


POLÍMERO PEEK COMO ALTERNATIVA NA RETENÇÃO INTRARRADICULAR: UMA REVISÃO INTEGRATIVA DE LITERATURA

Peek polymer as an alternative for intraradicular retention: an integrative literature review

Access this article online	
Quick Response Code:	Website: https://periodicos.uff.br/ijosd/article/view/67623
	

Autores:**Gabriela Silva Generoso**

Cirurgiã-dentista pela Faculdade de Odontologia de Piracicaba-Universidade Estadual de Campinas, Piracicaba, São Paulo, Brasil

David Sampaio Moreira

Mestrando pelo Programa de Pós-Graduação em Biotecnologia, Universidade Estadual de Feira de Santana, Feira de Santana, Bahia, Brasil.

Alexandra Amorim Helfenstein

Doutoranda pelo Programa de Pós-Graduação em Clínica Odontológica, concentração em Dentística Restauradora, Faculdade de Odontologia de Piracicaba-Universidade Estadual de Campinas, Piracicaba, São Paulo, Brasil.

Giselle Maria Marchi

Professora Associada da Faculdade de Odontologia de Piracicaba-Universidade Estadual de Campinas, Piracicaba, São Paulo, Brasil. Mestre e Doutora em Clínica Odontológica, concentração em Dentística Restauradora (FOP-UNICAMP).

Instituição na qual o trabalho foi realizado: Faculdade de Odontologia de Piracicaba da Universidade Estadual de Campinas (FOP/UNICAMP)

Endereço para correspondência: Av. Limeira, 901- Areião, Piracicaba -SP, 13414-903. Tel: (19) 2106-5220

E-mail para correspondência: xandahelf@gmail.com

RESUMO

A busca por materiais com melhor desempenho biomecânico e estético para retentores intrarradiculares tem impulsionado a investigação de polímeros de alto desempenho, como a polietereetercetona (PEEK). Este estudo teve como objetivo avaliar a viabilidade clínica do PEEK como retentor intrarradicular, comparando suas propriedades mecânicas, adesivas e estéticas às dos pinos de fibra de vidro. Foi realizada uma revisão integrativa da literatura com abordagem qualitativa, fundamentada nos critérios do modelo PICO e em diretrizes adaptadas do protocolo PRISMA. A busca foi conduzida nas bases de dados PubMed, SciELO e Google Acadêmico, utilizando descritores MeSH relacionados a pinos dentários, análise biomecânica e materiais restauradores, contemplando publicações entre 2013 e fevereiro de 2025. Foram incluídos 25 artigos que abordaram o uso do PEEK em comparação aos pinos de fibra de vidro. Os dados demonstram que o PEEK possui módulo de elasticidade semelhante ao da dentina, favorecendo a distribuição das forças mastigatórias e resultando em fraturas potencialmente mais favoráveis. Contudo, o material ainda apresenta limitações relacionadas à adesão ao cimento resinoso e à mimetização estética. Conclui-se que, embora o PEEK apresente potencial como alternativa aos retentores convencionais, são necessários estudos clínicos adicionais que validem sua aplicação em cenários clínicos diversificados.

Palavras-chave: Fraturas dos dentes; Pinos de retenção dentária; Polímeros.

ABSTRACT

The search for materials with improved biomechanical and aesthetic performance for intraradicular retainers has driven the investigation of high-performance polymers, such as polyetheretherketone (PEEK). This study aimed to evaluate the clinical feasibility of PEEK as an intraradicular post, comparing its mechanical, adhesive, and aesthetic properties with those of fiberglass posts. An integrative literature review with a qualitative approach was conducted, based on the PICO model criteria and adapted guidelines from the PRISMA protocol. The search was carried out in the PubMed, SciELO, and Google Scholar databases, using MeSH descriptors related to dental posts, biomechanical analysis, and restorative materials, including publications from 2013 to February 2025. A total of 25 articles addressing the use of PEEK in comparison to fiberglass posts were included. The data demonstrate that PEEK exhibits an elastic modulus similar to that of dentin, promoting more favorable stress distribution during mastication and resulting in potentially more repairable fractures. However, limitations remain regarding its adhesion to resin cements and aesthetic mimicry. It is concluded that, although

PEEK shows promise as an alternative to conventional intraradicular retainers, further clinical studies are necessary to validate its application in diverse clinical scenarios.

