



RETRIEVAL ANALYSIS DE POSTES DE INSERTOS TIBIAIS ESTABILIZADOS POSTERIORMENTE EM PRÓTESES DE JOELHO

Antonio Fernandes B. Neto^[https://orcid.org/0000-0002-2401-5755], Laboratório de Engenharia Biomecânica (LEBm), Centro Nacional de Análise de Explantos (CNAEx), afbn.afbn@gmail.com

Enrico B. Fava^[https://orcid.org/0000-0002-7772-2883], Laboratório de Engenharia Biomecânica (LEBm), Centro Nacional de Análise de Explantos (CNAEx), f.enrico27@gmail.com

Patrícia Ortega Cubillos^[https://orcid.org/0000-0001-9264-8004], Laboratório de Engenharia Biomecânica (LEBm), Centro Nacional de Análise de Explantos (CNAEx), p.ortega@ufsc.br

Alan de Paula Mozella^[https://orcid.org/0000-0001-5855-5808], Instituto Nacional de Traumatologia e Ortopedia (INTO), apmozella@terra.com.br

João Antonio Mateus Guimarães^[https://orcid.org/0000-0002-4088-044X], Instituto Nacional de Traumatologia e Ortopedia (INTO), JGuimaraes@into.saude.gov.br

Carlos Rodrigo de Mello Roesler^[https://orcid.org/0000-0002-9430-7059], Laboratório de Engenharia Biomecânica (LEBm), Centro Nacional de Análise de Explantos (CNAEx), r.roesler@ufsc.br

Resumo. Os insertos tibiais com substituição do Ligamento Cruzado Posterior (LCP) através do conjunto poste-came é amplamente utilizado nos implantes para a Artroplastia Total de Joelho (ATJ). Como uma parte do inserto tibial, os postes podem possuir diferentes designs e materiais. Tais características influenciam na integridade do poste durante o uso. Neste trabalho, com o objetivo de estudar a relação entre danos de postes de insertos tibiais retirados de pacientes após uso, avaliaram-se 10 explantes fabricados em UHMPE, através da caracterização de 7 tipos de danos. Os resultados indicam que a região posterior dos postes avaliados apresentou maiores severidade de dano, sendo o mecanismo de abrasão o que foi encontrado mais amplamente na análise da superfície dos postes.

Palavras chave: Artroplastia de joelho. Avaliação de dano. Retrieval Analysis. Inseto tibial. Poste.

1. INTRODUÇÃO

O uso de postes em insertos tibiais decorrentes da substituição do Ligamento Cruzado Posterior (LCP) mostra-se recorrente, mesmo em casos quando a integridade do cruzamento ainda fosse viável (NGUYEN; LEHIL; BOZIC, 2015). Em sua região posterior o poste atua como um came em conjunto com um segmento intercondilar presente no componente femoral da prótese de ATJ Fig. (1).

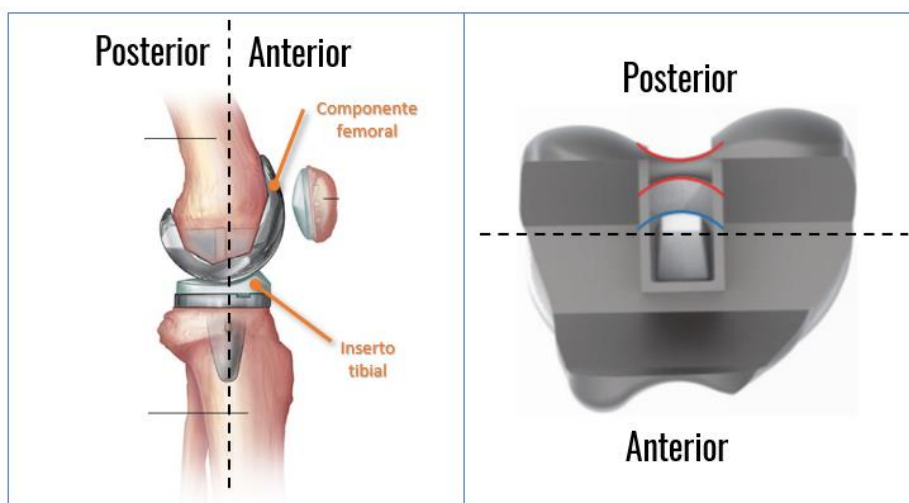


Figura 1. Identificação do componente femoral e inserto tibial, das regiões posterior e anterior, adaptado de MAYO FOUNDATION s.d.; KOH *et al* (2018).

