



Nome: \_\_\_\_\_

RA: \_\_\_\_\_

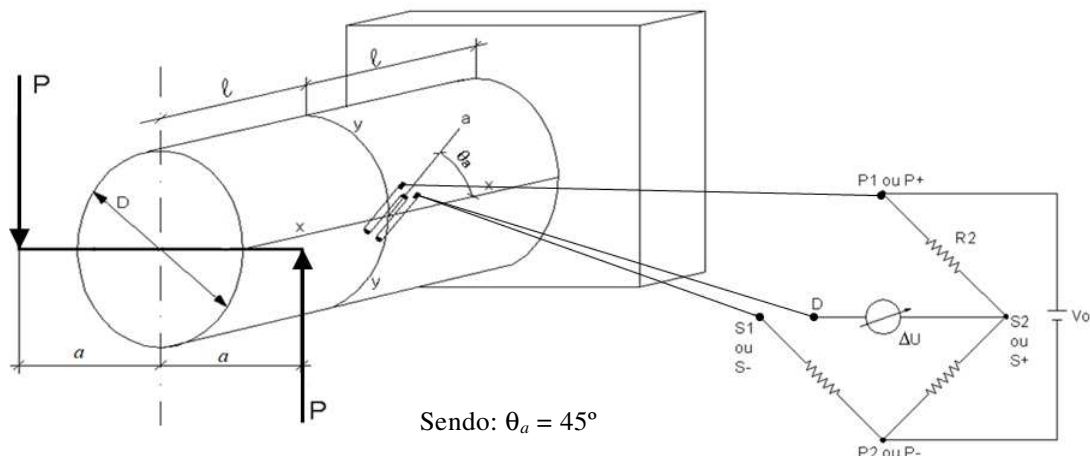
## Experimento 3 – Análise analítica, experimental e numérica de um eixo sujeito a torção pura.

### ➤ Visão geral do procedimento:

- Fixação da estrutura no dispositivo.
- Carregar a estrutura.
- Ler e registrar a deformação específica obtida experimentalmente.
- Calcular a deformação específica analiticamente e comparar o erro.
- Simular a deformação específica numericamente por elementos finitos e comparar o erro.

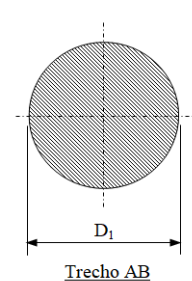
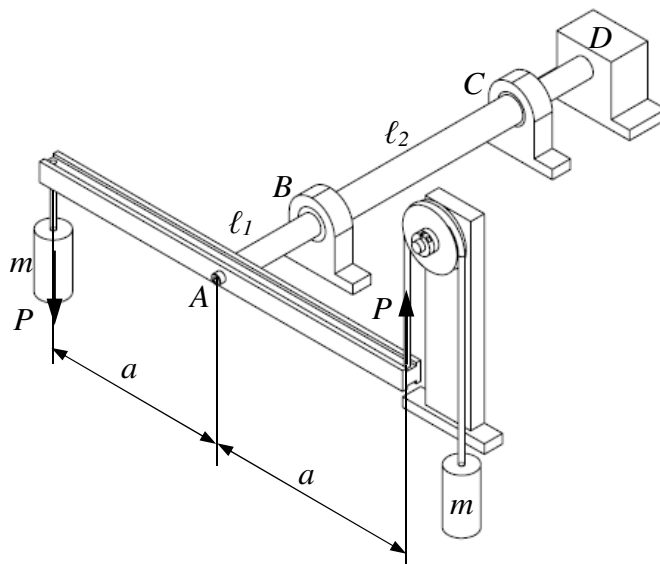
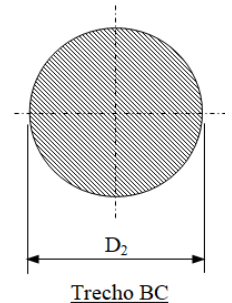
### Parte 1 - Análise Experimental:

#### ➤ Eixo sob torção pura – Esquema de ¼ de ponte com 3 fios:



#### ➤ Análise de deformações específicas

- ✓ **Etapa 1:** Procedimentos de aquisição de dados no laboratório


 $D_1 = 20 \text{ mm}$   
 $l_1 = 75 \text{ mm}$ 

 $D_2 = 25 \text{ mm}$   
 $l_2 = 200 \text{ mm}$



- Dados preliminares para coletar:

**Estrutura:**

*Viga em balanço*

**Material da peça:**

*Liga de Alumínio 6061-T6*

**Extensômetro (SG):**

*PA-XX-125CX-350 L.*

**Indicador de deformações:**

*P3 (Micro-Measurements).*

**Relógio comparador:**

*Mitutoyo centesimal*

$$a = 195 \text{ mm}$$

$$D_1 = \underline{\hspace{2cm}}$$

$$D_2 = \underline{\hspace{2cm}}$$

$$\ell_1 = \underline{\hspace{2cm}}$$

$$\ell_2 = \underline{\hspace{2cm}}$$

- Adotar:

$$g = 9,81 \text{ m/s}^2 \quad E = 69.000 \text{ N/mm}^2 \quad \nu = 0,35 \quad \sigma_{\text{lim}} = \sigma_{\text{esc}} = 255 \text{ N/mm}^2 \quad G = \frac{E}{2(1+\nu)}$$

