

**UNIVERSIDADE FEDERAL DE JUIZ DE FORA
CAMPUS GOVERNADOR VALADARES
INSTITUTO DE CIÊNCIAS DA VIDA
DEPARTAMENTO DE ODONTOLOGIA**

Matheus Aguiar Silva

**Utilização do poli-éter-éter-cetona (“PEEK”) para infraestruturas de prótese
parcial removível: uma revisão de literatura**

Governador Valadares

2023

Matheus Aguiar Silva

**Utilização do poli-éter-éter-cetona (“PEEK”) para infraestruturas de prótese
parcial removível: uma revisão de literatura**

Trabalho de conclusão de curso apresentado ao Departamento de Odontologia, do Instituto de Ciências da Vida, da Universidade Federal de Juiz de Fora, Campus Governador Valadares, como requisito parcial à obtenção do grau de bacharel em Odontologia.

Orientador(a): Prof. Dr. Cleidiel Aparecido Araújo Lemos

Governador Valadares

2023

Silva, Matheus Aguiar.

Utilização do poli-éter-éter-cetona ("PEEK") para infraestruturas de prótese parcial removível : uma revisão de literatura / Matheus Aguiar Silva. -- 2023.

27 f.

Orientador: Cleidiel Aparecido Araújo Lemos

Trabalho de Conclusão de Curso (graduação) - Universidade Federal de Juiz de Fora, Campus Avançado de Governador Valadares, Instituto de Ciências da Vida - ICV, 2023.

1. Poli-éter-éter-cetona. 2. Prótese parcial removível. 3. Estrutura.
I. Lemos, Cleidiel Aparecido Araújo, orient. II. Título.



MINISTÉRIO DA EDUCAÇÃO
UNIVERSIDADE FEDERAL DE JUIZ DE FORA

Matheus Aguiar Silva

Utilização do poli-éter-éter-cetona ("PEEK") para infraestruturas de prótese parcial removível: uma revisão de literatura

Trabalho de conclusão de curso apresentado ao Departamento de Odontologia, do Instituto de Ciências da Vida, da Universidade Federal de Juiz de Fora, Campus Governador Valadares, como requisito parcial à obtenção do grau de bacharel em Odontologia.

Aprovada em 22 de Junho de 2023.

BANCA EXAMINADORA

Cleidiel Aparecido Araújo Lemos – Orientador(a)
Universidade Federal de Juiz de Fora, Campus Governador Valadares

Prof. Dr. Jean Soares Miranda
Universidade Federal de Juiz de Fora, Campus Governador Valadares

Dr. Rodrigo Furtado de Carvalho
Universidade Federal de Juiz de Fora, Campus Governador Valadares



Documento assinado eletronicamente por **Cleidiel Aparecido Araujo Lemos, Professor(a)**, em 22/06/2023, às 14:49, conforme horário oficial de Brasília, com fundamento no § 3º do art. 4º do [Decreto nº 10.543, de 13 de novembro de 2020](#).



Documento assinado eletronicamente por **Jean Soares Miranda, Professor(a)**, em 22/06/2023, às 17:59, conforme horário oficial de Brasília, com fundamento no § 3º do art. 4º do [Decreto nº 10.543, de 13 de novembro de 2020](#).



Documento assinado eletronicamente por **Rodrigo Furtado de Carvalho, Professor(a)**, em 22/06/2023, às 20:05, conforme horário oficial de Brasília, com fundamento no § 3º do art. 4º do [Decreto nº 10.543, de 13 de novembro de 2020](#).



A autenticidade deste documento pode ser conferida no Portal do SEI-Ufjf (www2.ufjf.br/SEI) através do ícone Conferência de Documentos, informando o código verificador **1332023** e o código CRC **0256490A**.

Dedico este trabalho primeiramente à minha família, por ser meu alicerce, e sempre estar ao meu lado nos momentos mais difíceis, por não me deixar desanimar e por me permitir enxergar que sou capaz de tudo. Aos meus amigos que fizeram parte deste ciclo, e que ajudaram a tornar tudo isso muito mais leve e prazeroso.

AGRADECIMENTOS

Agradeço em primeiro lugar a Deus, que me permitiu chegar até aqui, não me deixando desanimar e que fez com que meus objetivos fossem alcançados.

A minha família, que sempre fizeram de tudo para me dar o melhor possível. Por sempre me amparar, me dar forças, e por sempre acreditarem em mim.

Aos meus amigos, que nos momentos difíceis, sempre estão ao meu lado e ajudam a tornar tudo mais leve.

A todos que contribuíram de alguma forma ao longo deste ciclo, me ajudando a superar os desafios desta jornada.

À UFJF, que foi essencial no meu processo de formação, e por tudo que aprendi ao longo dos anos do curso de Odontologia.

E por fim, ao meu orientador Cleidiel, por me auxiliar no desenvolvimento deste trabalho.