Keywords: Tooth fractures; Dental post; Polymers; PEEK; Restorative dentistry.

INTRODUÇÃO

A reabilitação de dentes tratados endodonticamente e com coroas extensamente destruídas é uma preocupação na odontologia. Após o tratamento endodôntico, a perda de estrutura dentária e a diminuição da propriocepção limita as opções de restauração e predispõe a fraturas dentárias (ALSHABIB et al., 2023). Os pinos intrarradiculares são considerados uma solução eficaz para esses problemas, proporcionando suporte e retenção ao material restaurador coronário, além de absorver o estresse mecânico e distribuir as forças de maneira uniforme em dentes tratados endodonticamente (MARCHIONATTI et al., 2017; MARTINS et al., 2021).

A escolha do material para o núcleo dos dentes tratados endodonticamente é um aspecto crítico da reabilitação, pois deve considerar tanto as características do dente quanto as propriedades físico-mecânicas e estéticas do retentor. Tradicionalmente, os núcleos metálicos fundidos, compostos por ligas de CoCr, NiCr ou titânio, foram amplamente utilizados devido à sua elevada resistência à fratura. No entanto, seu alto módulo de elasticidade (cerca de 110 GPa) difere significativamente do da dentina (18,6 GPa), o que compromete a distribuição de forças e pode favorecer fraturas radiculares (RAKOTOARIDINA et al., 2023). Em contraposição, os pinos de fibra de vidro, introduzidos na década de 1990, apresentam módulo de elasticidade inferior (45,7 a 53,8 GPa), mais próximo ao da dentina, além de vantagens estéticas, resistência à corrosão e boa adaptação térmica (MONTEIRO et al., 2022; FARTES et al., 2020; LEE et al., 2017). Apesar disso, seus valores ainda superam os da dentina em quase três vezes, o que mantém o risco de falhas biomecânicas e motiva a busca por novos materiais com desempenho mais compatível com as estruturas dentárias naturais (LEE et al., 2017; MONTEIRO et al., 2022).

Pesquisas recentes têm explorado o potencial do polímero poliéter-éter-cetona (PEEK) como uma alternativa para retentores intrarradiculares, em resposta às limitações de desempenho associadas aos núcleos metálicos fundidos e aos pinos de fibra de vidro, visando reduzir o risco de fratura tanto do retentor quanto da estrutura dentária remanescente (LIMA et al., 2023; MONTEIRO et al., 2022). O processo de fabricação dos núcleos intrarradiculares a partir desse polímero

exige um fluxo de trabalho digital, utilizando a tecnologia CAD/CAM, permitindo a usinagem dos pinos diretamente a partir de blocos de PEEK (MOSTAFA et al., 2025).

O PEEK faz parte de uma classe de polímeros de alto desempenho, os materiais poli(aril-éter-cetona) (PAEKs). O PEEK é formado por um grande número de monômeros ligados entre si, e sua estrutura molecular lhe confere propriedades físicas, mecânicas e estéticas superiores em comparação com outros PAEKs (ZOL et al., 2023). Tal polímero sido utilizado como substituto de componentes metálicos em próteses dentárias, como material alternativo para implantes dentários, restaurações indiretas intra e extracoronárias, entre outras aplicações (BENLI et al., 2020). No entanto, a falta de levantamento abrangente sobre a biomecânica e as propriedades adesivas desse polímero à estrutura dentária levanta questionamentos sobre sua superioridade em relação aos pinos de fibra de vidro, outro material isento de metal (BATHALA et al., 2019).

Nesse sentido, este estudo tem como objetivo investigar a viabilidade clínica do PEEK como retentor intrarradicular, analisando suas propriedades biomecânicas e estéticas em comparação aos pinos de fibra de vidro.

MATERIAL E MÉTODOS

Este estudo seguiu uma abordagem de revisão integrativa da literatura, com aspectos adaptados das diretrizes do Preferred Reporting Items for Systematic Reviews and Meta-Analyses (PRISMA). A pergunta norteadora foi: "O polímero PEEK é clinicamente viável como retentor intrarradicular quando comparado aos pinos de fibra de vidro, considerando suas propriedades biomecânicas e estéticas?".

