

Nome: Igor Eiki Ferreira Kubota RA: 19.02466-5

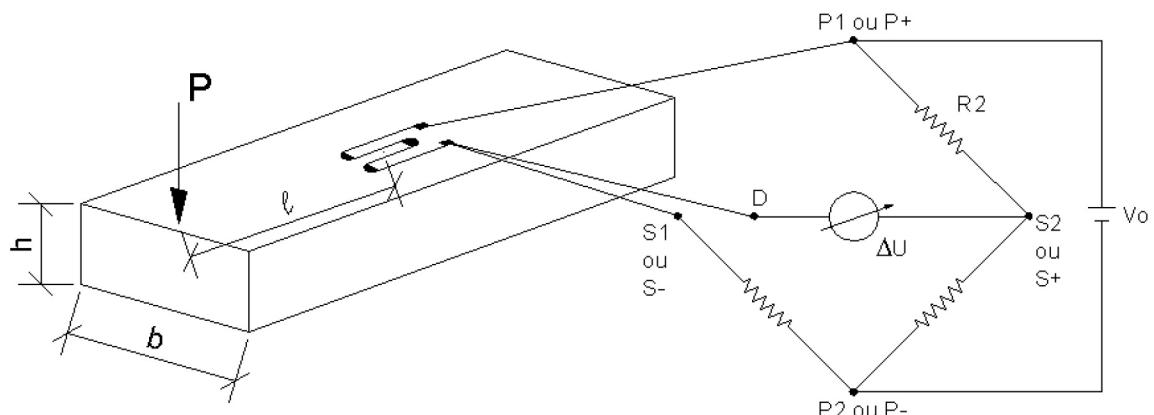
Experimento 2 – Análise analítica, experimental e numérica de uma viga carregada em balanço.

➤ Visão geral do procedimento:

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

Parte 1: Preparação da superfície e colagem do extensômetro elétrico (*strain gage SG*)

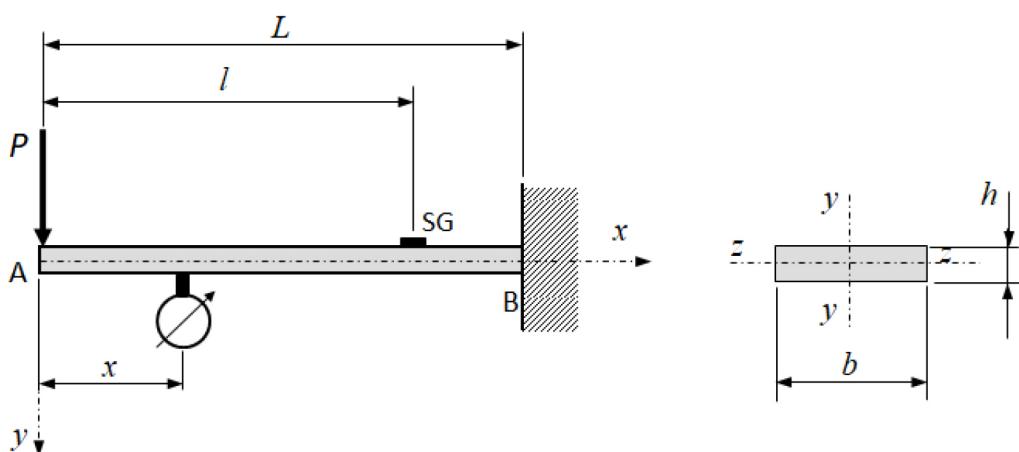
➤ Viga em balanço sob flexão – Esquema de ¼ de ponte com 3 fios:



Parte 2: Verificação experimental

Análise de tensões, deformações e deslocamentos.

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



Obs.: Desenho CAD: $L = 195\text{mm}$, $b = 32\text{mm}$, $h = 4,8\text{mm}$.

Análise Experimental de Tensões

Laboratório de Mecânica dos Sólidos

- Dados preliminares para coletar na peça:

Estrutura:

Viga em balanço

Material da peça:

Liga de Alumínio 6061-T6

Extensômetro (SG):

PA-XX-250BA-120L.

Indicador de deformações:

P3 (Micro-Measurements).

