

# *1 – INTRODUÇÃO AOS ENSAIOS DE MATERIAIS*



## Objetivos dos Ensaios:

- Avaliar Propriedades visando uma Aplicação
- Especificação/Desenvolvimento (comparação)
- Ensaios de Rotina → Controle de Produção
- Comportamento de Produtos Acabados

## Resultados dos Ensaios:

- Propriedades → Parâmetros de Projetos
- Controle de Qualidade do Material



# ASSOCIAÇÕES DE NORMAS TÉCNICAS

- ABNT – Associação Brasileira de Normas Técnicas
- ABENDI – Associação Brasileira de Ensaios Não Destrutivos e Inspeção
- ASTM – American Society for Testing and Materials
- ASME – American Society of Mechanical Engineers
- BSI – British Standards Institution
- DIN – Deutsches Institut für Normung
- ISO – International Organization for Standardization
- JISC – Japanese Industrial Standards Committee
- SAE – Society of Automotive Engineers

## Classificação dos Ensaios:

- **Destrutivos**
- **Não Destrutivos (END)**



Defeitos dos materiais ou produtos



## Ensaio Mecânico:

- **Materiais** → características objetivas
- **Componentes/Estruturas**
  - comprovar cálculos
  - avaliar processo tecnológico

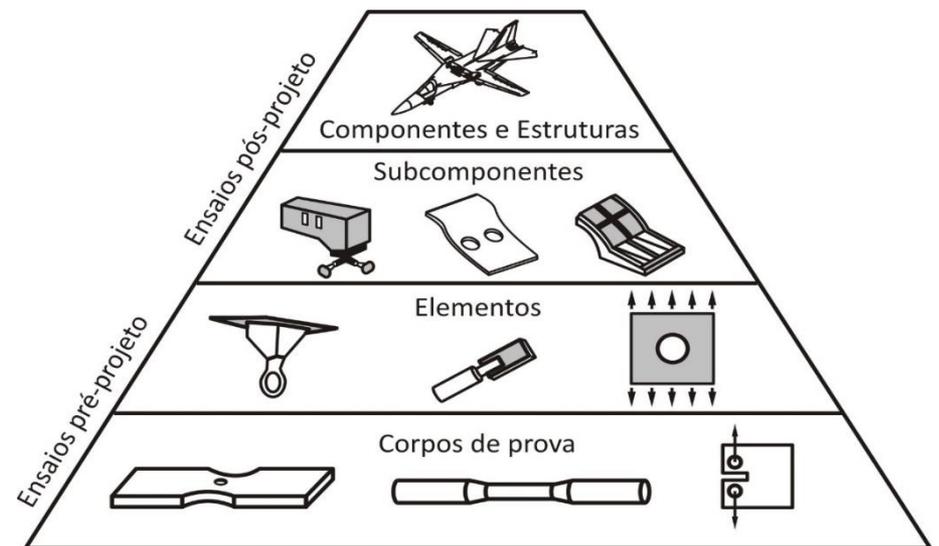


- **Ensaio de Materiais**
  - Amostras Padronizadas
  - Homogeneidade do Estado de Tensão

