



**CESPU**  
INSTITUTO UNIVERSITÁRIO  
DE CIÊNCIAS DA SAÚDE

# Substituição da estrutura metálica de prótese removível por PEEK.

Uma revisão sistemática integrativa

María Dolores Lores Otero

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

Gandra, julho de 2023

**María Dolores Lores Otero**

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

**Substituição da estrutura metálica de prótese removível por PEEK.  
Uma revisão sistemática integrativa**

Trabalho realizado sob a Orientação de  
**Mestre Juliana de Sá**

## DECLARAÇÃO DE INTEGRIDADE

Eu, acima identificada, 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.



## AGRADECIMENTOS

O primeiro agradecimento sem dúvida é ao meu esposo por possibilitar o meu acesso a estes estudos, colmatando as minhas obrigações de mãe, auxiliando no meu trabalho profissional e sacrificando momentos de sua vida para tornar possível a realização deste meu sonho.

Aos meus filhos que conseguiram compreender a ausência da mãe.

Agradeço também aos meus colegas do CESPu que me ajudaram e apoiaram sempre que necessário e a todos os professores pela compreensão e dedicação.

E claro, à Universidade CESPu pois sem a existência deste módulo de trabalhadores tudo isto não teria sido possível.

E por fim à Mestre Juliana de Sá por orientar o meu projeto, auxiliando-me no que precisei com paciência e diligência.

Muito obrigada.



## RESUMO

**Introdução:** A Medicina Dentária está em contínua evolução. Encontrar novos materiais que satisfaçam as exigências quer do Médico Dentista quer do paciente, na melhoria das características físicas, mecânicas, estéticas e econômicas requer estudos e testes.

A PPR engloba as próteses acrílicas e esqueléticas. Normalmente as PPR esqueléticas são efetuadas em Cr-Co, Cr-Ni, Ti.

**Objetivos:** Avaliar se um material como o PEEK pode ser um bom substituto destas estruturas por não conter metal, ser biocompatível, resistente à radiação ionizante, ter estabilidade química e uma cor esteticamente aceitável.

**Material e Métodos:** Foi realizada uma revisão sistemática integrativa da literatura, para averiguar se o PEEK pode ser um potencial substituto melhorando ou igualando as estruturas metálicas existentes. Para tal foi realizada uma pesquisa bibliográfica na base de dados *PubMed* utilizando a seguinte combinação de termos de pesquisa: «PEEK» AND «removable prosthesis», ((polyether ether ketone) AND (metallic)) AND (dental prostheses), (removable partial dentures) and (Peek).

**Resultados:** Este trabalho foi baseado em 13 artigos selecionados e devidamente analisados de acordo com os critérios estabelecidos.

**Discussão:** Através da análise de diferentes artigos foi analisado se o PEEK poderá ser um material de substituição estrutural para as PPR esqueléticas existentes, com características físicas e funcionais adequadas, bem como resultados satisfatórios a curto e longo prazo.

**Conclusão:** Devido à falta de estudos de viabilidade *in vivo* a longo prazo, é aconselhada a sua limitação a casos de alergias a metais ou casos que requerem uma estética que não é alcançável com ligas metálicas.

**Palavras-chave:** *Peek, removable prosthesis, polyether ether ketone, metallic, dental prostheses, removable partial dentures.*



## ABSTRAT

**Introduction:** Dentistry is continuously evolving. Finding new materials that meet the requirements of both the dentist and the patient, in improving physical, mechanical, aesthetic, and economic characteristics requires studies and tests.

RPP includes acrylic and skeletal prostheses. Skeletal prostheses are usually made of Cr-Co, Cr-Ni, Ti.

**Objectives:** To assess whether a material such as PEEK can be a good substitute for these structures because it is metal-free, biocompatible, resistant to ionising radiation, chemically stable and aesthetically acceptable in colour.

**Material and Methods:** A systematic integrative literature review was conducted to investigate whether PEEK could be a potential substitute for, or improve on, existing metallic frameworks. For this purpose, a literature search was conducted in the PubMed database using the following combination of search terms: "PEEK" AND "removable prosthesis" , ((polyether ether ketone) AND (metallic)) AND (dental prostheses), (removable partial dentures) and (Peek).

**Results:** This work was based on 13 articles selected and duly analysed according to the established criteria.

**Discussion:** Through the analysis of different articles, it was analysed whether PEEK could be a structural replacement material for existing skeletal RPPs, with adequate physical and functional characteristics, as well as satisfactory short- and long-term results.

**Conclusion:** Due to the lack of long-term in vivo feasibility studies, it is advised to limit it to cases of metal allergies or cases requiring an aesthetic that is not achievable with metal alloys.

**Keywords:** *Peek, removable prosthesis, polyether ether ketone, metallic, dental prostheses, removable partial dentures*



## ÍNDICE

1.	INTRODUÇÃO .....	1
2.	OBJETIVOS E HIPÓTESES .....	3
3.	MATERIAIS E MÉTODOS .....	5
4.	RESULTADOS.....	7
5.	DISCUSSÃO .....	17
6.	CONCLUSÃO.....	21
7.	BIBLIOGRAFIA.....	23



## ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1 - Diagrama de fluxo PRISMA .....	7
Figura 2 - Distribuição do número de estudos por ano.....	8
Figura 3 – Tipos de estudos identificados.....	9

## ÍNDICE DE TABELAS

Tabela 2 – Estratégia PICOS .....	6
Tabela 3 – Tabela de Resultados.....	10



## LISTA DE ABREVIATURAS

- Al Alumínio ( *Aluminium* )
- CAD Desenho assistido por computador ( *computer-aided design* )
- CAM Produção assistida por computador ( *computer-aided manufacture* )
- Cr-Co Cromo cobalto ( *cobalt chrome* )
- Cr-Ni. Cromo níquel ( *nickel chrome* )
- N.E Não existe ou não tem lugar ( *does not exist or does not take place* )
- PEEK Poliéter-éter-cetona ( *polyether ether ketone* )
- PMMA Polímero termoplástico de monómero metilmetacrilato ( *thermoplastic monomer polymer; methylmethacrylate* )
- PPR Prótese parcial removível ( *removable partial denture* )
- Ti Titânio ( *Titanium* )



## 1. INTRODUÇÃO

A substituição de órgãos dentários ausentes ou em falência é essencial do ponto de vista da saúde geral e oral, estética e da autoconfiança. Embora atualmente existam tratamentos avançados para resolver este tipo de problema, tais como os implantes dentários ainda apresentamos algumas limitações associadas à quantidade ou qualidade óssea insuficiente, doenças sistêmicas descontroladas, distúrbios ósseos, infecções orais ativas, tabagismo, idade e falta de desenvolvimento ósseo, além de um alto custo econômico ou medo por parte do paciente para se submeter à cirurgia. Isto contribui com que as PPR ainda sejam amplamente utilizadas. Estima-se que o uso de PPR seja superior a 20% em algumas regiões dos Estados Unidos, o que nos dá indícios de que este não é um tratamento obsoleto (1).

