

AVALIAÇÃO DE UM COMPONENTE PROTÉTICO PARA OVERDENTURE CONFECCIONADO EM POLIÉTERCETONA

Simone Kreve¹, Geyson Galo da Silva², Marcos Shimano³, Ana Paula Macedo⁴,
Mariana Lima da Costa Valente⁵, Andréa Cândido dos Reis⁶

¹ Faculdade de Odontologia de Ribeirão Preto - FORP/ Universidade de São Paulo,
(simonek@usp.br)

² Faculdade de Odontologia de Ribeirão Preto - FORP/ Universidade de São Paulo,
(geyson.galo@usp.br)

³ Faculdade de Odontologia de Ribeirão Preto - FORP/ Universidade de São Paulo,
(marcos.shimano@usp.br)

⁴ Faculdade de Odontologia de Ribeirão Preto - FORP/ Universidade de São Paulo,
(anapaula@forp.usp.br)

⁵ Faculdade de Odontologia de Ribeirão Preto - FORP/ Universidade de São Paulo,
(mariana.lima.valente@usp.br)

⁶ Faculdade de Odontologia de Ribeirão Preto - FORP/ Universidade de São Paulo,
(andreare73@yahoo.com.br)

Resumo

Objetivo. Avaliar um modelo de cápsula para overdenture implanto-retida confeccionada em Polietercetona (PEEK), e comparar a fadiga mecânica com um modelo de cápsula comercial O'ring (Intra-Lock® System) e outras duas cápsulas fabricadas em Poliacetal e Teflon. **Método.** Foram confeccionadas um total de 90 amostras (n=30) para cada material: Polietercetona (PEEK), Poliacetal e Teflon para análise resistência à fadiga, e análise em estereomicroscópio óptico. Para simular o rebordo mandibular foi utilizada uma matriz com 2 mini-implantes de corpo único, com sistema bola. Um total de 80 cápsulas (n=20): PEEK, Poliacetal, Teflon e O'ring (Intra-Lock® System) foram capturadas aos pares, com resina acrílica e submetidas a 2885 ciclos de inserção/remoção, simulando 24 meses de uso da overdenture. **Resultados.** No ensaio de Fadiga, apenas o Poliacetal apresentou diferença dos demais tempos em relação ao tempo inicial (p=0,021). Sendo a média inicial de 18,23N e a final de 23,58N. O Poliacetal (23,58N) apresentou maior resistência à fadiga que o Teflon e que o PEEK. Com relação à deformação interna das cápsulas foi verificada diferença significativa entre os materiais (p<0,005). **Conclusões.** O PEEK apresentou propriedades satisfatórias para aplicação como dispositivo de retenção para overdenture implanto retida.

Palavras-chave: Próteses e Implantes; Prótese Dentária Fixada por Implante; Polímeros

Área Temática: Inovações e Tecnologias na Área Clínica e Cirúrgica.

Modalidade: Trabalho completo

1 INTRODUÇÃO

Ausências dentais geram problemas funcionais, nutricionais e psicológicos, além de uma mudança negativa na estética facial refletindo diretamente na autoestima e qualidade de vida dos pacientes. Tais fatores ocasionam desequilíbrio emocional, o qual pode agravar-se e resultar em depressão e exclusão social (KREVE e ANZOLIN 2016).

A reabilitação com próteses totais convencionais ainda é frequente nos casos de edentulismo total, por ser a opção de melhor custo/benefício. Apesar de reestabelecer de forma satisfatória a função no rebordo maxilar, a reabsorção óssea acentuada da mandíbula pode comprometer a retenção e a estabilidade das próteses, gerando desconforto e insatisfação dos pacientes (GOIATO et al., 2015, CAXIAS et al., 2017).

Nesses casos, as próteses implantossuportadas, representam uma solução viável, cuja maior limitação é a dimensão dos rebordos, tanto em altura quanto em largura. O uso de mini-implantes para apoiar ou suportar overdentures é recente na implantodontia, no entanto, apresentam resultados semelhantes aos implantes convencionais para essa função (ENKLING et al., 2020; DHALIWAL et al., 2017). Além disso, permitem a realização de procedimentos minimamente invasivos, evitam a necessidade de enxertos ósseos, cirurgias de grande morbidade e custo elevado que exigem várias etapas antes da confecção das próteses (FLANAGAN et al., 2011; LEMOS et al., 2017, DHALIWAL et al., 2017).

