

# ***Análise Experimental de Tensões em Materiais Compósitos Utilizando Sensores de Bragg Embebidos***

***\*C.A.Ramos, \*\*J.L.Esteves, \*\*A.T.Marques***

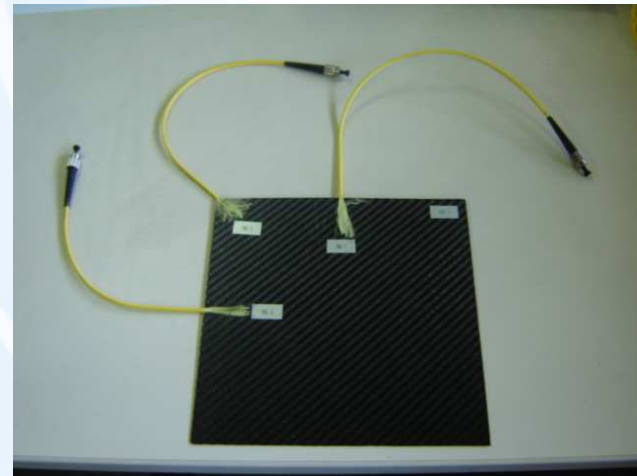
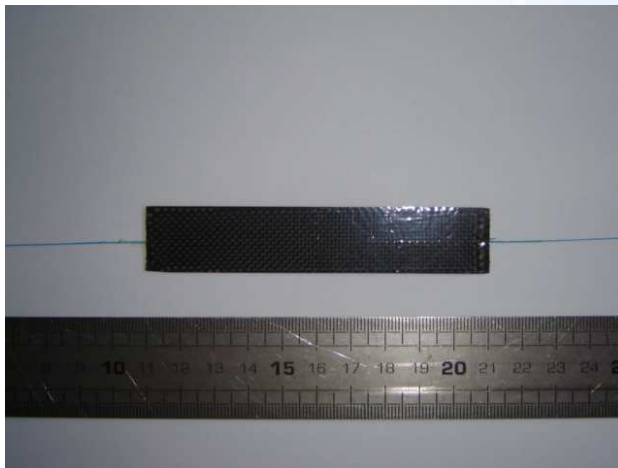
***\*DEFI/ISEP, Porto, Portugal***

