

Análise de tensões em materiais compósitos durante processos de furação

Azevedo, Lucas D.¹; Fernandes, Maria G.²; Fonseca, Elza M. M.³ e Natal R. J.⁴

¹ldazevedo10@gmail.com, MSc Tecnologia Biomédica, Instituto Politécnico de Bragança, Portugal

²mgfernandes@inegi.up.pt, INEGI, PhD Engenharia Mecânica, Faculdade de Engenharia da Universidade do Porto, Portugal

³efonseca@ipb.pt, LAETA, INEGI, Instituto Politécnico de Bragança, Portugal

⁴rnatal@fe.up.pt, LAETA, INEGI, Faculdade de Engenharia da Universidade do Porto, Portugal

1. INTRODUÇÃO

- A furação do tecido ósseo é indispensável em cirurgia ortopédica.
- Há fatores no processo de furação que podem provocar dano no tecido ósseo.
- Os parâmetros de furação como velocidade de avanço, velocidade de rotação e geometria da broca devem ser considerados cuidadosamente para obtenção de resultados cirúrgicos satisfatórios.

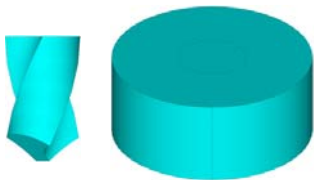
Objetivos

- Desenvolver modelos experimentais para furação, utilizando materiais compósitos, com propriedades idênticas ao osso cortical humano cadavérico.
- Desenvolver modelos numéricos 3D de dinâmica explícita para furação, validados com os resultados experimentais.
- Avaliar as tensões desenvolvidas no material e temperaturas na broca.
- Analisar o efeito das diferentes velocidade de avanço e rotação.

3. MODELO NUMÉRICO

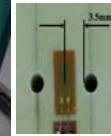
- Modelo 3D de dinâmica explícita *ANSYS/LS-DYNA* para simular a furação.
- Propriedades mecânicas dos materiais [1], [2]:
Bloco – comportamento elástico-plástico,
Broca – corpo rígido.

Propriedades	Broca	Bloco
Massa Volumica (kg/m ³)	7850	800
Módulo de Young (MPa)	200000	987,2
Coefficiente de Poisson	0,3	0,3
Tensão de cedência inicial (MPa)		22,59
Módulo tangente (MPa)		0,91
Parâmetro de endurecimento		0,1
Parâmetro do material (C)		2,5
Constante do material (P)		7
Crítério de erosão (ϵ_{lim}^{eff})		0,0504



2. MODELO EXPERIMENTAL

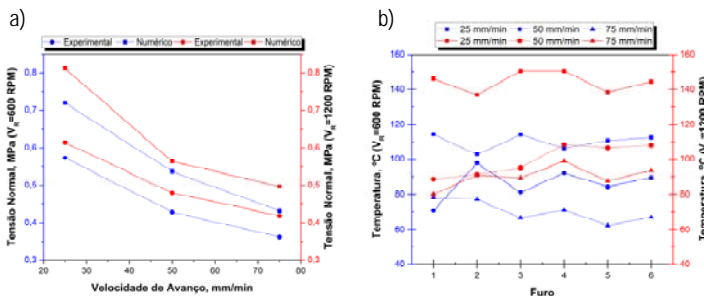
- Utilizados blocos compósito *Sawbones*, características similares ao osso cortical.
- Registadas as deformações com extensómetros na superfície dos blocos.
- Registo da temperatura na broca efetuado com uma camera termográfica.



Parâmetros	
Geometria da broca	Ø4 mm, ponta 118°
Velocidade de rotação	600, 1200 rpm
Velocidade de avanço	25, 50 e 75 mm/min
Profundidade do furo	30 mm

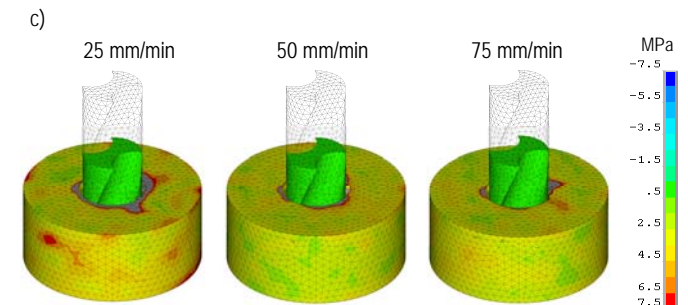
4. RESULTADOS

- Fig.a) tensões nos modelos experimental e numérico, diferentes furos (com 5mm profundidade), diferentes velocidades de rotação e avanço.
- Fig.b) valores máximos de temperatura no modelo experimental.



- Malha de elementos finitos com elementos 3D *SOLID164*.
- Elementos de contacto entre broca e bloco, contacto por erosão.
- Base do bloco constrangida.
- Broca move-se no seu eixo longitudinal, com velocidade de avanço e rotação.

- Fig.c) distribuição da tensão equivalente de von Mises.



5. CONCLUSÕES

- Aumento da tensão normal com o aumento da rotação.
- Aumento da tensão normal com a diminuição da velocidade de avanço.
- Valores máximos de tensão obtidos na proximidade da área perfurada.
- A temperatura na broca aumenta com o aumento da velocidade de rotação.
- A temperatura na broca diminui com o aumento da velocidade de avanço.
- Na zona de medição, não há registo de dano estrutural.
- Na zona de furação há dano estrutural pela remoção do material.

Referências:

- [1] M. G. Fernandes, et al. 2015. 6th National Congress of Biomechanics, Rui B. Ruben et al. (Eds), pp231-232.
[2] Lucas D. Azevedo, et al. 2016. Revista Iberoamericana de Ingeniería Mecánica, Vol.20, Nº2, pp.35-43.