

## SELEÇÃO DE UM MATERIAL PARA MODELOS DE TREINO MÉDICO DE UM APÊNDICE AURICULAR ESQUERDO: UMA ABORDAGEM COMPARATIVA

*Sara Valvez<sup>1</sup>; M. Oliveira-Santos<sup>2</sup>; L. Gonçalves<sup>2</sup>; A. P. Piedade<sup>1</sup>; A.M. Amaro<sup>1</sup>*

<sup>1</sup> *Centre for Mechanical Engineering, Materials and Processes (CEMMPRE, ARISE), Universidade de Coimbra, Portugal.*

<sup>2</sup> *Institute for Clinical and Biomedical Research (ICBR), Faculdade de Medicina, Universidade de Coimbra, Portugal.*

*sara.valvez@dem.uc.pt; ana.piedade@dem.uc.pt; ana.amaro@dem.uc.pt*

*oliveirasantos@uc.pt, lgoncalv@ci.uc.pt*

**PALAVRAS-CHAVE:** Apêndice auricular esquerdo, acidente vascular cerebral, fabrico aditivo, propriedades mecânicas.

### 1 INTRODUÇÃO

O estudo de tecidos cardíacos tem despertado um interesse crescente aos longo dos anos. Um dos principais focos de investigação tem sido o apêndice auricular esquerdo (AAE), uma pequena estrutura localizada na aurícula esquerda (AE) do coração. Devido à sua forma irregular, o AAE proporciona a formação de coágulos, o que pode levar à ocorrência de acidentes vasculares cerebrais (AVC). Uma das estratégias para a prevenção de AVC é a oclusão do AAE. Neste procedimento, um dispositivo de oclusão é ancorado no interior do AAE para bloquear o fluxo de sangue entre a AE e o AAE. Um dos desafios para o sucesso deste procedimento reside na seleção precisa do tipo e tamanho adequados do dispositivo médico que melhor se adapta à anatomia única do paciente. A utilização de simuladores cardíacos personalizados, recorrendo a modelos produzidos através de tecnologias de fabrico aditivo, com o objetivo de replicar a anatomia específica do paciente e testar as diferentes opções de dispositivos antes da intervenção cirúrgica, é sugerida pelos médicos cardiologistas [1]. O presente estudo pretende identificar um material, bem como a configuração de impressão mais apropriada, para replicar o comportamento mecânico observado no tecido do AAE.

### 2. MATERIAIS E MÉTODOS

De acordo com a literatura existente, a poliuretana (TPU) foi identificada como um material com o potencial de replicar o comportamento mecânico do tecido do AAE [2]. Quatro TPU distintas com diferentes graus de dureza (60D, 40D, 93A e 85A) foram selecionadas com o objetivo de investigar o impacto dessas variações na capacidade de replicar o comportamento mecânico do tecido do AAE. As amostras foram fabricadas pela tecnologia de fabrico por filamento fundido (FFF). Foram consideradas diferentes parâmetros de impressão, variando o número contornos (1 e 2), e a percentagem de preenchimento (25% e 100%). As propriedades mecânicas críticas para a seleção de um material apropriado foram avaliadas através de testes de tração de acordo com a norma ISO-527.

### 3. RESULTADOS

Entre os materiais testados, a TPU 85A foi identificada como a mais adequada para replicar o comportamento mecânico do AAE pois é a que apresenta menor valor de resistência à tração e de módulo de Young. No entanto, o desempenho mecânico dos provetes de TPU 85A ainda se encontra significativamente distante do comportamento mecânico do tecido AAE. Para investigar

esta questão foram testadas amostras com diferentes números de contornos (1 e 2), bem como percentagem de preenchimento variadas (25% e 100%). A Figura 1 apresenta as curvas de tensão-deformação correspondentes aos provetes produzidos com os diferentes parâmetros de impressão e uma curva tensão-deformação do tecido biológico de um AAE [3]. Estas curvas experimentais são curvas médias, tendo sido realizados pelo menos 5 ensaios válidos para cada condição à temperatura ambiente. Em cada curva estão identificados a tensão máxima (marcador) bem como o seu desvio padrão (barras de dispersão).

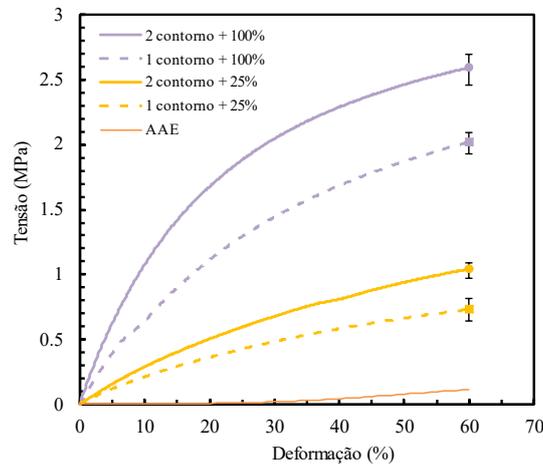


Figura 1 – Curvas de tensão-deformação para o TPU 85A obtidas através de ensaios de tração.

É possível observar na Figura 1 que as amostras com a configuração de 1 contorno, e 25% de percentagem de preenchimento, apresentam valores mais próximos dos do tecido biológico. Além disso, é notório que a percentagem de preenchimento tem uma influência mais significativa no desempenho mecânico do que o número de contornos.

#### 4. CONCLUSÃO

Entre os materiais testados, a TPU 85A demonstra maior potencial para mimetizar o comportamento mecânico do AAE. No que diz respeito aos parâmetros de impressão analisados, a curva de tensão-deformação dos provetes com 1 contorno e 25% de preenchimento apresentam valores mais próximos da curva de tensão-deformação do AAE. Tendo em conta que um tecido biológico exibe um comportamento mecânico não linear, torna-se necessário aprofundar o estudo para considerar novas configurações de impressão.

#### AGRADECIMENTOS

SV agradece à FCT—Fundação para a Ciência e Tecnologia o financiamento através da bolsa 2023.00413.BD. Os autores agradecem à FCT—Fundação para a Ciência e Tecnologia, no âmbito dos projetos UIDB/00285/2020 e LA/P/0112/2020.

#### REFERÊNCIAS

- [1] M. Świączkowski et al., “A Comprehensive Review of Percutaneous and Surgical Left Atrial Appendage Occlusion,” *J Cardiovasc Dev Dis*, vol. 11, no. 8, p. 234, Jul. 2024, doi: 10.3390/jcdd11080234.
- [2] S. Valvez, M. Oliveira-Santos, A. P. Piedade, L. Gonçalves, and A. M. Amaro, “Planning the Closure Procedure: Additive Manufacture of a Left Atrial Appendage,” in *Proceedings of the 10th Congress of the Portuguese Society of Biomechanics*, in *Lecture Notes in Bioengineering*, Springer Nature Switzerland, 2023, pp. 89–95. doi: 10.1007/978-3-031-47790-4\_9.
- [3] C. Lin, L. Liu, Y. Liu, and J. Leng, “4D Printing of Bioinspired Absorbable Left Atrial Appendage Occluders: A Proof-of-Concept Study,” *ACS Appl Mater Interfaces*, vol. 13, no. 11, pp. 12668–12678, Mar. 2021, doi: 10.1021/acsami.0c1719

*Seleção de um material para modelos de treino médico de um apêndice auricular esquerdo: uma abordagem comparativa*

---