024.

BANCA EXAMINADORA

Paulo Fonseca Menezes Filho/

UFPE

Alexandre Batista Lopes do Nascimento/

UFPE

Juliana Raposo Souto Maior Costa/

UFPE

AGRADECIMENTOS

Gostaria de agradecer primeiramente a Deus pela força que me deu para acordar todos os dias e lutar pelos meus sonhos, pois Ele sabe o quanto eu sempre desejei estudar na Universidade Federal de Pernambuco, e hoje posso dizer que uma grande etapa desse sonho foi cumprida.

Também agradeço e dedico esse trabalho às seguintes pessoas:

A minha família, principalmente meu pai e minha mãe, Francisco e Viviane, que sempre estiveram ao meu lado nessa jornada, fornecendo todos os meios necessários para que o caminho fosse menos árduo.

A meu noivo, Giovanni, que sempre me apoiou, limpou minhas lágrimas quando tudo parecia difícil demais e sempre permaneceu ao meu lado.

A minhas amigas preciosas que conheci nessa universidade, Elen e Larissa, por cada momento compartilhado e por uma amizade que ultrapassou o estudo.

A minha dupla e uma das minhas melhores amigas ao longo desses anos de graduação, Lívia, por cada momento de companheirismo e amizade.

A minha orientadora, Juliana Raposo, e a minha co-orientadora, Ruana, por toda a paciência e correções ao longo do desenvolvimento deste trabalho. Vocês contribuíram imensamente para o meu crescimento.

Ao Laboratório de Ensaio Dinâmico e Laboratório de Microscopia Eletrônica (MEV) do Instituto Nacional de Tecnologia em União e Revestimento de Materiais (INTM), que possibilitou que as amostras deste estudo fossem analisadas.

A meus grandes mestres, professor Ricardo e professora Lohana, que sempre me ensinaram tanto dentro do ambulatório de Cirurgia e Traumatologia da UFPE. Vocês foram fundamentais para minha formação profissional.

A cada professor que com uma palavra gentil fez crescer em mim o amor pela Odontologia, como a professora Hilcia, o professor Alexandre e tantos outros que me apareceram ao longo do caminho.

Aos profissionais e professores do CEO da UFPE, em especial Ayonara e Niedja, vocês são uma inspiração.

E, por fim, a mim, por não ter desistido até aqui. Esse é só o começo.

RESUMO

Em situações em que uma grande porção coronária do elemento dentário é perdida, torna-se quase impossível obter a ancoragem necessária para reter uma restauração na dentina. Para contornar esse problema, pinos intrarradiculares vêm sendo utilizados, sendo o pino de fibra de vidro o mais empregado. Visando potencializar seu uso, a tecnologia CAD-CAM passou a ser utilizada como ferramenta na fabricação de pinos personalizados, embora pesquisas ainda sejam necessárias a fim de comprovar a relação entre a fresagem e a melhora das propriedades mecânicas de um compósito. O objetivo deste trabalho foi comparar os padrões de falha de retentores de fibra de vidro convencionais e personalizados. Para tal, verificou-se em Microscopia Eletrônica de Varredura a superfície de ambos os tipos de pino após o teste de flexão. Entre os pinos pré-fabricados, constatou-se que o padrão de falha predominante foi a deformação, enquanto no grupo de pinos fresados em CAD-CAM houveram fraturas acompanhadas de trincas na matriz e delaminação. Concluiu-se, portanto, que os resultados encontrados indicam que o método de confecção dos pinos influenciam seus padrões de falha.

Palavras-chave: técnica para retentor intrarradicular; desenho assistido por computador; microscopia eletrônica de varredura.

ABSTRACT

In situations where a significant coronal portion of the dental element is lost, it becomes nearly impossible to obtain the necessary anchorage to retain a restoration in dentin. To overcome this issue, intraradicular pins have been utilized, with fiberglass pins being the most commonly employed. In order to enhance their use, CAD-CAM technology has been adopted as a tool in the fabrication of custom pins, although further research is still needed to validate the relationship between milling and the improvement of mechanical properties in a composite. The aim of this study was to compare the failure modes of conventional and custom fiberglass retainers. To achieve this, the surface of both types of pins was examined using Scanning Electron Microscopy after the flexural test. Among the prefabricated pins, it was observed that the predominant failure mode was deformation, while in the CAD-CAM milled pin group, fractures accompanied by cracks in the matrix and delamination were identified. Therefore, it was concluded that the found results indicate that the fabrication method of the pins influences their mechanical properties.