***\*\*INEGI/DEMEGI/FEUP, Porto, Portugal***

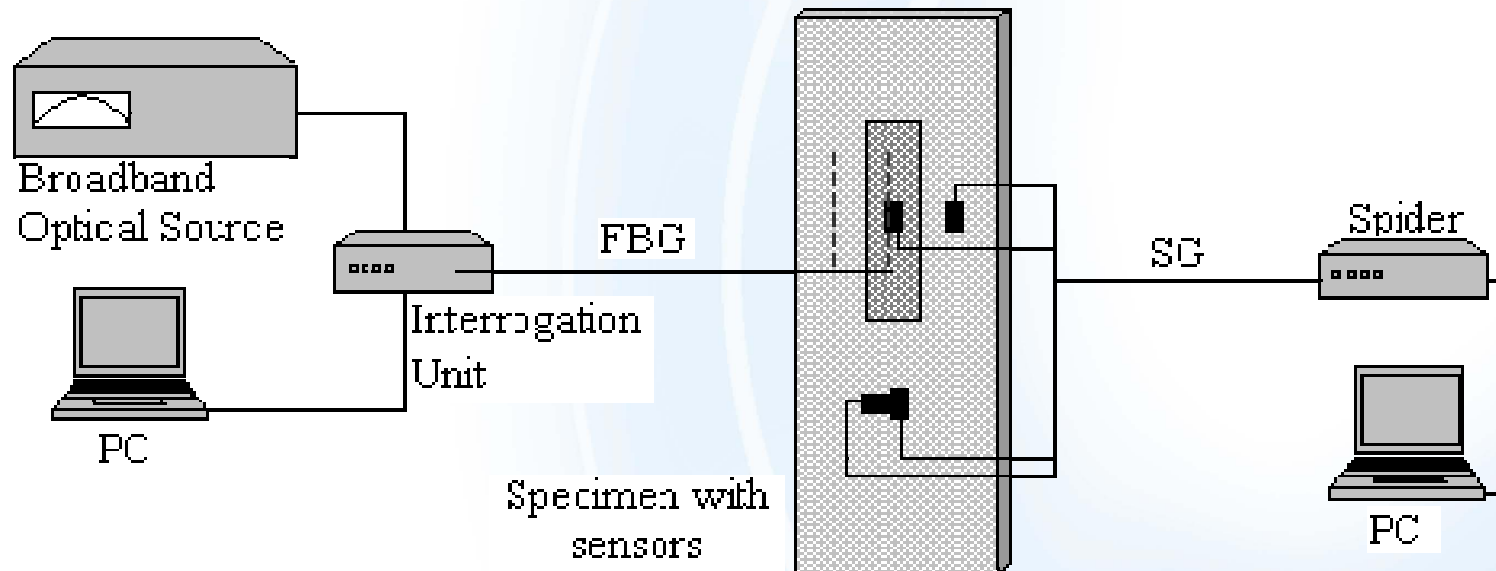
- *Monitorização do comportamento estrutural de materiais compósitos (estático e dinâmico)*
- *Sensores de rede de Bragg em fibra óptica(FBG)*
- *Estruturas compósitas inteligentes com sensores FBG embebidos*
- *Extensometria eléctrica*
- *Calculo numérico pelo método dos elementos finitos*

- ***Placa sensora em material compósito***

- *duas camadas Carbono/epoxido prepreg, Twill 2x2, 204g/m<sup>2</sup>; dimensões: 100X20mm<sup>2</sup>*
- *uma fibra óptica com sensor FBG*
- *processo de fabrico em Autoclave utilizando saco de vácuo*

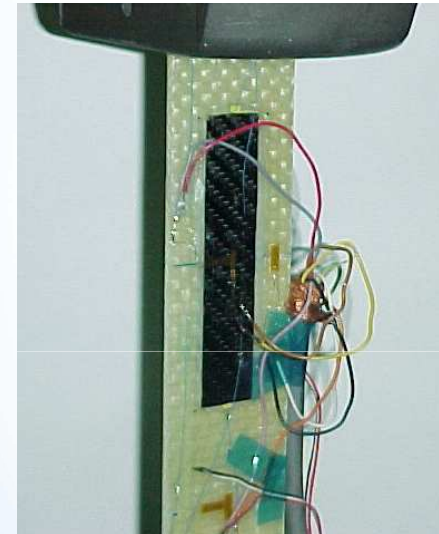
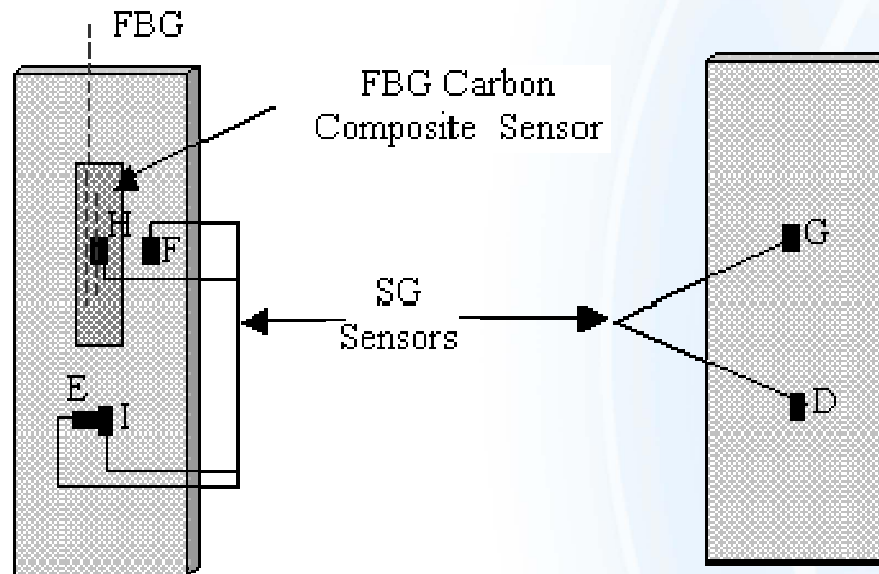