No caso das overdentures, a fixação entre a prótese e os implantes ocorre através de dispositivos de retenção, que podem ser do tipo attachment bola o'ring, barra-clipe, barra-clipe com o'ring nas extremidades ou magnetos. Tais componentes determinam o funcionamento biomecânico da prótese e sua escolha deve considerar critérios como fator de retenção, modelo, tipo de material e manutenção ou reparo a longo prazo (AGUIAR JUNIOR, 2013; JAWAD et al., 2019).

As vantagens dos o'rings são a facilidade de inserção/remoção, higienização, fácil manutenção, baixo custo e eliminação da superestrutura e fundição da barra, justificando sua utilização em pacientes geriátricos. Já as desvantagens são a perda gradual de retenção, devido a aplicação de cargas funcionais, movimentos de inserção/remoção e a possível presença de hábitos parafuncionais, que levam frequentemente ao desgaste dos o'rings, necessitando de substituições periódicas (MARIN, 2017; KIM et al., 2015; ELSYAD et al., 2018; SHASTRY et al., 2016).

Há na literatura estudos avaliando novos sistemas de o'ring, como anéis de teflon, com o objetivo de tornar os componentes mais resistentes à fadiga e ao desgaste e evitar substituições prematuras (HERMANN et al., 2007). Outros materiais poliméricos como o poliacetal, também têm demonstrado ótimos resultados quando utilizados para a confecção de cápsulas de retenção para overdentures (VALENTE et al., 2018).

Recentemente, o polímero Polietercetona, conhecido como PEEK, vem ganhando grande destaque na Odontologia, por apresentar elevada estabilidade eletrolítica e térmica, excelentes propriedades mecânicas, resistência a uma grande quantidade de solventes e fluidos, resistência ao impacto e à abrasão. Permite a esterilização sem alteração das suas propriedades mecânicas, além de ser regulamentado como um material de qualidade médica pela Food and Drug Administration (FDA), em 1998 (SHIMIZU, et al., 2017; SOUZA, 2017).

Diante disso, o presente estudo propôs a análise de um novo modelo de cápsula polimérica para overdentures mini-implante retidas (Valente et al., 2018), cujo próprio design interno realiza a retenção do sistema, dispensando o anel de silicone tipo o'ring. O material alternativo, a Polietercetona (PEEK), foi avaliado através de resistência à fadiga e estereomicroscopia óptica, e os resultados foram comparados com materiais já utilizados no mercado, como Teflon, Poliacetal e O'ring disponível comercialmente.

2 MÉTODO

2.1 Preparo dos corpos de prova

A Polietercetona (Ensinger, São Leopoldo, Rio Grande do Sul, Brasil), o Teflon e o Poliacetal (Tecnoplástico Belfano, São Bernardo do Campo, São Paulo, Brasil), foram utilizados na sua forma pura, ou seja, sem adição de cargas. Para cada material, foram obtidos 10 corpos de prova, sendo que em cada amostra foram capturadas duas cápsulas em uma base de resina acrílica, totalizando 20 cápsulas por material. Isto foi realizado para simular uma prótese de sobredentadura retida por dois mini-implantes. (Figura 1).

Figura 1. Matriz para simular o rebordo mandibular.

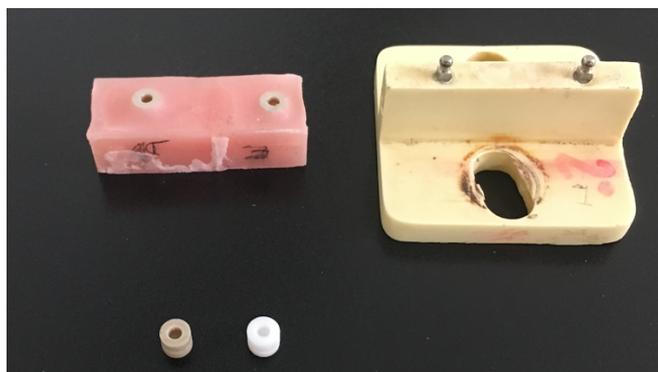


Fonte: Autores, 2021.