Keywords: post and core technique; computer-aided design; microscopy, electron, scanning.

LISTA DE ILUSTRAÇÕES

Quadro 01 –	Divisão dos grupos e composição dos materiais investigados.....	12
Figura 01 –	Microscópio eletrônico de varredura.....	15
Figura 02 –	Corpos de prova PF posicionados sob stub.....	16
Figura 03 –	Metalizadora a vácuo.....	17
Figura 04 –	Microscopia eletrônica do pino do grupo PF.....	19
Figura 05 –	Microscopia eletrônica do pino do grupo PCAM-V.....	20

LISTA DE ABREVIATURAS E SIGLAS

CAD-CAM	Computer-Aided Design/Computer-Aided Manufacturing
MEV	Microscopia Eletrônica de Varredura
UFPE	Universidade Federal de Pernambuco
INTM	Instituto Nacional de Tecnologia em União e Revestimento de Materiais
MPa	Mega Pascal

SUMÁRIO

1 INTRODUÇÃO.....	9
2 MÉTODOS.....	11
2.1 TIPO DE PESQUISA.....	11
2.2 LOCAL.....	11
2.3 TAMANHO E AGRUPAMENTO DA AMOSTRA.....	11
2.4 CONFEÇÃO DO GRUPO PCAM-V.....	11
2.5 TESTE DE RESISTÊNCIA À FLEXÃO.....	13
2.6 AVALIAÇÃO DOS PADRÕES DE FALHA E ANÁLISE MORFOLÓGICA.....	13
2.7 ANÁLISE DOS DADOS COLETADOS.....	14
3 RESULTADOS.....	18
4 DISCUSSÃO.....	21
5 CONCLUSÃO.....	23
6 REFERÊNCIAS.....	24
ANEXO A – NORMAS DA REVISTA GAÚCHA DE ODONTOLOGIA.....	27

1 INTRODUÇÃO

Situações com extensa perda de estrutura coronária se constituem como um desafio para se obter a ancoragem necessária para reter uma restauração, o que aponta para a importância de técnicas específicas e a otimização de resultados para tais casos. Assim, pinos intrarradiculares têm sido indicados a fim de melhorar a retenção do material restaurador.^{1,2} Atualmente os retentores mais usados são os compostos por fibra de vidro devido às suas propriedades estéticas e biomecânicas, como o módulo de elasticidade, semelhantes às da dentina, o que favorece uma distribuição mais homogênea das forças mastigatórias e reduz a ocorrência de falhas catastróficas após sua cimentação quando comparado aos pinos metálicos.^{3,4,5,6,7}

Contudo, uma das principais limitações dos pinos de fibra de vidro está em situações de canais radiculares mais alargados, os quais desfavorecem a adaptação de pinos convencionais pré-fabricados com diâmetros padronizados.^{4,7,8} Visando contornar essa restrição, técnicas com pinos anatômicos têm sido sugeridas e a tecnologia Computer-Aided Design/Computer-Aided Manufacturing (CAD-CAM) passou a ser utilizada como ferramenta na fabricação de pinos personalizados, por meio do escaneamento e da fresagem, com o objetivo de melhorar a adaptação dos retentores à anatomia do canal radicular, além de reduzir erros próprios do método convencional, como falhas nas etapas de moldagem e fundição.^{9,10}

Ademais, sabendo que o cenário ideal é aquele onde há a maior compatibilidade possível entre o material restaurador e os tecidos dentais,¹¹ para evitar fraturas, considera-se fundamental avaliar como os retentores lidam com tensões externas. Para isso, um teste de flexão pode ser realizado para descobrir o módulo flexural e a resistência flexural de pinos intrarradiculares.¹² Com essa finalidade, o teste de flexão de três pontos é universalmente realizado; entretanto, em busca de analisar características estruturais dos pinos de fibra, a microscopia eletrônica de varredura (MEV) pode ser empregada para detectar defeitos estruturais como bolhas e vazios na micromorfologia dos pinos. Porém, embora existam estudos sobre a relação entre a caracterização morfológica de um pino e sua resistência à fratura, esses têm enfoques muito diferentes e apresentam resultados contraditórios, não deixando claro como a estrutura de um pino de fibra pode estar ligada com suas propriedades de flexão, sendo necessárias novas pesquisas nessa área.¹³

Portanto, o objetivo deste trabalho foi analisar através de MEV o padrão de falha e a morfologia superficial de pinos de fibra de vidro fresados em CAD-CAM com fibras

incorporadas na matriz de resina em sentido transversal e de pinos de fibra de vidro pré-fabricados após ensaio de flexão em três pontos. A hipótese nula deste estudo era que pinos fresados em CAD-CAM não apresentariam diferença significativa nos padrões de falhas quando comparados aos pinos convencionais, ao serem analisados em MEV.