Para estruturar a pesquisa, adotou-se o acrônimo PICO, definido da seguinte forma: População (P) - estudos clínicos, relatos de caso e ensaios *in vitro* que investigaram o uso de pinos PEEK em restaurações intrarradiculares; Intervenção (I) - emprego de pinos PEEK como retentores intrarradiculares; Controle (C) - Comparação com pinos de fibra de vidro; Desfecho (O) - avaliação de parâmetros biomecânicos, adesivos e estéticos.

A busca de artigos foi conduzida nas bases de dados PubMed, SciELO e Google Acadêmico, utilizando os seguintes descritores MeSH: Tooth Nonvital, Ketones, Fiberglass Post, Dental Stress Analysis, Polyethylene Glycols, Tooth Fractures, Bite Force, Materials Testing, Computer-Aided Design, Dental Prostheses e Dental Post. Foram incluídos estudos publicados entre 2013 a janeiro de 2025,

desde que abordassem diretamente a comparação entre pinos PEEK e pinos de fibra de vidro, com ênfase na estética e biomecânica. Estudos que não atendiam a esses critérios ou apresentavam metodologia inconsistente foram excluídos.

A seleção dos estudos seguiu três etapas sequenciais: (1) triagem de títulos para identificar publicações potencialmente relevantes; (2) análise dos resumos, verificando a adequação aos critérios de inclusão; (3) leitura integral dos textos selecionados, garantindo a pertinência ao escopo do estudo.

Os critérios de elegibilidade foram definidos com base em critérios de inclusão (compreenderam estudos clínicos, relatos de caso, ensaios *in vitro* e análises *in silico* que avaliasse, entre os grupos experimentais, o desempenho de pinos intrarradiculares confeccionados em PEEK e de pinos intrarradiculares reforçados com fibra de vidro) e critérios de exclusão (abrangendo artigos de revisão, editoriais, comentários, meta-análises, capítulos de livros, anais de conferências, editoriais/cartas, patentes, teses e dissertações não publicados em periódicos científicos).

Os dados extraídos foram organizados em uma planilha no Microsoft Excel, abrangendo informações metodológicas dos estudos, da resistência à fratura, adaptação ao dente, propriedades de adesão e aspectos estéticos dos materiais avaliados.

Ao final, 25 artigos foram considerados elegíveis e analisados qualitativamente. O fluxograma (Figura 1) abaixo apresenta a estratégia utilizada.