✓ **Etapa 2:** Procedimento de medição experimental

- A partir das massas  $m_1$ ,  $m_2$ , e  $m_3$ , calcular as cargas  $P_1$ ,  $P_2$  e  $P_3$  e os torques  $M_{t1}$ ,  $M_{t2}$  e  $M_{t3}$ .
- Aplicar os torques  $M_{t1}$ ,  $M_{t2}$  e  $M_{t3}$  e medir as deformações específicas  $\varepsilon_a$  (leitura à 45°)

$$M_t = 2 \cdot P \cdot a$$

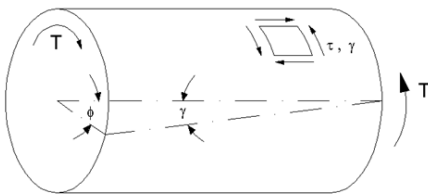
Massa m [kg]	Carga P [N]	Torque $M_t$ [N.mm]	Deformação $\varepsilon_a$ [ $\mu\text{d}$ ]
$m_1 = 5,677$	$P_1 =$	$M_{t1} =$	$\varepsilon_{a1} =$
$m_2 = 7,677$	$P_2 =$	$M_{t2} =$	$\varepsilon_{a2} =$
$m_3 = 8,677$	$P_3 =$	$M_{t3} =$	$\varepsilon_{a3} =$

✓ **Etapa 3:** Análise experimental a partir das leituras dos extensômetros:

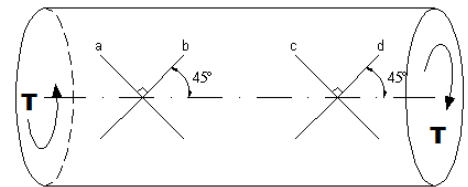
- Cálculo da distorção angular  $\gamma_{xy}$  a partir da deformação específica  $\varepsilon_a$ :

$$\varepsilon_a = \gamma_{xy} \cdot \sin 45^\circ \cdot \cos 45^\circ = 0,5 \cdot \gamma_{xy}$$

$$\text{Portanto: } \gamma_{xy} = 2 \cdot \varepsilon_a$$

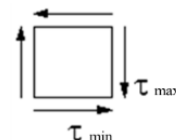


Distorção $\gamma_{xy}$ [ $\mu\text{rad}$ ]
$\gamma_1 =$
$\gamma_2 =$
$\gamma_3 =$



- Cálculo da tensão de cisalhamento máxima  $\tau_{\text{max}}$  a partir da Lei de Hooke para o cisalhamento:  $\tau = G \cdot \gamma$

Tensão de Cisalhamento Experimental $\tau_{\text{max}}$ [MPa]
$\tau_{\text{max}1} =$
$\tau_{\text{max}2} =$
$\tau_{\text{max}3} =$





## Parte 2: Análise teórica a partir do torque $M_t$ aplicado na seção A:

- ✓ **Etapa 1:** Características geométricas da seção: Momento Polar de Inércia  $I_p = \frac{\pi D^4}{32}$
- ✓ **Etapa 2:** Características geométricas da seção: Módulo de Resistência  $W_t = \frac{I_p}{D/2} = \frac{\pi D^3}{16}$

Trecho do eixo	Momento Polar de Inércia $I_p$ [mm <sup>4</sup> ]	Módulo de Resistência na Torção $W_t$ [mm <sup>3</sup> ]
AB	$I_{pAB} =$	$W_{tAB} =$
BC	$I_{pBC} =$	$W_{tBC} =$

- ✓ **Etapa 3:** Tensão de cisalhamento máxima  $\tau_{\max}$  na seção  $\ell$  – posição do SG (*strain gage*).

Método Analítico de solução (Resistência dos Materiais):

$$\tau_{\max} = \frac{M_t}{I_p} \cdot \frac{D}{2} = \frac{M_t}{W_t} = \frac{16 \cdot M_t}{\pi \cdot D^3}$$

Tensão de Cisalhamento Analítica AB $\tau_{\max}$ [MPa]	Tensão de Cisalhamento Analítica BC $\tau_{\max}$ [MPa]
$\tau_{\max AB 1} =$	$\tau_{\max BC 1} =$
$\tau_{\max AB 2} =$	$\tau_{\max BC 2} =$
$\tau_{\max AB 3} =$	$\tau_{\max BC 3} =$

## Parte 3: Comparação dos resultados experimentais com os resultados analíticos

- Resultados dos erros calculados:

Tensão de Cisalhamento Experimental AB $\tau_{\max}$ [MPa]	Tensão de Cisalhamento Analítica AB $\tau_{\max}$ [MPa]	Erro [%]
$\tau_{\max AB 1} =$	$\tau_{\max AB 1} =$	
$\tau_{\max AB 2} =$	$\tau_{\max AB 2} =$	
$\tau_{\max AB 3} =$	$\tau_{\max AB 3} =$	

## Parte 4: Comparação dos resultados numéricos (simulação MEF) com os resultados analíticos

- Resultados dos erros calculados:

Tensão de Cisalhamento Numérica AB $\tau_{\max}$ [MPa]	Tensão de Cisalhamento Numérica BC $\tau_{\max}$ [MPa]	Erro AB [%]	Erro BC [%]
$\tau_{\max AB 1} =$	$\tau_{\max BC 1} =$		
$\tau_{\max AB 2} =$	$\tau_{\max BC 2} =$		
$\tau_{\max AB 3} =$	$\tau_{\max BC 3} =$		