2 MÉTODOS

2.1 TIPO DE PESQUISA

A presente pesquisa consiste em um estudo *in vitro* qualitativo. Foi realizada a análise em MEV da superfície fraturada de pinos de fibra de vidro CAD-CAM e convencionais após teste de flexão em três pontos.

2.2 LOCAL

O estudo foi realizado na Universidade Federal de Pernambuco (UFPE), nos seguintes locais: laboratórios da Pós-Graduação em Odontologia; Laboratório de Ensaio 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 de Recife – PE.

2.3 TAMANHO E AGRUPAMENTO DA AMOSTRA

O presente estudo dá continuidade à um estudo prévio, no qual foi realizada a etapa de ensaio mecânico das amostras e avaliação de módulo e força flexural.¹⁴ Na atual pesquisa, deu-se andamento a avaliações laboratoriais qualitativas das amostras quanto ao padrão de falha e morfologia superficial dos pinos testados através de MEV.

Analisou-se um total de 8 pinos, os quais foram distribuídos de forma aleatória em dois grupos (n = 4) conforme apresentado no quadro 01.

2.4 CONFECÇÃO DO GRUPO PCAM-V

Os pinos PCAM-V foram digitalizados através de um scanner de bancada (Medit T310, SMART DENT, Brasil). Após a digitalização, os dados coletados foram transmitidos para um software digital especial (Exocad dental CAD, Darmstadt, Alemanha), onde um design padrão foi concebido para o grupo de pinos. Em seguida, um software CAM (SUM3D dental, Milão, Itália) foi utilizado para desenvolver a sequência de fresagem. Os pinos foram fresados em discos em fibras de vidro (Fiber Cad – Post & Core FCW, Angelus, Paraná, Brasil) usando uma fresadora de 5 eixos (ARUM 5X-300, Doowon, Estados Unidos).¹⁴

Quadro 01 - Divisão dos grupos e composição dos materiais investigados

Grupo	Fabricantes	Método de confecção	Geometria	Composição
PF (n=4)	Reforpost Fibra de Vidro # 3; Angelus Londrina, PR, Brasil	Pinos pré-fabricados disponíveis comercialmente	Cilíndrico serrilhado	Fibra de Vidro Tipo E (80%), Resina Epóxi Pigmentada (19%) filamento de aço inoxidável
PCAM-V (n=4)	Fiber Cad - Post & Core FCW, Angelus, Londrina, PR, Brasil	Fresados com CAD-CAM com fibras incorporadas transversalmente na matriz de resina	Disco em fibra de vidro	75-80% Fibras de Vidro e 20-25% Resina Epóxi
Fonte: Catálogo técnico científico Angelus – pinos de fibra e Fiber Cad – Post & Core FCW ^{15,16}				

2.5 TESTE DE RESISTÊNCIA À FLEXÃO

Ambos os grupos foram submetidos a ensaio mecânico de três pontos através de uma 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), feito em temperatura e umidade ambiente e com os corpos de prova secos segundo a norma ASTM D2344/D2344M¹⁷ até a fratura destes. A usinagem do apoio foi feita de acordo com a norma adotada,¹⁷ a qual também determinou a angulação de 90 graus para a aplicação da carga no objeto estudado e a distância entre os suportes de pelo menos 4 vezes o diâmetro dos corpos de prova. O grupo PF continha pinos pré-fabricados com diâmetro 1,5 mm. Para descobrir os diâmetros do grupo PCAM-V, foi realizada a medição de cinco pontos equidistantes dos pinos fresados por meio de um paquímetro digital (Starrett, Massachusetts, Estados Unidos) e, em seguida, foi realizada a média dos valores encontrados. Foi utilizada a mesma distância entre os suportes para ambos os grupos (PF e PCAM-V) no momento do teste, a fim de expor os dois tipos de pinos ao mesmo processo.¹⁴ A velocidade adotada para a carga foi de 0,5 mm/min,^{4,18} sendo esta aplicada até o momento da fratura. A resistência flexural (δ_f) dos pinos foi calculada em Mega Pascal (MPa) de acordo com a seguinte fórmula:^{4,14}

$$\delta_f = \frac{8.F_{max}.L}{\pi.d^3}$$

Onde F_{max} é a carga de fratura (Newton), L é o comprimento estabelecido entre os apoios (mm), d é o diâmetro do pino de fibra vidro (mm) e π é uma constante numérica matemática, neste estudo adotada como 3,14.