Uma PPR (tanto acrílica como esquelética) deve cumprir uma série de requisitos, tais como: biocompatibilidade, propriedades mecânicas que permitam suportar as forças oclusais sem exercer forças que possam danificar os tecidos duros e moles e com um resultado estético aceitável. As PPR esqueléticas são compostas por: uma estrutura metálica à qual estão associados ganchos, pilares, conectores e componentes de retenção e uma parte acrílica formada pelos dentes artificiais e pelo material acrílico que os une à estrutura. A estrutura metálica fornece suporte e estabilidade, retenção, transferência de carga, resistência e durabilidade. Esta estrutura pode ser realizada em Cr-Co ou Cr-Ni e ligas metálicas de Ti, este último em menor escala, devido ao seu alto custo. No entanto, fatores como a sensação de sabor metálico, o comprometimento estético, a necessidade de mastigar melhor com próteses mais estáveis, o aumento do peso da prótese e reações alérgicas a metais levou à introdução de uma série de materiais termoplásticos na prática clínica (2–4).

O PEEK foi desenvolvido em 1978, começando a ser comercializado no início dos anos 1980 e posteriormente a ser utilizado na Medicina Dentária no final da década de 1990. Trata-se de um composto poliaromático de cadeia linear interconectada por grupos funcionais de cetona e éter, produzido através da reação de desalquilação em etapas de crescimento do bisfenolato da família poliariletercetona. As suas características tornam-no viável como material para uso estrutural das PPR: à temperatura ambiente o único solvente capaz de dissolver o PEEK é o ácido sulfúrico a 98%, é altamente resistente à radiação gama e feixe

de eletrões (permitindo a fácil esterilização), tem alta resistência química, à hidrólise, ao desgaste, à fadiga e à fluência, apresenta uma excepcional estabilidade térmica, com transição vítrea e temperaturas de fusão de 143°C e 343°C, respetivamente, também possui uma estabilidade química superior, permitindo que seja submetido a esterilizações repetidas, o seu módulo de elasticidade é menor ( $\approx 4$  GPa) em comparação com cerâmicas e metais ( $\approx 60-200$  GPa) e muito semelhante ao osso cortical, que apesar de ser menor que as ligas metálicas, possui excelentes propriedades abrasivas que seriam competitivas com as anteriores assim como boas características de carga tolerando altas temperaturas sem sofrer degradação substancial. Devido ao seu potencial alergénico extremamente baixo, raramente pode induzir respostas imunes após aplicação intraoral, sendo uma ótima solução para pacientes com alergia a componentes metálicos. Apresenta boa estabilidade dimensional e é radiotransparente, sendo compatível com raios-X. Como tem uma alta relação resistência/peso e resistência à corrosão, torna-se adequado para substituição do metal, não existindo até á data relatos de hipersensibilidade (4–10).

A versatilidade deste produto é muito favorável tanto no que diz respeito ao manuseamento como a possibilidade de obter um PEEK modificado adicionando diferentes compostos que melhoram as suas propriedades (11).

## 2. OBJETIVOS E HIPÓTESES

Esta revisão sistemática integrativa tem os seguintes objetivos:

### 2.1. Principal

Determinar a viabilidade de substituir a estrutura metálica da PPR esquelética por um material polimérico PEEK.

### 2.2. Secundários

Determinar quais as características mecânicas do material polimérico PEEK e se as mesmas são adequadas para a viabilidade da substituição da estrutura metálica de uma PPR esquelética

**Hipótese 0** - O material polimérico PEEK não tem viabilidade na substituição da estrutura metálica da PPR esquelética.

**Hipótese 1** - O material polimérico PEEK tem viabilidade na substituição da estrutura metálica da PPR esquelética.



### 3. MATERIAIS E MÉTODOS

Foi efetuada uma pesquisa bibliográfica na base de dados do *PubMed* utilizando as seguintes palavras-chave: *peek, removable prosthesis, polyether ether ketone, metallic, dental prostheses, removable partial dentures*. As combinações utilizadas foram as seguintes: *(PEEK) AND (removable prosthesis)* com um total de 66 artigos achados, *((polyether ether ketone) AND (metallic) AND (dental prostheses))* com 32 artigos e *(removable partial )dentures) and (Peek)* com 54 artigos.

A realização desta revisão sistemática integrativa baseou-se no fim em 13 artigos selecionados sobre o tema, devidamente analisados de acordo com os seguintes critérios:

#### Critérios de inclusão:

Os critérios de inclusão foram artigos escritos em inglês publicados nos últimos 10 anos, com texto completo disponível de modo a reunir todos os ensaios clínicos, relatório de casos, estudos prospetivos e retrospectivos relacionados com o tema desta revisão, artigos que descreviam a PPR esquelético e o PEEK utilizados na sua estrutura e em peças como ganchos.

#### Critérios de exclusão:

São excluídos desta revisão sistemática integrativa artigos não relacionados com o tema principal, publicados há mais de 11 anos e sem resumo e texto completo, artigos de revisão, revisões sistemáticas e meta-análise. Assim como artigos que falassem de outros tipos de reabilitações que não a mencionada nos critérios de incluso.

Como ponto de partida para esta revisão, uma questão foi colocada baseada na estratégia PICOS "*Population, Intervention, Comparison, Outcomes and Study desing*":

“Em indivíduos desdentados, é possível substituir a PPR tradicional ( fabricada em Cr-Co , Ti) por uma prótese parcial removível com uma estrutura fabricada em PEEK ?”

