

## CFRP BIOINSPIRADOS PARA MELHORIA DA RESISTÊNCIA AO IMPACTO E AUTOSSENSORIZAÇÃO

**L. Amorim<sup>a\*</sup>, A. Santos<sup>a</sup>, M. Branco<sup>b</sup>, Virginia Infante<sup>b</sup>, J. P. Nunes<sup>a</sup>, L. R. Rocha<sup>a</sup>, J. C. Viana<sup>a</sup>**

<sup>a</sup> IPC/i3N, Dep<sup>o</sup> de Eng<sup>a</sup> de Polímeros, Universidade do Minho, Guimarães, Portugal

<sup>b</sup> IST, Dep<sup>o</sup> Eng<sup>a</sup> Mecânica, Lisboa, Portugal

<sup>\*</sup>(Instituto de Polímeros e Compósitos (IPC), Campus de Azurém, 4800 - 058 Guimarães, Portugal; e-mail: [luis.amorim@dep.uminho.pt](mailto:luis.amorim@dep.uminho.pt))

Os compósitos reforçados com fibras de carbono (CFRP) são cada vez mais usados em aplicações de elevado desempenho devido às excelentes propriedades mecânicas e baixo peso que apresentam. A resistência interlaminar contínua, no entanto, a ser uma das maiores limitações do seu desempenho mecânico [1-3].

Recentemente, tem-se vindo a tentar superar o problema aplicando nos CFRP mecanismos semelhantes aos que garantem um elevado desempenho ao impacto em organismos vivos, p.e., o exosqueleto dos artrópodes que apresenta uma estrutura fibrosa laminada helicoidal (Bouligand) à escala micrométrica [4-6]. Sistemas sensoriais estudados em seres vivos também têm inspirado o desenvolvimento de compósitos multifuncionais [7], sendo ainda um desafio a criação de tecnologias de fabrico capazes de replicar estas estruturas/sistemas.

Neste trabalho fabricaram-se CFRPs com desempenho mecânico melhorado, usando laminados bioinspirados com fibras orientadas helicoidalmente (tipo Bouligand) e nanotubos de carbono (CNT) como sensores capazes de lhes conferirem multifuncionalidade (monitorização de dano). Produziram-se por infusão por vácuo, usando uma resina epóxida reforçada com fibras contínuas de carbono, placas CFRP (550x180x4 mm) com empilhamentos helicoidal e standard que, para comparação de propriedades, foram sujeitas a ensaios de impacto e de compressão após-impacto. Para garantir a multifuncionalidade, transferiram-se florestas de CNT verticalmente alinhados (VA-CNT) obtidas por deposição química a vapor (CVD) para o laminado. Usaram-se ainda técnicas não-destrutivas (NDT) de ultrassons (C-Scan) na análise da microestrutura e avaliação dos danos produzidos após impacto. Os resultados evidenciam as dificuldades encontradas em fabricar as placas e as melhorias que a integração de estruturas bioinspiradas conferem às características e multifuncionalidade dos compósitos.

- [1] K. Kong, O. Kwon, H. Park, *Composites Science and Technology* 133 (2016) 60-69;
- [2] B.X. Yang, K.P. Pramoda, G.Q. Xu, S.H. Goh, *Adv. Funct. Mater* 17 (2007) 2062-2069;
- [3] F. Gnädinger, P. Middendorf, B. Fox, *Composites Sci. Techn.* 133 (2016) 104-110;
- [4] T. Apichattrabrut, K. Ravi-Chandar, *Mech. Advn. Mat. and Struct.* 13 (2006) 61-76;
- [5] L.K. Grunenfelder, N. Suksangpanya, et al, *Acta Biomaterialia* 10 (2014) 3997-4008;
- [6] D. Ginzburg, F. Pinto, O. Iervolino, M. Meo, *Composite Struct.* 161 (2017) 187-203;
- [7] P. Fratzl, O. Kolednik, F. Fischer, M. Dean, *Chem. Soc. Rev.* 45 (2016) 252;