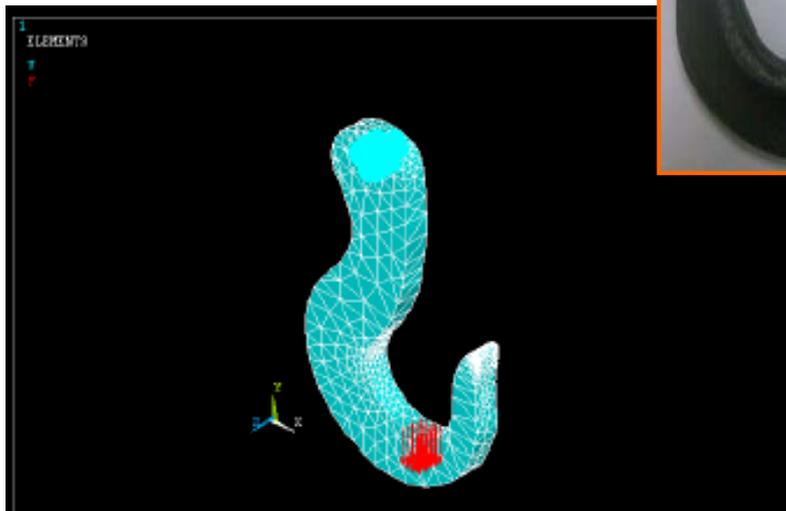
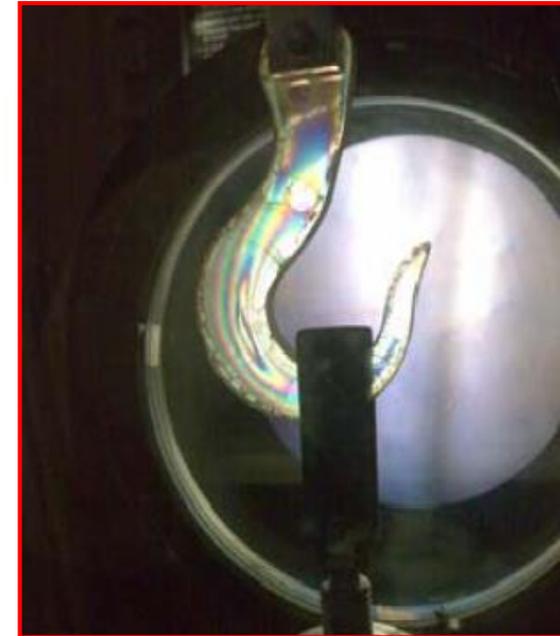
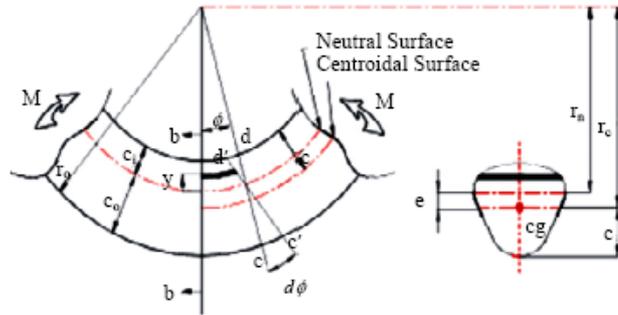
- **Ensaio de Estruturas**
  - Protótipos ou Modelos



**Análise Experimental de Tensões**  
**Simulação Computacional**



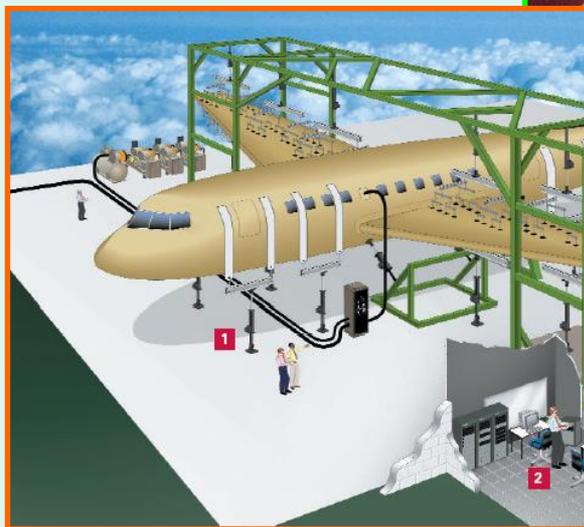
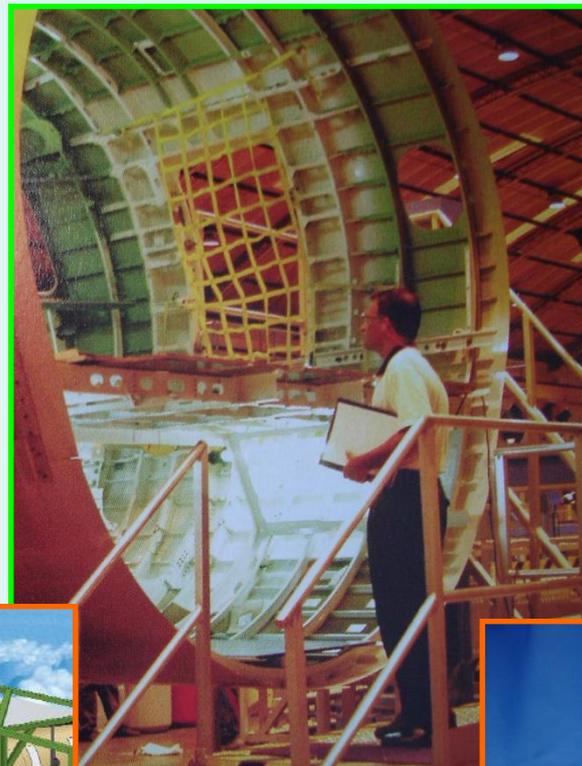
- Um Exemplo: gancho de guindaste
  - Análise inicial: teoria de viga curva
  - Análise numérica: Elementos Finitos
  - Experimental: validação do modelo
  - Testes de resistência