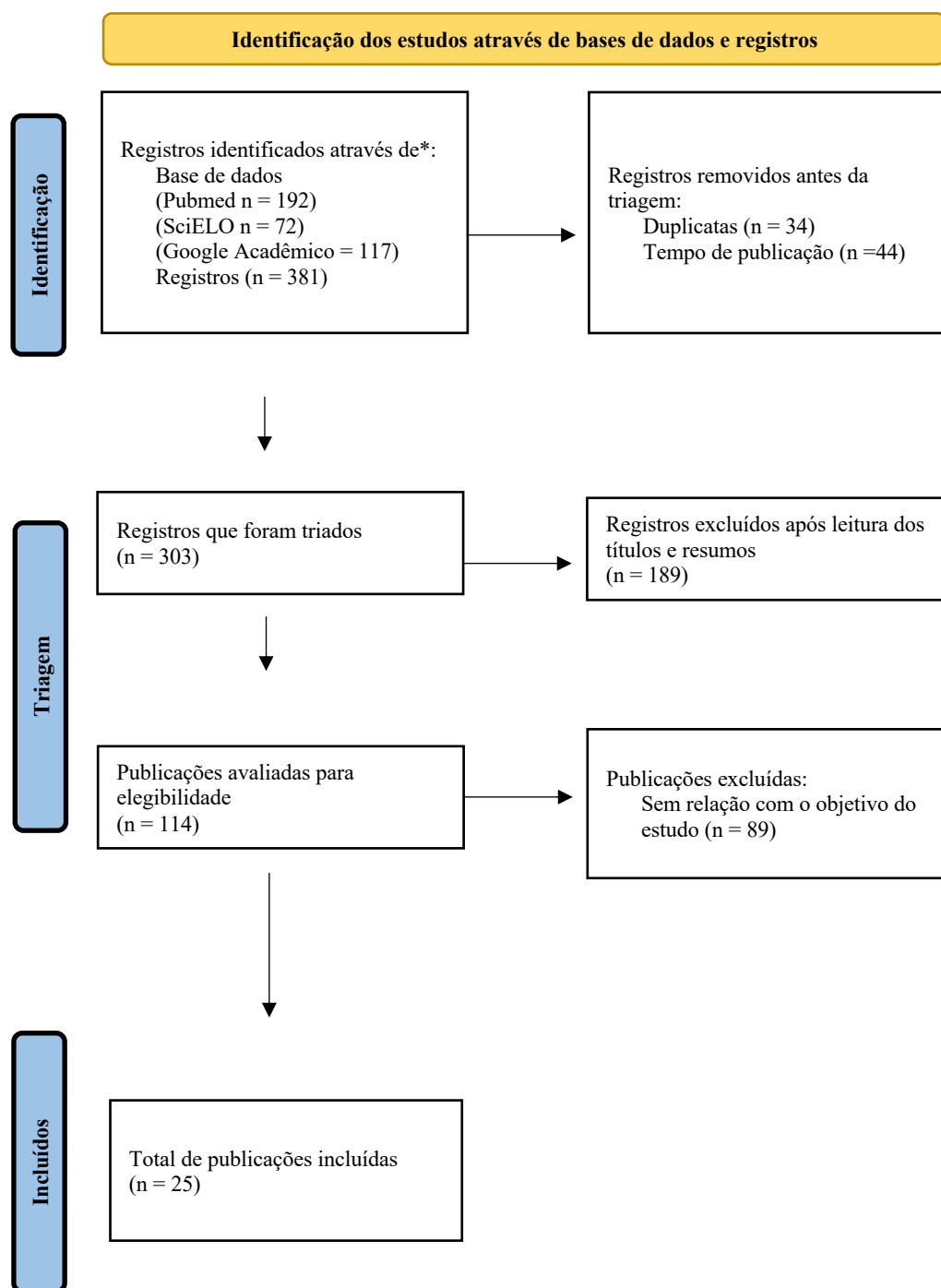


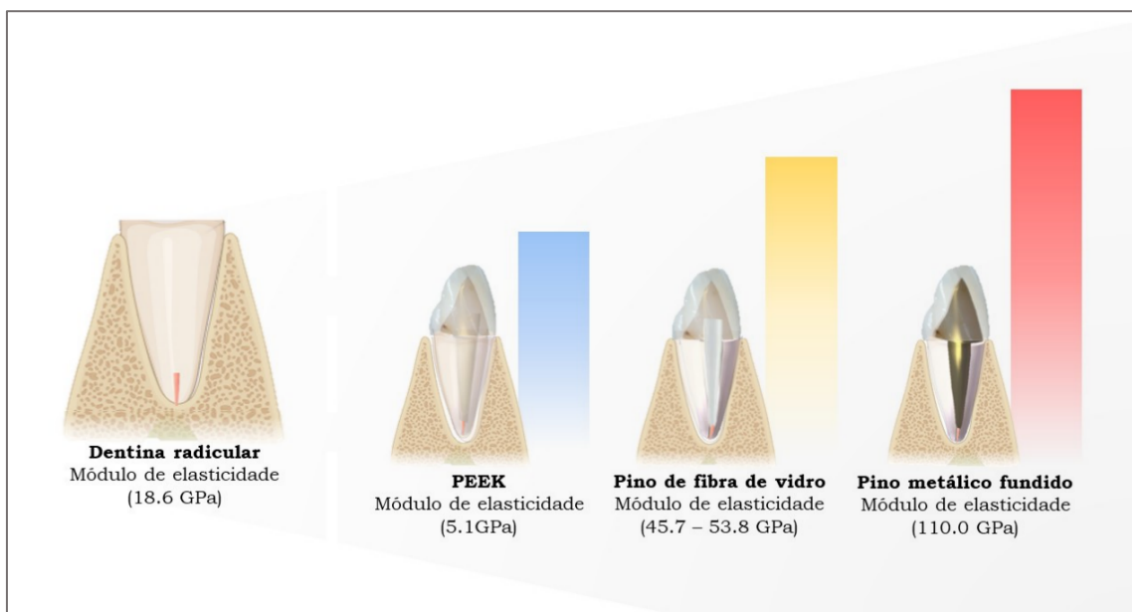
Figura 1 – Fluxograma da estratégia utilizada com os critérios de inclusão e exclusão

RESULTADOS

Os principais resultados encontrados nos artigos selecionados foram organizados em três eixos temáticos:

Resistência mecânica

A maioria dos estudos indicou que os pinos de PEEK apresentaram resistência à fratura e força adesiva comparável à dos pinos de fibra de vidro, o que está diretamente associado ao módulo de elasticidade do PEEK (LEE et al., 2017; SONG et al., 2018; BENLI et al., 2020; TEIXEIRA et al., 2020; ABDELMOHSEN et al., 2021; HARALUR, 2021; ÖZARSLAN et al., 2021; DAS et al., 2022; GONTIJO et al., 2023a; GONTIJO et al., 2023b; LIMA et al., 2023; ABOU-STEIT et al., 2024; KERMANS SHAH; ESTEDLAL, 2024; DESHPANDE et al., 2024) (Figura 2). O material demonstrou boa distribuição de tensões, reduzindo o risco de fraturas catastróficas na estrutura dentária remanescente (ÖZARSLAN et al., 2021; POURKHALILI; MALEKI, 2022; GONTIJO et al., 2023a; GONTIJO et al., 2023b; KERMANS SHAH; ESTEDLAL, 2024).



Fonte: Autoria própria.

Figura 2 – Comparação dos módulos de elasticidade de três diferentes tipos de retentores intrarradiculares (polímero poliéter-éter-cetona, pino de fibra de vidro e pino metálico fundido). A menor rigidez do PEEK pode favorecer uma melhor distribuição de tensões na estrutura dentária.

Propriedades adesivas e durabilidade

Quanto à adesão à estrutura dentária, os resultados mostraram variabilidade, com alguns estudos destacando adesão inferior aos pinos de fibra de vidro

devido à baixa polaridade química do PEEK (MONTEIRO et al., 2022; KOLE; ERGUN, 2023; SAISHO et al., 2023; ZHAO et al., 2023; AL DEEB et al., 2024). No entanto, estratégias como tratamentos de superfície como jateamento com sílica e aplicação de primers específicos demonstraram melhora significativa da adesão (SONG et al., 2018; BENLI et al., 2020). Após envelhecimento *in vitro* por ciclagem mecânica, os pinos PEEK perdem estabilidade e apresentam maior degradação estrutural em comparação a materiais convencionais (MONTEIRO et al., 2022; KOLE; ERGUN, 2023; FATHEY; AZER; ABDELRAHEEM, 2024; SAISHO et al., 2023; DIREK; TEKIN; KHURSHID, 2024).

Aspectos estéticos e adaptação

Embora os pinos de PEEK sejam considerados materiais estéticos por não conterem metais, sua capacidade de mimetizar a cor da estrutura dentária é limitada. Quanto à adaptação, os achados indicam que a fabricação por fluxo digital permite a confecção de retentores personalizados, favorecendo uma melhor adaptação interna ao conduto radicular (TEIXEIRA et al., 2020; ABDELMOHSEN et al., 2021; DAS et al., 2022; KASEM; SHAMS; TRIBST, 2022; MONTEIRO et al., 2022; POURKHALILI; MALEKI, 2022; GONTIJO et al., 2023a; GONTIJO et al., 2023b; KOLE; ERGUN, 2023; SAISHO et al., 2023; ABOU-STEIT et al., 2024; AWAD et al., 2024; FATHEY; AZER; ABDELRAHEEM, 2024; WANG et al., 2024).

DISCUSSÃO

Os materiais ideais para a fabricação de pinos e núcleos devem ter um módulo de elasticidade que acompanhe a dinâmica normal de flexão da raiz (KASEM, SHAMS, TRIBST, 2022). O PEEK tem se mostrado promissor, apresentando-se como um polímero de alto desempenho, pois tem propriedades biomecânicas semelhantes às da dentina (LEE et al., 2017; KASEM, SHAMS, TRIBST, 2022). Essa característica pode contribuir para fraturas mais favoráveis e menor risco de comprometimento irreversível da raiz (POURKHALILI, MALEKI, 2022; GONTIJO et al., 2023a; ÖZARSLAN et al., 2021; KERMANS SHAH, ESTEDLAL, 2024).