- Set-up Experimental**



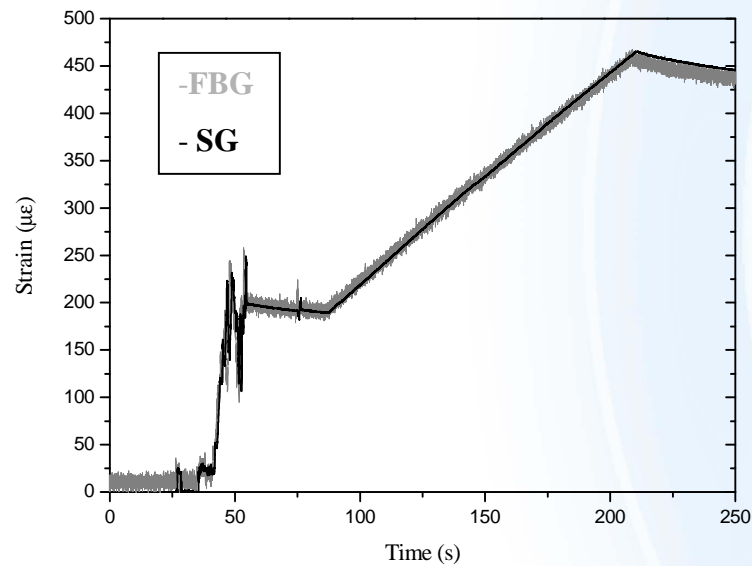
	CFRP	GFRP	Adesivo Araldite AW106 + HV953U
E (Modulo de Young) [GPa]	70.687	19.290	1.200
$\nu$ (Coef. Poisson)	0.025	0.130	0.330

- ***Set-up Experimental (monitorização)***

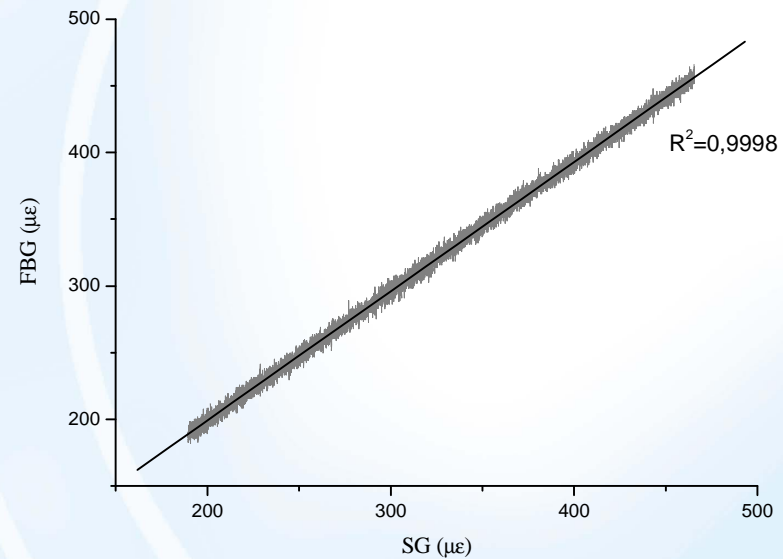


- ***Seis extensómetros eléctricos***
- ***Uma fibra óptica livre com sensor de Bragg***
- ***Uma placa sensora em material compósito CFRP com um sensor FBG embebido***
- ***A solicitação em tracção foi efectuada numa máquina de ensaios universal Instron 4208***

