



## Estruturas Aeroespaciais II – 10373

2013/2014

### Trabalho de Estudo Individual

#### Análise numérica de um compósito laminado recorrendo a um código FEM/FEA

#### 1. OBJECTIVO

O presente trabalho tem como objectivo duas tarefas distintas:

- a) simular um ensaio à flexão (3 pontos) para o caso de um laminado em carbono/epoxy (Fig. 1) com dois tipos de empilhamentos característicos, nomeadamente com 10 camadas orientadas a  $0^\circ$  (ao longo do comprimento da placa) e com a configuração  $[0_2/90_2/0]_s$ .
- b) considerando o empilhamento unidireccional, determinar o factor de concentração de tensões ( $K_t$ ) assumindo, neste caso, a existência de um furo conforme ilustrado na Fig. 2.

#### 2. DESCRIÇÃO

No que respeita ao material do componente, deverá assumir-se um comportamento linear-elástico, estando as suas propriedades indicadas na Tabela 1.

Por sua vez, o valor do fator de concentração de tensões poderá ser obtido através do quociente entre a tensão máxima na zona crítica (secção transversal na raiz dos entalhes) e a tensão nominal remotamente aplicada nas extremidades do componente, admitindo que nesta zona se aplica uma carga unitária.

Ambas as alíneas deverão ser realizadas através de simulações computacionais recorrendo a um código comercial FEM/FEA, sugerindo-se, para o efeito, o software ABAQUS® (no entanto, o aluno poderá recorrer a um outro código se assim o entender).

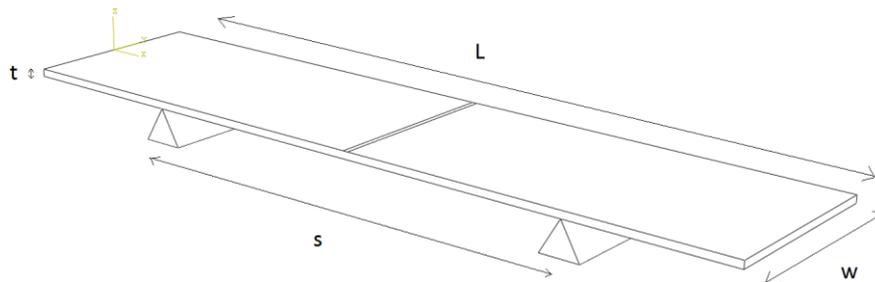
#### 3. APRESENTAÇÃO

O aluno deverá apresentar os resultados das suas simulações computacionais num relatório escrito, **com um máximo de 10 páginas**, onde deverá explicar detalhadamente todos os passos associados à construção do modelo numérico (geometria, sistema de unidades adotado,

condições de fronteira, carregamento, tipo de elementos, malha, etc.), bem como os resultados finais, onde deverá constar especificamente a variação da flecha máxima (caso da alínea a) e variação do campo de tensões na zona crítica do componente (caso da alínea b), elaborando uma análise crítica aos mesmos.

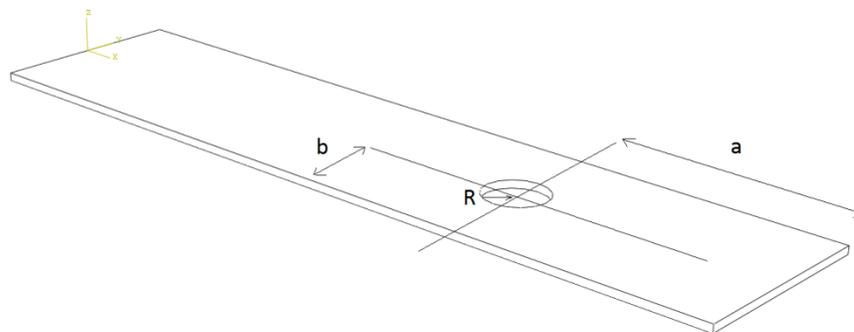
**A data limite para entrega do trabalho: 6 de Junho de 2014. O relatório terá de ser entregue numa versão digital em pdf.**

#### 4. DADOS



$L = 156 \text{ mm}$ ,  $w = 38 \text{ mm}$ ,  $s = 90 \text{ mm}$  e  $t = 1,5 \text{ mm}$

Fig. 1 – Geometria do laminado para ensaio de flexão.



$a = 50 \text{ mm}$ ,  $b = 19 \text{ mm}$ ,  $R = 6 \text{ mm}$

Fig. 2 – Geometria do laminado com entalhe circular para efeitos da determinação de  $K_t$ .

Tabela 1 – Propriedades para lamina prepeg de fibra de carbono/epoxy (unidirecional) com 0.15mm de espessura.

Propriedades CFRP (unidirecional)			
<b>Módulo de Young</b>	E11	E22	E33
<b>GPa</b>	124,8	8,4	8,4
<b>Módulo ao Corte</b>	G12	G13	G23
<b>GPa</b>	4,2	4,2	3
<b>Coef. de Poisson</b>	$\nu_{12}$	$\nu_{13}$	$\nu_{23}$
	0,303	0,303	0,403