- **Um Exemplo: gancho de guindaste**
  - Análise inicial: teoria de viga curva
  - Análise numérica: Elementos Finitos
  - Experimental: validação do modelo
  - Testes de resistência



## Exemplos de Aplicação de Ensaios:



## Exemplos de Aplicação de Ensaios:

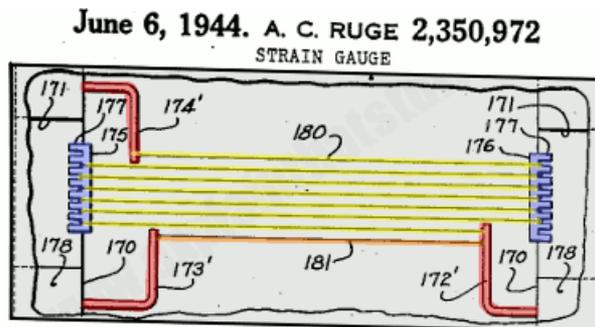
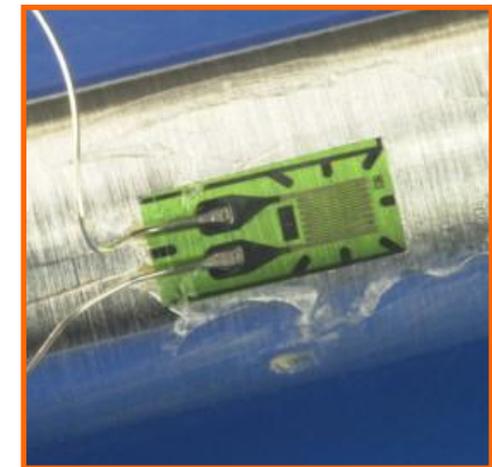
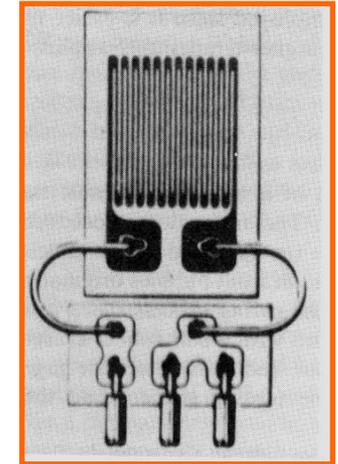


## Sensores e Aquisição de Dados:

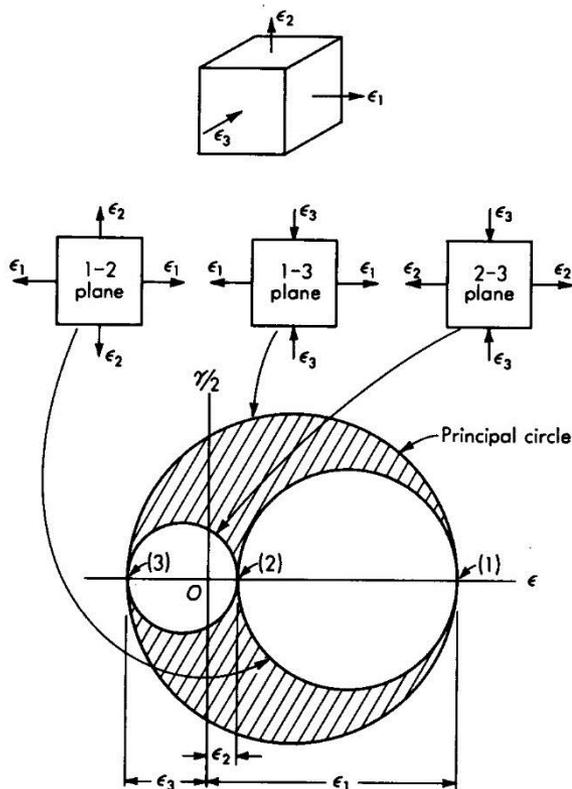
- Medir Deformações com Precisão
- Geometria Complexa: Deformação Local
- Frequência, Dispersão, Nro. de Ciclos
- Ciclos Térmicos em Temperatura Elevada

## Extensômetros Elétricos de Resistência:

- Método mais Empregado
- Variação de Resistência de um Condutor
- Deformações em Superfícies Livres