Já o módulo de flexão foi calculado a partir da seguinte fórmula:^{9,19}

$$E_f = \frac{4.F_{max}.L^3}{3.D.\pi.d^4}$$

Onde D é a deflexão correspondente à carga F máxima.

2.6 AVALIAÇÃO DOS PADRÕES DE FALHA E ANÁLISE MORFOLÓGICA

Após teste mecânico de resistência à flexão, a análise morfológica e avaliação dos padrões de falha foram feitas por meio de microscópio eletrônico de varredura (Mira3, Tescan, São Bernardo do Campo, Brasil) pertencente ao Instituto Nacional de Tecnologia em União e Revestimento de Materiais (UFPE) (Figura 01) através do software MiraTC. Para obtenção das imagens, os corpos de prova foram limpos com álcool 70%, secos com jato de ar e posicionados sob stub (Figura 02). Uma metalizadora a vácuo (SC7620, Quorum, Lewes, Reino Unido) foi utilizada para metalizar cada um dos oito pinos (Figura 03). Foram

utilizados os aumentos de 30, 80, 100, 200 e 500 vezes, realizando-se tomadas de eletromicrografia para a região dos pinos que sofreram a flexão durante o ensaio e, para os pinos que fraturaram após ensaio, foram realizadas imagens das secções fraturadas. Os padrões de falha foram classificados em: (1) fratura vertical ao longo eixo do pino, (2) fratura transversal ao longo eixo do pino, (3) trinca na matriz, (4) delaminação, (5) fratura de fibra e (6) deslocamento e/ou flexão de fibras.^{3,4,13}

2.7 ANÁLISE DOS DADOS COLETADOS

Em análise morfológica, foram estudadas as possíveis diferenças entre os pinos quanto à relação fibras/matriz, densidade de fibras, diâmetro de fibras e distribuição de fibras, bem como as possíveis correlações entre as características estruturais e padrão de falha.