Embora a função do poste do inserto tibial seja a substituição do LCP, existem diferentes resultados quanto à resistência mecânica devido ao material de fabricação (KURTZ, 2009) e ao *design* (KUWASHIMA *et al*, 2016). Em relação ao *design*, as variações podem ocorrer no tamanho do poste, na inclinação ou no formato. Este formato do poste pode ser classificado de acordo com a região posterior, como reto ou curvado (WATANABE *et al*, 2017).



Ao serem retiradas dos pacientes, as próteses, as mesmas, são coletadas, armazenadas e submetidas à análises ou ensaios, realizando um procedimento reconhecido pelas normas técnicas da área de *Retrieval Analyses* – ISO 12891-1 (ISO, 2015) e ASTM F561-19 (ASTM, 2019).

Dentre as análises, pode-se destacar a identificação dos mecanismos de danos na superfície sofridos durante o uso, classificando-os como: *pitting*, delaminação, adesão de partículas, riscamento, deformação, polimento ou abrasão, ainda quantificando suas respectivas magnitudes através de graus de severidade (Hood *et al.*, 1983). Em um estudo, Konopka *et al* (2018) afirma que, para as suas amostras analisadas, os modos de dano de maior média na região do poste seriam os de *pitting*, riscamento e abrasão, enquanto delaminação e polimento apresentaram as menores médias de grau de severidade. A ausência do dano de delaminação ocorre também no trabalho de Gilbert *et al* (2014) que avalia tanto o poste quanto a articulação do inserto tibial. A autora afirma que para todo o inserto, polimento, seguido de riscamento e *pitting*, foram os danos mais predominantes enquanto o dano de delaminação não foi identificado em suas amostras.

Para uma visão geral do nível de dano e sem especificação do tipos, pode-se também considerar apenas a área total afetada e então atribuir o grau de severidade (Fava, 2021). Para melhorar a análise desses danos, pode-se dividir a superfície total em regiões (Hood *et al.*, 1983). Nesta pesquisa utilizou-se como referência a divisão das regiões do poste de acordo com a metodologia de Konopka *et al* (2018), que divide a área do poste do inserto tibial em 5 sub áreas: anterior, posterior, lateral, medial e superior.

A partir de 10 insertos tibiais (retirados de pacientes após uso em cirurgias de revisão) com poste (PS) manufaturados em Polietileno de Ultra Alto Peso Molecular (UHMWPE), este estudo tem como objetivo relacionar os tipos de danos em conjunto com os graus de severidade identificados pela análise macrográfica através da técnica de estereoscopia na superfície de cada região dos postes.

2. MATERIAIS E MÉTODO

As avaliações de danos ocorrerão para um total de 10 insertos tibiais explantados (retirados de pacientes), que se apresentam na Fig. 2. Apenas os insertos 1, 5 e 9 apresentam um formato curvado de poste na posterior, os demais possuem a região posterior do poste em formato reto, conforme a classificação de Watanabe *et al* (2017).