## Análise de Deformações:



**Círculo de Mohr das deformações**

## Relações Tensão-Deformação: (Regime Elástico)

$$\epsilon_x = \frac{1}{E} [\sigma_x - \nu(\sigma_y + \sigma_z)]$$

$$\epsilon_y = \frac{1}{E} [\sigma_y - \nu(\sigma_z + \sigma_x)]$$

$$\epsilon_z = \frac{1}{E} [\sigma_z - \nu(\sigma_x + \sigma_y)]$$

$$\gamma_{xy} = \frac{2(1 + \nu)}{E} \tau_{xy} = \frac{\tau_{xy}}{G}$$

$$\gamma_{yz} = \frac{2(1 + \nu)}{E} \tau_{yz} = \frac{\tau_{yz}}{G}$$

$$\gamma_{zx} = \frac{2(1 + \nu)}{E} \tau_{zx} = \frac{\tau_{zx}}{G}$$

$$\sigma_x = \frac{E}{(1 + \nu)(1 - 2\nu)} [(1 - \nu)\epsilon_x + \nu(\epsilon_y + \epsilon_z)]$$

$$\sigma_y = \frac{E}{(1 + \nu)(1 - 2\nu)} [(1 - \nu)\epsilon_y + \nu(\epsilon_z + \epsilon_x)]$$

$$\sigma_z = \frac{E}{(1 + \nu)(1 - 2\nu)} [(1 - \nu)\epsilon_z + \nu(\epsilon_x + \epsilon_y)]$$

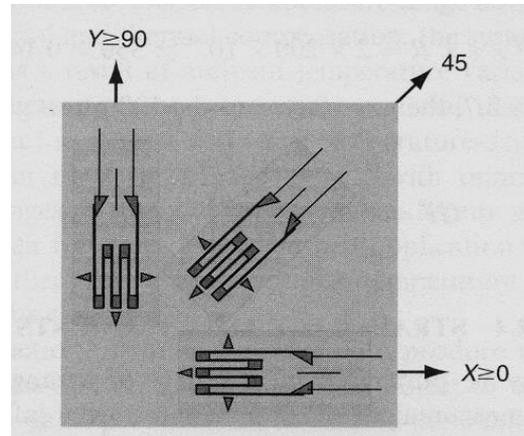
$$\tau_{xy} = \frac{E}{2(1 + \nu)} \gamma_{xy} = G\gamma_{xy}$$

$$\tau_{yz} = \frac{E}{2(1 + \nu)} \gamma_{yz} = G\gamma_{yz}$$

$$\tau_{zx} = \frac{E}{2(1 + \nu)} \gamma_{zx} = G\gamma_{zx}$$

## Rosetas:

- Roseta Retangular



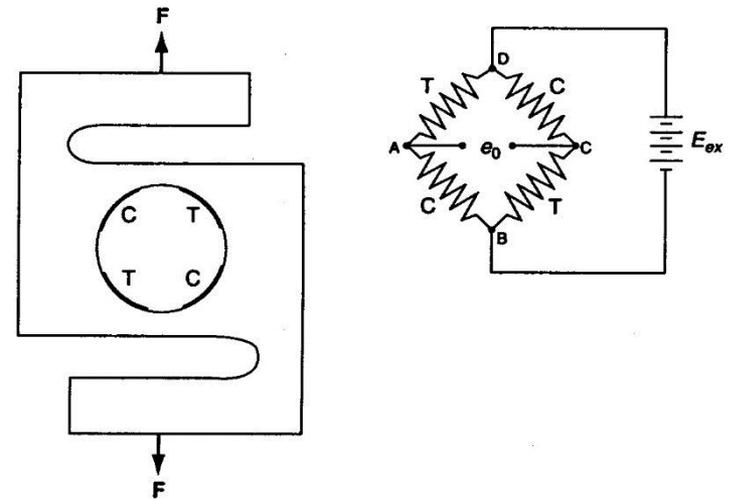
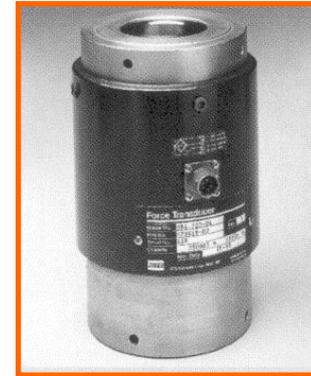
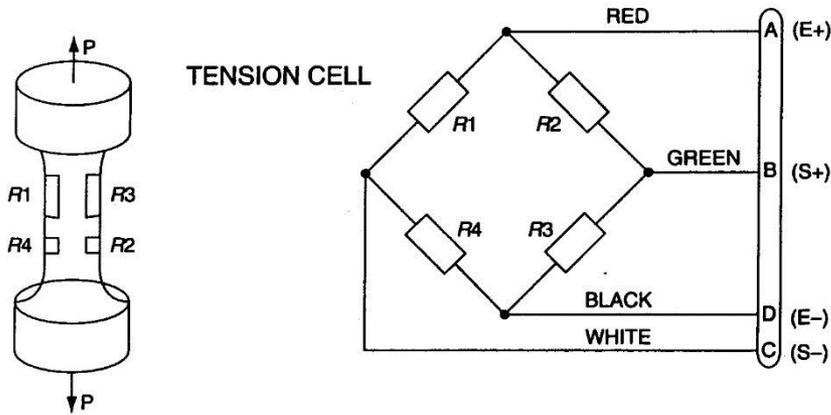
$$\varepsilon_{1,2} = \frac{(\varepsilon_x + \varepsilon_y)}{2} \pm \frac{\sqrt{(\varepsilon_x - \varepsilon_y)^2 + \gamma_{xy}^2}}{2}$$