Figura 01 - Microscópio eletrônico de varredura



Fonte: A autora, 2022

Figura 02 - Corpos de prova PF posicionados sob stub



Fonte: A autora, 2022

Figura 03 - Metalizadora a vácuo



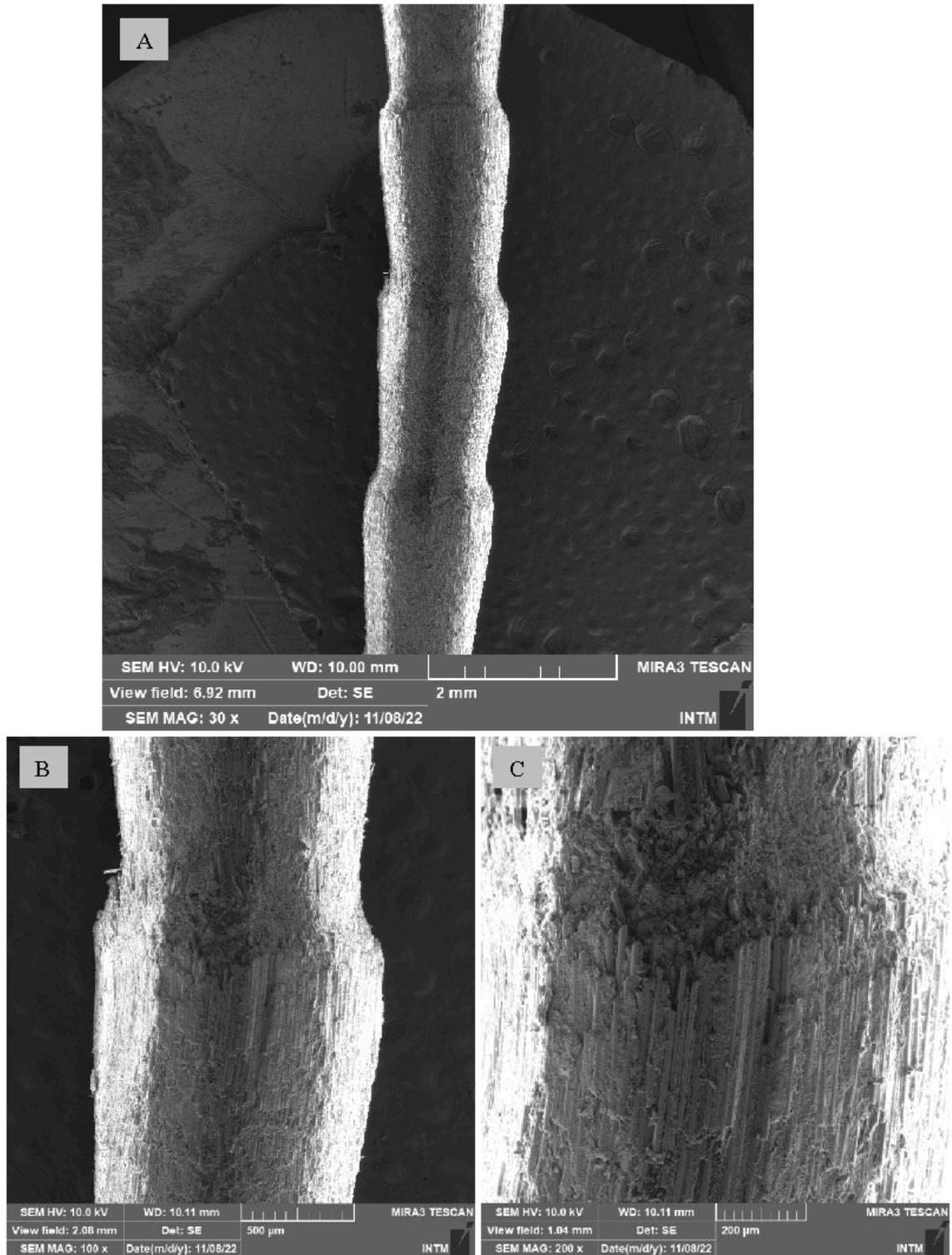
Fonte: A autora, 2022

3 RESULTADOS

Constatou-se que o padrão de falha diferiu entre os grupos avaliados (Figuras 04 e 05). No grupo de pinos pré-fabricados o padrão de falha predominante foi a deformação, sendo esta discreta em todas as amostras avaliadas, apresentando flexão, fratura e deslocamento de fibras de vidro (Figura 04). Já no grupo de pinos fresados em CAD-CAM, houveram apenas fraturas transversais ao longo eixo do pino, acompanhadas de trincas na matriz e delaminação (Figura 05).

O padrão de distribuição das fibras de vidro observado no grupo PF foi uniforme e unidirecional com maior descontinuidade do comprimento devido a anatomia serrilhada do pino Reforpost (Angelus). A matriz epóxi apresentou-se com aspecto não homogêneo e maior quantidade de fibras expostas na superfície do pino, o que conferiu a este uma aparência de maior rugosidade superficial (Figura 04). No grupo PCAM-V existiu uma menor quantidade de fibras expostas na superfície dos pinos, e uma matriz com aspecto mais homogêneo, o que sugere menor rugosidade superficial (Figura 05). O padrão de distribuição das fibras se apresentou unidirecional, de acordo com as informações do fabricante (Figura 05).