2.2 Resistência à fadiga

A análise da resistência à fadiga foi realizada de acordo com um estudo anterior (VALENTE et al., 2018) e permite prever a durabilidade relativa dos materiais quando submetidos aos ciclos de inserção/remoção das cápsulas nos implantes. Foram confeccionadas 60 cápsulas (30 corpos de prova, $n=10$ para cada material) de politetrafluoroetileno (Teflon®), poliacetal, e poliétercetona. Cada amostra testada consistiu de uma base de resina acrílica na qual duas cápsulas com uma distância de 25mm entre elas foram capturadas. Uma matriz de poliuretano em forma de mandril de 20x10x30 mm serviu como base para a colocação dos mini-implantes. (Figura 2). Estes tinham formato tipo bola, \varnothing 2,0 mm por 10 mm de comprimento (MDL, 2,010M do Intra- Lock System, São Paulo, SP), também posicionados a uma distância de 25 mm e paralelos um ao outro.

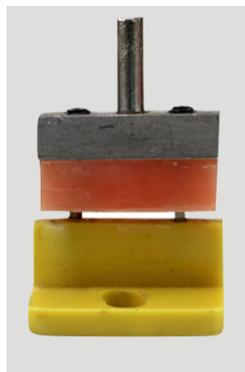
Figura 2. Amostra testada (matriz de poliuretano, base de resina acrílica e cápsulas).



Fonte: Autores, 2021.

Esta matriz permaneceu fixa ao aparelho, enquanto uma haste móvel, na qual o espécime foi fixado, realizou os movimentos de inserção/remoção das cápsulas nos implantes. (Figura 3).

Figura 3. Haste móvel simulando os movimentos de inserção/remoção das cápsulas nos implantes.



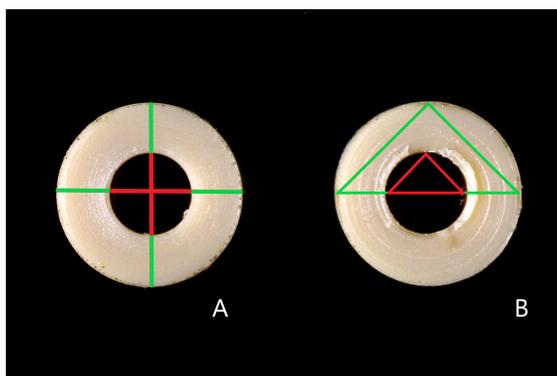
Fonte: Autores, 2021.

A eficácia destes materiais foi avaliada de acordo com a metodologia proposta por Rodrigues et al., (2009) através da análise da resistência à fadiga utilizando um equipamento que simula os movimentos de inserção/remoção de sobredentadura, projetado pela Faculdade de Odontologia de Ribeirão Preto FORP-USP. Foram realizados 2885 ciclos simulando o equivalente a 2 anos de inserção/remoção de sobredentaduras. O teste foi realizado com 20 ciclos de inserção/remoção por minuto. Os resultados foram analisados em intervalos equivalentes de 0, 6, 12, 18 e 24 meses de uso da sobredentadura. A força necessária para cada ciclo de inserção/remoção foi registrada por um software (Labview 8.0, National Instruments, Austin, TX, EUA), conectado a uma célula de carga. As cápsulas fabricadas foram comparadas a um modelo metálico convencional Intra-Lock System (n=10) (Cápsula Metálica com dispositivo retentor de silicone - DML).

2.3 Análise estereomicroscópica

Para avaliar a deformação dos novos dispositivos desenvolvidos comparados ao modelo o'ring comercial, foi utilizado um estereomicroscópio óptico (Discovery V20, Zeiss, Alemanha), sob aumento de 20 vezes. Dois métodos foram selecionados para análise quantitativa da deformação. No primeiro, obteve-se medidas horizontais internas e externas (CIH; CEH) e verticais internas e externas (CIV; CEV) dos componentes; e, no segundo, obteve-se medidas internas e externas do diâmetro (DI; DE) através da seleção de três pontos (Figura 4). As medições foram realizadas antes e após a realização do teste de resistência a fadiga.

Figura 4. Medidas horizontais internas e externas dos dispositivos.



Fonte: Autores, 2021.

3 RESULTADOS E DISCUSSÃO

3.1 Resistência à fadiga

Ao avaliar a resistência a fadiga (Tabela 1) o Tempo, não foi significativo ($p=0,104$). Já os materiais apresentaram diferença significativa entre si ($p<0,001$), onde a resistência a fadiga do Poliacetal foi maior que do O'ring ($p=0,002$), maior que o PEEK ($p<0,001$) e maior que o Teflon ($p<0,001$). O Teflon apresentou menor resistência a fadiga que o O'ring ($p=0,001$) e que o PEEK ($p=0,006$). Não houve diferença significativa entre PEEK e O'ring ($p=1,000$). A interação entre tempo vs material foi significativo ($p<0,001$).