Contudo, apesar do desempenho biomecânico promissor, o PEEK apresenta desafios relacionados à adesão ao substrato dentinário. Sua superfície inerte, baixa energia superficial e hidrofobicidade dificultam a formação de ligações químicas eficazes com cimentos resinosos (MONTEIRO et al., 2022; ZHAO et al., 2023; KOLE, ERGUN, 2023). Estratégias como jateamento com sílica, silanização e uso de primers específicos têm demonstrado resultados variáveis,

mas ainda inferiores à adesividade observada nos pinos de fibra de vidro (BENLI et al., 2020; SONG et al., 2018; SAISHO et al., 2023). A modificação do polímero, como a incorporação de fibras de vidro ao PEEK, surge como alternativa promissora para melhorar suas propriedades adesivas e mecânicas (ZHAO et al., 2023).

Por outro lado, a confecção do retentor intrarradicular PEEK ocorre por meio do desenho e fabricação assistido por computador (CAD/CAM), permitindo a confecção de pinos com excelente adaptação interna, o que pode compensar parcialmente suas limitações adesivas (TEIXEIRA et al., 2020; ABDELMOHSEN et al., 2021; DAS et al., 2022; GONTIJO et al., 2023b). Essa adaptação precisa ao conduto radicular contribui para uma distribuição mais uniforme das tensões, reduzindo concentrações de estresse e o risco de falhas adesivas ou estruturais (KASEM, SHAMS, TRIBST, 2022; FATHEY, AZER, ABDELRAHEEM, 2024).

No aspecto biomimético, embora o PEEK seja considerado um material estético por ser livre de metais e biologicamente compatível, sua coloração variando entre acinzentado, branco perolado ou rosado compromete a mimetização com a estrutura dentária natural e exige mascaramento adicional (KASEM, SHAMS, TRIBST, 2022; AWAD et al., 2024). Isso representa uma desvantagem frente aos pinos de fibra de vidro, cuja translucidez favorece um resultado estético mais previsível sem intervenções extras (Monteiro et al., 2022; FARTES et al., 2020).

Assim, o PEEK representa uma alternativa inovadora e biomecanicamente viável como material para retentores intrarradiculares. No entanto, sua adoção clínica rotineira ainda requer avanços significativos nas estratégias de adesão (MONTEIRO et al., 2022; ZHAO et al., 2023; SAISHO et al., 2023), otimização estética (KASEM, SHAMS, TRIBST, 2022; AWAD et al., 2024) e comprovação de desempenho a longo prazo por meio de estudos clínicos (FATHEY, AZER, ABDELRAHEEM, 2024; WANG et al., 2024). A comparação com os pinos de fibra de vidro evidencia um equilíbrio delicado entre vantagens mecânicas e desvantagens adesivo-estéticas, o que deve ser criteriosamente considerado no planejamento clínico individualizado (LEE et al., 2017; GONTIJO et al., 2023a; KOLE, ERGUN, 2023).

CONCLUSÕES

Com base na literatura analisada, o polímero PEEK apresenta desempenho biomecânico promissor como material para retentores intrarradiculares, destacando-se pelo seu módulo de elasticidade mais próximo ao da dentina e pela possibilidade de adaptação personalizada via tecnologia CAD/CAM. No

entanto, ainda enfrenta limitações importantes em relação à adesão ao substrato dentinário e à estética, sobretudo quando comparado aos pinos de fibra de vidro, que oferecem maior previsibilidade clínica nesses aspectos.

Portanto, estudos clínicos longitudinais, associados ao desenvolvimento de protocolos adesivos específicos, são fundamentais para validar a indicação deste material como substituto ou alternativa para os pinos de fibra de vidro na odontologia restauradora.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

1. Alshabib A, Althaqafi KA, Almoharib HS, et al. Dental fiber-post systems: an in-depth review of their evolution, current practice and future directions. *Bioeng* (Basel). 2023;10(5):551. <https://doi.org/10.3390/bioengineering10050551>.
2. Marchionatti AME, Wandscher VF, Rippe MP, et al. Clinical performance and failure modes of pulpless teeth restored with posts: a systematic review. *Braz Oral Res*. 2017;31:e64. <https://doi.org/10.1590/1807-3107BOR-2017.vol31.0064>.
3. Martins MD, Junqueira RB, DE Carvalho RF, et al. Is a fiber post better than a metal post for the restoration of endodontically treated teeth? A systematic review and meta-analysis. *J Dent*. 2021;112:103750. <https://doi.org/10.1016/j.jdent.2021.103750>.
4. Rakotoaridina K, Delrieu J, Pages P, et al. Evaluation of poly(etheretherketone) post's mechanical strength in comparison with three metal-free biomaterials: an in vitro study. *Polymers* (Basel). 2023;15(17):3583. <https://doi.org/10.3390/polym15173583>.
5. Monteiro LC, Pecorari VGA, Gontijo IG, et al. PEEK and fiberglass intraradicular posts: influence of resin cement and mechanical cycling on push-out bond strength. *Clin Oral Investig*. 2022;26(12):6907–16. <https://doi.org/10.1007/s00784-022-04645-0>.
6. Fartes OAC, Resende LM, Cilli R, et al. Retention of provisional intraradicular retainers using fiberglass pins. *J Int Soc Prev Community Dent*. 2020;10(5):666–73. https://doi.org/10.4103/jispcd.JISPCD_298_20.



