



CESPU
INSTITUTO UNIVERSITÁRIO
DE CIÊNCIAS DA SAÚDE

Polieteretercetona (PEEK) - como material alternativo para espigão e núcleo?

Fernando Molina Gómez

Dissertação conducente ao **Grau de Mestre em Medicina Dentária (Ciclo Integrado)**

Gandra, maio de 2024

Fernando Molina Gómez

Dissertação conducente ao **Grau de Mestre** em **Medicina Dentária**
(Ciclo Integrado)

**Polieteretercetona (PEEK) - como material alternativo para espigão
e núcleo?**

Trabalho realizado sob a Orientação de
Professora Doutora Carolina Coelho

DECLARAÇÃO DE INTEGRIDADE

Eu, acima identificado, declaro ter atuado com absoluta integridade na elaboração deste trabalho, confirmo que em todo o trabalho conducente à sua elaboração não recorri a qualquer forma de falsificação de resultados ou à prática de plágio (ato pelo qual um indivíduo, mesmo por omissão, assume a autoria do trabalho intelectual pertencente a outrem, na sua totalidade ou em partes dele). Mais declaro que todas as frases que retirei de trabalhos anteriores pertencentes a outros autores foram referenciadas ou redigidas com novas palavras, tendo neste caso colocado a citação da fonte bibliográfica.

Apresentação nas XXXII Jornadas Científicas de Medicina Dentária de comunicação sob a forma de E-Poster com o título “Espigões em PEEK – Uma alternativa na reconstrução de dentes tratados endodonticamente”. Gomez F., Calamote C., Coelho C. em 09 de abril de 2024 *

*Anexos

Agradecimentos

Gostaria de expressar a minha mais sincera gratidão a todas as pessoas que me acompanharam e apoiaram durante a conclusão deste Curso.

Em primeiro lugar, aos meus pais e ao meu irmão que sempre estiveram ao meu lado dando-me apoio e amor incondicional. Sem a sua confiança e motivação esta conquista não teria sido possível.

Aos meus amigos de longa data, Pedro V, Manuel O, José António J, e outros, pela amizade duradoura e por estarem sempre presentes, independentemente da distância. Seu apoio foi essencial nesse caminho.

À minha orientadora de tese, Professora Doutora Carolina Coelho, cujo conhecimento e orientação foram cruciais para a conclusão deste trabalho. Agradeço sua paciência, seus conselhos valiosos e sua disposição constante em me ajudar a superar os desafios que surgiram. Ela tem sido uma pessoa muito boa para mim e é uma tutora de dissertação incrível.

À minha turma deste ano, Fernando G, Pedro O, Ana L, Erika P, Tiago C e Marine R, que com a sua camaradagem e entusiasmo fizeram deste período uma experiência enriquecedora e memorável. Em especial, ao meu companheiro Tiago, pela colaboração, dedicação e pelos momentos partilhados que permitiram que fosse um excelente ano passado juntos.

Por último, e não menos importante, não posso deixar de mencionar os grandes amigos que fiz nesta faculdade, um amigo que levarei para toda a vida Martin C e Emilthoms P, que têm sido uma fonte constante de apoio e alegria. Também pessoas que conheci este ano e que se tornaram pessoas importantes como Valentina B e principalmente Francesca B. Obrigado por partilhar comigo esta aventura académica, pelos momentos de estudo e também pelos de descanso que tanto desfrutamos juntos.

A todos eles e aos demais, minha mais profunda gratidão.

RESUMO

Introdução: Os dentes tratados endodonticamente geralmente necessitam de serem reconstruídos com um sistema de espigão. A opção de materiais que associem a estética, resistência e durabilidade surge o Polietereetercetona (PEEK), como alternativa na reconstrução neste tipo de tratamentos.

Objetivos: Avaliar os espigões de PEEK como uma alternativa na reconstrução de dentes tratados endodonticamente considerando a resistência à fratura, adesão e comportamento biomecânico em comparação com outros materiais.

Material e métodos: Foi realizada uma pesquisa bibliográfica na base de dados *PubMed* (via *National Library of Medicine*) com as seguintes palavras-chave: "*Flexural strength, cad cam, glass-fiber post, post and core technic, peek*". Após a aplicação dos critérios de elegibilidade foram considerados relevantes 13 dos 68 artigos encontrados.

Resultados: Os espigões de PEEK mostraram alta resistência a fratura, boa biocompatibilidade e melhor adesão com tratamentos superficiais. A aplicação de ácido sulfúrico melhorou a adesão dos espigões em PEEK. Comparados com Ni-Cr e fibra de vidro, tiveram fraturas reparáveis, embora de menor resistência que os metálicos. Os espigões de PEEK são efetivos em restaurações estéticas e reduzem o risco de fraturas radiculares. No PEEK reforçado com fibras de vidro verificou-se que as propriedades mecânicas melhoraram com o aumento da percentagem de fibras.

Conclusões: Os espigões de PEEK possuem resistência à fratura comparável aos materiais tradicionais, com modos de fratura reparáveis, boas propriedades mecânicas e adesivas, sendo eficazes em restaurações endodônticas e canais radiculares alargados.

No entanto, é essencial considerar o contexto específico do tratamento e as necessidades do paciente ao selecionar o material do espigão.

Palavras-Chave: *Flexural strength; cad cam; glass-fiber post; post and core technic; peek.*

ABSTRACT

Introduction: Endodontically treated teeth generally need to be reconstructed with a post/core system. The materials used must combine aesthetics, resistance and durability-arises with Polyetheretherketone (PEEK) as an alternative for reconstruction in these kind of treatments.

Objectives: To evaluate PEEK posts as an alternative in the reconstruction of endodontically treated teeth, have to be considered fracture resistance, adhesion and biomechanical behavior compared to other materials.

Material and methods: A bibliographic research was made using the PubMed database (via the National Library of Medicine) with the following keywords: "Flexural strength, cad cam, glass-fiber post, post and core technique, peek". After applying the eligibility criteria, 13 of the 68 articles found were considered relevant.

Results: PEEK posts showed high fracture resistance, good biocompatibility and better adhesion with surface treatments. The application of sulfuric acid improved the adhesion of the PEEK posts. Compared to Ni-Cr and fiberglass, they had repairable fractures, although lower resistance than metallic ones. PEEK posts are effective in aesthetic restorations and reduce the risk of root fractures. In PEEK reinforced with glass fibers it was found that the mechanical properties improved with the increase in the percentage of fibers.

Conclusions: PEEK posts have fracture resistance comparable to traditional materials, with repairable fracture modes, good mechanical and adhesive properties, being effective in endodontic restorations and enlarged root canals.

However, it is essential to consider the specific treatment context and patient needs when-selecting post material.

Keywords: Flexural strength; cad cam; glass-fiber post; post and core technic; peek.

Índice Geral

| | | |
|------|--|----|
| 1. | Introdução | 1 |
| 2. | Objetivos..... | 5 |
| 2.1. | Principal..... | 5 |
| 2.2. | Objetivos secundários | 5 |
| 3. | Material e métodos..... | 7 |
| 3.1. | Protocolo Desenvolvido | 7 |
| 3.2. | Foco da questão PICO..... | 7 |
| 3.3. | Questão PICO | 8 |
| 3.4. | Estratégia de Pesquisa..... | 8 |
| 3.5. | Termos de Pesquisa | 8 |
| 3.6. | Critérios de inclusão e exclusão | 9 |
| 3.7. | Seleção dos estudos..... | 9 |
| 3.8. | Extração de dados..... | 9 |
| 4. | Resultados | 11 |
| 5. | Discussão..... | 25 |
| 6. | Conclusões..... | 33 |
| 7. | Referências Bibliográficas..... | 35 |
| 8. | Anexos..... | 38 |

Índice de Figuras

| | |
|--|----|
| Figura 1 – Estratégia PICOS..... | 7 |
| Figura 2 - Fluxograma de estratégia de pesquisa | 12 |
| Figura 3 - Diagrama classificação por tipo de estudo | 13 |

Índice de Tabelas

| | |
|---|----|
| Tabela 1 – Critérios de inclusão e de exclusão..... | 9 |
| Tabela 2 – Resultados obtidos da pesquisa por expressão de pesquisa..... | 11 |
| Tabela 3 – Tabela de Resultados..... | 14 |

Lista de abreviaturas, siglas e acrónimos

CAD-CAM - Desenho Assistido por Computador e Fabricação Assistida por Computador.