<b>População</b>	Indivíduos que necessitam de substituir órgão dentários ou preencher espaços edêntulos presentes na cavidade oral
<b>Intervenção</b>	Próteses parciais removíveis fabricadas com PEEK
<b>Comparação</b>	Próteses parciais removíveis esqueléticas fabricadas com Cr-Co, Ti
<b>Desfecho</b>	Possibilidade de substituição das ligas metálicas de Cr-Co e Ti por PEEK
<b>Desenho do estudo</b>	Estudos prospetivos, retrospectivos e ensaios clínicos

Tabela 1 – Estratégia PICOS

Relativamente à seleção de artigos, primeiro foi realizada uma pesquisa avançada utilizando as palavras-chave na base de dados *PubMed* com diferentes combinações. Numa segunda fase, os estudos potencialmente elegíveis, que cumpriam os critérios de inclusão, foram lidos na totalidade e avaliados quanto à sua elegibilidade. Além disso, foram acrescentados artigos que tinham sido encontrados referenciados nas leituras, por terem sido considerados interessantes para a introdução deste trabalho. Finalmente, foi concluída a avaliação completa dos artigos. Os dados utilizados na discussão foram extraídos e organizados em forma de tabela (Autor/Ano, Objetivo, Tipo de estudo e duração, Intervenção, Amostra, Vantagens, Desvantagens, Conclusão) (**Tabela 2**).

## 4. RESULTADOS

A pesquisa bibliográfica identificou um total de 152 artigos na base de dados *PubMed*. Após a leitura dos títulos e resumo, 108 artigos foram excluídos por leitura do título. Os restantes 44 artigos foram analisados pelo *abstract* e foram excluídos 13 artigos. Os restantes 31 artigos foram selecionados através da leitura de texto completo, dos quais foram excluídos 18 por não se adequarem ao tema obtendo um total de 13 artigos, aos quais foram acrescentados em 9 artigos interessantes referenciados após a leitura dos artigos selecionados. No final da seleção, 13 artigos foram incluídos na presente revisão sistemática integrativa (Figura 1).

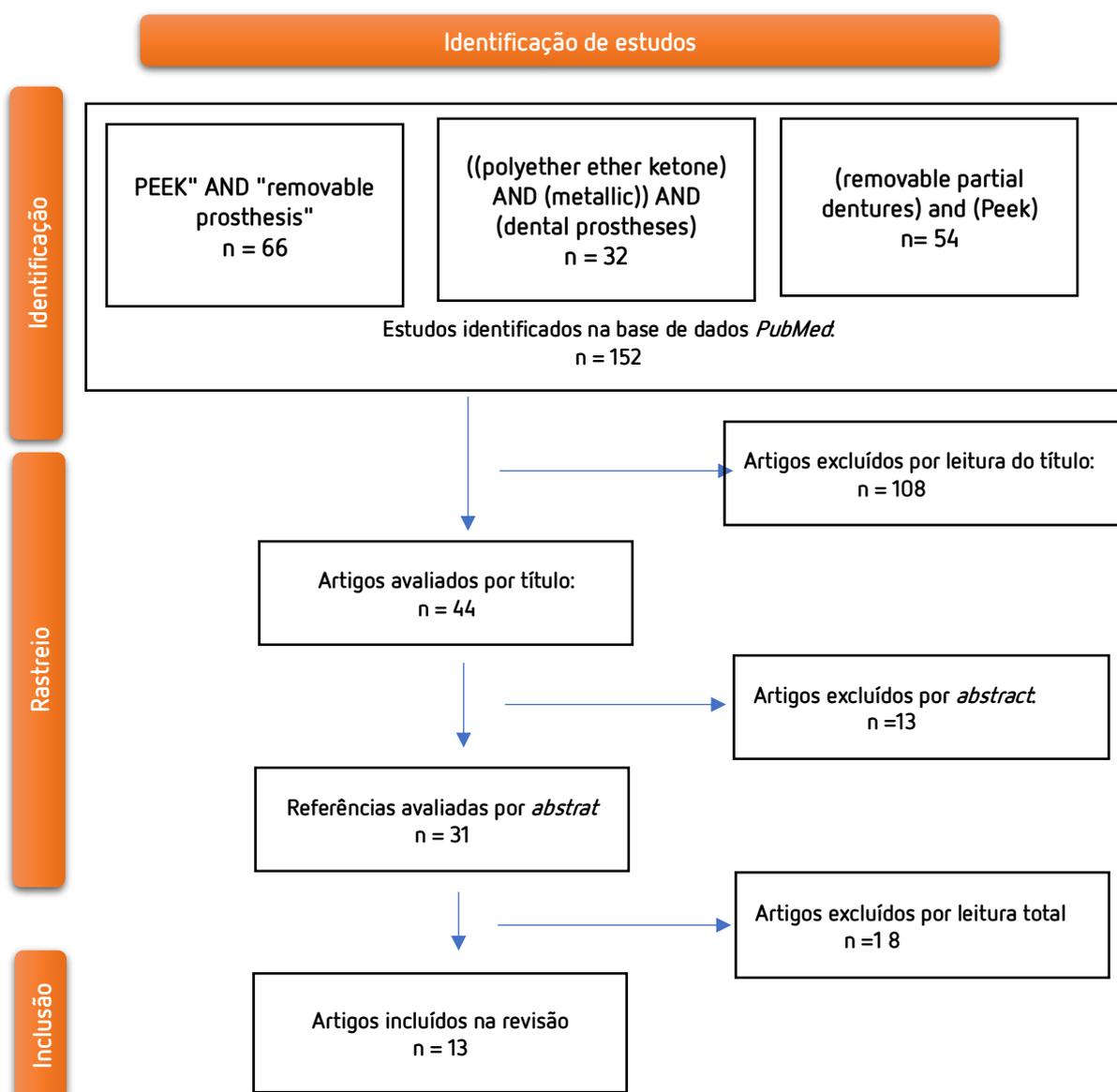


Figura 1 - Diagrama de fluxo PRISMA

Relativamente ao período de publicação, os anos de 2019 e 2022 registaram maior número de artigos sobre o tema em questão, num total de 5 e 2 artigos em cada um destes anos respetivamente. Os anos 2012, 2016, 2018, 2020, 2021 e 2023 apresentaram cada um deles 1 artigo. Nos anos 2013, 2014, 2015 e 2017 não foram identificadas publicações. A figura 2 mostra a distribuição relativamente aos anos de publicação.