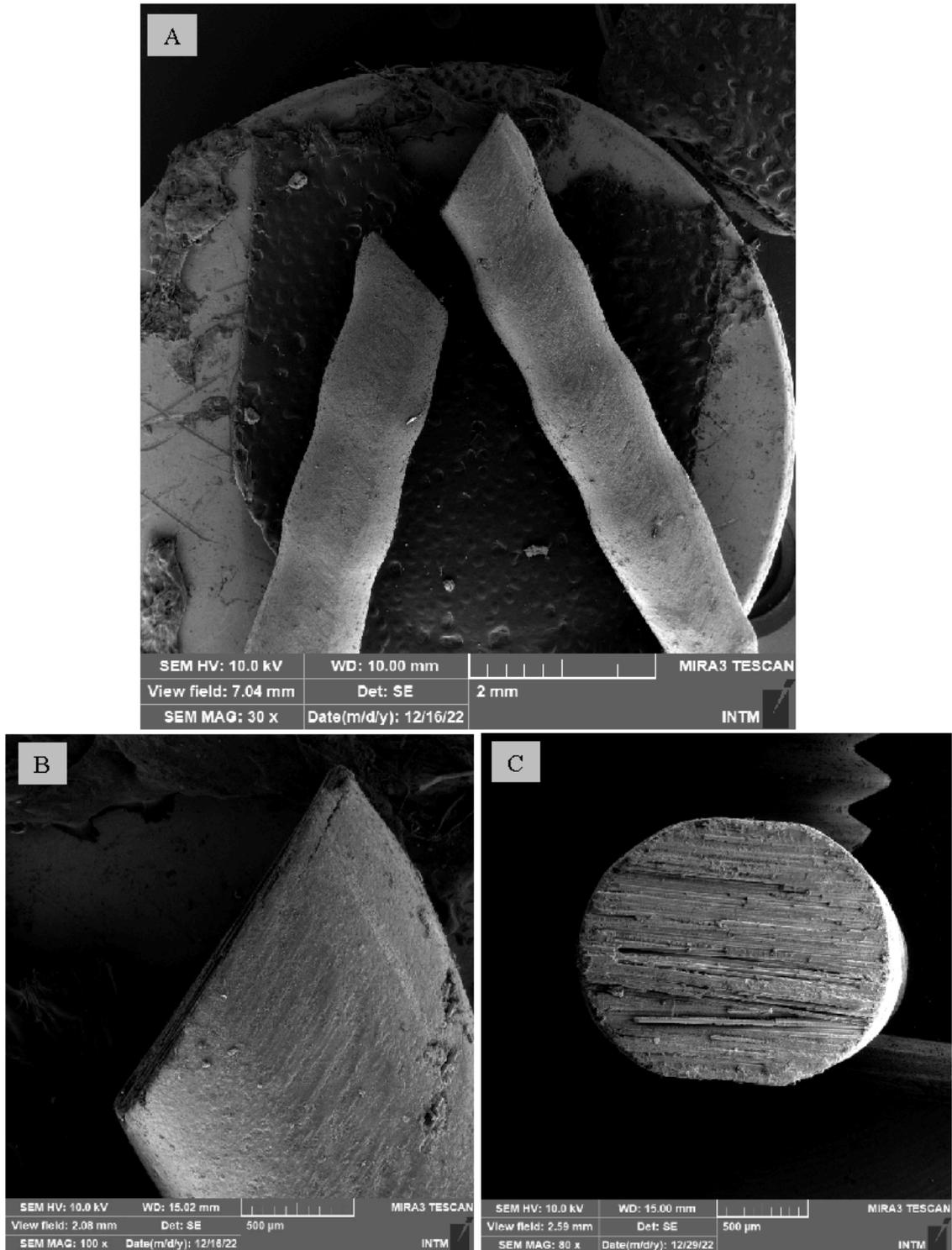
Figura 04 - Microscopia eletrônica do pino do grupo PF



Fonte: A autora, 2022

Legenda: Vista lateral em MEV de pino pré-fabricado em região de compressão do ensaio de flexão, aumentos de $30 \times$ (A), $100 \times$ (B) e $200 \times$ (C).

Figura 05 - Microscopia eletrônica do pino do grupo PCAM-V



Fonte: A autora, 2022

Legenda: Vista lateral em MEV de pino fresado em CAD-CAM após ensaio de flexão, apresentando fratura transversal, aumentos de $30\times$ (A) e $100\times$ (B); secção transversal do pino CAD-CAM fraturado, aumento de $80\times$ (C).

4 DISCUSSÃO

Os resultados encontrados indicam que o método de confecção do pino de fibra de vidro tem influência na rugosidade superficial, nos padrões de falha e em suas propriedades mecânicas. Assim, a técnica escolhida no momento em que se opta por utilizar um determinado tipo de retentor intrarradicular pode levar a uma falha que comprometa o remanescente dental de maneira mais severa a depender do comportamento mecânico do material eleito. Tais resultados convergem com estudos prévios, os quais afirmam que a distribuição homogênea ou não das fibras de reforço em uma matriz de resina pode influenciar na determinação do comportamento mecânico de toda a estrutura de um compósito.¹³

Neste contexto, torna-se válido refletir acerca do impacto da fabricação e orientação das fibras incorporadas nos pinos na resistência desses retentores, visto que diferentes técnicas podem alterar a durabilidade e a eficácia clínica desses dispositivos. Dessa maneira, sabendo que a suscetibilidade de dentes tratados endodonticamente à fratura tem sido uma grande preocupação na Odontologia,²⁰ uma falha que leve a uma fratura, a qual neste estudo aconteceu apenas nos pinos fabricados a partir da tecnologia CAD-CAM, pode levar ao insucesso de uma restauração, afetando diretamente seu emprego na prática clínica.¹

Contudo, ainda é um desafio atual compreender como exatamente a estrutura de um pino intrarradicular personalizado com a tecnologia CAD-CAM pode influenciar suas propriedades de flexão e, conseqüentemente, sua resistência à fratura.