CBCT - Tomografia Computadorizada de Feixe Cônico.

DTE - Dentes Tratados Endodonticamente.

ETT - Elementos Tratados Endodonticamente.

FB - Fibra de Vidro Compósito.

FEA - Análise de Elementos Finitos.

FRC - Fibra Reforçada por Compósito.

GFP - Fibra de Vidro.

GPa – Gigapascal.

HV - Dureza Vickers.

LDC - Dissilicato de Lítio.

MPa - Megapascal.

N - Newton.

Ni-Cr - Níquel-Cromo.

PEEK - Poliéter Éter Cetona.

PIC - Cerâmica Infiltrada por Polímero.

SR – Rugosidade da superfície

STL-R - Arquivo de Linguagem de Estereolitografia.

TBS - Resistência à tração

μ CT - Tomografia Computadorizada Microscópica.

Zr - Zircónia.

ZrO₂ - Óxido de Zircónia.

1. Introdução

O Polietereetercetona, mais conhecido pelo seu acrónimo PEEK é um polímero de alta performance que surge como uma resposta aos crescentes pedidos por materiais que, não só atendam as necessidades funcionais e biomecânicas, mas que também satisfaçam os padrões estéticos exigidos pelos pacientes (1, 2).

Além disso, o uso do PEEK na medicina dentária inclui uma variedade de aplicações, como coroas, provisórios, próteses removíveis e espigões. Os espigões feitos de PEEK, em particular, podem ser fabricados através da tecnologia CAD-CAM, proporcionando uma adaptação precisa e personalizada (3). Este material tem um contexto histórico relativamente recente na dentária, ganhando destaque nos últimos anos devido às suas propriedades únicas que superam as limitações dos materiais tradicionais e sua biocompatibilidade, garantindo a biocompatibilidade. Com a capacidade de suportar as cargas mastigatórias e resistir às condições adversas da cavidade oral, o PEEK oferece uma combinação ideal de funcionalidade e estética, fazendo dele a correta seleção para uma variedade de procedimentos na prática dentária. (1, 2). O PEEK apresenta uma cor e transparência ajustáveis, que podem ser modificadas, com um biomimetismo desejável atendendo assim aos requisitos estéticos sem comprometer a funcionalidade (1,2).

Apesar dessas características favoráveis, o PEEK não está isento de desafios, a sua adesão aos materiais restaurativos é uma área que requer atenção especial (1). A integridade da união entre o PEEK e outros materiais determina a longevidade da restauração e a prevenção de falhas clínicas (2). Por essa razão, investigações detalhadas e o desenvolvimento de novos protocolos de adesão são imperativos (1). A indústria e a academia devem caminhar juntas na procura de soluções que otimizem a aplicação do PEEK em cenários clínicos (2).

Para que o PEEK alcance seu potencial máximo, é importante que os dentistas estejam bem informados e treinados na utilização deste material (1). Educação continuada, *workshops* práticos e a disseminação de conhecimento através de publicações científicas e

conferências são fundamentais para assegurar que os profissionais da medicina dentária estejam aptos a incorporar o PEEK em suas práticas com confiança e competência (1).

Neste contexto, a adoção do PEEK na dentária moderna não é apenas uma questão de preferência material, mas também de progresso técnico e educacional. Conforme a medicina dentária avança, materiais como o PEEK estão na linha de frente, não apenas pela promessa de melhorar a qualidade das restaurações dentárias, mas também por elevarem o padrão de cuidado ao paciente a novos patamares de excelência (2).

A crescente demanda por materiais que ofereçam funcionalidade, durabilidade e estética superior justifica a investigação do PEEK, um polímero de alta performance com resistência mecânica, biocompatibilidade e capacidade de mimetizar a aparência dos dentes naturais.

2. Objetivos

Esta revisão sistemática integrativa tem como objetivos:

2.1. Principal.

- Avaliar os espigões em PEEK como uma alternativa na reconstrução de dentes tratados endodonticamente.

2.2. Objetivos secundários

- Avaliar a resistência mecânica dos espigões em PEEK comparativamente a outros espigões.
- Conhecer a adesão e tratamento de superfície dos espigões em PEEK.
- Analisar a durabilidade e o padrão de falhas das restaurações com espigões PEEK sob diferentes condições de carga e tratamento de superfície.

3. Materiais e método

3.1. Protocolo Desenvolvido

Para a elaboração desta revisão sistemática integrativa, foi desenvolvido um protocolo detalhado e de acordo com a declaração PRISMA (guia de referência para revisões sistemáticas).

3.2. Foco da questão PICO

Os critérios aplicados à questão PICO são:

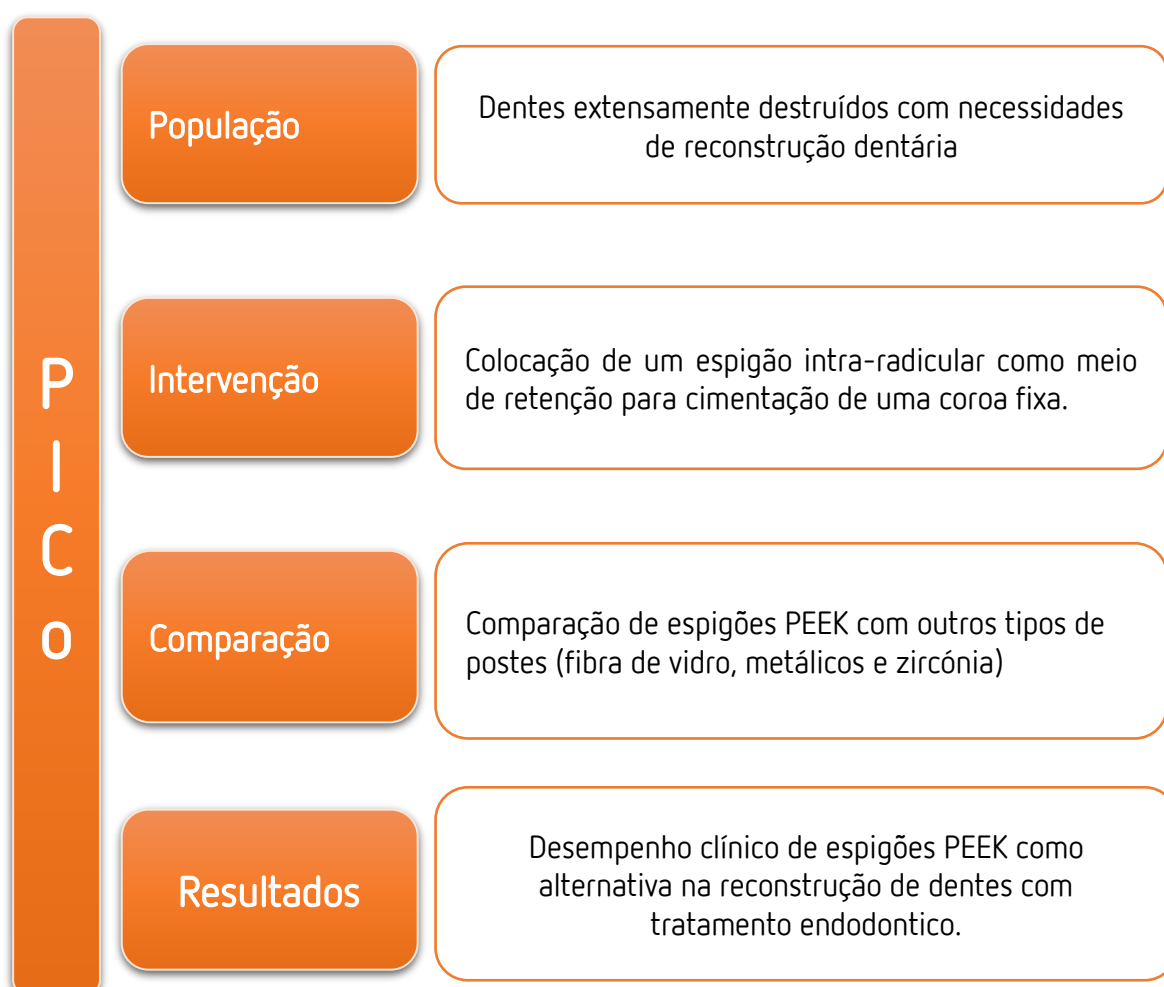


Figura 1 – Estratégia PICO

3.3. Questão PICO

Foi definida a seguinte questão norteadora de acordo com o desenho do estudo, população, intervenção, comparação e resultados:

“OS ESPIGÕES PEEK SÃO UMA ALTERNATIVA VIÁVEL NA REABILITAÇÃO DE DENTES ENDODONCIADOS?”