Ao comparar os Materiais em cada tempo tem-se em T0: Teflon foi semelhante ao PEEK e significativamente menor que o O'ring e o Poliacetal. A partir de T1, o Teflon apresentou menor resistência a fadiga que os outros materiais. PEEK e O'ring foram semelhantes entre si e apresentaram menor resistência a fadiga que o Poliacetal. Ao comparar os tempos em cada Material tem-se: PEEK e Teflon: não houve diferença na força de retenção nos diferentes tempos; Poliacetal: T0 < T1 ($p<0,001$), T0 < T2 ($p=0,008$), T0 < T3 ($p=0,003$), T0 < T4 ($p=0,007$) e não houve diferença significativa entre os demais tempos; Oring: T0 > T1 ($p=0,028$) e não houve diferença significativa entre os demais tempos.

Tabela 1. Resultado do ensaio de Fadiga (N) para os materiais propostos (PEEK, Poliacetal, Teflon e O'ring). Análise em quatro tempos diferentes de ciclos, comparado ao grupo O'ring.

Tempo	PEEK	Poliacetal	Teflon	Oring*	Média (desvio padrão) - Tempo
0	10,83 (4,68) ^{A,a}	18,23 (3,74) ^{B,a}	6,63 (1,68) ^{A,a}	16,11 (4,17) ^{B,a}	12,95 (5,83)
½ ano	11,87 (4,78) ^{A,a}	22,15 (4,84) ^{B,b}	5,59 (1,15) ^{C,a}	13,80 (2,28) ^{A,b}	13,35 (6,94)

1 ano	14,10 (8,77) ^{A,a}	22,85 (4,91) ^{B,b}	5,47 (1,14) ^{C,a}	13,72 (2,45) ^{A,ab}	14,03 (7,98)
1 ano e meio	13,89 (9,81) ^{A,a}	23,61 (5,35) ^{B,b}	5,48 (1,15) ^{C,a}	13,17 (2,72) ^{A,ab}	14,04 (8,56)
2 anos	14,19 (10,14) ^{A,a}	23,58 (5,86) ^{B,b}	5,41 (1,11) ^{C,a}	13,22 (2,35) ^{A,ab}	14,10 (8,71)
x (sd) - Material	12.97 (7.80)^A	22.08 (5.19)^B	5.72 (1.30)^C	14,00 (2,97)^A	

^{AB} letras maiúsculas iguais indicam semelhança estatística entre os materiais ($p > 0,05$); ^{ab} letras minúsculas iguais indicam semelhança estatística entre os tempos para cada material ($p > 0,05$).

3.2 Análise estereomicroscópica

Nas avaliações de medidas internas das cápsulas foi possível observar que houve diferença significativa entre os Materiais (CIH: $p < 0,001$; CIV: $p < 0,001$; DI: $p < 0,001$) em que PEEK > TEFLON > POLIACETAL; entre os Tempos (CIH: $p < 0,001$; CIV: $p = 0,001$; DI: $p < 0,001$) em que T0 < T1. A interação grupo vs tempo também foi significativa (CIH: $p < 0,001$; CIV: $p < 0,001$; DI: $p < 0,001$) e as múltiplas comparações são apresentadas na tabela 2.

Tabela 2 – Média e desvio padrão das medidas internas (mm)

Medida	Tempo	Material		
		PEEK	POLIACETAL	TEFLON
CIH	T0	1,94 (0,06) ^{aA}	1,47 (0,06) ^{bA}	1,72 (0,04) ^{cA}
	T1	1,99 (0,15) ^{aA}	1,75 (0,12) ^{bB}	1,78 (0,03) ^{bA}
CIV	T0	1,95 (0,07) ^{aA}	1,49 (0,07) ^{bA}	1,69 (0,06) ^{cA}
	T1	1,98 (0,12) ^{aA}	1,76 (0,12) ^{bB}	1,77 (0,05) ^{bA}
DI	T0	1,94 (0,06) ^{aA}	1,48 (0,08) ^{bA}	1,70 (0,05) ^{cA}
	T1	1,93 (0,17) ^{aA}	1,79 (0,03) ^{bB}	1,76 (0,05) ^{bA}

CIH - Comprimento interno horizontal; CIV - Comprimento interno vertical; DI - Diâmetro interno; ^{ab} letras minúsculas iguais indicam semelhança estatística entre Materiais. ^{AB} letras maiúsculas iguais indicam semelhança estatística entre Tempos.