7. Lee KS, Shin JH, Kim JE, et al. Biomechanical evaluation of a tooth restored with high performance polymer PEKK post-core system: a 3D finite element analysis. *Biomed Res Int.* 2017;2017:1373127. <https://doi.org/10.1155/2017/1373127>.
8. Lima MO, Ferretti MA, Caldas RA, et al. Application of polyetheretherketone (PEEK) posts: evaluation of fracture resistance and stress distribution in the root: in vitro and finite element analyses. *Braz Oral Res.* 2023;37:e047. <https://doi.org/10.1590/1807-3107bor-2023.vol37.0047>.
9. Mostafa A, Sadek HMA, Hamdy A, et al. Comparison of marginal and internal fit of custom-made post and core restorations milled with 4-axis and 5-axis milling machines in Polyetheretherketone and composite. *J Dent.* 2025;156:105706. <https://doi.org/10.1016/j.jdent.2025.105706>.
10. Zol SM, Alauddin MS, Said Z, et al. Description of poly(aryl-ether-ketone) materials (PAEKs), polyetheretherketone (PEEK) and polyetherketoneketone (PEKK) for application as a dental material: a materials science review. *Polymers (Basel).* 2023;15(9):2170. <https://doi.org/10.3390/polym15092170>.
11. Benli M, Eker Gümüş B, Kahraman Y, et al. Surface characterization and bonding properties of milled polyetheretherketone dental posts. *Odontology.* 2020;108(4):596–606. <https://doi.org/10.1007/s10266-020-00484-1>.
12. Bathala L, Majeti V, Rachuri N, et al. The role of polyether ether ketone (PEEK) in dentistry: a review. *J Med Life.* 2019;12(1):5–9. <https://doi.org/10.25122/jml-2019-0003>.
13. Page MJ, McKenzie JE, Bossuyt PM et al. The PRISMA 2020 statement: an updated guideline for reporting systematic reviews. *BMJ.* 2021; 372(71). <https://doi.org/10.1136/bmj.n71>
14. Song CH, Choi JW, Jeon YC, et al. Comparison of the microtensile bond strength of a polyetherketoneketone (PEKK) tooth post cemented with various surface treatments and various resin cements. *Materials (Basel).* 2018;11(6):916. <https://doi.org/10.3390/ma11060916>.
15. Teixeira KN, Duque TM, Maia HP, et al. Fracture resistance and failure mode of custom-made post-and-cores of polyetheretherketone and nano-