- **Resultados Experimentais**

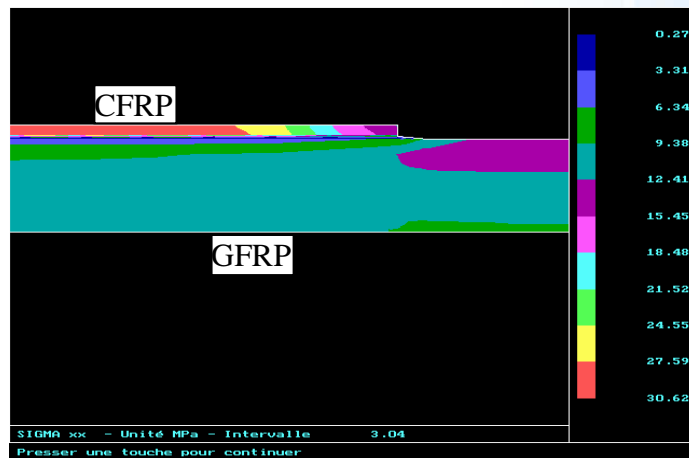
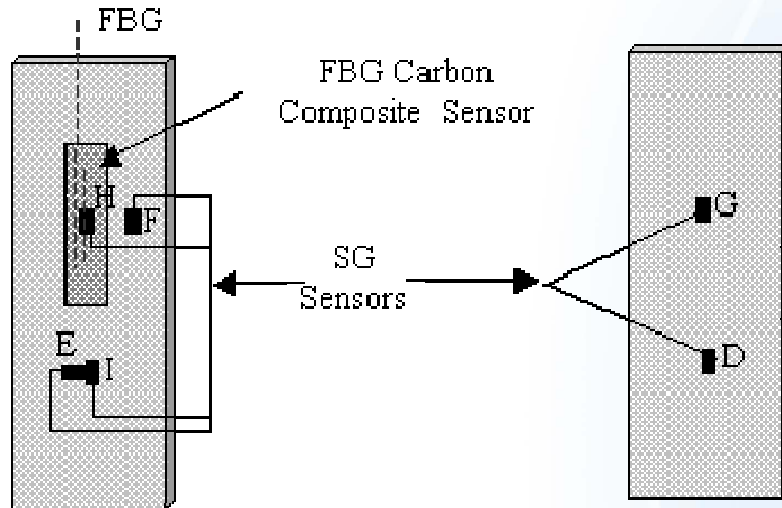


Comportamento dos sensores FBG e SG



Linearidade dos sensores FBG e SG

## • Resultados Experimentais (cont)



Campo de tensões medido e calculado por FEM

	SG [ $\mu\epsilon$ ]	FBG Embebido [ $\mu\epsilon$ ]	FBG Colado [ $\mu\epsilon$ ]	FEM [ $\mu\epsilon$ ]
D	614	-	-	543
E	-78	-	-	-
F	513	-	-	-
I	588	-	-	538
G	490	-	-	436
H	<b>454</b>	-	<b>452</b>	<b>401</b>
CFRP	-	<b>547</b>	-	<b>410</b>