Nas avaliações de medidas externas das cápsulas foi possível observar que houve diferença significativa apenas entre os grupos (CEH: $p < 0,001$; CEV: $p < 0,001$; DE: $p < 0,001$) em que PEEK > TEFLON e PEEK > POLIACETAL, sem diferença significativas entre TEFLON e POLIACETAL. Não houve diferença entre os tempos (CEH: $p = 0,179$; CEV: $p = 0,088$; DE: $p = 0,480$) e a interação Material vs Tempo também não foi significativa (CEH: $p = 0,879$; CEV: $p = 0,483$; DE: $p = 0,058$) (Tabela 3).

Tabela 3 – Média e desvio padrão das medidas externas (mm)

Medida	Tempo	Material		
		PEEK	POLIACETAL	TEFLON
CEH	T0	4,12 (0,06) ^{A,a}	4,46 (0,12) ^{A,b}	4,47 (0,13) ^{A,b}
	T1	4,16 (0,09) ^{A,a}	4,48 (0,14) ^{A,b}	4,51 (0,13) ^{A,b}
CEV	T0	4,11 (0,06) ^{A,a}	4,51 (0,10) ^{A,b}	4,39 (0,25) ^{A,b}
	T1	4,17 (0,10) ^{A,a}	4,52 (0,13) ^{A,b}	4,51 (0,15) ^{A,b}
DE	T0	4,13 (0,06) ^{A,a}	4,52 (0,08) ^{A,b}	4,52 (0,11) ^{A,b}
	T1	3,98 (0,32) ^{A,a}	4,68 (0,23) ^{A,b}	4,62 (0,30) ^{A,b}

CEH - Comprimento externo horizontal; CEV - Comprimento externo vertical; DE - Diâmetro externo; ^{ab} letras minúsculas iguais indicam semelhança estatística entre grupos. ^{AB} letras maiúsculas iguais indicam semelhança estatística entre tempos.

O PEEK apresentou a maior média de resistência à compressão (125,40 Mpa), seguido do Poliacetal (114,50 Mpa), com diferença estatisticamente significativa entre eles. Durante a aplicação de uma força compressiva, as cápsulas são comprimidas pela resina da prótese e pelos próprios implantes. De acordo com Misch (2015), danos devido à compressão ocorrem por causa do movimento rotatório da prótese dentária, principalmente quando associado ao tipo de sistema de fixação utilizado, como o attachment bola e, devido à ausência de movimentação dos implantes. Assim, além de resistente à compressão, o módulo de elasticidade do material deve ser adequado para que a deformação seja plástica pelo maior período de tempo possível, aumentando a longevidade do tratamento reabilitador (RAZA et al., 2018).

A análise da resistência à fadiga nos permite prever a durabilidade relativa dos materiais quando submetidos diariamente à inserção e remoção dos implantes. No ensaio de Fadiga, para o tempo final equivalente a dois anos de uso clínico, não houve diferença estatisticamente significativa entre o PEEK (14,19N) e o grupo o'ring (13,22N). O Poliacetal apresentou a maior média de retenção (23,58N), e o Teflon, a menor (5,41N), assim como verificado em estudo anterior (VALENTE et al., 2018). Sendo a perda de retenção, o problema mais frequente observado nas overentures após os primeiros 6 meses de uso, demonstrou-se que os materiais testados apresentam retenção satisfatória por um tempo prolongado de uso (KIM et al., 2015; ELSYAD et al., 2018; SHASTRY et al., 2016).

Ao analisarmos as deformações internas e externas sofridas pelas cápsulas após o ensaio de fadiga, foi observado que o PEEK não apresentou diferença estatisticamente significativa entre os tempos para o diâmetro interno das cápsulas, demonstrando uma mínima deformação do material quando em constante atrito com os implantes. Tanto a temperatura constante de 37°C, como o calor gerado pelo atrito entre cápsula e os implantes não promoveram expansão ou contração consideráveis dos materiais.

4 CONCLUSÃO

O PEEK mostrou resultados promissores nas propriedades requeridas para uso como dispositivo de retenção para overdenture sobre implantes, quando comparado com o poliacetal e teflon, e apresentou valores de retenção equivalentes ao sistema O'ring disponível no mercado.