O padrão de falha predominante de cada grupo pode ter sido influenciado pela direção de orientação e distribuição das fibras de vidro na matriz epóxi, densidade e diâmetro das fibras relação matriz/fibra e anatomia do pino.^{3,4,13} As amostras que apresentaram fibras com direção transversal ao longo eixo do pino sofreram predominantemente fraturas transversais com delaminação. Os pinos pré-fabricados testados apresentaram uma menor incidência de fratura e maior ocorrência de deformação das fibras, o que está de acordo com pesquisas anteriores que sugerem que a direção vertical de fibras pode alterar a propriedade mecânica de resistência a flexão e seus padrões de falha tanto em pinos pré-fabricados, como em pinos fresados em CAD-CAM com esta direção de fresagem.^{4,14}

Ademais, os resultados obtidos podem ter sido influenciados pela configuração geométrica da amostra, visto que os pinos intrarradiculares podem ser, de acordo com sua forma, tanto cônicos quanto cilíndricos. Nesse estudo, porém, todas as espécimes resumiram-se a pinos cilíndricos, os quais costumam ter um menor risco de fratura devido à

melhor distribuição de tensões ao longo do canal radicular decorrente de uma anatomia mais favorável.^{21,22} Contudo, os pinos cônicos possuem uma conformação mais semelhante com a do canal radicular e, conseqüentemente, apresentam uma melhor de adaptação no interior do conduto favorecendo uma linha de cimentação mais uniforme.⁸

A análise em MEV realizada indicou que os retentores fabricados através da técnica CAD-CAM podem possuir padrões de falha menos favoráveis quando têm fibras incorporadas transversalmente na matriz de resina, sendo fundamental a realização de novas pesquisas com a finalidade de comparar o comportamento mecânico de pinos fresados com fibras incorporadas em diferentes direcionamentos, tanto verticalmente quanto transversalmente a fim de verificar como essa mudança estrutural pode afetar o comportamento mecânico dos retentores intrarradiculares personalizados com CAD-CAM. O número reduzido de amostras se apresentou como uma limitação para uma análise quantitativa dos dados obtidos, sendo importante a realização de uma avaliação adicional de um maior número de amostras.

5 CONCLUSÃO

Considerando as limitações presentes no estudo, concluiu-se que os pinos fresados em CAD-CAM com fibras incorporadas no sentido transversal apresentam uma maior tendência à fratura após o teste de flexão quando comparados com pinos de fibra de vidro pré-fabricados de formato cilíndrico, com fibras no sentido vertical ao longo eixo do pino, os quais apresentaram como padrão de falha predominante a deformação. Quanto à morfologia superficial, o grupo pré-fabricado apresentou uma maior rugosidade superficial do que o grupo de pinos fresados.

6 REFERÊNCIAS

1. Marchionatti AME, Wandscher VF, Rippe MP, Kaizer OB, Valandro LF. Clinical performance and failure modes of pulpless teeth restored with posts: a systematic review. *Braz Oral Res.* 2017 Jul 3;31:e64. doi: 10.1590/1807-3107BOR-2017.vol31.0064. PMID: 28678974.
2. Schmitter M, Hamadi K, Rammelsberg P. Survival of two post systems--five-year results of a randomized clinical trial. *Quintessence Int.* 2011 Nov-Dec;42(10):843-50. PMID: 22025998.
3. Franco, APGO; Hecke, MB; Sydney, GB; Mazur, RF; Gomes, OMM. Influência da arquitetura, diâmetro e fração de volume das fibras na resistência à flexão e módulo de elasticidade dos pinos intrarradiculares. *Clin Lab Res Den* 2015; 21 (3): 171-179.
4. 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. *J Mech Behav Biomed Mater.* 2018 Jun;82:187-192. doi: 10.1016/j.jmbbm.2018.03.035. Epub 2018 Mar 27. PMID: 29609139.
5. Sarkis-Onofre R, Amaral Pinheiro H, Poletto-Neto V, Bergoli CD, Cenci MS, Pereira-Cenci T. Randomized controlled trial comparing glass fiber posts and cast metal posts. *J Dent.* 2020 May;96:103334. doi: 10.1016/j.jdent.2020.103334. Epub 2020 Apr 14. PMID: 32302640.
6. Matos JDM, Nakano LJN, Lopes GRS, Silva JR, Grande MFB, Marques AC, et al. Post and core: a new clinical perspective – myths and facts. *Archives of health investigation* 2021; 10(2):221-227.
7. Gutiérrez MA, Guerrero CA, Baldion PA. Efficacy of CAD/CAM Glass Fiber Posts for the Restoration of Endodontically Treated Teeth. *International Journal of Biomaterials* 2022; 2022:1-13.
8. Eid R, Azzam K, Skienhe H, Ounsi H, Ferrari M, Salameh Z. Influence of adaptation and adhesion on the retention of computer-aided design/computer-aided manufacturing glass fiber posts to root canal. *J Contemp Dent Pract* 2019;20:1003–8.
9. Abduo J, Lyons K. Rationale for the use of CAD/CAM technology in implant prosthodontics. *Int J Dent.* 2013;2013:768121. doi: 10.1155/2013/768121. Epub 2013 Apr 16. PMID: 23690778; PMCID: PMC3652193.
10. Grandini S, Sapio S, Simonetti M. Use of anatomic post and core for reconstructing an endodontically treated tooth: a case report. *J Adhes Dent.* 2003 Fall;5(3):243-7. PMID: 14621246.