RESUMO

O Poli-éter-éter-cetona se apresenta como uma alternativa estética e com boas propriedades mecânicas para utilização em estruturas de próteses parciais removíveis. Sendo assim, o objetivo deste estudo foi realizar uma revisão de literatura com o intuito de entender as principais características deste material inovador utilizado na confecção de componentes de PPRs. Foi realizada uma estratégia busca detalhada para a base de dados Pubmed, e foram utilizados como descritores: “Polyetheretherketone OR PEEK” e “Removable Partial Denture”. Assim, foram selecionados 23 artigos, e dentre eles agrupados nos seguintes tópicos: Propriedades mecânicas, foram utilizados 12 artigos; Características físicas e superficiais (Cor/ Brilho/ Rugosidade), foram utilizados 3 artigos; Adaptação, foram utilizados 5 artigos; e Percepção estética, foram utilizados 5 artigos. Por meio dos dados, foi possível observar que o PEEK possui propriedade de retenção inferior à liga metálica Co-Cr, em contrapartida melhor resistência à fadiga. Já em relação a coloração, brilho e rugosidade o PEEK se mostrou ter uma boa estabilidade ao logo do tempo e quando imerso em diferentes soluções. Ademais, seu ótimo módulo de elasticidade permite uma distribuição uniforme das cargas no rebordo alveolar, garantindo maior proteção ao ligamento periodontal. Por fim, sua propriedade estética é um diferencial, quando comparado as ligas metálicas, porém há controvérsias se isso é um ponto relevante, para causar desconforto ao paciente. Conclui-se que o PEEK, necessita de algumas melhorias para se tornar o principal material de estrutura de próteses, visto que suas propriedades são suficientes para utilização clínica, porém inferiores aos materiais já utilizados. Ademais, vê-se necessário mais pesquisas à respeito deste componente, para entender melhor a influência das diferentes variáveis no seu desempenho.

Palavras-chave: Poli-éter-éter-cetona. Prótese parcial removível. Estrutura

ABSTRACT

Abstract: Poly-ether-ether-ketone is presented as an aesthetic alternative with good mechanical properties for use in removable partial denture structures. Therefore, the objective of this study was to carry out a literature review to understand the main characteristics of this innovative material in the use of RPD components. A detailed search strategy was performed for the Pubmed database, and the following descriptors were used: "Polyetheretherketone OR PEEK" and "Removable Partial Denture". Therefore, 23 articles were selected, and among them grouped in the following maintained: Mechanical properties, 12 articles were used; Physical and Surface features (Color/ Brightness/ Roughness), 3 articles were used; Adaptation, 5 articles were used; and Aesthetic perception, 5 articles were used. Through the analyses, it was possible to observe that PEEK has a lower retention property than Co-Cr, but had better resistance to fatigue. About color, brightness and roughness, PEEK proved to have good stability over time and when immersed in different solutions. In addition, its excellent modulus of elasticity allows uniform distribution of loads on the alveolar ridge, ensuring greater protection of the periodontal ligament. Finally, its aesthetic property is a differential when compared to metallic alloys, but there is controversy as to whether this is a relevant point to cause discomfort to the patient. It is concluded that PEEK needs some improvements to become the main material for the structure of prostheses, since its properties are sufficient for clinical use, but inferior to the materials already used. In addition, more research on this component is needed to better understand the influence of different variables on its performance.

Keywords: Poly-ether-ether-ketone. Removable partial denture. Structure

SUMÁRIO

1	INTRODUÇÃO.....	9
2	METODOLOGIA.....	11
3	REVISÃO DE LITERATURA.....	12
4	DISCUSSÃO.....	20
5	CONCLUSÃO.....	22
6	REFERÊNCIAS.....	23

1 INTRODUÇÃO

Ao longo da vida muitos indivíduos sofrem perdas dentárias múltiplas, com isso vê se necessário buscar formas de reabilitar o sistema estomatognático e devolver a função, qualidade de vida e a autoestima. Neste sentido, a prótese parcial removível (PPR) surge como um recurso terapêutico que respeita os princípios da bucalidade, devolvendo ao indivíduo a utilização da boca em todos os seus âmbitos (LEE, 2022).

As PPRs possuem diferentes indicações e modelos variados quando comparadas à prótese fixa ou às restaurações implantossuportadas. Além disso, elas se apresentam como uma opção de tratamento menos invasiva e econômica. Dito isto, questões psicológicas e de renda, influenciam na escolha do tratamento (CHEN et al, 2019).

Dentre as estruturas presentes em uma PPR, o grampo é um elemento importante no funcionamento, podendo ser feito em estrutura de metal e não metal (CHEN, 2019). Normalmente, essas estruturas são feitas a partir da técnica de fundição por cera perdida e com a utilização de materiais metálicos (LEE, 2022). A liga de Cobalto-Cromo (Co-Cr), atualmente é um dos componentes mais utilizados para confecção de grampos das próteses parciais removíveis. Isso se deve às suas características mecânicas, que conferem estabilidade, retenção e segurança com o passar do tempo (MAYINGER et al., 2021).

Em contrapartida, neste método, comumente, ocorrem muitos erros no desenvolvimento, devido às várias etapas laboratoriais até sua conclusão, que consequentemente geram próteses mal adaptadas (LEE, 2022). A questão estética é outro fator que impacta negativamente, desagradando o paciente, devido a cor prateada desta liga metálica, principalmente quando colocada em uma região visível, como a região vestibular (MAYINGER et al., 2021).

Somado a isso, o uso de estruturas metálica de Co-Cr pode causar gosto metálico ou até reações alérgicas, isso devido à corrosão galvânica, que ocorre quando os íons do metal diluídos na saliva inter-relaciona-se com restaurações de ouro ou de amálgama. Estes aspectos negativos apontam a necessidade de algum outro componente que atendam a estes requisitos, para garantir maior assertividade e satisfação ao paciente com o tratamento. (MAYINGER et al., 2021)

Apesar da PPR ser uma alternativa eficaz de tratamento reabilitador, existe uma necessidade de melhorias e aprimoramentos em materiais utilizados, técnicas de confecção, para garantir melhor adaptação, biocompatibilidade, qualidade estética e resistência. Neste sentido, o sistema CAD/CAM surgiu como uma ferramenta que visa garantir praticidade, otimizar o tempo, diminuir custos e melhorar a assertividade em relação a confecção de elementos da prótese (GENTZ et al, 2022).