3.4. Estratégia de Pesquisa

A pesquisa bibliográfica foi realizada utilizando as bases de dados *PubMed* (via *National Library of Medicine*) entre os dias 16 de outubro e o 11 de dezembro de 2023, sendo o dia 12 de 2023 a data da última pesquisa.

Foi definido um período de 4 anos de inclusão dos estudos (2020-2023).

3.5. Termos de Pesquisa

Foi realizada a pesquisa avançada de dados na *PubMed* utilizando as seguintes conjugações de “*Mesh Terms*” e com limite temporal de 4 anos:

- ((peek[Title/Abstract]) AND (post and core technic[MeSH Terms])) OR (dental post-cores[Title/Abstract])
- ((peek) AND (glass-fiber post)) AND (flexural strength)
- ((peek) AND (cad cam[MeSH Terms])) AND (post and core restorations)

3.6. Critérios de inclusão e exclusão

Todos os artigos incluídos foram lidos e avaliados individualmente segundo os critérios de inclusão e exclusão.

Tabela 1 – Critérios de inclusão e de exclusão

| Critérios de Inclusão | Critérios de Exclusão |
|---------------------------------------|---|
| Artigos publicados nos últimos 4 anos | Artigos anteriores a 2020 |
| Estudos no idioma inglês | Estudos que não estavam no idioma inglês |
| Estudos realizados em humanos | Estudos realizados em animais |
| Estudos <i>in vitro</i> | Artigos de revisão sistemática, casos clínicos e cartas de editor |

3.7. Seleção dos estudos

Após a eliminação dos artigos duplicados a etapa inicial da seleção dos artigos foi realizada por leitura dos títulos e resumos dos artigos. Estudos que não completavam os critérios de elegibilidade foram descartados. Na segunda fase da seleção foram aplicados os mesmos critérios de elegibilidade para os estudos restantes em texto completo.

3.8. Extração de dados

Foi desenvolvida uma tabela de extração de dados. Nesta tabela (Tabela 3), constam informações como nome do autor e ano de publicação, tipo de estudo, objetivo ou materiais e métodos, parâmetros avaliados e principais resultados.

4. Resultados

4.1. Resultados da pesquisa

A pesquisa inicial resultou na identificação de 68 artigos.

Tabela 2 – Resultados obtidos da pesquisa por expressão de pesquisa

| Base de Dados | Estratégia de busca | Artigos encontrados | Artigos selecionados |
|---------------|---|---------------------|----------------------|
| <i>PubMed</i> | ((peek[Title/Abstract]) AND (post and core technic[MeSH Terms])) OR (dental post-cores[Title/Abstract]) | 65 | 11 |
| <i>PubMed</i> | ((peek) AND (glass-fiber post)) AND (flexural strength) | 1 | 1 |
| <i>PubMed</i> | ((peek) AND (cad cam[MeSH Terms])) AND (post and core restorations) | 2 | 1 |
| <i>Total</i> | | 68 | 13 |

Do total de 68 artigos identificados, 1 foi eliminado por duplicidade utilizando o *Mendeley Citation Manager*. Dos 67 artigos restantes, 38 não cumpriam os critérios de inclusão, 7 foram eliminados após a leitura do título e *abstract*. Apenas 22 artigos foram selecionados para avaliação do texto completo. Após a leitura total dos artigos 13 artigos foram selecionados aplicando os conteúdos definidos pelos critérios de inclusão e exclusão na pesquisa avançada de dados na *PubMed* utilizando as conjugações de "*Mesh Terms*". (Figura 2). Para a fundamentação teórica foram adicionados mais 2 artigos.

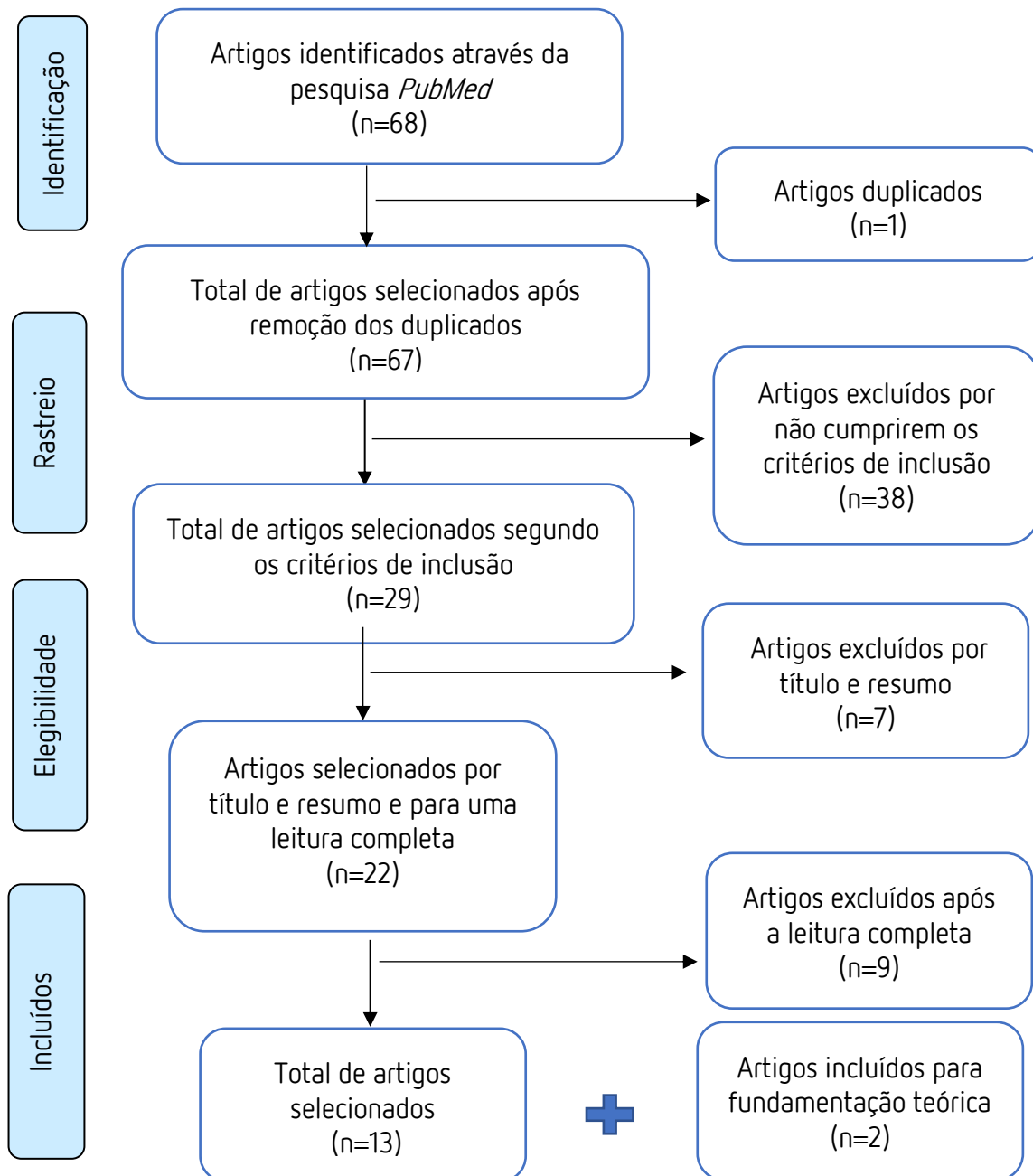


Figura 2- Fluxograma de estratégia de pesquisa

4.2. Características dos estudos

Os estudos selecionados para responder à questão PICO são 13: 9 estudos de Ahmad. et al. (2023), Attia M. et al. (2022), Benli M. et al. (2020), Haralur S. et al. (2021), Kole S. et al. (2023), Lalama M. et al. (2021), Pourkhalili H. et al (2020), Teixeira K.N et al (2020) e Zhao

T. et al (2023) foram classificados como estudo in vitro; 3 como análise in silico de Ibrahim R. et al (2021), Hallak. A. et al (2022) e Yildiz S. et al (2023), 1 foi classificado como ensaio clínico controlado e randomizado de Özarla M. et al (2021). A figura 3, representa a distribuição dos estudos por classificação.