REFERÊNCIAS

- AGUIAR JUNIOR, F.A. **Avaliação de overdentures mandibulares com diferentes sistemas de retenção: análise fotoelástica da transmissão de tensões e efeito de carga cíclica na força de retenção.** 2013. 146 p. Tese de Doutorado. Faculdade de Odontologia de Ribeirão Preto, Universidade de São Paulo, Ribeirão Preto, 2013.
- CAXIAS, F.P. **Efeito da reabilitação oral com próteses totais convencionais sobre os estímulos perceptivos e a amplitude eletromiográfica do músculo orbicular da boca.** 2017. 86 p. Dissertação de Mestrado. Faculdade de Odontologia de Araçatuba, Universidade Estadual Paulista, Araçatuba 2017.
- DHALIWAL, J.S. et al. Osseointegration of standard and mini dental implants: a histomorphometric comparison. **International journal of implant dentistry**, v. 3, n. 1, p. 1-9, 2017.
- ELSYAD, M. A.; ELHADDAD, A. A.; KHIRALLAH, A.S. Retentive properties of O-ring and locator attachments for implant-retained maxillary overdentures: an in vitro study. **Journal of Prosthodontics**, v. 27, n. 6, p. 568-576, 2018.
- ENKLING, N. et al. Clinical outcomes and bone-level alterations around one-piece mini dental implants retaining mandibular overdentures: 5-year follow-up of a prospective cohort study. **Clinical oral implants research**, v. 31, n. 6, p. 549-556, 2020.
- FLANAGAN, D.; MASCOLO, A. The mini dental implant in fixed and removable prosthetics: a review. **The Journal of oral implantology**, v. 37, p. 123, 2011.
- GOIATO, M.C. et al. Quality of life and satisfaction of patients wearing implant-supported fixed partial denture: a cross-sectional survey of patients from Araçatuba city, Brazil. **Clinical oral implants research**, v. 26, n. 6, p. 701-708, 2015
- HERMANN, C. et al. Sistema "attachment" bola mini para implantes angulados em sobredentaduras. **RGO**, v. 55, n. 3, p. 311-314, 2007.
- JAWAD, S.; CLARKE, P.T. Survival of Mini Dental Implants Used to Retain Mandibular Complete Overdentures: Systematic Review. **International Journal of Oral & Maxillofacial Implants**, v. 34, n. 2, 2019.
- KIM, S. et al. Comparison of changes in retentive force of three stud attachments for implant overdentures. **The journal of advanced prosthodontics**, v. 7, n. 4, p. 303, 2015.
- KREVE, S.; ANZOLIN, D. Impacto da saúde bucal na qualidade de vida do idoso. **Revista Kairós: Gerontologia**, v. 19, n. Especial22, p. 45-59, 2016.
- LEMOS, C.A.A. et al. Complete overdentures retained by mini implants: A systematic review. **Journal of dentistry**, v. 57, p. 4-13, 2017.
- MARIN, D.O.M. Comportamento mecânico e características de desgaste de diferentes sistemas de encaixe utilizados em sobredentaduras mandibulares. 2017.87 p. Tese de Doutorado. Faculdade de Odontologia de Araçatuba, Universidade Estadual Paulista, Araçatuba 2017.
- MISCH, C.M. Complications of autogenous bone grafting. **Dental Implant Complications: Etiology, Prevention, and Treatment**, p. 332-361, 2015.
- RAZA, F. B. et al. Analysis of crestal bone loss around single piece ball attachment implant placed bilaterally in canine region and wear of O-ring in implant supported overdenture: Three year follow-up. **Clinical implant dentistry and related research**, v. 20, n. 3, p. 403-409, 2018.
- RODRIGUES, R.C.S. et al. An in vitro study of non-axial forces upon the retention of an O-ring attachment. **Clinical oral implants research**, v. 20, n. 12, p. 1314-1319, 2009.
- SHASTRY, T. et al. An in vitro comparative study to evaluate the retention of different attachment systems used in implant-retained overdentures. **The Journal of the Indian Prosthodontic Society**, v. 16, n. 2, p. 159, 2016.
- SHIMIZU, T. et al. In vivo experimental study of anterior cervical fusion using bioactive polyetheretherketone in a canine model. **PLoS One**, v. 12, n. 9, p. e0184495, 2017.
- SOUZA, S.D.B. **Estudo do processo de soldagem para a integração de compósitos peek/fibras de carbono com aplicações aeronáuticas.** 2017. 217 p. Faculdade de Engenharia, Universidade Estadual Paulista, Guaratinguetá 2017.
- VALENTE, M.L.C et al. Retention force and deformation of an innovative attachment model for mini-implant-retained overdentures. **The Journal of prosthetic dentistry**, v. 121, n. 1, p. 129-134, 2019.