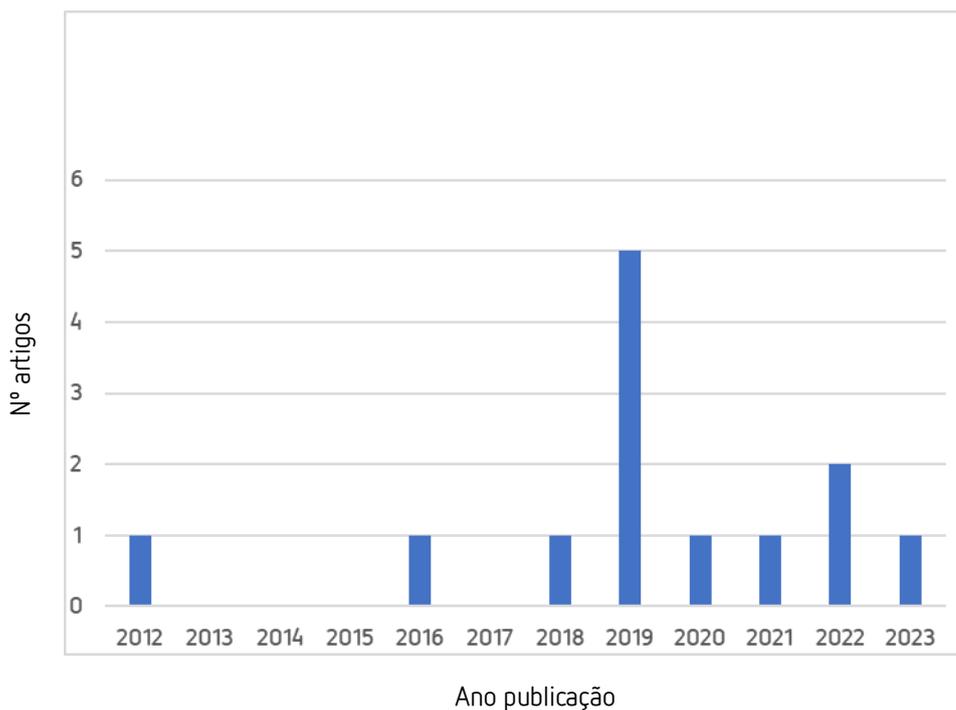


Figura 2 - Distribuição do número de estudos por ano

Quanto ao tipo de estudos dos artigos avaliados, 6 são estudos *in vitro* (46,15%) e 7 são estudos *in vivo* (53,85%) (Figura 3).

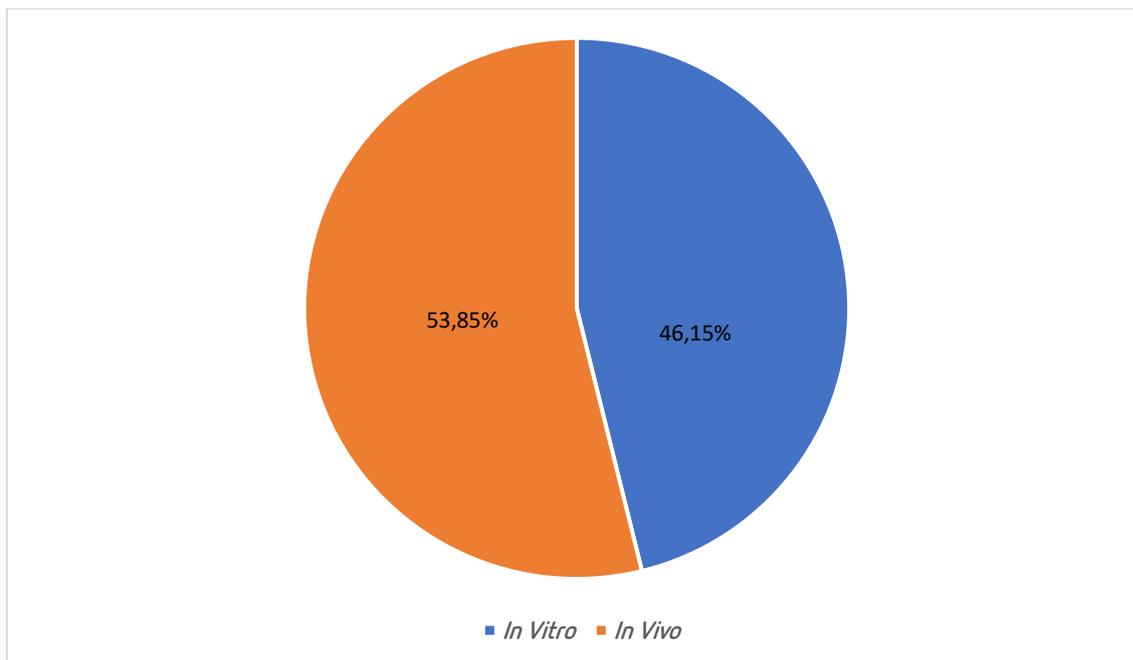


Figura 3 – Tipos de estudos identificados

Dos 22 artigos 13 artigos foram utilizados na discussão dos quais os resultados mais pertinentes, encontrados em cada estudo foram extraídos e subsequentemente organizados numa tabela de forma a proporcionar uma análise mais simplificada (**Tabela 2**).

Tabela 2 – Tabela de Resultados

Autores e ano	Objetivo	Tipo de estudo e duração	Intervenção	Amostra	Vantagens do PEEK	Desvantagens do PEEK	Conclusões
Chen X <i>et al.</i> , 2019 (12)	Comparar por análise tridimensional a função mecânica de 3 PPR: Cr-Co, Ti e PEEK.	Estudo <i>in vivo</i>	Paciente de 53 anos, classe I de Kennedy	4 <i>designs</i> de estruturas de próteses diferentes, Materiais: CoCr, liga Ti-6Al-4V e PEEK	O PEEK tem a tensão máxima de von Mises mais baixa no ligamento periodontal	O PEEK tem o deslocamento máximo da extremidade livre sob força mastigatória que não favorece a estabilidade da prótese e a tensão máxima de Von Mises na mucosa	O PEEK apresenta uma dispersão mais uniforme da força mastigatória assim como um maior deslocamento na extremidade livre. O PEEK é adequado em pacientes periodontais e deve-se ter cautela no uso de PEEK em próteses com extremidades livres.
Ding L <i>et al.</i> , 2021 (13)	Avaliar a cor e desempenho mecânico de compostos PEEK com adição de dióxido de titânio (TiO <sub>2</sub> ) e óxido férrico (Fe <sub>2</sub> O <sub>3</sub> ) impressos em 3D	Estudo <i>in vitro</i>	Adição ao PEEK de dióxido de titânio (TiO <sub>2</sub> ) e óxido férrico (Fe <sub>2</sub> O <sub>3</sub> )	As amostras de PEEK duotônico com diferentes orientações interfaciais foram impressas utilizando filamentos de PEEK de duas cores por meio de um bucal duplo. Foram feitas 3 amostras em filamentos brancos, 3 amostras em filamentos cor-de-rosa e depois foram utilizadas 5 amostras de cada	As diferenças de cor entre os compósitos PEEK desenvolvidos conseguiram uma maior aproximação às guias de cor em comparação com o PEEK puro e tinham módulos de tração e flexão próximos dos da dentina.	Existem atualmente muito poucos materiais PEEK comerciais disponíveis para moldagem e fresagem, em tonalidades inestéticas que não são adequadas para a impressão 3D dentária.	O PEEK apresenta grande potencial no uso da Medicina Dentária pois poderá ser modificado para cores semelhantes a gengiva e dente com módulos de tração e flexão próximos dos da dentina. O estudo mostra um futuro promissor, mas ainda é necessária mais investigação para proporcionar mais variedade com diferentes teores de carga e melhor a estética.