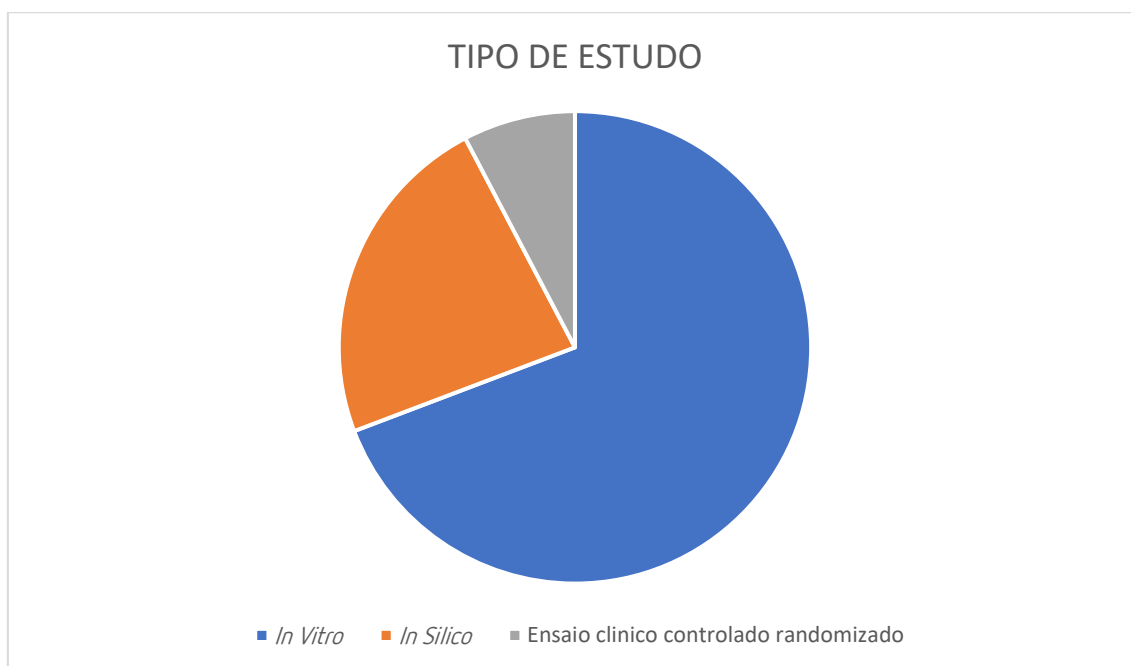


Figura 3- Diagrama classificação por tipo de estudo

Tabela 3 – Tabela de Resultados

| Autor/a no | Tipo de estudo | Objetivos | Material e método utilizado | Parâmetros avaliados | Principais resultados |
|------------------------|------------------------|---|--|---|--|
| Ahmad SM et al. (2023) | Estudo <i>in vitro</i> | Investigar as propriedades mecânicas de diferentes sistemas de espigões dentares em com tratamento endodôntico | <p>Foram realizadas a endodontia das raízes de incisivos centrais superiores (n=58).</p> <p>G1: espigões PEEK pré-fabricado e núcleo composto (duas peças) G2: pós-núcleo personalizado de PEEK (uma peça)</p> <p>As amostras foram divididas aleatoriamente em dois subgrupos de acordo com o tipo de ensaio: 14 para o grupo de teste de resistência à fratura, que foi restaurado com a coroa do IPS e-max® CAD, e 15 para o grupo teste de resistência ao deslocamento</p> <p>Cimento resinoso autoadesivo: Rely X™ U200 Automix</p> | <p><u>Resistência a fratura:</u> G1: 416.14±49.35 G2: 365.5±62.26</p> <p><u>Resistência ao deslocamento:</u> G1: 573.07±84.53 G2: 599.73±119.20</p> <p>Os resultados dos testes de tração e resistência à fratura não foram estatisticamente significantes (p>0,05)</p> <p>Houve diferença significativa nos modos de falha. Nos espigões do G1, o tipo predominante de falha foi uma fratura de núcleo, enquanto no G2, a maioria dos tipos de falhas foi na coroa ou nos espigões.</p> | Os espigões pré-fabricados (G1) são mais resistentes à fratura do que os espigões feitos sob medida (G2), com fratura e deslocamento principalmente do núcleo. No entanto, os espigões avaliados apresentaram resistência ao deslocamento semelhante |
| Attia M et al. (2022) | Estudo <i>in vitro</i> | Avaliar o efeito de diferentes tratamentos de superfície na força de adesão na técnica de <i>push-out</i> de espigões | <p>Foram usados 60 incisivos superiores extraídos divididos em 3 grupos:</p> <p>G1: ataque com ácido sulfúrico a 98% por 60 segundos</p> | <p>A média geral ±desvio padrão da resistência adesiva: G1: 11 ±2 MPa G2: 6 ±1 MPa G3: 5 ±1 MPa G4: 3 ±1 MPa</p> | Os espigões do G1 apresentou valores de resistência adesiva significativamente maiores. O tratamento da superfície aumenta a resistência de união dos espigões de PEEK ao cimento resinoso. |

| | | | | | |
|-------------------------|------------------------|--|--|---|--|
| | | fresados de polieteretercetona com aplicação de um cimento resinoso | G2: Abrasão com partículas de 50 mm de Al ₂ O ₃ durante 10 segundos G3: Tratamento a plasma não térmico durante 60 segundos a uma pressão de 0,2-MPa G4: Grupo controlo sem qualquer tratamento de superfície Cimento: RelyX Unicem 3M | O G1 demonstrou uma resistência de ligação significativamente maior; Não foi observada diferença significativa entre os grupos G2 e G3 (P>.05). Observou-se também diferença significativa entre todos os cortes radiculares, com melhores resultados para a parte coronal (P<.001). | |
| Benli M et al. (2020) | Estudo <i>in vitro</i> | Avaliar o poliéter-éter-cetona (PEEK) como material de espigão dentário através da resistência à tração (TBS) e da rugosidade superficial (SR), e compará-lo com espigões de fibra de vidro e metal fundido. | 60 incisivos superiores divididos por 3 grupos: G1: Espigão de fibra de vidro. G2: Espigão de metal fundido. G3: Espigão em poliéter éter cetona (PEEK). Tratamento superficial com abrasão com partículas do óxido de alumínio. Cimento: Panavia 2.0 | G1 apresentou os maiores valores de SR (2,93 ± 0,18 µm) e os menores valores de TBS (10,05±0,53 MPa). O G3 apresentou menores valores de SR (1,37±0,11 µm) e os maiores valores de TBS (14,33±0,58 MPa) (p<0,001). Não foram identificadas diferenças significativas nos modos de falha entre os grupos, principalmente adesivos (p=0,243). | O tratamento com ácido sulfúrico provou ser eficaz para a adesão G1 à dentina radicular. O G1 mostrou maior resistência à tração e menor rugosidade em comparação com os G2, G3. O menor módulo de elasticidade indica que o G3 pode ser uma opção confiável na reconstrução com sistemas de espigões dentários. |
| Haralur S et al. (2021) | Estudo <i>in vitro</i> | Testar a resistência à fratura de dentes tratados endodonticamente (DTE) restaurados | 36 dentes pré-molares sujeitos a tratamento endodontoico, com remoção coronária 3 mm acima da junção esmalte-cimento e preparados para receber o espigão. | <u>Resistência a fratura:</u> G1: 1715.68 ± 36.46 G2: 1929.94 ± 41.11 G3: 1810.65 ± 35.80 | Os espigões FRC, PEEK e PIC apresentaram níveis médios de fratura significativamente diferentes. |