Com o advento da tecnologia CAD/CAM tem sido buscados meios de contornar os aspectos negativos da utilização das estruturas metálicas, sendo o polímero poli-éter-éter-cetona (PEEK) uma alternativa promissora para reabilitação através de estruturas livre de metal que apresenta um alto desempenho (GENTZ et al., 2022). Assim, uma revisão de literatura a respeito da sua utilização com infraestrutura em próteses parciais removíveis é importante com a intenção de verificar as diferentes vertentes de pesquisa relacionada a sua utilização.

2 METODOLOGIA

Para a identificação dos estudos incluídos nesta revisão, foi realizada uma estratégia de busca detalhada para as bases de dados Pubmed/MEDLINE buscando encontrar diferentes estudos publicados considerando a utilização do PEEK como infraestrutura de próteses parciais removíveis. Foram utilizados como descritores: “Polyetheretherketone OR PEEK” e “Removable Partial Denture” para estudos publicados até abril de 2023. Desse modo, foram selecionados 23 artigos – sendo que alguns aparecem em mais de um tópico – e dentre eles agrupados nos seguintes tópicos: Propriedades mecânicas, foram utilizados 12 artigos; Características físicas e superficiais, foram utilizados 3 artigos; Adaptação, foram utilizados 5 artigos; e Percepção estética, foram utilizados 5 artigos. Os critérios de inclusão foram todos os estudos publicados sobre a temática que consideraram o uso de PEEK como infraestrutura de prótese parcial removível, independentemente do tipo de estudo (laboratorial ou clínico). De um total de 48 estudos encontrados no processo de buscas, alguns estudos foram excluídos pois não focavam em PPR relacionada ao PEEK. Assim, um total de 23 artigos foram selecionados para síntese da revisão de literatura.

3 REVISÃO DE LITERATURA

A família de poliariletercetonas (PAEK), que é a de polímeros termoplásticos, possui a polietercetona como um de seus integrantes, também conhecida como PEEK. Sua composição é formada por uma cadeia molecular aromática, conectada aos radicais cetona e éter. Este elemento suporta altas temperaturas, sem mudar sua conformação, sendo sua temperatura de fusão 343 °C, além disso, possui ótima estabilidade, devido a sua estrutura consideravelmente rígida. (LEE, 2022)

O PEEK surge como uma interessante ferramenta em tratamentos médicos, devido aos seus atributos de biocompatibilidade, estabilidade dimensional, resistência a produtos químicos e propriedades mecânicas e ao baixo módulo de elasticidade assim como o osso humano (SAEED, 2023). Já na odontologia, houve uma crescente na utilização do polímero PEEK, devido ao aumento do uso de restaurações livres de metal. Dentre elas, próteses parciais removíveis, próteses dentárias fixas sem metal, pilares para implantes dentários, barras e parafusos suportados por implantes, dentre outros. Em função disso, pesquisas têm sido desenvolvidas sobre a utilização de PEEK para a confecção de próteses dentárias por meio do sistema de manufatura assistida por computador (CAD/CAM) (ABDULFATTAH et al., 2022).

O PEEK é considerado um polímero termoplástico de alta performance, que vem sendo implementado como uma possibilidade de aprimoramento das estruturas de próteses parciais removíveis. Isso se deve a algumas de suas ótimas propriedades não corrosivas e não condutoras, resistência à absorção de água, estabilidade química, baixo peso e ótima biocompatibilidade (CEVIK, 2022). Diante disso, e com o intuito de facilitar a compreensão dos assuntos abordados, decidiu-se realizar uma revisão abordando tópicos específicos em cinco categorias, sendo elas: Propriedades mecânicas (retenção e fadiga); Características superficiais (cor, brilho e rugosidade); Adaptação; e Percepção estética. Foram levantados os dados dos estudos e analisadas as propriedades deste componente.

3.1 PROPRIEDADES MECÂNICAS (RETENÇÃO E FADIGA)

Uma propriedade primordial para um grampo é sua força de retenção, que tem a função de estabilizar a prótese dentária durante funções como mastigação ou fala. Essa questão afeta significativamente o contentamento dos pacientes com seu tratamento dentário (MAYINGER et al., 2021). Para obtenção do sucesso clínico de uma prótese parcial removível, ter uma boa retenção é um fator decisivo. A retenção das PPRs se dá, quando o grampo é colocado em posição abaixo do equador protético dos dentes pilares (GÜLERYÜZ et al., 2021).

Diante disso, um estudo in vitro testou a performance de retenção de diferentes infraestruturas de PPR (metálicas e termoplásticas [PEEK, PEKK, POM]). Os achados desse trabalho indicaram que os grampos de resina termoplástica mantiveram a retenção após mais de 15.000 ciclos de envelhecimento, porém, menor retenção em comparação aos grampos de CoCr. No entanto, a retenção de grampos de polímeros pode ser considerada adequada e suficiente para uso clínico (TANNOUS et al., 2012).

Já em um estudo mais recente, Mayinger et al. (2021) avaliaram a retentividade de infraestruturas de PEEK e CoCr após armazenamento em água e envelhecimento artificial. Para esse estudo os autores consideraram a obtenção da PEEK através do método de injeção e dois tipos de fresagem. Nos achados pelos autores, eles verificaram que o PEEK obtida pela técnica de fresagem apresentaram altos valores de retenção, porém, menores se comparado a infraestruturas de CoCr após o período de envelhecimento artificial. Apesar disso, todos os materiais forneceram retenção suficiente para utilização em condições clínicas.