Autores e ano	Objetivo	Tipo de estudo e duração	Intervenção	Amostra	Vantagens do PEEK	Desvantagens do PEEK	Conclusões
Elsayed <i>et al.</i> , 2022  (14)	Avaliar a resistência mecânica do PEEK reforçado com cargas cerâmicas em comparação com o Cr-Co	Estudo <i>In vitro</i>	Uma mandíbula edêntula com ausência bilateral do segundo pré-molar, primeiro e segundo molar.	12 amostras de próteses parciais removíveis divididas em 6 PEEK e 6 de Cr-Co e cada um dos dois grupos foram subdivididos igualmente em dois subgrupos (consoante a presença ou ausência de armazenamento de água).	No ensaio de resistência à fratura, a maior parte deste PEEK modificado não apresentou uma fratura completa. Na deteção de Al e Ti nas amostras de água, o efeito do armazenamento da água não foi estatisticamente diferente entre os grupos.	No ensaio de resistência à fratura, a maior parte deste PEEK modificado apresentou deformação até à extensão total. O PEEK sofre uma deformação permanente durante a mastigação e em comparação com o Cr-Co, não teria força suficiente para resistir às forças de mastigação. Foi encontrado no Al na água de armazenamento de PEEK, provavelmente relacionado com a lixiviação de aglomerados de cargas cerâmicas, a presença de Al pode expor o doente a riscos	Este PEEK reforçado não deve substituir mecanicamente o Cr-Co São necessários mais estudos, tanto para avaliar mais compostos como para avaliar as propriedades mecânicas e de biodegradação deste composto, tais como a taxa de lixiviação.
Khalib <i>et al.</i> , 2020  (15)	Avaliação da adequação e retenção das PPR PEEK Classe I mandibulares de Kennedy	Estudo <i>In vitro</i>	6 doentes com classe Kennedy I	6 pacientes 2 PPR em PEEK fabricadas por CAD-CAM e moldagem por injeção	Os participantes aceitaram a utilização de PEEK nas suas próteses. A técnica de moldagem por injeção resultou num melhor ajuste e numa melhor retenção do que o CAD-CAM	N.E	Trata-se de um estudo de curta duração e, por conseguinte, limitado

Autores e ano	Objetivo	Tipo de estudo e duração	Intervenção	Amostra	Vantagens do PEEK	Desvantagens do PEEK	Conclusões
Harb <i>et al.</i> , 2019 (3)	Avaliar uma PPR realizada com PEEK por CAD-CAM	Estudo <i>In vivo</i>	Paciente com 53 anos de idade	1 PPR em PEEK fabricada por CAD-CAM, classe I de Kennedy	Aumento da funcionalidade. Maior biocompatibilidade, elasticidade e durabilidade. Sem sabor metálico Mais económico e com melhor resultado estético	N.E	Paciente satisfeito, retenção do aparelho e estabilidade aceitável O PEEK usado em PPR poderá ser uma alternativa útil na classe Kennedy I
Wu <i>et al.</i> , 2022 (16)	Avaliação de PPR realizada com PEEK em paciente com classe IV de Kennedy	Estudo <i>in vivo</i> 11 meses	Paciente do sexo feminino de 53 anos com altos requisitos estéticos que não tolera sabor metálico	1 PPR em PEEK	Ao utilizar um fabrico 3D de uma prótese, a montagem foi mais rápida e mais cómoda. aos 11 meses, revelou uma boa retenção, sem roturas e com um bom ajuste. Prótese mais estética Sem sabor metálico	Parece ter-se perdido algum do brilho das superfícies que eram mais brilhantes na estrutura	Paciente muito satisfeita que atribuiu uma classificação de 8 em 10. Para consolidar estes dados, será necessário prosseguir o controlo durante um período de tempo mais longo
Zoidis P <i>et al.</i> , 2016 (11)	Avaliar uma PPR realizada em PEEK com extensão distal	Estudo <i>In vivo</i>	Paciente com 70 anos	1PPR em PEEK com dentes de próteses acrílicos convencionais e bases de resina Termo acrílica.	Cor branca Ausência de asbor metálico Menor peso Biocompatível Flexibilidade similar ao osso	Desconhecimento com relação a manchas e estabilidade da cor	A paciente ficou satisfeita com o peso, a cor e definiu a mastigação como sendo mais suave. Embora todas as propriedades deste material apontem para a sua viabilidade para este procedimento, há uma falta de provas estabelecidas, sendo necessárias mais provas científicas a longo

Autores e ano	Objetivo	Tipo de estudo e duração	Intervenção	Amostra	Vantagens do PEEK	Desvantagens do PEEK	Conclusões
							prazo para o estabelecer como um bom substituto
Nariman <i>et al.</i> , 2019 (17)	Avaliação da exatidão da adaptação de PPR realizada em PEEK e Cr-Co realizada por 2 métodos: CAD-CAM e tradicional	Estudo <i>In vitro</i>	10 doentes com classe I de Kennedy.	5 pacientes com PPR em Cr-Co fundido e 5 pacientes com PPR em PEEK fresado.	As estruturas feitas de CR-Co eram mais pesadas do que as de Peek. As estruturas fresadas apresentam texturas de superfície superiores. As texturas de superfície das estruturas PEEK eram de melhor qualidade	N.E	É importante notar que como o método de fabrico é diferente, estes resultados não podem ser generalizados a todas as PPR de Cr-Co e PEEK
Hannel <i>et al.</i> , 2018 (18)	Relatório clínico de um tratamento de restauração utilizando uma prótese dentária provisória em PEEK.	Estudo <i>In vivo</i>	Mulher de 76 anos para reabilitação da arcada superior com aumento da dimensão vertical	Prótese dentária removível com coroa dupla retida em estrutura PEEK	A reabilitação é esteticamente agradável e cumpre a sua função	Será uma restauração provisória até que sejam obtidas provas científicas que justifiquem este tratamento	De momento, este tratamento não pode ser utilizado por via sistémica até à realização de novos estudos
Turagam <i>et al.</i> , 2019 (19)	Avaliação dos ganchos em PPR PEEK em comparação com CR-Co	Estudo <i>In vivo</i>	Paciente de 22 anos classe II Kennedy	PPR classe II Kennedy com estrutura acrílica e ganchos em PEEK	Os ganchos PEEK podem ser utilizados em cortes maiores e mais profundos do que o recomendado para o Cr-Co. Vantagens estéticas resina com elevada resistência ao	N.E	Tratamento simples e eficaz com elevada satisfação dos doentes