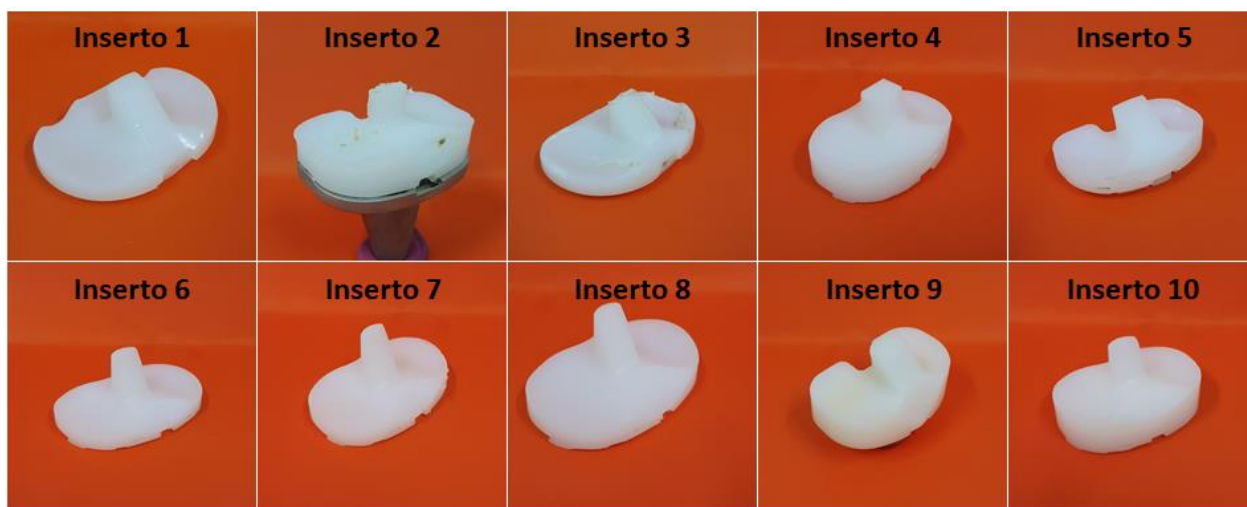


Figura 2. Disposição visual e identificação das amostras de insertos tibiais.

Os insertos tibiais pesquisados foram manufaturados de UHMWPE e na sua maioria apresentam diferentes *designs*. Apenas os insertos 6 e 7 são do mesmo modelo e dimensão.

As 5 regiões de análise para o poste foram distribuídas conforme Konopka (2018). No entanto, nem todas as amostras tiveram a lateralidade identificada, impossibilitando a diferenciação entre as regiões lateral e medial. Por esta razão, as regiões 1 e 3 – Fig. (3) – serão identificadas como ML1 e ML2. A Fig. 3 apresenta a divisão das regiões de análise que são: ML1 (1), anterior (2), ML2 (3), posterior (4), superior (5).

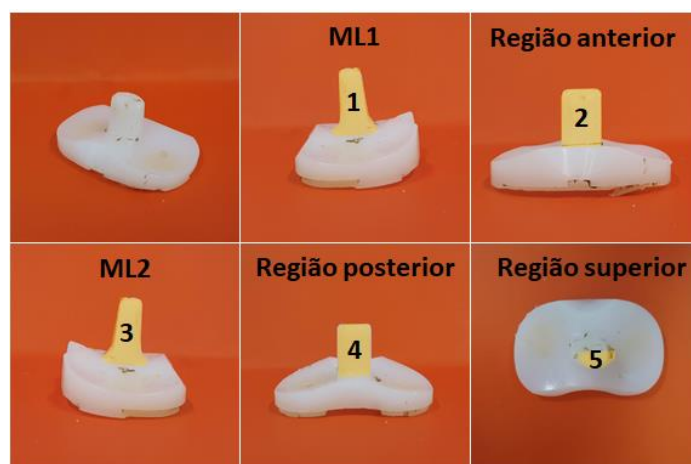


Figura 3. Divisão de regiões do poste de insertos tibiais.

As superfícies de cada região foram analisadas com um estereoscópio Leica M165 C, com 10x de ampliação, a fim de se identificar os modos de dano e seus respectivos graus de severidade. Os modos de dano considerados foram: *pitting*, delaminação, adesão de partículas, riscamento, deformação, polimento e abrasão – Fig. (4).

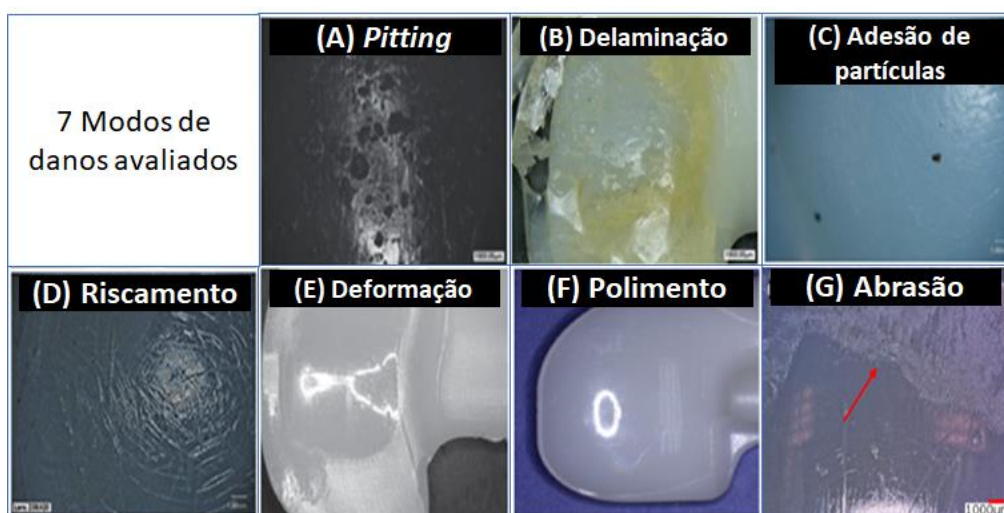


Figura 4. Modos de danos avaliados, adaptado de (A), (B), (C) e (E): LI *et al.*, 2017; (D): D'APUZZO *et al.*, 2016; (E): SPECE. *et al.*, 2019; (F): ECKERT *et al.*, 2020.