Em contrapartida, El Mekawy e Elgamal (2021) compararam o grau de retenção através de uma máquina de ensaio universal de infraestrutura de PEEK obtidas de forma diferentes: método de injeção e fresagem em CAD/CAM. Os resultados indicaram que as infraestruturas de PEEK fresadas em CAD/CAM apresentaram menores retenções em comparação as infraestruturas obtidas pela técnica de injeção, mas o grau de retenção se manteve adequado para ambos os métodos mesmo após diferentes períodos de termociclagem.

Então na literatura fica claro que os grampos convencionais metálicos de Co-Cr tendem a apresentar maior retentividade, principalmente após períodos de envelhecimento. Nos achados de GENTZ et al., 2022, essa retentividade é até quatro

vezes maior para o grupo metálico em relação aos polímeros (PEEK e PEKK). Mediante a isso, os autores recomendam futuros estudos clínicos com a intenção de verificar a capacidade de retenção ao longo prazo, e se esses inferiores valores observados em estudos laboratoriais não comprometem a sua utilização com o passar do tempo (GENTZ et al., 2022). Esses achados são corroborados pelo estudo de Micovic et al. diz que, apesar da força de retenção do grampo em PEEK apresentar valores pequenos, ainda sim são valores adequados para utilização clínica. Uma vez que ultrapassam a força sugerida, que é de 5N a 10N por grampo.

O estudo de Gülerlyüz e colaboradores (GÜLERLYÜZ et al., 2021) avaliou a influência da espessura (1 mm ou 1,5 mm) e a distância do ponto de calibração (0,25 mm ou 0,50 mm) abaixo da linha do equador protético de grampos de PEEK. Apesar de ser observadas diferenças entre as alterações dimensionais nas configurações testadas, e uma redução da retenção após a ciclagem térmica-mecânica, não foram observadas influências entre o aumento da espessura ou a área de posição do grampo de retenção.

Em uma simulação computacional pelo método dos elementos finitos tridimensionais Tribst e colaboradores (TRIBST et al., 2020), relataram que o polioximetileno e o PEEK não são materiais adequados para os grampos, pois gera uma grande tensão maiores que a resistência do material durante a remoção em situações nas quais são posicionais em pontos de calibração maiores. Esses dados também foram relatados no estudo de Lyu e colabores (LYU et al., 2023) que através de simulação computacionais relataram que os apoios oclusais PEEK têm resistência à fadiga insuficiente e podem não resistir à mastigação repetida. Em contrapartida, outro estudo de simulação computacional relatou que os grampos de PEEK exibiram menores concentrações de tensões em comparação aos metálicos de Co-Cr, além de fornecer retenção adequada, e por isso dever ser considerado uma alternativa promissora aos grampos de metal convencionais (PENG et al., 2020).

Em relação a resistência a fadiga, o estudo de Zheng et al. (2022) relataram que o grampo em PEEK possui melhor resistência à fadiga, quando comparado aos grampos de CrCo. Entretanto, os autores destacaram que este resultado pode estar associado ao fato de o PEEK ter menor força de retenção quando comparado ao Co-Cr. Quando comparado ao polímero à base de grafeno, o PEEK demonstrou melhor capacidade retentiva e menor deformação após o teste de fadiga cíclica (inserção/remoção) (HUSSEIN, 2022). À respeito da resistência à força de mastigação, o a

estrutura de poli-éter-éter-cetona se mostrou superior às ligas metálicas Co-Cr e Ti-6Al4V. E isso se deve a melhor distribuição dessa força na mucosa, que consequente sobrecarrega menos o dente pilar (GUO et al., 2022).

Um estudo sobre a distribuição de estresse no tecido oral, apontou que os grampos de PPR confeccionados do polímero termoplástico conseguem proteger de forma mais efetiva os ligamentos periodontais e permitem uma dispersão mais bem distribuída da força mastigatória, quando comparado aos convencionais feitos em liga metálica. Sendo assim, são mais indicados para pessoas com condições periodontais insatisfatórias. Isso se deve ao fato de seu módulo de elasticidade ser semelhante ao tecido ósseo, garantindo menor estresse aos dentes pilares (CHEN et al., 2019).

Porém, o uso de estrutura de PEEK não é recomendado para pacientes com perdas de dentes em extremidades livres, pois este material confere menor estabilidade, gerando maior estresse e dor na mucosa oral do paciente. (CHEN et al., 2019).

3.2 CARACTERÍSTICAS FÍSICAS E SUPERFICIAIS (COR, BRILHO E RUGOSIDADE)

As características superficiais das próteses parciais removíveis, como a cor, o brilho e a rugosidade, são fatores primordiais para garantir estética e satisfação dos pacientes com o resultado final. A literatura aponta que alimentos e bebidas ingeridas diariamente são capazes de influenciar negativamente nessas propriedades (PAPATHANASIOU et al., 2022).