| | | | | | |
|------------------------|--------------------------|--|---|---|--|
| | | com diferentes materiais de espigões estéticos, como compósito reforçado por fibra (FRC), poliéter éter cetona (PEEK) e cerâmica infiltrada por polímero (PIC) | G1: FRC G2: PEEK G3: PIC | Os DTE restaurados com FRC mostraram uma fratura predominantemente favorável, enquanto os dentes restaurados com PEEK tiveram uma fratura mais desfavorável. | Observou-se maior resistência a fratura dos espigões em PEEK seguidos do PIC e do FRC. |
| Hallak. A et al (2022) | Análise <i>in silico</i> | Avaliar as tensões geradas na raiz de um dente restaurado com uma coroa de dissilicato de lítio (LDC) e um espigão de fibra de vidro (GFP) ou polieteretercetona (PEEK). | Modelos tridimensionais para análise de elementos finitos foram criados baseados numa imagem de tomografia computadorizada (Sistema de Imagens Dentárias 3D Cone Beam i-CAT; Imaging Sciences International, Norcross, GA, EUA) reproduzindo um incisivo central superior (21). G1: Fibra de vidro G2: PEEK | Stress principal máximo: <u>G1: GFP (MPa)</u> Cervical - 5.64 Medium - 1.89 Incisal -2.76 Axial - 1.57 <u>G2: PEEK (MPa)</u> Cervical - 8.79 Medium - 1.95 Incisal - 2.87 Axial - 2.66 Stress principal mínimo: <u>G1: GFP (MPa)</u> Cervical - 2.56 Medium - 4.41 Incisal - 5.47 Axial - 4.20 <u>G2: PEEK (MPa)</u> Cervical - 2.65 Medium - 4.63 Incisal - 5.97 Axial - 8.12 | Tanto o G1 como o G2 apresentaram padrões de distribuição de stress semelhantes. No entanto, o PEEK apresentou maior stress do que o GFP em todas as cargas aplicadas. G1 e G2 foram semelhantes nas tensões mínimas na carga axial. A escolha entre os diferentes tipos de materiais deve basear-se nas necessidades clínicas específicas e nas propriedades mecânicas desejadas. |

| | | | | | |
|------------------------|--------------------------|--|--|---|--|
| Ibrahim R et al (2021) | Análise <i>in silico</i> | Análise de elementos finitos do comportamento biomecânico e térmico do espigão pré-fabricado de PEEK com diferentes desenhos em dentes com tratamento endodôntico (DTE). | <p>Foi realizada um modelo 3D de um incisivo central maxilar tratado endodonticamente e foram simuladas restaurações utilizando diferentes tipos de pinos pré-fabricados.</p> <p>G1: Postes pré-fabricado de titânio (Unimetric 0,8 mm, Dentsply, Suíça). G2: Espigões de fibra de vidro (Dentsply). G3: Espigões de PEEK proposto (disco dental PEEK Optima, Juvora, Suíça).</p> <p>Foram definidos 4 desenhos para a cabeça do pino: esférico, sem desenho de cabeça, cubico e cônico.</p> | <p>O G3 apresentou menor concentração de tensão, seguido do G2 e do G1.</p> <p>Os espigões de titânio produziram maior tensão na dentina e no cimento.</p> <p>O desenho de cabeça cubico gerou mais tensões, seguido pelo cônico e pelo sem desenho de cabeça.</p> <p>O efeito das cargas térmicas, demonstrou que as restaurações do G3 experimentaram menores flutuações de temperatura em comparação com G1 e G2.</p> | <p>Espigões de PEEK resistem melhor a cargas mastigatórias e térmicas do que espigões de fibra de vidro e de titânio.</p> <p>PEEK apresenta uma distribuição de stress favorável, indicando menor risco de fratura radicular vertical.</p> <p>Os espigões em fibra de vidro têm o maior gradiente de temperatura, seguido por PEEK, enquanto titânio tem o menor.</p> <p>O desenho de cabeça esférica de PEEK apresentou melhor distribuição de tensões.</p> |
| Kole S. et al. (2023) | Estudo <i>in vitro</i> | Avaliar as resistências de união de restaurações de núcleo e espigões, em PEEK, PEKK, fibra e zircónia (ZrO2) com espigões de diferentes diâmetros e comprimentos, seguindo um | <p>Incisivos centrais maxilares tratados endodonticamente. (n=256).</p> <p>G1: Espigão em fibra de vidro compósito. (n=64). G2: Espigão com núcleo de zircónia. (n=64). G3: Espigão de núcleo de PEEK. (n=64). G4: Espigão de núcleo de PEKK. (n=64).</p> <p>Cada um desses grupos principais foi subdividido (n=16) ainda mais em</p> | <p>A resistência de união de todos os grupos diminuiu após o carregamento cíclico. Os espigões de 10 mm de comprimento e 1,75 mm de diâmetro do G2 apresentaram a maior resistência adesiva observada em todos os grupos controle e carregamento cíclico dos corpos de prova (9,74 MPa-6,25 MPa). O G3 com 7 mm de comprimento e 1,75 mm de diâmetro apresentaram a menor resistência adesiva em todos os grupos controle e carregamento cíclico (5,44 MPa-3,37 MPa).</p> | <p>O material de reconstrução de dentes endodonciados, o comprimento e diâmetro e a carga cíclica afetam a resistência de união aos dentes.</p> <p>A zircónia apresentaram resistência adesiva estatisticamente superior que os outros materiais (P<0,001).</p> <p>Os espigões em PEKK fresados sob medida podem ser considerados uma alternativa adequada aos espigões reforçados com fibras pré-fabricados.</p> |

| | | | | | |
|------------------------|--|--|---|---|---|
| | | simulador de mastigação. | quatro subgrupos com base no diâmetro e comprimento. Após a preparação foram submetidos a uma carga cíclica | A região cervical apresentou maiores valores de força de união em comparação com a região apical. | |
| Lalama M et al. (2021) | Estudo <i>in vitro</i> | Avaliar a precisão das restaurações de espigões e núcleo baseadas em poliéteretercetona (PEEK) utilizando métodos de prensagem a quente e <i>design</i> e fabricação assistida por computador (CAD-CAM). | Foram fabricados moldes de espigão e núcleo (n = 10) com resina acrílica, scannarizados para gerar arquivos STL-R, usados como controle para a análise 3D. Os arquivos STL-R foram carregados em uma máquina CAM, e um disco de PEEK modificado com 20% de enchimentos cerâmicos foi fresado para produzir as restaurações. Cada molde original de resina foi espatulado, investido e prensado com o mesmo material PEEK usando uma unidade de prensagem a quente de PEEK. G1: Espigão de PEEK fresados G2: Espigão de PEEK prensados em quente | G1: As restaurações de espigão e núcleo CAD-CAM mostrou 66 ±9% das áreas dentro de ±50 µm G2: A restauração de espigão e núcleo prensada em calor mostrou 79 ±6% das áreas dentro de ±50 µm G1: As restaurações de espigão e núcleo CAD-CAM mostram 6 ±5% das áreas acima do limite ideal para a adaptação marginal de 200 µm G2: As restaurações prensadas em calor apresentaram 0,7 ±0,7%. | O método de prensagem a calor para fabricação de restaurações de espigão e núcleo à base de PEEK mostrou maior precisão do que o método CAD-CAM. |
| Özarsla M et al (2021) | <i>Ensaio clínico controlado e randomizado</i> | Comparar a resistência à fratura e o modo de fratura de incisivos centrais superiores restaurados com quatro tamanhos | Foram estudados incisivos maxilares tratados endodonticamente restaurados com 4 tamanhos diferentes e 3 materiais de espigão e núcleo diferentes (n=120): | G1: Resistência à fratura mais alta. O grupo de largura e comprimento longos do G1 apresentou a maior resistência à fratura. G2: Menor resistência fratura. Não houve diferenças estatisticamente significativas entre os espigão-núcleo | Os espigões fresados de PEEK mostram potencial como uma boa opção clínica na região anterior semelhante aos outros grupos. Embora nos espigões de PEEK descimentem com mais facilidade, as fraturas quando ocorre são |