Para cada modo de dano, atribuiu-se um grau de severidade, utilizando o modelo de Hood *et al* (1983). Este valor varia entre 0 e 3 conforme a porcentagem de área afetada. Quando não há região afetada pelo dano em análise, o valor do grau de severidade valerá 0, em casos de área afetada o valor aumentará. A Tab. (1) apresenta uma relação entre a magnitude do grau de severidade e sua respectiva condição de área afetada.

Grau de severidade	Critério
0	Superfície isenta de dano (0%)
1	Superfície com área afetada $\leq 10\%$
2	Superfície com área afetada entre 10% e 50%
3	Superfície com área afetada $\geq 50\%$

Tabela 1. Graus de severidade e seus respectivos critérios.

Além das análises de cada modo de dano por região, seguindo os critérios apresentados na Tab. (1), também se considerou o grau de severidade total (Fava, 2021), que considera a área total afetada independente da natureza do dano.

3. RESULTADOS E DISCUSSÃO

A Tabela (2) apresenta os resultados referentes à severidade total de cada região analisada, obtida via análise da região como um todo, sem considerar o modo de dano:

Inserto	Região				
	ML1	2 - anterior	ML2	4 - posterior	5 - superior
1	2	2	2	2	3
2	3	3	3	3	3
3	3	2	3	3	3
4	1	0	1	2	0
5	1	0	1	2	1
6	2	0	2	2	1
7	1	0	1	2	0
8	0	0	1	2	0
9	3	1	3	3	1
10	2	0	3	2	0

Tabela 2. Graus de severidade totais para cada inserto (por região).

Os insertos 6 e 7, que possuem as mesmas dimensões, apresentaram resultados similares: divergiram apenas no grau de severidade total na região ML1. Ademais, ambos não apresentaram danos na região anterior.

Para o inserto 2, o grau de severidade total obteve o valor máximo (igual a 3) em todas as 5 regiões – Tab (2). As imagens das 5 regiões analisadas deste inserto – Fig. (5) – demonstram como cada área está afetada. Observa-se que a região ML1 apresenta mais de 50% da área afetada por delaminação, enquanto que nas outras quatro regiões denota-se que abrasão que foi o modo de dano que teve maior porcentagem de área afetada.

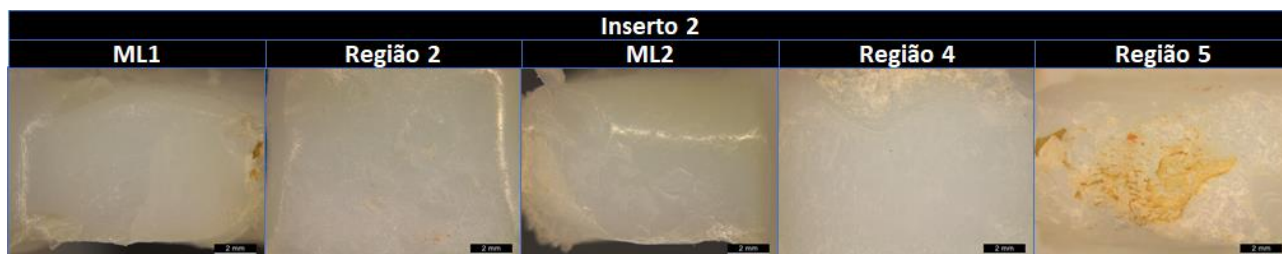


Figura 5. Imagens da amostra 2, capturadas pelo estereoscópio.

O inserto 3 – Fig. (6) – teve valores máximo de grau de severidade em quatro regiões do poste, tendo apenas a região (anterior) com grau de severidade igual a 2. Neste inserto as regiões ML1 e anterior foram mais afetadas por delaminação, enquanto que as demais foram mais afetadas por abrasão.



Figura 6. Imagens da amostra 3, capturadas pelo estereoscópio.

Assim como nos insertos de maior área superficial afetada (2 e 3), as amostras com menores graus de severidade totais, os insertos 7 e 8, também apresentaram abrasão como o dano mais frequente. Em contraste, nestas amostras o dano de delaminação já foi menos frequente.



