

MODELOS COMPUTACIONAIS E VALIDAÇÃO EXPERIMENTAL NO PROJETO DE DISPOSITIVOS BIOMÉDICOS

Paulo R. Fernandes
IDMEC, Instituto Superior Técnico, Universidade de Lisboa



RESUMO

Nesta comunicação discute-se a validação experimental dos modelos computacionais utilizados em projeto de dispositivos biomecânicos. Apresenta-se o caso do desenvolvimento de *scaffolds* para engenharia do tecido ósseo, onde a transferência para a prática clínica requer que o projeto e o fabrico respeitem os requisitos impostos pelas agências reguladoras.

Palavras-chave: Biomecânica Computacional / Biomecânica Experimental / Validação /

1. INTRODUÇÃO

Os modelos computacionais utilizados em projeto mecânico, tais como o método dos elementos finitos e a otimização estrutural, são também ferramentas importantes no desenvolvimento de dispositivos biomédicos, em particular em biomecânica. Estes dispositivos têm de possuir características que lhes permitam interagir com os tecidos biológicos envolventes. A variabilidade biológica dos recetores destes dispositivos e das propriedades das estruturas a modelar, implica muitas vezes soluções personalizadas. Os métodos de projeto e fabrico têm de ser adaptadas a cada caso, tornado a sua validação uma questão crítica e de dificuldade acrescida. Logo, a validação experimental é essencial para garantir que as características definidas para o dispositivo projetado são as que se encontram no produto final. Nesta comunicação, a questão da validação dos modelos computacionais utilizados em projeto de dispositivos biomecânicos é discutida. Apresenta-se o caso do desenvolvimento de *scaffolds* para engenharia do tecido ósseo [1]. De facto, uma preocupação atual no desenvolvimento de substitutos ósseos é a transferência da tecnologia para a prática clínica que requer que quer o projeto quer o fabrico respeitem os requisitos impostos pelas agências reguladoras [2]. Nesta comunicação apresenta-se uma metodologia de projeto de substitutos ósseos utilizando otimização de topologia que permite obter microestruturas controladas com propriedades elásticas (rigidez) e de permeabilidade otimizadas [3]. Estas estruturas podem ser obtidas através de técnicas de impressão 3D, no entanto o método de fabrico influencia também as propriedades finais. Assim sendo, a verificação experimental das propriedades depois do fabrico através de ensaios mecânicos é essencial para verificar se as propriedades equivalentes obtidas por homogeneização se verificam no *scaffold* produzido [4].

2. PROJECTO DE SCAFFOLDS COM MICROESTRUTURA CONTROLADA

O problema de otimização de topologia pode ser definido pela maximização da permeabilidade, necessária à difusão das células, nutrientes e vascularização que permitam a formação de novo osso, com um constrangimento de rigidez de modo a manter a integridade estrutural do *scaffold* que suporta a formação do novo osso [1,3]. A solução deste problema produz modelos computacionais que conduzem a estruturas que podem ser obtidas por impressão 3D, como mostra a figura 1. É necessário que as estruturas obtidas apresentem as propriedades calculadas na fase de projeto, que neste caso foram obtidas considerando as propriedades equivalentes homogeneizadas do meio poroso [4].

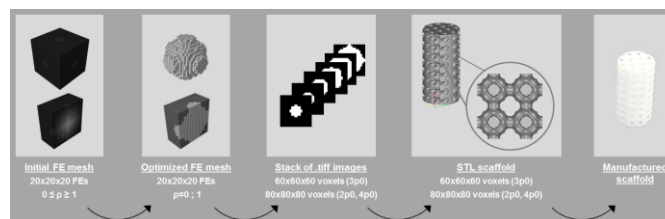


Fig. 1 – Do projeto ao protótipo (adaptado de [1])

3. VERIFICAÇÃO EXPERIMENTAL DAS PROPRIEDADES

No caso apresentado nesta comunicação a análise das dimensões das estruturas obtidas foi feita recorrendo a imagens dos protótipos obtidas por Micro CT. Verifica-se que a geometria é ligeiramente diferente o que conduz a uma porosidade ligeiramente mais elevada do que a calculada computacionalmente. As propriedades mecânicas e de permeabilidade apresentam uma boa correlação entre os valores computacionais e experimentais, existindo no entanto diferenças, provavelmente devido ao método de fabrico.

4. CONCLUSÕES

A mecânica experimental tem um papel relevante no desenvolvimento da biomecânica, caracterizando os tecidos biológicos e verificando a resistência de novos dispositivos de aplicação biomédica. A partir do exemplo do desenvolvimento de scaffolds para engenharia do tecido ósseo, relevou-se a importância da combinação da mecânica experimental com a modelação computacional para o desenvolvimento de dispositivos biomédicos de modo a aferir a concordância das características projetadas com a do produto final.

5. REFERÊNCIAS

- [1] Dias M., Guedes J., Flanagan C., Hollister S. and Fernandes P. 2014. Optimization of Scaffold Design for Bone Tissue Engineering: Computational and Experimental Study, *Medical Eng. & Physics*, 36(4), p. 448-457.
- [2] Hollister S.J., Murphy W.L. 2011. Scaffold translation: barriers between concept and clinic. *Tissue Eng B*, 17(6), p.459–74.
- [3] Castilho M.; Rodrigues J., Vorndran E.; Gbureck U., Quental C.; Folgado J., Fernandes P. 2017. Computational design and fabrication of a novel bioresorbable cage for tibial tuberosity advancement application, *J. Mechanical Behavior of Biomedical Materials*, 65, p. 344-355.
- [4] Coelho P.G., Hollister S.J., Flanagan C.L., Fernandes P.R. 2015. Bioresorbable scaffolds for bone tissue engineering: optimal design, fabrication, mechanical testing and scale-size effects analysis, *Medical Engineering & Physics* 37(3), p.287-296.