Relógio comparador:

Mitutoyo centesimal

$$L = \underline{\hspace{10cm}} \text{195mm}$$

$$l = \underline{\hspace{10cm}} \text{165mm}$$

$$b = \underline{\hspace{10cm}} \text{32mm}$$

$$h = \underline{\hspace{10cm}} \text{4.8mm}$$

$$x = 30 \text{ mm}$$

- Adotar:

$$g = 9,81 \text{ m/s}^2 \quad E = 69.000 \text{ N/mm}^2 \quad \nu = 0,33 \quad \sigma_{\lim} = \sigma_{esc} = 280 \text{ N/mm}^2 \quad \mu d = 10^{-6} \text{ d}$$

✓ **Etapa 2:** Procedimento de medição

- Aplicar as cargas P_1 , P_2 e P_3 .
- Medir e registrar as deformações específicas.
- Medir os deslocamentos transversais (flechas).

Massa aplicada m [kg]	Carga aplicada P [N]	Deformação ε [μd]	Flecha experimental y [mm]
$m_1 = 2,786$	$P_1 = \text{27,33}$	$\varepsilon_1 = \text{542}$	$y_1 = \text{2,62}$
$m_2 = 3,786$	$P_2 = \text{37,14}$	$\varepsilon_2 = \text{736}$	$y_2 = \text{3,49}$
$m_3 = 4,786$	$P_3 = \text{46,95}$	$\varepsilon_3 = \text{914}$	$y_3 = \text{4,38}$

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

- Calcular a tensão normal σ no ponto de fixação do extensômetro a partir da deformação específica lida (Lei de Hooke).

$$\sigma = \varepsilon \cdot E$$

Tensão Experimental σ [MPa]
$\sigma_1 = \text{37,4}$
$\sigma_2 = \text{50,8}$
$\sigma_3 = \text{63,1}$

Parte 3: Análise teórica – Método Analítico (Resistência dos Materiais):

- ✓ **Etapa 1:** Características geométricas da seção: Momento de Inércia I_z :

$$I_z = \frac{bh^3}{12} = \frac{32 * (4,8)^3}{12} = 294,91 \text{ mm}^4$$

- ✓ **Etapa 2:** Tensão normal máxima σ na seção l – posição do **SG** (strain gage):

$$\sigma = \frac{M}{I_z} \cdot y = \frac{M}{bh^3} \cdot \frac{h}{2} = \frac{M}{W_z} = \frac{6 \cdot P \cdot l}{b \cdot h^2} = \frac{6 * P * 165}{32 * (4,8) * 12} = \begin{aligned} \sigma_1 &= 36,7 \text{ MPa} \\ \sigma_2 &= 49,9 \text{ MPa} \\ \sigma_3 &= 63,0 \text{ MPa} \end{aligned}$$

- ✓ **Etapa 3:** Deslocamento transversal (flecha y) na seção x , usando o Método de Integração da Equação Diferencial da Linha Elástica (E.D.L.E):

$$\frac{d^2y}{dx^2} = \frac{d\varphi}{dx} = -\frac{M}{EI}$$

$$y = \frac{P}{EI} \left(\frac{x^3}{6} - \frac{L^2}{2}x + \frac{L^3}{3} \right) = \frac{P * (1,906 E6)}{20,35 E6} = \begin{aligned} Y_1 &= 2,56 \text{ mm} \\ Y_2 &= 3,48 \text{ mm} \\ Y_3 &= 4,40 \text{ mm} \end{aligned}$$

Parte 4: Comparação dos resultados analíticos com os resultados experimentais

- Resultados dos erros calculados:

Tensão Analítica σ [MPa]	Erro [%]	Flecha Analítica y [mm]	Erro [%]
$\sigma_1 = 36,7$	1.87	$y_1 = 2,56$	2.29
$\sigma_2 = 49,9$	1.77	$y_2 = 3,48$	0.29
$\sigma_3 = 63,0$	0.16	$y_3 = 4,40$	0.46

Parte 5: Comparação dos resultados analíticos com os resultados simulados (MEF)

- Resultados dos erros calculados:

Tensão Numérica σ [MPa]	Erro [%]	Flecha Numérica y [mm]	Erro [%]
$\sigma_1 = 36,52$	0.49	$y_1 = 2,51$	1.95
$\sigma_2 = 49,63$	0.54	$y_2 = 3,41$	2.01
$\sigma_3 = 62,82$	0.28	$y_3 = 4,32$	1.81