11. Hayashi M, Sugeta A, Takahashi Y, Imazato S, Ebisu S. Static and fatigue fracture resistances of pulpless teeth restored with post-cores. *Dent Mater.* 2008 Sep;24(9):1178-86. doi: 10.1016/j.dental.2008.01.009. Epub 2008 Mar 28. PMID: 18374974.
12. Xible AA, Jesus Tavares RR, de Araujo Cdos R, Conti PC, Bonachella WC. Effect of cyclic loading on fracture strength of endodontically treated teeth restored with conventional and esthetic posts. *J Appl Oral Sci.* 2006 Aug;14(4):297-303. doi: 10.1590/s1678-77572006000400016. PMID: 19089280; PMCID: PMC4327490.
13. Zicari F, Coutinho E, Scotti R, Van Meerbeek B, Naert I. Mechanical properties and micro-morphology of fiber posts. *Dent Mater.* 2013 Apr;29(4):e45-52. doi: 10.1016/j.dental.2012.11.001. Epub 2013 Feb 5. PMID: 23395426.
14. Melo TML, Rocha Brandão RM; Souto Maior JR. Análise da resistência flexural de pinos de fibra de vidro convencional x fresados em CAD-CAM. 2022. Trabalho de Conclusão de Curso (Graduação em Odontologia) – Universidade Federal de Pernambuco.
15. ANGELUS. Perfil técnico científico pinos de fibra de vidro. Angelus, 2016. Disponível em: <<https://angelus.ind.br/>>. Acesso em: 25 de abr. de 2022.
16. ANGELUS. Fiber Cad Post & Core Produtos Angelus discos e blocos em compósito de fibras de vidro, 2017. Disponível em: <<https://angelus.ind.br/>>. Acesso em: 25 de abr. de 2022.
17. AMERICAN SOCIETY FOR TESTING MATERIALS. ASTM D2344/D2344M: Standard Test Method for Short-Beam Strength of Polymer Matrix Composite Materials and Their Laminates. West Conshohocken, 2000. Disponível em: <<http://file.yizimg.com/175706/2012021310023387.pdf>>. Acesso em: 25 de abr. de 2022.
18. Dantas RA, Delgado LA, Rolim AKA, Martins JN, Ortega VL, Ramos G da G. Comparação da resistência de pino intrarradicular de fibra de vidro com pino experimental confeccionado pela tecnologia CAD/CAM. *RSD.* 2020 Jun;9(7):e884974905.
19. Awad MA, Marghalani TY. Fabrication of a custom-made ceramic post and core using CAD-CAM technology. *J Prosthet Dent.* 2007 Aug;98(2):161-2. doi: 10.1016/S0022-3913(07)60050-X. PMID: 17692598.
20. Alshabib A, Abid Althaqafi K, AlMoharib HS, Mirah M, AlFawaz YF, Algamaiah H. Dental Fiber-Post Systems: An In-Depth Review of Their Evolution, Current Practice and Future Directions. *Bioengineering (Basel).* 2023 May 4;10(5):551. doi: 10.3390/bioengineering10050551. PMID: 37237621; PMCID: PMC10215107.
21. Schwartz RS, Robbins, JW. Post placement and restoration of endodontically treated teeth: a literature review. *J. Endod.* 2004; 30(5):289-301.

22. Teixeira EC, Teixeira FB, Piasick JR, Thompson JY. An in vitro assessment of prefabricated fiber post system. *J. Am. Dent. Assoc.* 2006; 137(7):1006-1012.

ANEXO A – NORMAS DA REVISTA GAÚCHA DE ODONTOLOGIA

Disponível em:

<http://revodonto.bvsalud.org/revistas/rgo/pinstruc.htm>