O gráfico apresentado na Figura (7) demonstra a frequência de cada modo de dano identificado (independente do grau de severidade) para todas as áreas analisadas de todos os insertos (sumatoria de todos as regiões para os 10 insertos tibiais). No total, para os 7 modos de dano, 5 regiões e 10 amostras, 350 regiões foram analisadas, onde os danos foram identificados 131 vezes. O Gráfico da Figura (7) evidencia o modo de abrasão como o mais frequente, seguido por riscamento. Enquanto que dano de *pitting* apresentou menor frequência.

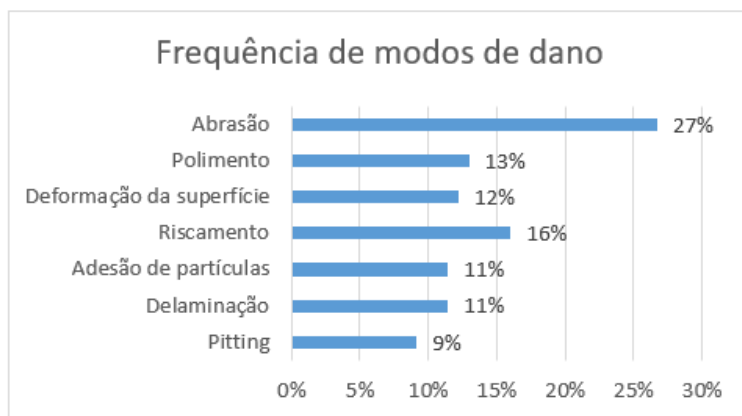


Figura 7. Frequência de modos dano.

Entre os formatos de poste, os 3 insertos classificados como de posterior curvada apresentaram as 4 maiores frequências de dano, juntos do inserto 2 cujo grau de severidade foi máximo para todos os modos de dano.

Somando todos os valores de graus de severidade dos modos de dano por região, de todos os componentes, obteve-se a Tab. (3). Nesta, se identificou o dano de abrasão como o de maiores severidades dentre todos os danos para qualquer região e também teve a maior média de grau de severidade, apresentando-se com maior frequência na região posterior (somatória de severidade igual a 18- Tab.3). Em contrapartida, o dano de *pitting* apresentou as menores somatórias, não sendo identificado este mecanismo na região superior de qualquer um dos 10 insertos tibiais estudados.

Modo de dano	Região					Média
	ML1	2 - anterior	ML2	4 - posterior	5 - superior	
Pitting	2	1	6	6	0	3
Delaminação	6	4	7	7	6	6
Adesão de partículas	5	3	2	2	3	3
Riscamento	3	4	7	11	5	6
Deformação da superfície	7	1	3	6	5	4,4
Polimento	3	1	6	6	4	4
Abrasão	12	6	15	18	8	11,8

Tabela 3. Somatório dos graus de severidade por região e para cada modo de dano.

4. CONCLUSÃO

A análise macroscópica de danos se demonstrou eficaz na avaliação preliminar de explantes com postes, determinando a natureza, a ocorrência e o grau de severidade do dano. Para os componentes analisados, o mecanismo de dano de abrasão foi o mais frequente da análise macroscópica.

A similaridade o grau de severidade total entre os modelos de insertos idênticos (6 e 7), pode reforçar a hipótese da correlação ente as regiões afetadas e o *design* do poste Neste caso específico, houve divergência na região ML1, já a região anterior, de ambos os insertos, não foram identificados mecanismos de dano.

Para estabelecer uma relação entre dano e *design* para os diferentes formatos de poste (ex: curvado ou reto), seria necessário analisar um maior número de amostras.

Os três insertos com *design* de poste com posterior curvada apresentaram a maior frequência de danos, estando apenas atrás de um único inserto com posterior do poste reta, levando em conta o número amostral. Importante ressaltar que este inserto de posterior reta (inserto 2) apresentou a maior frequência de dano entre todo o conjunto amostral.



Em concordância com o estudo de Konopka *et al* (2018), os mecanismos de dano de riscamento e abrasão obtiveram maior média do grau de severidade por região. Em contraste, enquanto o autor identificou delaminação como o dano de menor média (quase nula), neste trabalho o dano de delaminação esteve com a segunda maior média, tanto quanto o dano de riscamento.