Autores e ano	Objetivo	Tipo de estudo e duração	Intervenção	Amostra	Vantagens do PEEK	Desvantagens do PEEK	Conclusões
					impacto e elevada resistência aos solventes orgânicos		
Tannous <i>et al.</i> , 2012 (20)	Avaliar a força de retenção de fechos fabricados a partir de três resinas termoplásticas e da liga de Cr-Co através do teste de inserção/remoção simulando 10 anos de utilização	Estudo <i>In vitro</i>	Fabricação de ganchos em coroas metálicas padronizadas de pré-molares	Foram fabricados 112 ganchos incluindo 16 de Cr-Co (1,0 mm de espessura) e 32 (1,0 ou 1,5 mm de espessura) de cada uma das seguintes resinas termoplásticas: PEEK, poliéter-cetão-cetão e polioximetileno	Os ganchos de resina com 1,5 mm de espessura apresentaram maior retenção (4,9-9,1 N) do que os ganchos com 1,0 mm de espessura. Os ganchos de resina termoplástica mantiveram a retenção ao longo de 15.000 ciclos de união e separação	Os ganchos de resina de ambas as dimensões apresentaram uma força de retenção significativamente inferior à dos ganchos de Cr-Co	A retenção de ganchos de resina adequadamente concebidos poderá ser suficiente para utilização clínica
Ichikawa <i>et al.</i> , 20019 (21)	Avaliação de 2 anos de um gancho PPR feito de PEEK	Estudo <i>In vivo</i> 2 anos	Mulher 84 anos com PPR mandibular	PPR acrílico com gancho em PEEK	Aos 2 anos, os ganchos PEEK apresentavam poucas alterações na cor e uma textura semelhante à inicial, com um bom ajuste. Não surgiram problemas periodontais ou oclusais. O paciente mostrou-se satisfeito com o tratamento. E com a cor a pesar de não	O facto de o gancho estar mais próximo da zona cervical implica a necessidade de um controlo mais regular da gengiva. O coeficiente de elasticidade do PEEK é inferior ao do Cr-Co, o que exigirá um aumento da espessura e da largura. Dificuldade de polimento e de regulação da capacidade de retenção	O resultado é satisfatório, mas o período de observação é insuficiente e será necessário, no futuro, normalizar os processos para a sua elaboração

Autores e ano	Objetivo	Tipo de estudo e duração	Intervenção	Amostra	Vantagens do PEEK	Desvantagens do PEEK	Conclusões
					<p>serem exatamente o mesmo</p> <p>O processamento do fecho PEEK permite uma maior proximidade à cervical</p>		
<p>Vaddmanu <i>et al.</i>, 2023 (22)</p>	<p>Comparação da deformação e da força de retenção dos ganchos de Cr-Co e PEEK.</p>	<p>Estudo <i>In vitro</i></p>	<p>Segundo molar superior num modelo de gesso dentário</p>	<p>42 ganchos de superfície 14 Cr-Co e 28 PEEK divididos em 2 grupos com rebaiços de gancho de 0,25 mm e 0,5 mm. Com espessuras de 1 mm e 1,5 mm. Sujeitos a 360 ciclos</p>	<p>Os ganchos PEEK apresentaram menos deformação do que os ganchos Cr-Co</p>	<p>A força de retenção inicial média mais elevada e a força de retenção final média mais elevada foi a do Cr-Co com um rebaiço de 0,5 mm e a mais baixa foi a do PEEK com 0,25 mm</p>	<p>Embora as forças de retenção nos ganchos PEEK fossem mais baixas, eram bastante próximas e como mostraram menos deformação do que os ganchos Cr-Co, sugere-se a sua utilização como ganchos estéticos de PPR</p>



## 5. DISCUSSÃO

Chen *et al.*, realizaram um estudo comparativo de 3 PPR: Ti, Cr-Co e PEEK, através de uma análise tridimensional, na tentativa de fazer uma comparação em termos de distribuição de tensões nos tecidos orais e no deslocamento das forças mastigatórias. A partir da análise de todos os dados obtidos, puderam deduzir que em pacientes com comprometimento periodontal o PEEK seria o material mais adequado, porém, em casos de próteses com extremos livres, o deslocamento destas é maior, o que poderia causar instabilidade da prótese e até mesmo dor. (12)

Num estudo, Ding e seus colaboradores analisaram diferentes PEEKs com cores mais próximas dos dentes e gengivas através de aditivos (dióxido de titânio e óxido férrico). Através de procedimentos de impressão 3D, pretendiam avaliar a viabilidade de obter uma única prótese de PEEK sem interface de ligação. Para tal, realizaram uma série de amostras de material duotônico e submeteram-nas a ensaios mecânicos, obtendo alguns resultados com potencial para o futuro. (13)

Elsayed *et al.*, adicionaram cargas cerâmicas ao PEEK para avaliar a sua resistência mecânica em comparação com o Cr-Co. Os estudos mostraram que este PEEK modificado nos testes de resistência à fratura não apresentava uma fratura completa, mas sim uma deformação até à extensão total, sofreria uma deformação permanente durante a mastigação e, em comparação com o Cr-Co, não teria força suficiente para resistir às forças de mordida. Por conseguinte, foi determinado que este tipo de PEEK não poderia substituir mecanicamente o Cr-Co, pelo que serão necessários mais estudos e o desenvolvimento de mais compósitos para o avaliar. (14)

Khalib *et al.* avaliaram em 6 pacientes a estrutura de uma PPR feita por CAD-CAM e por métodos de injeção, numa tentativa de determinar se tinham uma retenção adequada, tendo como resultado que o método de injeção foi o que melhor se adaptou e os pacientes ficaram satisfeitos com o tratamento. No entanto, afirmaram que, embora os resultados fossem bons, o estudo foi de curta duração e, portanto, limitado. (15)