Fatores extrínsecos, podem levar a descoloração de próteses dentárias, sendo eles, a coloração de aderentes ou de corantes presente em alimentos e produtos (café e diversas outras bebidas, nicotina, enxaguantes bucais entre outros). Dessa maneira, métodos de limpeza eficazes são necessários, desta forma, os mais indicados são a imersão em hipoclorito de sódio, em soluções de clorexidina a 4%, em solução alcalina glutaraldeído, ou o utilização de produtos de higienização de prótese, como por exemplo, peróxidos alcalinos. (POLYCHRONAKIS et al., 2019)

Um estudo realizado Papathanasiou et al. (2022) avaliou a influência de soluções corantes, usadas no cotidiano, na cor, estabilidade, brilho e rugosidade da superfície do polímero PEEK modificado recém-introduzido e comparou com resina

acrílica termopolimerizada, poliamida e resina acetal, com a finalidade de descobrir qual material é mais efetivo para aplicação clínica. O PEEK teve uma mudança de cor consideravelmente menor em comparação aos outros materiais. Isso, se deve ao fato do PEEK ser um polímero semicristalino inerte com propriedades que o permite resistir a altas temperaturas, ter estabilidade química, ser pouco solúvel em água, possuir baixa energia superficial e baixa rugosidade superficial após o polimento (0,12 μm). Em decorrência disso, o PEEK apresenta uma baixa absorção e adsorção de corantes e uma maior potencial de suportar soluções ácidas. Ademais essa pesquisa *in vitro* concluiu que o PEEK o brilho, e a rugosidade da superfície do material não foi influenciada pelas soluções de imersão. Sendo assim, em relação à estabilidade de cor, brilho e rugosidade da superfície, o PEEK se apresenta como um material promissor para confecção de estruturas de PPR (PAPATHANASIOU et al., 2022).

Outrossim, Polychronakis e colaboradores compararam a estabilidade da cor das PPRs metálicas e PEEK diante de corantes consumidos no dia a dia e materiais de limpeza das próteses. Foi observado uma descoloração progressiva a longo prazo em ambos os materiais em café, vinho e agente desinfetante (Corega Extradent). O PEEK comparado ao outro material apresentou uma menor descoloração no café, vinho, e a combinação desses agentes. Também foi observado uma eficácia do agente desinfetante para evitar a descoloração de longo prazo de ambos os materiais (POLYCHRONAKIS et al., 2019).

Devido à baixa afinidade do composto com a placa bacteriana, o PEEK pode contribuir para um periodonto mais saudável, devido à menor adesão de bactérias. Sua alta flexibilidade permite um menor estresse nos dentes pilares. Esses fatores contribuem para uma maior satisfação do paciente visto os resultados funcionais e estéticos positivos. (MAYINGER et al., 2021). O relato de caso de Ichikawa et al. apontou que a formação de biofilme nos dentes pilares foi igual ou menor que a de materiais pilares utilizados convencionalmente, como zircônia e titânio. Porém o controle de placa pode ser negligenciado, devido a coloração da placa da prótese ser similar à do PEEK.

3.3 ADAPTAÇÃO

A utilização dos sistemas CAD/CAM tem sido considerada na odontologia como uma importante ferramenta para evitar as distorções e melhorar a adaptação das próteses aos tecidos. Na PPR essas relações também têm sido consideradas pelos autores (ARNOLD et al., 2018). Em uma revisão sistemática Carneiro Pereira e colaboradores (CARNEIRO-PEREIRA et al., 2021) chegaram à conclusão que infraestruturas produzidas por prototipagem rápida de PEEK exibiram bons resultados em termos de ajuste e adaptação da estruturas. Entretanto, somente 2 estudos incluídos consideraram essa avaliação.

Um estudo laboratorial por controle número computadorizado considerou a avaliação da acurácia e a precisão dos grampos de PEEK usinados com diferentes espessuras (1 e 1,5 mm) e comprimentos (3, 6, 9, 12, e 15 mm). Os autores utilizaram grampos de titânio como controle. Os autores identificaram que os grampos titânio tendem a ter melhor precisão do que os grampos PEEK (exceto para os grampos de 1,0 mm de espessura com comprimento maior que 9 mm e o grampo de 1,5 mm de espessura com comprimento de 12 mm). As variações para os grupos de PEEK foram muito maiores em comparação aos de titânio que permaneceram mais estáveis. Assim os autores concluíram que maior elasticidade aumentou os desvios dos grampos fresados. O aumento da espessura ajudou o grampo a permanecer estável durante o processo de fresagem, e é aconselhável um grampo PEEK de pelo menos 1,5 mm de espessura com um comprimento inferior a 6 mm (ZHANG et al., 2022).

Um estudo avaliou a influência da acurácia e adaptação de diferentes técnicas para obtenção de infraestruturas de PEEK. Duas técnicas CAD/CAM foram consideradas: fresagem direta de PEEK e manufatura aditiva indireta (impressão de resina combinada com termoprensagem de PEEK usando a técnica de cera perdida). Observando as técnicas direta e indireta, o estudo trouxe que a primeira demonstrou se adaptar melhor do que a segunda, apesar de ambas apresentarem um ajuste aceitável. A técnica direta também apresentou uma distribuição mais uniforme das forças (NEGM, 2019). Diante disso, ficou claro que a técnica de confecção afeta os ajustes nas áreas anteriores e posteriores das PPRs em PEEK, mas ambas apresentaram ajustes clínicos aceitáveis.

A desadaptação da infraestrutura pode afetar diretamente o tecido subjacente. Diante disso, Lo Russo et al. (2022) avaliaram por meio de seus estudos clínicos com um ano de período de acompanhamento a influência da alteração

dimensional de rebordos desdentados parciais após a utilização de infraestruturas de PEEK (26 áreas parcialmente edêntulos) em comparação a um grupo de pacientes que não receberam tratamentos protéticos (14 áreas parcialmente edêntulos). Os autores relataram que mesmo que a estrutura de PPR em poli-éter-éter-cetona gere uma força maior nas cristas edêntulas, o rebordo residual não sofre grande reabsorção do rebordo residual, com uma média de alteração da crista do rebordo alveolar em torno de $-0,39 \pm 0,52$ mm (no baseline) e $-0,52 \pm 0,54$ mm durante o tempo controle de 1 ano.