Campo de tensões ao longo da espessura do sensor FBR e da estrutura de GFRP

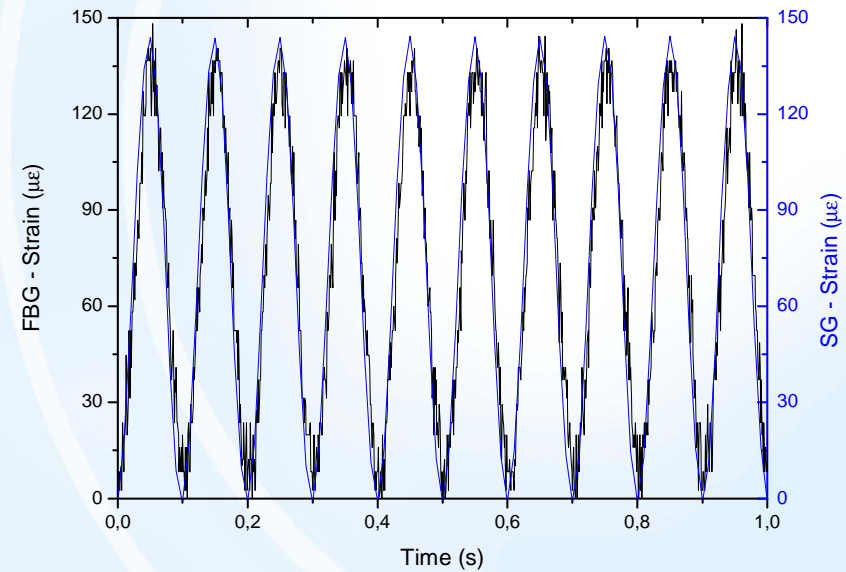
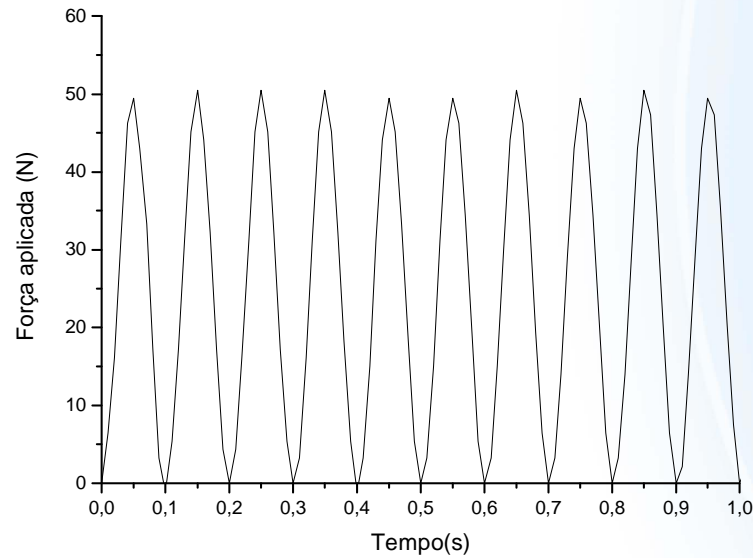
- ***Set-up Experimental (solicitação dinâmica)***



Solicitação em flexão em quatro pontos (10Hz,  $\Delta y = 2\text{mm}$ )



- **Resultados Experimentais (solicitação dinâmica)**



## **•Conclusões**

- A deformação da estrutura GFRP em análise não é transmitida na sua totalidade à placa sensora CFRP, em virtude de:**
  - baixo módulo de Young do adesivo estrutural utilizado**
  - placa sensora com módulo de Young superior ao da estrutura em análise**
- Os sensores FBG embebidos mostram ser uma boa opção para a medição de solicitações dinâmicas**
- Temperaturas de cura mais baixas no fabrico das placas sensoras com FBG embebidos, poderão conduzir a uma melhoria da eficiência do sensor embebido, função de uma diminuição das tensões residuais de fabrico**

## • **AGRADECIMENTOS**

*Os autores gostariam de agradecer:*

- **FCT–Fundação para a Ciência e Tecnologia**
  - **projecto POCTI/EME/62147/2004**
  - **PRODEP III – Medida 5 – Acção 5.3**
- **INEGI, unidade de materiais compostos**
- **INESC (Porto), unidade de optoelectronica**

# INEGI

Instituto de Engenharia Mecânica e Gestão Industrial

*Inovação, Investigação e Desenvolvimento,  
Transferência de Tecnologia*

*Rua do Barroco, 174*

*4465-591 Leça do Balio, PORTUGAL*

*T: +351-229578713; F: +351-229537352*

*e-mail: [inegi@inegi.up.pt](mailto:inegi@inegi.up.pt)*

<http://www.inegi.up.pt>