Harb e colegas confeccionaram uma prótese com estrutura de PEEK fresada com CAD-CAM e dentes de acrílico numa paciente com Kennedy classe I, obtendo uma prótese com

resultado estético que alcançou a satisfação da paciente. A paciente decidira fazer este tratamento em detrimento de outros porque a reabilitação por implantes lhe causava medo e tinha um elevado custo e rejeitava um PPR metálica convencional devido à estética. Em conclusão, perante este relato ficou determinado que PEEK fresado poderia ser um material estrutural alternativo para pacientes Kennedy Classe I. (3)

Wu e seus colegas usaram a tecnologia CAD-CAM para fabricar uma PPR unida a uma estrutura PEEK fresada a uma dentição PMMA personalizada com pinos. Apesar de ser um estudo de 2 anos com uma avaliação de 11 meses, observaram que há boa retenção dos ganchos sem quebra e uma leve perda de brilho nas áreas de alto brilho, chegando a uma conclusão semelhante à de Zoidis *et al.*, afirmando que faltam estudos de longo prazo que avaliem o comportamento clínico para determinar se o seu funcionamento sob *stress* e fadiga é aceitável. Isto juntamente com a falta de pesquisas relacionadas a armações (tamanho e tipo de armação), também limita o uso a casos excepcionais, tais como: alergias a metais ou altas exigências estéticas. Os autores também apontam inconvenientes, como o fato de que os elementos de retenção não podem ser ajustados como ocorreria em ligas metálicas, o custo mais alto que implicaria o uso de um método de fabricação CAD-CAM e a diferença de tonalidade da cor branca em relação ao dente natural. Portanto, concluíram que é necessário um acompanhamento a longo prazo. (7, 16)

Zoidis *et al.*, descrevem PEEK como uma alternativa às ligas de Cr-Co tradicionais devido às propriedades mencionadas acima. Enumeram a alta satisfação do paciente em relação à estética, retenção adequada e conforto da prótese. Os ganchos de PEEK, devido à sua elasticidade, podem reduzir as tensões e o torque distal a que os dentes pilares são submetidos. Considera-os aconselháveis em pacientes com comprometimento periodontal, pois teriam valores de tensão menores que as ligas metálicas de Cr-Co e Ti, embora este mesmo estudo tenha determinado que essas estruturas causariam maior *stress* na mucosa e um possível deslocamento das extremidades livres, podendo causar reabsorção óssea, dor e até quebra da prótese, além de mastigação inadequada devido ao uso criterioso desse material. Determinam também que embora os ganchos tenham uma força de retenção menor, esta seria suficiente desde que fossem cortes inferiores a 0,5 mm. Relativamente ao processo de fabrico, em ambos os processos, fresagem e impressão, obtêm-se valores

aceitáveis, sendo a fresagem os de maior precisão e encaixe, superando os do metal fundido. (11)

Nariman *et al.*, avaliaram a exatidão da adaptação de PPR feitas de PEEK fresado e Cr-Co fundido a partir de próteses de pacientes da Classe I de Kennedy. As estruturas de Cr-Co eram mais pesadas, enquanto as estruturas de PEEK tinham superfícies mais texturadas, o que resultava numa melhor qualidade, bem como num método mais económico com um melhor resultado estético. Os autores ressaltam que os processos de fabrico foram diferentes, pelo que estes resultados não podem ser generalizados a todos os processos. (17)

Hahnel *et al.*, num estudo *in vivo* realizaram uma prótese provisória removível com uma estrutura de PEEK apoiada em dentes pilares, embora não seja uma PPR convencional, serve para avaliar o comportamento deste material. O resultado foi uma reabilitação esteticamente agradável e que cumpriu a sua função, mas é um tratamento provisório que não pode ser utilizado sistematicamente até que um maior número de estudos tenha sido realizado. (18)

Turagam *et al.*, efetuaram uma avaliação *in vivo* de ganchos de PPR, comparando ganchos de Cr-Co e PEEK. O resultado obtido foi que os ganchos de PEEK podem ser utilizados em cortes maiores e mais profundos do que os ganchos de Cr-Co, tendo uma elevada resistência ao impacto e aos solventes orgânicos. Destacam as suas vantagens estéticas e o facto de ser um processo simples e eficaz com elevada satisfação do paciente. (19)

Tannous *et al.*, avaliaram *in vitro* a força de retenção de vários ganchos feitos de 3 resinas diferentes em comparação com os ganchos Cr-Co numa simulação de 10 anos. Verificaram que os ganchos de resina tinham uma força de retenção significativamente inferior à dos ganchos Cr-Co, mas determinaram que, se estes ganchos de resina forem corretamente concebidos, podem ser suficientes para utilização clínica. (20)

Ichikawa *et al.*, efetuaram um acompanhamento de 2 anos de uma PPR convencional realizada com ganchos PEEK. Durante este período, os ganchos apresentaram boa adaptação, poucas alterações de cor e mantiveram uma textura semelhante à inicial. O processamento dos ganchos permite uma maior aproximação cervical o que implica um controle mais regular da gengiva nessas áreas, porém o paciente não apresentou problemas

periodontais ou oclusais demonstrando grande satisfação com o tratamento, embora como o PEEK tem um coeficiente de elasticidade menor que o Cr-Co, os ganchos deveriam ser mais espessos e longos, apresentando maior dificuldade de polimento e capacidade de retenção. Apesar dos bons resultados, o período de observação é insuficiente e seria necessário uniformizar os processos de fabrico no futuro. (21)

Vaddamanu *et al.*, efetuaram também um estudo comparativo *in vitro* da deformação e da força de retenção dos ganchos em Cr-Co e PEEK: os ganchos em PEEK apresentaram menos deformação do que os ganchos em Cr-Co, enquanto estes últimos apresentaram uma força de retenção mais elevada, tanto na linha de base como após 360 ciclos. Embora estas diferenças tenham sido obtidas, este estudo sugere a utilização de ganchos estéticos em PEEK, uma vez que as diferenças foram bastante próximas. (22)

## 6. CONCLUSÃO

De todos os dados obtidos nesta revisão sistemática integrativa, a fim de avaliar se é possível substituir PPR de esqueleto metálico por um PPR em PEEK com a mesma funcionalidade. Podemos afirmar que uma PPR realizada com PEEK possui qualidades físico-mecânicas que podem torná-lo um material com potencial para substituir uma estrutura metálica convencional. No entanto, dado que estas características físico-mecânicas foram determinadas em testes *in vitro* e não haver estudos que demonstrem evidências clínicas a longo prazo, proporciona a que a sua utilização seja mais conservadora: limitando a sua utilização para casos de alergias a metais ou casos que requerem uma estética que não é alcançável com ligas metálicas. Assim sendo, são necessários mais estudos a longo prazo para mostrar evidências clínicas que permitam validar esta opção.