3.4 PERCEPÇÃO ESTÉTICA

Com o aumento da demanda estética nos últimos anos, visto que isso pode influenciar na autoestima e colaboração com o tratamento, vem sendo buscadas alternativas para deixar as próteses cada vez mais próximas ao natural. Neste sentido, o PEEK se apresenta como uma excelente possibilidade, e o torna como uma nova realidade para substituir as estruturas metálicas, que são mais utilizadas. (HUSSEIN, 2022)

O relato de caso de Ichikawa e colaboradores relata que a cor branca, similar aos dentes, torna o PEEK como uma opção mais aceitável para grampos em regiões estéticas, quando comparado aos de metal. Porém, caso sua coloração fosse um pouco mais transparente, traria melhora na questão estética. Além disso, o relato aponta a dificuldade de polimento e o ajuste da capacidade de retenção como as principais desvantagens de grampos não metálicos (ICHIKAWA et al., 2019). Esses achados também foram observados no relato de caso de Harb e colaboradores (HARB et al., 2019) que indicaram que o uso da tecnologia CAD/CAM para a construção de uma estrutura livre de metal RPD resultou em uma prótese com ajuste adequado e boa satisfação do paciente em termos de função e estética. Com seleção adequada de pacientes e planejamento de tratamento, o PEEK fresado pode ser considerado um material de estrutura alternativo útil para RPDs restaurando pacientes edêntulos Kennedy Classe I. Em um relato de caso os autores utilizaram a escala visual analógica para mensurar a satisfação estética do paciente após o processo de reabilitação, atingindo um escore de 8 de 10 (máximo) após o tratamento reabilitador, indicando que é uma alternativa favorável e promissora sobre o ponto de vista estético (WU et al., 2022).

Porém, direção contrária ao que vários estudos apontam, Ali e colaboradores mediu a qualidade de vida relacionada à saúde bucal dos pacientes, à respeito da percepção estética dos pacientes usuários de prótese de PEEK e Co-Cr, durante 4 semanas de uso com cada. No entanto, chegou à conclusão de que não há diferença significativa na percepção estética do PEEK quando comparado à liga metálica Co-Cr, apesar desta ser uma das vantagens propostas deste material (ALI et al., 2020).

4 DISCUSSÃO

Colaborando com o que traz a literatura, esta revisão de literatura mostrou que o poli-éter-éter-cetona é uma alternativa aplicável na rotina clínica, visto que este material possui força retentiva suficiente para garantir estabilidade e permitir função de mastigação, fala, dentre outros (MAYINGER et al., 2021). No entanto, esta retentividade ainda é consideravelmente menor que a dos grampos já utilizados (TANNOUS et al., 2012).

Em contrapartida grampos confeccionados em Co-Cr, em comparação com o PEEK, possuem menor resistência à fadiga com os movimentos abertura e fechamento do grampo com o passar do tempo, e conseqüentemente sofrem maior deformação (ZHENG et al., 2022).

Já o grafeno, apresentou desempenho de retenção inferior e maior deformidade ao longo do tempo, em comparação ao PEEK. (HUSSEIN, 2022)

Como ponto de destaque do PEEK, em relação às propriedades mecânicas, este componente apresentou melhor distribuição de forças durante a carga mastigatória, e isso se deve principalmente ao seu ótimo módulo de elasticidade (CHEN et al., 2019).

A cor, o brilho e a rugosidade são propriedades que estão muito relacionadas com a estética e com a satisfação do paciente. Esta revisão apontou o PEEK possui boa estabilidade da cor, e isso se deve às suas propriedades de resistência a altas temperaturas, estabilidade química, baixa solubilidade em água e absorção de água, baixa energia superficial e baixa rugosidade superficial após o polimento. Somado a isso, seu brilho e rugosidade não foi interferido por soluções de imersão. (PAPATHANASIOU et al., 2022)

A respeito das técnicas de confecção, a fresagem direta se mostrou mais efetiva do que manufatura aditiva indireta (ZHANG et al., 2022). Ademais, os estudos mostraram que com o aumento da espessura colaborou para uma melhora no resultado da fresagem (NEGM, 2019).

Sobre a distribuição do estresse no tecido periodontal, o PEEK se mostra muito efetivo, pois devido à sua uniformidade na distribuição de cargas e ótimo módulo de elasticidade, garante menos estresse nos dentes pilares e protegem o ligamento periodontal. Porém não é indicado para extremidades livre, visto sua menor

estabilidade, pois isso pode acarretar desconforto para o paciente. (CHEN et al., 2019).

Outro fator relevante é a sua baixa afinidade com a placa bacteriana, que confere menor propensão ao acúmulo de placa. (MAYINGER et al., 2021).

Por fim, sobre a percepção estética, que é um dos grandes atributos do poli-éter-éter-cetona, esta revisão encontrou que a cor do material permite camuflar a estrutura da prótese, quando comparado a outros componentes, como as ligas metálicas. A maioria dos estudos trazem isso como um diferencial positivo para este material (ICHIKAWA et al., 2019). Porém, o outro estudo trouxe que esta diferença estética não causa muito desconforto nos indivíduos usuários de prótese parcial removível, deixando a dúvida se esta é uma questão realmente relevante. Apesar disso, é um diferencial deste material, que traz uma possibilidade mais estética para PPRs. (ALI et al., 2020).