5. REFERÊNCIAS

- ASTM. ASTM F561 - 19 Standard Practice for Retrieval and Analysis of Medical Devices, and Associated Tissues and Fluids. 2019. Available at: <https://www.astm.org/>. Accessed on: 2 Sep. 2021.
- D'APUZZO, M. R. et al. Assessment of Damage on a Dual Mobility Acetabular System. **Journal of Arthroplasty**, 2016.
- ECKERT, J. A. et al. Bearing thickness is not a predictive factor for damage and penetration in oxford unicompartmental knee arthroplasty—a retrieval analysis.
- FAVA, E. B. Retrieval Analyses de componentes de próteses de joelho: otimização da metodologia de análises de dano macroscópico. Universidade Federal de Santa Catarina, Santa Catarina, 2021.
- GILBERT, Susannah L.; RANA, Adam J.; LIPMAN, Joseph D.; WRIGHT, Timothy M.; WESTRICH, Geoffrey H. Design changes improve contact patterns and articular surface damage in total knee arthroplasty. *Knee*, [S. l.], v. 21, n. 6, p. 1129–1134, 2014. DOI: 10.1016/j.knee.2014.07.022.
- HOOD, Roger W.; WRIGHT, Timothy M.; BURSTEIN, Albert H. Retrieval analysis of total knee prostheses: A method and its application to 48 total condylar prostheses. **Journal of Biomedical Materials Research**, [S. l.], v. 17, n. 5, p. 829–842, 1983. DOI: 10.1002/jbm.820170510.
- ISO. ISO - ISO 12891-1:2015 - Retrieval and analysis of surgical implants — Part 1: Retrieval and handling. 2015. Available at: <https://www.iso.org/home.html>. Accessed on: 2 Sep. 2021.
- KOH, Y.G.; SON, J.; KWON, O.R.; KWON, S.K.; KANG, K.T. Effect of post-cam design for normal knee joint kinematic, ligament, and quadriceps force in patient-specific posterior-stabilized Total Knee Arthroplasty by using Finite Element Analysis. **Hindawi BioMed Research International**, 2018. Available at: <https://www.hindawi.com/journals/bmri/2018/2438980/>.
- KONOPKA, Joseph; WEITZLER, Lydia; WESTRICH, Daniel; WRIGHT, Timothy M.; WESTRICH, Geoffrey H. The effect of constraint on post damage in total knee arthroplasty: posterior stabilized vs posterior stabilized constrained inserts. **Arthroplasty Today**, [S. l.], v. 4, n. 2, p. 200–204, 2018. DOI: 10.1016/j.artd.2017.11.001.
- KURTZ, SM. UHMWPE biomaterials handbook: ultra high molecular weight polyethylene in total joint replacement and medical devices. 2009.
- KUWASHIMA, Umito *et al*. Contact stress analysis of the anterior tibial post in bi-cruciate stabilized and mobile-bearing posterior stabilized total knee arthroplasty designs. **Journal of the Mechanical Behavior of Biomedical Materials**, vol. 60, p. 460–467, 2016. DOI 10.1016/j.jmbbm.2016.03.003.
- LI, A. E. et al. Frondlike synovitis on MRI and correlation with polyethylene surface damage of total knee arthroplasty. **American Journal of Roentgenology**, 2017.
- MAYO FOUNDATION. Knee replacement surgery. Available at: www.mayoclinic.org/. Accessed on: 9 Mar. 2022.
- NGUYEN, Long Co L.; LEHIL, Mandeep S.; BOZIC, Kevin J. Trends in Total Knee Arthroplasty Implant Utilization. **Journal of Arthroplasty**, [S. l.], v. 30, n. 5, p. 739–742, 2015. DOI: 10.1016/j.arth.2014.12.009.
- SPECE, H. et al. Reasons for Revision, Oxidation, and Damage Mechanisms of Retrieved Vitamin E-Stabilized Highly Crosslinked Polyethylene in Total Knee Arthroplasty. **Journal of Arthroplasty**, 2019.
- WATANABE, Toshifumi et al. Post-cam design and contact stress on tibial posts in posterior-stabilized total knee prostheses: comparison between a rounded and a squared design. **The Journal of arthroplasty**, v. 32, n. 12, p. 3757–3762, 2017.

6. AGRADECIMENTOS

A realização deste trabalho contou com a infraestrutura do Laboratório de Engenharia Biomecânica (LEBm) vinculado à Universidade Federal de Santa Catarina (UFSC), por meio do Centro Nacional de Explantos (CNAEx). As amostras foram recolhidas e disponibilizadas pelo Instituto Nacional de Traumatologia e Ortopedia (INTO).

7. RESPONSABILIDADE PELAS INFORMAÇÕES

Os autores são os únicos responsáveis pelas informações incluídas neste trabalho.