$$\tan 2\phi = \frac{\gamma_{xy}}{\varepsilon_x - \varepsilon_y}$$

$$\gamma_{xy} = 2\varepsilon_{45} - \varepsilon_x - \varepsilon_y$$

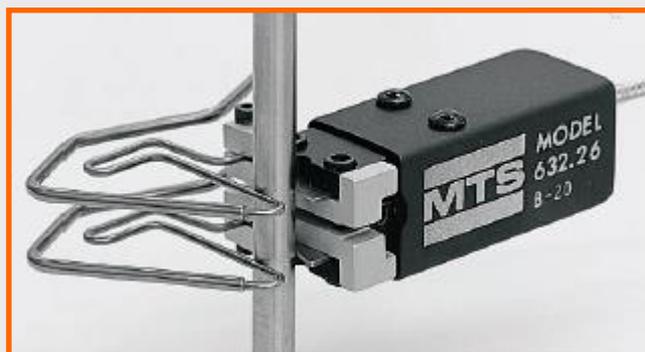
# Transdutores:

- Células de Carga**



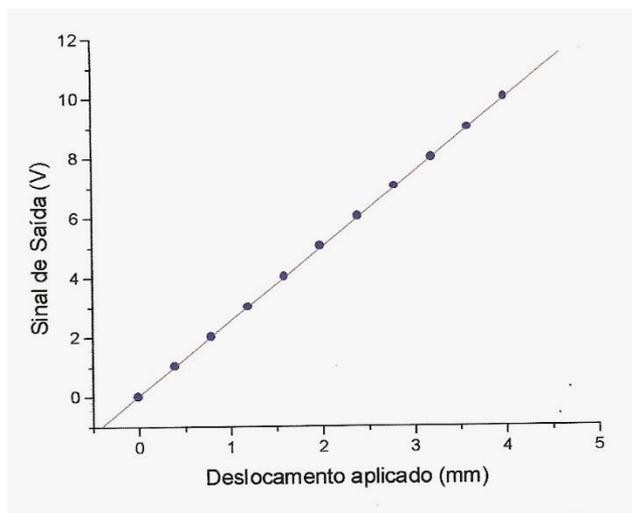
## Transdutores:

- Extensômetros



# Calibração de um transdutor:

- “Clip-on-Gage” (medidor de C.O.D.)



Modelo: MTS 632.03C-30  
Range de Temperatura: -100/150 °C  
Trave: 4,5 mm  
Voltagem de Excitação: 5,180 Vdc  
Instrumento de calibração:  
\*Cabeça Micrométrica Starret com precisão de 0,001  
\*Voltmetro Keytley modelo 196  
Data: 20/05/00

Tabela 1 – Dados de Calibração

Deslocamento Aplicado (mm)	Leitura na Máquina (mm)	Sinal de Saída Teórico (V)	Sinal de Saída Medido (V)	Abertura Total (mm)
0	0,002	0	0,009	4,5
0,4	0,404	1	1,013	4,9
0,8	0,805	2	2,017	5,3
1,2	1,206	3	3,017	5,7
1,6	1,608	4	4,023	6,1
2,0	2,011	5	5,033	6,5
2,4	2,414	6	6,040	6,9
2,8	2,815	7	7,044	7,3
3,2	3,197	8	7,999	7,7
3,6	3,598	9	9,001	8,1
4,0	4,000	10	10,007	8,5