Por fim, vê se necessário novas pesquisas relacionando as diferentes variáveis que possam afetar o PEEK para verificar se tais características afetam o desempenho desse material em infraestruturas de PPR.

5 CONCLUSÃO

Conclui-se que o PEEK é um favorável material alternativo para a confecção de infraestrutura para próteses parciais removíveis, pois apresentam favorável comportamento mecânica, boas características superficiais, adaptação, e estética aceitável. Em contrapartida alguns pontos ainda precisam ser mais avaliados em futuros estudos clínicos, principalmente para avaliar a retentividade do grampo ao longo prazo, que apesar de ser possível de utilizar, ainda é inferior ao material que é utilizado mais rotineiramente (Co-Cr).

6 REFERÊNCIAS

Abdulfattah, N., Schmidt, F., Wang, Y., Bötticher, N., Konzack, N., Giuliano, M., Müller, W. D., & Schwitalla, A. D. (2022). Ultrasonic welding of polyetheretherketone for dental applications. *Journal of the mechanical behavior of biomedical materials*, 130, 105225. <https://doi.org/10.1016/j.jmbbm.2022.105225>

Ali, Z., Baker, S., Sereno, N., & Martin, N. (2020). A Pilot Randomized Controlled Crossover Trial Comparing Early OHRQoL Outcomes of Cobalt-Chromium Versus PEEK Removable Partial Denture Frameworks. *The International journal of prosthodontics*, 33(4), 386–392. <https://doi.org/10.11607/ijp.6604>

Arnold, C., Hey, J., Schweyen, R., & Setz, J. M. (2018). Accuracy of CAD-CAM-fabricated removable partial dentures. *The Journal of prosthetic dentistry*, 119(4), 586–592. <https://doi.org/10.1016/j.prosdent.2017.04.017>

Carneiro Pereira, A. L., Bezerra de Medeiros, A. K., de Sousa Santos, K., Oliveira de Almeida, É., Seabra Barbosa, G. A., & da Fonte Porto Carreiro, A. (2021). Accuracy of CAD-CAM systems for removable partial denture framework fabrication: A systematic review. *The Journal of prosthetic dentistry*, 125(2), 241–248. <https://doi.org/10.1016/j.prosdent.2020.01.003>

Cevik, P., Schimmel, M., & Yilmaz, B. (2022). New generation CAD-CAM materials for implant-supported definitive frameworks fabricated by using subtractive technologies. *BioMed research international*, 2022, 3074182. <https://doi.org/10.1155/2022/3074182>

Chen, X., Mao, B., Zhu, Z., Yu, J., Lu, Y., Zhang, Q., Yue, L., & Yu, H. (2019). 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. *Scientific Reports*, 9.

El Mekawy, N., & Elgamal, M. (2021). Retention Assessment of High Performance Poly-etheretherketone Removable Partial Denture Frameworks Constructed by Various Techniques (*in vitro* Study). *Journal of dentistry (Shiraz, Iran)*, 22(4), 281–289. <https://doi.org/10.30476/DENTJODS.2021.87488.1265>

Güleryüz, A., Korkmaz, C., Şener, A., & Taş, M. O. (2021). The effect of thermo-mechanical fatigue on the retentive force and dimensional changes in

polyetheretherketone clasps with different thickness and undercut. *The journal of advanced prosthodontics*, 13(5), 304–315. <https://doi.org/10.4047/jap.2021.13.5.304>

Guo, F., Huang, S., Liu, N., Hu, M., Shi, C., Li, D., & Liu, C. (2022). Evaluation of the mechanical properties and fit of 3D-printed polyetheretherketone removable partial dentures. *Dental materials journal*, 41(6), 816–823. <https://doi.org/10.4012/dmj.2022-063>

Gentz, F. I., Brooks, D. I., Liacouras, P. C., Petrich, A., Hamlin, C. M., Ellert, D. O., & Ye, L. (2022). Retentive Forces of Removable Partial Denture Clasp Assemblies Made from Polyaryletherketone and Cobalt-Chromium: A Comparative Study. *Journal of prosthodontics : official journal of the American College of Prosthodontists*, 31(4), 299–304. <https://doi.org/10.1111/jopr.13398>

Harb, I. E., Abdel-Khalek, E. A., & Hegazy, S. A. (2019). CAD/CAM Constructed Poly(etheretherketone) (PEEK) Framework of Kennedy Class I Removable Partial Denture: A Clinical Report. *Journal of prosthodontics : official journal of the American College of Prosthodontists*, 28(2), e595–e598. <https://doi.org/10.1111/jopr.12968>

Hussein M. O. (2022). Performance of Graphene-Based and Polyether-Ether-Ketone Polymers as Removable Partial Denture Esthetic Clasp Materials after Cyclic Fatigue. *Polymers*, 14(15), 2987. <https://doi.org/10.3390/polym14152987>

Lee, W. T., & Chen, Y. C. (2022). Digitally Fabricated Dentures for Full Mouth Rehabilitation with Zirconia, Polyetheretherketone and Selective Laser Melted Ti-6Al-4V Material. *International journal of environmental research and public health*, 19(5), 3021. <https://doi.org/10.3390/ijerph19053021>