| | | | | | |
|----------------------------|------------------------|---|---|--|---|
| | | diferentes e três sistemas de pino-núcleo diferentes. | <p>G1: Restaurado com espigão de fibra de vidro e núcleo de resina composta. (n=40).</p> <p>G2: Restaurado com espigão e núcleo personalizado de PEEK. (n=40).</p> <p>G3: Restaurado com espigão e núcleo personalizado de zircónia. (n=40).</p> <p>Dentro de cada grupo há 4 subgrupos de 10.</p> <p>Cimento convencional: Panavia V5 (Kuraray).</p> <p>Cimento autoadesivo de resina: Relyx U200 (3m ESPE).</p> | de diferentes dimensões ($P > 0,05$). A descimentação foi mais comum. G3: A avaliação das resistências à fratura dos comprimentos e diâmetros dos pinos demonstrou que o grupo de comprimento curto e diâmetro estreito apresentou a menor resistência à fratura ($P < 0,05$). As principais fraturas observadas foram irreparáveis. | mais fáceis de reparar em forças mais baixas. As falhas catastróficas foram observadas nos dentes reconstruídos com espigão de zircónia e fibra de vidro. |
| Pourkhalili H et al (2020) | Estudo <i>in vitro</i> | Comparar a resistência à fratura de três sistemas de espigão e núcleo diferentes. Analisar os padrões de fraturas e reparabilidade dessas fraturas nos sistemas poste e núcleo. | Foram estudados 33 pré-molares. G1: Espigão pré-fabricado de fibra de vidro com núcleo de compósito. G2: Espigão fundido de Ni-Cr com núcleo. G3: Grupos de espigão de poliétertercetona (PEEK) com núcleo. | Valores da resistência a fratura (MPa): G1: 668,25. G2: 1248,35. G3: 811,30. Houve Diferença estatisticamente significativa entre o G3 comparativamente com os outros grupos ($P < 0,001$). Não houve diferença significativa entre o G1 e G3 ($P = 0,405$). Padrões de fratura: Reparável: G1: 4 | Resistência à fratura foi maior no espigão G2 do que nos postes G1 e G3. O modo de fratura foi mais fácil de reparo nos dentes restaurados com o espigão de PEEK, em comparação com os outros espigões. |

| | | | | | |
|--------------------------|--------------------------|---|---|--|--|
| | | | | <p>G2:1 G3: 7 Não reparável: G1: 7 G2: 10 G3: 4</p> <p>O padrão de fratura foi diferente em todos os grupos de acordo com os tipos de fratura (P = 0,009) e a reparabilidade da fratura (P = 0,036).</p> | |
| Teixeira KN et al (2020) | Estudo <i>in vitro</i> | Avaliar a resistência à fratura e o modo de falha de espigões e núcleos personalizados fabricados. | <p>Foi avaliado um grupo de espigões e núcleos (n=48).</p> <p>G1: Polietereetercetona (n=12). G2: Compósito nano-cerâmico (Lava Ultimate) (n=12). G3: Pino de metal fundido (n=12). G4: Pino de fibra de vidro (n=12).</p> <p>Cimento: RelyX U200 (3M ESPE)</p> | <p>Os valores médios ± desvio padrão da resistência à fratura em newtons (N) foram:</p> <p>G1: 379.4 ± 119.8 G2: 506.4 ± 138 G3: 939.6 ± 146.5. G4: 449.6 ± 66.5.</p> <p>Apenas G3 apresentou diferença significativa (p< 0.05).</p> | <p>As amostras testadas dos grupos G1 e G2 apresentaram bom desempenho mecânico, comparável as do G4. Os espigões em PEEK apresentam uma elevada incidência de falha na adesão. Mais pesquisas são necessárias para melhorar a adesão dos espigões de PEEK.</p> |
| Yildiz S et al (2023) | Análise <i>in silico</i> | Análise de elementos finitos para avaliar os níveis de stress em dentes incisivos restaurados com núcleos de espigão de polietereetercetona | <p>Utilizando dados de imagens de tomografia computadorizada microscópica (µCT), foi criado um modelo 3D de um incisivo maxilar. Para cada tipo de material, foram desenvolvidos modelos de malha 3D por meio de <i>software</i> especializado.</p> <p>Foram considerados dois diâmetros de poste: 2,5 mm e 3,5 mm.</p> | <p>As tensões de von Mises geralmente acumulam-se no terço médio do poste, mas concentrou-se na região apical nos Grupos G2 e G3 com espigão de 3,5mm.</p> <p>Para coroas com pinos de 2,5 mm compostos por diferentes materiais, o maior valor de tensão foi encontrado</p> | <p>Os espigões de PEEK apresentaram valores de stress distintos em comparação com os espigões dos grupos G4 e G5. Com o aumento do diâmetro do espigão, a dentina residual reduziu os valores de stress. Mais estudos <i>in vitro</i> e clínicos são necessários para entender plenamente os espigões de PEEK.</p> |

| | | | | | |
|---------------------|------------------------|---|---|---|---|
| | | (PEEK) personalizados em comparação com núcleos de espigão convencionais. | G1: PEEK não reforçada. G2: PEEK reforçada com fibra de vidro. G3: PEEK reforçada com fibra de carbono. G4: Metal. G5: Cerâmica de zircónia. | no G5 (103 186 MPa), com o menor valor de tensão no G1 (4615 MPa). Comparando a distribuição de tensões na coroa entre os modelos restaurados com espigões de 3,5 mm constituídos por diferentes materiais, o G5 apresentou o maior valor de tensão (87.450 MPa) e o G1 apresentou o menor valor de tensão (5340 MPa) | |
| Zhao T et al (2023) | Estudo <i>in vitro</i> | Investigar as propriedades mecânica: resistência, flexão e dureza do poliéter-éter-cetona reforçada com fibra de vidro (PEEK-GF) para materiais de espigão-núcleo. Avaliar a biossegurança deste material através de estudos de citotoxicidade. | Compostos de PEEK-GF com diferentes componentes de fibra de vidro (n=20). G1: PEEK. (n=5). G2: PEEK-GF30%. (n=5). G3: PEEK-GF40%. (n=5). G4: PEEK-GF50%. (n=5). | O G4 apresentou um módulo de flexão ($17,4 \pm 0,5$ GPa) próximo ao da dentina (18,6 GPa) e mostrou a maior resistência à flexão ($350,0 \pm 2,9$ MPa), a dureza Vickers ($47,6 \pm 4,5$ HV) e resistência à compressão ($264,0 \pm 18,0$ MPa). Todos os grupos demonstraram biossegurança nos testes de citotoxicidade. | O PEEK-GF50 apresentou propriedades comparáveis à dentina. As propriedades mecânicas dos compostos de PEEK-GF melhoraram com o aumento do conteúdo de GF. Todos os materiais avaliados não são citotóxicos. |

Após leitura completa dos artigos selecionados, foram registados os principais resultados:

- Resistência à fratura do PEEK mostrou uma resistência moderada à fratura e uma maior quantidade de fraturas reparáveis.
- Uso de espigões em PEEK e em fibra de vidro em canais radiculares alargados são recomendados para melhorar a resistência e durabilidade das restaurações.
- O tratamento da superfície aumenta a resistência de união dos postes de PEEK ao cimento resinoso especialmente com a aplicação de ácido sulfúrico.

5. Discussão

O uso de PEEK (Poliéter-éter-cetona) na prática dentária tem sido objeto de estudo por diversos pesquisadores, incluindo Kasem et al e Zhao et al, que exploraram suas aplicações e benefícios como material para espigões e núcleos dentários. Kasem et al. demonstraram que a fabricação de espigões e núcleos personalizados de PEEK utilizando sistemas CAD/CAM permite um ajuste ideal, resultando numa camada de cimento mais fina e eliminando a necessidade de uma reconstrução adicional do núcleo (1). Esta abordagem mostrou resultados promissores num acompanhamento clínico de cinco anos, sugerindo que o PEEK pode ser uma opção de material previsível e simplificada para tratamentos dentários, embora sejam necessários mais estudos clínicos e *in vitro* para compreender completamente suas vantagens e limitações (2).

Propriedades mecânicas

Zhao et al. investigaram as propriedades mecânicas, a biocompatibilidade e a força de união ao corte de compostos de PEEK reforçados com fibra de vidro (PEEK-GF). Os resultados deste estudo mostraram que os compostos de PEEK-GF melhoraram as suas propriedades mecânicas com um aumento no conteúdo de fibra de vidro. O grupo com 50% de fibra de vidro (PEEK-GF50) apresentou um módulo de flexão próximo ao da dentina, junto com a maior resistência à flexão, dureza Vickers e resistência à compressão. Além disso, os ensaios de citotoxicidade confirmaram a segurança biológica de todos os grupos. Verificaram também que os tratamentos de superfície, como o jateamento e o tratamento com plasma, melhoraram significativamente a força de união ao corte do PEEK-GF50. Esses compostos demonstraram excelentes propriedades mecânicas, biocompatibilidade e força de união, o que indica um grande potencial para servir como materiais de espigões e núcleos dentários (2).