- ceramic composite. Oper Dent. 2020;45(5):506–15. <https://doi.org/10.2341/19-080-L>.
16. Abdelmohsen NA, Zohdy MM, Abdelfattah G, et al. Fracture resistance of different post-core systems restoring mandibular premolars. Mansoura J Dent. 2021;8(4):6–11. <https://doi.org/10.21608/mjd.2021.223397>.
17. Haralur SB. Fracture resistance of endodontically treated teeth restored with various esthetic posts. Technol Health Care. 2021;29(2):243–52. <https://doi.org/10.3233/THC-202228>.
18. Özarslan M, Büyükkaplan UŞ, Özarslan MM. Comparison of the fracture strength of endodontically treated teeth restored with polyether ether ketone, zirconia and glass-fibre post-core systems. Int J Clin Pract. 2021;75(9):e14440. <https://doi.org/10.1111/ijcp.14440>.
19. Das G, Rana MH, Khan SA, et al. Assessment of fracture resistance of PEEK and fibre posts of the endodontically treated teeth. Mater Plast. 2022;59(1):207–13. <https://doi.org/10.37358/MP.22.1.5573>.
20. Gontijo IG, Ferretti MA, Caldas RA, et al. Biomechanical behavior of weakened roots restored with custom-made post-and-cores of glass fiber and polyetheretherketone. J Prosthodont. 2023;32(9):807–14. <https://doi.org/10.1111/jopr.13628>.
21. Gontijo IG, Ferretti MA, Monteiro LC, et al. Influence of alveolar bone height on the biomechanical behavior of roots restored with custom-made posts-and-cores. J Esthet Restor Dent. 2023;35(4):677–86. <https://doi.org/10.1111/jerd.13010>.
22. Abou-Steit S, Ghonimy F, Salem M, et al. Efeito de diferentes soluções de irrigação de espaço para pinos na resistência de união de dois tipos de pinos restauradores de dentes anteriores (estudo in vitro). Egypt Dent J. 2024;70(1):451–59. <https://doi.org/10.21608/edj.2023.241253.2740>.
23. Kermanshah H, Estedlal T. Restoring an extremely destructed tooth with flared root canal walls: a case report. Front Dent. 2024;21:3. <https://doi.org/10.18502/fid.v21i3.14760>.
24. Deshpande R, Kumar SM, Anoop M, et al. Resistência à fratura de pino de fibra com pino de polieteretercetona: um estudo comparativo in vitro. J



- Int Oral Health. 2024;16(2):174–80.
https://doi.org/10.4103/jioh.jioh_26_23.
25. Pourkhalili H, Maleki D. Fracture resistance of polyetheretherketone, Ni-Cr, and fiberglass postcore systems: an in vitro study. Dent Res J (Isfahan). 2022;19:20. <https://doi.org/10.4103/1735-3327.338783>.
26. Kole S, Ergun G. Bond strength of various post-core restorations with different lengths and diameters following cycle loading. J Mech Behav Biomed Mater. 2023;142:105804.
<https://doi.org/10.1016/j.jmbbm.2023.105804>.
27. Saisho H, Marcolina G, Perucelli F, et al. Fracture strength, pull-out bond strength, and volume of luting agent of tooth-colored CAD-CAM post-and-cores. J Prosthet Dent. 2023;129(4):599–606.
<https://doi.org/10.1016/j.prosdent.2022.06.012>.
28. Al Deeb L, Almohareb T, Al Ahdal K, et al. PEEK and glass fiber post pushout bond strength and Vickers hardness of canal disinfected with curcumin photosensitizer activated by microbubble emulsion and sodium hypochlorite with EDTA. Photodiagnosis Photodyn Ther. 2024;47:104076.
<https://doi.org/10.1016/j.pdpdt.2024.104076>.
29. Kasem AT, Shams M, Tribst JPM. The use of polyetheretherketone (PEEK) as an alternative post and core material: five-year follow-up report. Dent J (Basel). 2022;10(12):237. <https://doi.org/10.3390/dj10120237>.
30. Awad MA, Abdelrehim TR, Awad AM, et al. Fracture resistance of anterior teeth restored by PEEK post and core: (in-vitro study). Curr Sci Int. 2024;13(4):573–80. <https://doi.org/10.36632/csi/2024.13.4.48>.
31. Fathey IT, Azer AS, Abdelraheem IM. Fracture resistance and failure mode of three esthetic CAD-CAM post and core restorations. BMC Oral Health. 2024;24(1):523. <https://doi.org/10.1186/s12903-024-04273-y>.
32. Wang X, Zhong S, Ma D, et al. Polyetheretherketone split post and core for restoration of multirrooted molar with insufficient dental tissue remnants by digital techniques: a case report and 3-year follow-up. BMC Oral Health. 2024;24(1):904. <https://doi.org/10.1186/s12903-024-04666-z>.



33. Direk A, Tekin S, Khurshid Z. Fracture strength of CAD-CAM milled polyetheretherketone (PEEK) post-cores vs conventional post-cores: an in vitro study. PeerJ. 2024;12:e18012. <https://doi.org/10.7717/peerj.18012>.
34. Zhao T, Jiang Z, Ge Y, et al. Mechanical properties, biosafety, and shearing bonding strength of glass fiber-reinforced PEEK composites used as post-core materials. J Mech Behav Biomed Mater. 2023;145:106047. <https://doi.org/10.1016/j.jmbbm.2023.106047>.