## 7. BIBLIOGRAFIA

1. Fueki K, Ohkubo C, Yatabe M, Arakawa I, Arita M, Ino S, et al. Clinical application of removable partial dentures using thermoplastic resin-part I: definition and indication of non-metal clasp dentures. *J Prosthodont Res.* 2014 Jan;58(1):3–10.
2. Chen X, Mao B, Zhu Z, Yu J, Lu Y, Zhang Q, et al. A three-dimensional finite element analysis of mechanical function for 4 removable partial denture designs with 3 framework materials: CoCr, Ti-6Al-4V alloy and PEEK. *Sci Rep.* 2019 Dec 1;9(1).
3. Harb IE, Abdel-Khalek EA, Hegazy SA. CAD/CAM Constructed Poly(etheretherketone) (PEEK) Framework of Kennedy Class I Removable Partial Denture: A Clinical Report. *J Prosthodont.* 2019 Feb 1;28(2):e595–8.
4. Najeeb S, Zafar MS, Khurshid Z, Siddiqui F. Applications of polyetheretherketone (PEEK) in oral implantology and prosthodontics. *J Prosthodont Res.* 2016 Jan 1;60(1):12–9.
5. Heboyan A, Zafar MS, Karobari MI, Tribst JPM. Insights into Polymeric Materials for Prosthodontics and Dental Implantology. *Materials (Basel).* 2022 Aug 1;15(15).
6. Agustín-Panadero R, Serra-Pastor B, Roig-Vanaclocha A, Román-Rodríguez JL, Fons-Font A. Mechanical behavior of provisional implant prosthetic abutments. *Med Oral Patol Oral Cir Bucal.* 2015 Jan 1;20(1):e94–102.
7. Wu Q, Zhang N, Dong B, Sun M, Yang X, Yu H. Esthetic rehabilitation for a Kennedy Class IV patient using detachable 3D printing diagnostic denture and removable partial denture with polyetheretherketone framework. *Heliyon.* 2022 Oct 1;8(10).
8. Manoukian OS, Sardashti N, Stedman T, Gailiunas K, Ojha A, Penalosa A, et al. Biomaterials for Tissue Engineering and Regenerative Medicine. *Encyclopedia of Biomedical Engineering.* 2019 Jan 1;1–3:462–82.
9. Harb IE, Abdel-Khalek EA, Hegazy SA. CAD/CAM Constructed Poly(etheretherketone) (PEEK) Framework of Kennedy Class I Removable Partial Denture: A Clinical Report. *J Prosthodont.* 2019 Feb 1;28(2):e595–8.
10. Luo C, Liu Y, Peng B, Chen M, Liu Z, Li Z, et al. PEEK for Oral Applications: Recent Advances in Mechanical and Adhesive Properties. *Polymers (Basel).* 2023 Jan 1;15(2). Available from: <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/36679266/>
11. Zoidis P, Papathanasiou I, Polyzois G. The Use of a Modified Poly-Ether-Ether-Ketone (PEEK) as an Alternative Framework Material for Removable Dental Prostheses. A Clinical Report. *J Prosthodont.* 2016 Oct 1;25(7):580–4.
12. Chen X, Mao B, Zhu Z, Yu J, Lu Y, Zhang Q, et al. A three-dimensional finite element analysis of mechanical function for 4 removable partial denture designs with 3 framework materials: CoCr, Ti-6Al-4V alloy and PEEK. *Sci Rep.* 2019 Dec 1;9(1).
13. Ding L, Lu W, Zhang J, Yang C, Wu G. Preparation and Performance Evaluation of Duotone 3D-Printed Polyetheretherketone as Oral Prosthetic Materials: A Proof-of-Concept Study. *Polymers (Basel).* 2021 Jun 2;13(12).
14. Elsayed S, Sherief DI, Selim MM, Alian GA. Strength of Polyether Ether Ketone Composite as a Major Connector Material for Removable Partial Dentures. *J Med Sci.* 2022 Mar 21;10(D):229–37.
15. Khalid Abograra Ahmad ShabanFatma MahannaFatma MahannaNesreen El MekawyNesreen El Mekawy. Evaluation of Mandibular Kennedy Class I Poly-Ether-

- Ether ketone Removable Partial Denture Fabricated by Various Techniques [Internet]. 2020 [cited 2023 Jun 11].
16. Wu Q, Zhang N, Dong B, Sun M, Yang X, Yu H. Esthetic rehabilitation for a Kennedy Class IV patient using detachable 3D printing diagnostic denture and removable partial denture with polyetheretherketone framework. *Heliyon*. 2022 Oct 1;8(10).
  17. Nariman Yasen MarakaAlaa'A SalloumAlaa'A SalloumMamdouh Almohareb. (PDF) Estudio comparativo entre marcos de dentaduras postizas parciales extraíbles fabricados con PEEK y con aleación de Co-Cr: estudio clínico [Internet]. 2021 [cited 2023 Jun 10].
  18. Hahnel S, Scherl C, Rosentritt M. Interim rehabilitation of occlusal vertical dimension using a double-crown-retained removable dental prosthesis with polyetheretherketone framework. *J Prosthet Dent*. 2018 Mar 1;119(3):315–8.
  19. Turagam N, Mudrakola DP, Yelamanchi RS, Deepthi M, Natarajan M. Esthetic clasp cast partial denture. *J Int Soc Prev Community Dent*. 2019 Jan 1;9(1):94–8.
  20. Tannous F, Steiner M, Shahin R, Kern M. Retentive forces and fatigue resistance of thermoplastic resin clasps. *Dental Materials*. 2012 Mar 1;28(3):273–8.
  21. Ichikawa T, Kurahashi K, Liu L, Matsuda T, Ishida Y. Use of a polyetheretherketone clasp retainer for removable partial denture: A case report. *Dent J (Basel)*. 2019 Mar 1;7(1).
  22. Vaddamanu SK, Alhamoudi FH, Chaturvedi S, Alqahtani NM, Addas MK, Alfarsi M Al, et al. Retentive Forces and Deformation of Fitting Surface in RPD Clasp Made of Polyether-Ether-Ketone (PEEK). *Polymers (Basel)*. 2023 Feb 1;15(4).