Os valores de resistência à fratura relatados por Sugano et al. foram geralmente mais baixos em comparação com os valores relatados nos outros estudos para materiais similares, especialmente para os pinos de PEEK e de fibra de vidro. Esta diferença pode estar

relacionada com o fato de que o estudo foi realizado em raízes bovinas, pois as diferenças estruturais e mecânicas entre dentes bovinos e humanos podem influenciar no comportamento dos materiais sob carga, resultando em valores mais baixos de resistência à fratura observados (3). Outros autores obtiveram resultados semelhantes (16).

A avaliação das propriedades mecânicas e a resistência à fratura de diferentes materiais de espigões endodônticos é crucial para determinar a sua adequação em diversas aplicações clínicas. Entre estes materiais, a polietereetercetona (PEEK) tem ganhado atenção devido ao seu potencial para combinar alta resistência com uma maior reparabilidade.

O termo "Módulo de elasticidade semelhante à dentina que favorece ou evita fraturas catastróficas" refere-se à capacidade de certos materiais dentários de imitar as propriedades mecânicas da dentina natural. Ahmad et al. (2023) explicam que o módulo de elasticidade é crucial para distribuir as forças mastigatórias de maneira uniforme, reduzindo o risco de fraturas. Além disso, melhora a compatibilidade biomecânica entre o material do pino e a estrutura dentária restante, essencial para a integridade e longevidade da restauração, e minimiza o risco de fraturas catastróficas (1).

Materiais usados em dentária com um módulo de elasticidade semelhante ao da dentina incluem fibras de vidro (FRC), polietereetercetona (PEEK) e cerâmicas infiltradas com polímeros (PIC). PEEK é um polímero com excelentes propriedades mecânicas e um módulo de elasticidade baixo, similar ao da dentina, permitindo uma melhor distribuição das forças e reduzindo o risco de fraturas catastróficas (1).

O PEEK, com seu baixo módulo de elasticidade (3-4 GPa), aproxima-se mais das propriedades da dentina (14.7-18.6 GPa) em comparação com materiais como a zircônia. Este ajuste biomecânico pode resultar em uma menor concentração de stress e uma menor incidência de fraturas radiculares, aspectos críticos para a longevidade das restaurações. (4)

O estudo realizado Ahmad SM et al. (2023) examinou as propriedades mecânicas de espigões de PEEK e núcleos de compósito versus espigões-núcleos de PEEK feitos sob medida. Os resultados mostraram que os postes pré-fabricados de PEEK apresentavam maior resistência à fratura em comparação com os postes feitos sob medida, embora ambos os grupos tenham demonstrado resistência similar ao deslocamento. Este estudo destaca

a vantagem dos espigões pré-fabricados em termos de resistência à fratura, possivelmente devido à uniformidade na fabricação e ao material homogêneo. No entanto, não foram observadas diferenças significativas na resistência ao deslocamento, o que sugere que ambos os tipos de espigões são eficazes na sua função principal de retenção (5).

Pourkhalili H et al (2020), comparou a resistência à fratura de espigões de fibra de vidro, Ni-Cr e PEEK. Os espigões de Ni-Cr mostraram a maior resistência à fratura, enquanto os espigões de PEEK apresentaram modos de fratura mais reparáveis. Embora os espigões de Ni-Cr tenham demonstrado ser os mais resistentes, o fato de que os espigões de PEEK apresentaram fraturas mais reparáveis é um ponto crítico a ser considerado para a prática clínica. Os materiais metálicos como o Ni-Cr, apesar de sua alta resistência, podem causar fraturas catastróficas difíceis de reparar, enquanto os espigões de PEEK podem oferecer uma opção mais conservadora em termos de preservação da estrutura dentária (4).

Haralur S et al. (2021), avaliou a resistência à fratura de dentes restaurados com espigões de FRC, PEEK e PIC. Os espigões de PEEK mostraram a maior carga de fratura, seguidos pelo grupo de pinos endodônticos de PIC e do pino de FRC. Os dentes restaurados com FRC apresentaram uma fratura predominantemente favorável, enquanto os dentes restaurados com PEEK tiveram mais fraturas desfavoráveis. Este estudo reafirma a superioridade do PEEK em termos de resistência à fratura, mas também aponta um maior risco de fraturas desfavoráveis. Os postes de FRC, embora tenham uma menor resistência à fratura, apresentam modos de fratura que são mais manejáveis clinicamente, o que pode ser preferível em certos casos (6).

As vantagens de utilizar materiais com um módulo de elasticidade semelhante ao da dentina incluem a prevenção de fraturas, melhorando a durabilidade da restauração. Esses materiais oferecem estabilidade biomecânica, integrando-se melhor com o dente natural e reduzindo o *stress* na união dente- espigões. A pesquisa contínua promete melhorar ainda mais os resultados clínicos na restauração de dentes tratados endodonticamente (1, 2, 3).

A utilização de estudos de análise de elementos finitos (FEA) complementa o conhecimento do comportamento biomecânico dos diferentes materiais sob diversas condições de carga.

A pesquisa sobre a distribuição de *stress* em restaurações dentárias abordou o uso de diferentes materiais para espigões intrarradiculares, focando em opções como a polietereetercetona (PEEK), a fibra de vidro e materiais convencionais como o metal e a zircónia.

O estudo de Hallak et al. comparou os espigões de PEEK e fibra de vidro, encontrando que ambos materiais mostravam uma distribuição de *stress* similar sob cargas as principais oclusais, embora o PEEK exibisse uma maior concentração de tensões em algumas condições específicas. Este resultado foi atribuído à elasticidade do PEEK, que embora próxima à da dentina, ainda é menor que a da fibra de vidro (7).

Por outro lado, o estudo de Ibrahim et al. avaliou espigões pré-fabricados de PEEK com diferentes *designs* de cabeça, destacando que a forma esférica proporcionava uma distribuição de *stress* mais favorável e um modo de falha reparável comparado com espigões de titânio e fibra de vidro. Os espigões de PEEK demonstraram uma melhor adaptação às cargas mastigatórias e térmicas, distribuindo o stress de maneira mais homogênea e reduzindo a probabilidade de fraturas verticais da raiz (8).

Finalmente, Yildiz et al. realizaram uma análise comparativa de espigões personalizados de PEEK contra espigões convencionais em restaurações de incisivos. Os espigões de PEEK mostraram maiores valores de *stress* na coroa, cimento da coroa e dentina, mas menores concentrações de *stress* nos próprios espigões em comparação com os espigões de zircónia e metal. Este estudo sublinhou a importância do diâmetro do postes, pois um aumento no diâmetro reduzia a dentina residual, o que, por sua vez, afetava a distribuição das tensões (9).

Em geral, os estudos indicam que os materiais com um módulo de elasticidade mais próximo ao da dentina, como o PEEK e a fibra de vidro, podem oferecer vantagens significativas em termos de distribuição de *stress* e redução de fraturas. A compatibilidade do módulo de elasticidade é crucial para reduzir as tensões na interface dente-restauração, o que pode aumentar a longevidade da restauração. No entanto, materiais como a zircónia

e o Ni-Cr, embora sejam mais rígidos e resistentes, podem aumentar o risco de fratura radicular devido à sua alta rigidez comparada com a dentina.

A escolha do material de restauração deve considerar não apenas a resistência e durabilidade do material, mas também a sua compatibilidade mecânica com os tecidos dentários para otimizar a distribuição de tensões e minimizar o risco de fraturas. A compreensão detalhada das propriedades mecânicas e sua relação com a distribuição de *stress* é essencial para o sucesso a longo prazo das restaurações dentárias.

União de cimento ao PEEK e outros materiais

Os estudos disponíveis na literatura atual comparam diferentes materiais utilizados (espigões de PEEK, fibra de vidro, metal e zircónia) para espigões intra-radulares unidos por diversos cimentos de resina em dentes tratados endodonticamente.

O estudo realizado por Teixeira et al investigaram especificamente a resistência de união de espigões de PEEK e fibra de vidro, avaliando o efeito de diferentes cimentos de resina. De forma semelhante, o estudo destaca que, embora os espigões de PEEK tenham propriedades mecânicas promissoras, a adesão continua a ser um desafio (10). Por outro lado, no estudo Özarlan et al comparam a resistência à fratura de espigões de PEEK, fibra de vidro e zircónia. Descobriram que os espigões de fibra de vidro mostraram a maior resistência à fratura, enquanto os espigões de PEEK apresentaram a menor. Além disso, as fraturas nos espigões de PEEK foram reparáveis, mas apresentaram mais casos de falta de adesão em comparação com os outros materiais (11).