Lo Russo, L., Chochlidakis, K., Caradonna, G., Molinelli, F., Guida, L., & Ercoli, C. (2022). Removable Partial Dentures with Polyetheretherketone Framework: The Influence on Residual Ridge Stability. *Journal of prosthodontics : official journal of the American College of Prosthodontists*, 31(4), 333–340. <https://doi.org/10.1111/jopr.13408>

Lyu, H., Murakami, N., Yamazaki, T., Wada, J., Utsumi, M., & Wakabayashi, N. (2023). Evaluation of PEEK and zirconia occlusal rest designs for removable partial dentures based on finite element analysis. *Journal of prosthodontic research*, 67(2), 196–205. https://doi.org/10.2186/jpr.JPR_D_22_00011

Mayinger, F., Micovic, D., Schleich, A., Roos, M., Eichberger, M., & Stawarczyk, B. (2021). Retention force of polyetheretherketone and cobalt-chrome-

molybdenum removable dental prosthesis clasps after artificial aging. *Clinical oral investigations*, 25(5), 3141–3149. <https://doi.org/10.1007/s00784-020-03642-5>

Micovic, D., Mayinger, F., Bauer, S., Roos, M., Eichberger, M., & Stawarczyk, B. (2021). Is the high-performance thermoplastic polyetheretherketone indicated as a clasp material for removable dental prostheses?. *Clinical oral investigations*, 25(5), 2859–2866. <https://doi.org/10.1007/s00784-020-03603-y>

Negm, E. E., Aboutaleb, F. A., & Alam-Eldein, A. M. (2019). Virtual Evaluation of the Accuracy of Fit and Trueness in Maxillary Poly(etheretherketone) Removable Partial Denture Frameworks Fabricated by Direct and Indirect CAD/CAM Techniques. *Journal of prosthodontics : official journal of the American College of Prosthodontists*, 28(7), 804–810. <https://doi.org/10.1111/jopr.13075>

Papathanasiou, I., Papavasiliou, G., Kamposiora, P., & Zoidis, P. (2022). Effect of Staining Solutions on Color Stability, Gloss and Surface Roughness of Removable Partial Dental Prosthetic Polymers. *Journal of prosthodontics : official journal of the American College of Prosthodontists*, 31(1), 65–71. <https://doi.org/10.1111/jopr.13360>

Peng, T. Y., Ogawa, Y., Akebono, H., Iwaguro, S., Sugeta, A., & Shimoe, S. (2020). Finite-element analysis and optimization of the mechanical properties of polyetheretherketone (PEEK) clasps for removable partial dentures. *Journal of prosthodontic research*, 64(3), 250–256. <https://doi.org/10.1016/j.jpor.2019.07.012>

Polychronakis, N., Lagouvardos, P., Polyzois, G., Sykaras, N., & Zoidis, P. (2020). Color changes of polyetheretherketone (PEEK) and polyoxymethelene (POM) denture resins on single and combined staining/cleansing action by CIELab and CIEDE2000 formulas. *Journal of prosthodontic research*, 64(2), 159–166. <https://doi.org/10.1016/j.jpor.2019.06.005>

Pordeus, M. D., Santiago Junior, J. F., Venante, H. S., Bringel da Costa, R. M., Chappuis Chocano, A. P., & Porto, V. C. (2022). Computer-aided technology for fabricating removable partial denture frameworks: A systematic review and meta-analysis. *The Journal of prosthetic dentistry*, 128(3), 331–340. <https://doi.org/10.1016/j.prosdent.2020.06.006>

Saeed, H. M., & Jassim, R. K. (2023). Characterization and Assessment of PEEK/Silicon Dioxide Composite. *International journal of dentistry*, 2023, 3343071. <https://doi.org/10.1155/2023/3343071>

Tannous, F., Steiner, M., Shahin, R., & Kern, M. (2012). Retentive forces and fatigue resistance of thermoplastic resin clasps. *Dental materials : official publication of the Academy of Dental Materials*, 28(3), 273–278. <https://doi.org/10.1016/j.dental.2011.10.016>

Tribst, J. P. M., Dal Piva, A. M. O., Borges, A. L. S., Araújo, R. M., da Silva, J. M. F., Bottino, M. A., Kleverlaan, C. J., & de Jager, N. (2020). Effect of different materials and undercut on the removal force and stress distribution in circumferential clasps during direct retainer action in removable partial dentures. *Dental materials : official publication of the Academy of Dental Materials*, 36(2), 179–186. <https://doi.org/10.1016/j.dental.2019.11.022>

Wu Q., Zhang N., Dong B., Sun M., Yang X., Yu H. (2022). Esthetic rehabilitation for a Kennedy Class IV patient using detachable 3D printing diagnostic denture and removable partial denture with polyetheretherketone framework. *Heliyon*. 8(10), 10834. doi: 10.1016/j.heliyon.2022.e10834

Zhang, N., Mao, B., Chen, S., Chen, X., Yan, P., & Yu, H. (2022). Optimization of the dimension of computer numerical control-milled polyetheretherketone clasps: An in vitro evaluation of accuracy. *The Journal of prosthetic dentistry*, S0022-3913(22)00625-4. Advance online publication. <https://doi.org/10.1016/j.prosdent.2022.09.012>

Zheng, J., Aarts, J. M., Ma, S., Waddell, J. N., & Choi, J. J. E. (2022). Fatigue behavior of removable partial denture cast and laser-sintered cobalt-chromium (CoCr) and polyetheretherketone (PEEK) clasp materials. *Clinical and experimental dental research*, 8(6), 1496–1504. <https://doi.org/10.1002/cre2.645>