O efeito da ciclagem mecânica sobre a resistência de união dos espigões também foi investigado. Os espigões fresados de fibra de vidro mostraram uma melhoria na resistência de união após a ciclagem mecânica, enquanto os espigões de PEEK não mostraram uma melhoria significativa. Isso sugere que a composição e as características superficiais dos espigões de fibra de vidro podem beneficiar da ciclagem mecânica, aumentando sua retenção e durabilidade (10).

Os modos de fratura observados diferem entre os materiais e os estudos. Os espigões de PEEK tendem a falhar na adesão ao cimento, o que é consistente com a necessidade de melhorar a adesão desses materiais (7). Observou também que os espigões de zircônia apresentaram fraturas irreparáveis com mais frequência, enquanto os espigões de PEEK tenderam a descolar, o que é menos catastrófico e permite reparos mais fáceis (11).

Adesão e Tratamentos de Superfície

A adesão e os tratamentos de superfície são fatores cruciais para melhorar a retenção e a estabilidade dos sistemas de espigões e núcleo em dentes tratados endodonticamente.

De acordo com o estudo de Teixeira et al, os resultados demonstram que os espigões em PEEK apresentam uma elevada incidência de descolagem o que requer um estudo mais aprofundado sobre este assunto. (10).

Vários tipos de tratamentos de superfície podem influenciar a força de adesão dos espigões de PEEK e outros materiais dentários. Foram avaliados os efeitos de diferentes tratamentos de superfície na força de adesão de espigões de PEEK. Foram analisados o condicionamento ácido, a abrasão com partículas através do jateamento e o tratamento com plasma. Os resultados mostraram que o condicionamento ácido melhorou significativamente a força de adesão em comparação com os outros tratamentos. Este resultado sugere que o condicionamento ácido pode ser um método eficaz para aumentar a retenção do espigão de PEEK na estrutura dentária (12). Focou-se na caracterização da superfície e na melhoria da adesão dos espigões de PEEK condicionados com ácido sulfúrico. A pesquisa mostrou que o tratamento com ácido sulfúrico aumentou a rugosidade da superfície dos postes de PEEK, o que por sua vez melhorou a força de adesão. Este tratamento permitiu uma melhor interação entre o espigão e o cimento de resina, proporcionando uma adesão mais forte e duradoura (13).

Examinou-se também a influência do comprimento e do diâmetro dos espigões na força de adesão. No estudo desenvolvido por Kole et al os resultados mostraram que tanto o comprimento quanto o diâmetro dos espigões afetavam significativamente a força de adesão. Os espigões mais longos e de maior diâmetro proporcionaram uma maior superfície de contato, resultando numa adesão mais forte. Estes resultados ressaltam a importância

de selecionar o espigão com dimensões adequadas para otimizar a retenção e a estabilidade das restaurações dentárias (14).

Métodos de Fabricação e Precisão de PEEK.

O estudo realizado por Lalama et al. avalia de maneira exaustiva a precisão das restaurações de poste e núcleo de poliéter-éter-cetona (PEEK) fabricadas pelos métodos de injeção de calor e CAD-CAM. A pesquisa é particularmente relevante dado o crescente interesse em materiais de alto desempenho na prática dentária e seu potencial para melhorar os resultados clínicos e estéticos. Lalama e o seu grupo de investigação observaram que as restaurações de espigão e núcleo injetadas por calor mostraram uma maior precisão em comparação com as fabricadas pelo método CAD/CAM. Os resultados sugerem que o método de injeção de calor proporciona uma melhor adaptação e, portanto, menor necessidade de ajustes clínicos (15).

Limitações deste estudo

Uma das limitações deste estudo está relacionado com a escassez de artigos. Com a falta de estudos a longo prazo e a dependência de estudos *in vitro*.

6. Conclusões

Da literatura selecionada sobre os espigões PEEK como uma alternativa na reconstrução dos dentes tratados endodonticamente foi possível extrair as seguintes conclusões:

- Os espigões de PEEK oferecem um equilíbrio entre resistência à fratura e reparabilidade, o que os torna uma opção viável em muitas situações clínicas.
- Os espigões de PEEK apresentam vantagens em termos de distribuição do *stress* e adaptação às forças mastigatórias e térmicas. Um *design* adequado da cabeça dos espigões distribui melhor o *stress* e minimiza o risco de falha após o tratamento restaurador de dentes com endodontia.
- Os espigões de fibra de vidro mostram excelente resistência e retenção, especialmente quando utilizados com cimentos resinosos convencionais. Os espigões de PEEK, embora promissores pelas suas propriedades mecânicas semelhantes à dentina e seu potencial para reparos menos catastróficos. No entanto melhorias significativas na adesão ainda são necessárias.
- O tratamento com ácido sulfúrico demonstrou ser eficaz no aumento da rugosidade da superfície e melhorar a adesão dos espigões de PEEK.
- O PEEK, tanto na sua forma pura quanto reforçado com fibra de vidro, é adequado para a confecção de espigões e núcleos dentários, oferecendo resistência, biocompatibilidade e facilidade de manufatura através de tecnologias CAD/CAM.
- O método de moldagem por injeção de calor para produzir restaurações de espigão e núcleo de PEEK demonstrou maior precisão comparado ao método CAD/CAM.

Estes resultados sustentam a viabilidade do PEEK como uma opção eficaz para a reconstrução de dentes com tratamento endodôntico não cirúrgico.

7. Referências Bibliográficas

1. 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.
2. Zhao T, Jiang Z, Ge Y, Yin H, Yang Q, Li R, 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.
3. Sugano K, Komada W, Okada D, Miura H. Evaluation of composite resin core with prefabricated polyetheretherketone post on fracture resistance in the case of flared root canals. *Dent Mater J*. 2020;39(6):924-32.
4. 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.
5. Ahmad SM, Dawood SN, Dalloo GAM, AL-Barazanchi TRH. Evaluation of mechanical properties of different polyetheretherketone endodontic post systems: an in vitro study. *BMC Oral Health*. 2023;23(1):537.
6. Haralur SB. Fracture resistance of endodontically treated teeth restored with various esthetic posts. *Technol Health Care*. 2021;29(2):243-52.
7. Hallak AG, Caldas RA, Silva ID, Miranda ME, Brandt WC, Vitti RP. Stress distribution in restorations with glass fiber and polyetheretherketone intraradicular posts: An in silico analysis. *Dent Mater J*. 2022;41(3):376-81.
8. Ibrahim RO, Al-Zahawi AR, Sabri LA. Mechanical and thermal stress evaluation of PEEK prefabricated post with different head design in endodontically treated tooth: 3D-finite element analysis. *Dent Mater J*. 2021;40(2):508-18.
9. Yildiz S, Tekin S, Kizilkaya AR, Akgün SE, Deger Y. Comparative Stress Analysis of Custom-Made PEEK Dental Post-Cores versus Conventional Post-Cores in Incisor Restorations: A Finite Element Study. *Med Sci Monit*. 2023;29:e940887.
10. Teixeira KN, Duque TM, Maia HP, Gonçalves T. Fracture Resistance and Failure Mode of Custom-made Post-and-cores of Polyetheretherketone and Nano-ceramic Composite. *Oper Dent*. 2020;45(5):506-15.
11. Özarıslan M, Büyükkaplan UŞ, Özarıslan 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.

12. Attia MA, Shokry TE, Abdel-Aziz M. Effect of different surface treatments on the bond strength of milled polyetheretherketone posts. *J Prosthet Dent.* 2022;127(6):866-74.

13. Benli M, Eker Gümüş B, Kahraman Y, Huck O, Özcan M. Surface characterization and bonding properties of milled polyetheretherketone dental posts. *Odontology.* 2020;108(4):596-606.

14. 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.

15. Lalama M, Rocha MG, O'Neill E, Zoidis P. Polyetheretherketone (PEEK) Post and Core Restorations: A 3D Accuracy Analysis between Heat-Pressed and CAD-CAM Fabrication Methods. *J Prosthodont.* 2022;31(6):537-42.

8. Anexos

