Mecânica dos Sólidos P2

Tensões e Deformações

· PROPRIEDADES DE FIGURAS PLANAS

TENSÕES PODEM SER DESCRITAS EM FUNÇÕES DOS ESFORÇOS SOLICITANTES

$\sigma = \frac{N}{A}$ → ÁREA DA SECÇÃO $\qquad \sigma = \frac{M}{I_{z0}} \qquad \tau = \frac{T}{J} r$

MOMENTOS DE INÉRCIA DE ÁREAS

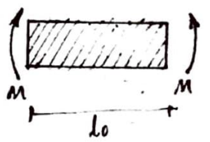
J = MOMENTO POLAR $\qquad I_{z0} = \int_S z^2 \, dA$

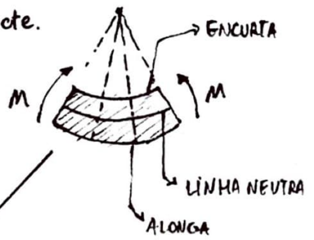
$J = \int_S r^2 \, dA \qquad A = \int_S dA$

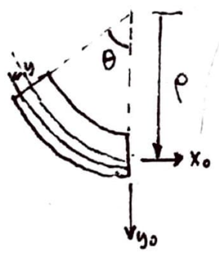
TRANSPORTE DE I: $I_{z} = I_{zi} + md^2$ → $m \equiv A$

· FLEXÃO PURA

$N = 0 \quad V = 0 \quad M = cte.$







$l_0 = \rho \cdot \theta$

$l_{(y)} = (\rho + y)\theta$

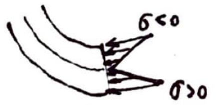
DEFORMAÇÃO (ε):

$\varepsilon(y) = \frac{\Delta l}{l} = \frac{l(y) - l_0}{l_0}$

$\varepsilon = \frac{(\rho + y) - \rho\theta}{\rho\theta} \rightarrow \boxed{\varepsilon = \frac{y}{\rho}} = Ky, \boxed{K = \rho^{-1}}$

ρ → RAIO DE CURVATURA

LEI DE HOOKE $\sigma = E\varepsilon$



$\sigma = \frac{Ey}{\rho}$

EQUILÍBRIO:

$dN = \sigma(y)\, dA$

$dM = \sigma(y) \cdot y \cdot dA$

$N = EK \int y \, dA = EK M_{z0} = 0$

$M = EK \int y^2 \, dA = EK I_{z0} \rightarrow \boxed{K = \frac{M}{E I_{z0}}}$

SUBSTITUINDO NA LEI DE HOOKE:

$\sigma = E\left(\frac{M}{E I_{z0}}\right) y$

$\boxed{\sigma = \frac{M}{I_{z0}} \cdot y}$ (na flexão normal)

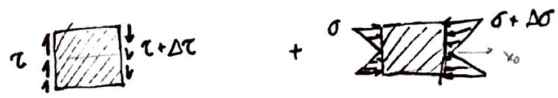
SE $N \neq 0$, BASTA SOMAR A TENSÃO NORMAL À CONTA:

$\sigma = \frac{N}{A} + \frac{M(x)}{I_{z0}(x)} \cdot y$

· FLEXÃO SIMPLES

$N = 0 \quad V \neq 0 \quad M \neq 0$; LINHA NEUTRA ≡ BARICENTRO

HAVERÃO



TENSÕES DE CISALHAMENTO DEVIDO À CORTANTE E TENSÕES NORMAIS DEVIDO A M

HIPÓTESE DE NAVIER:

DESDE QUE O COMPRIMENTO DA VIGA SEJA MUITO MAIOR DO QUE AS DIMENSÕES DA SEÇÃO TRANSVERSAL SEÇÕES PLANAS PERMANECERÃO PLANAS APÓS DEFORMAÇÃO

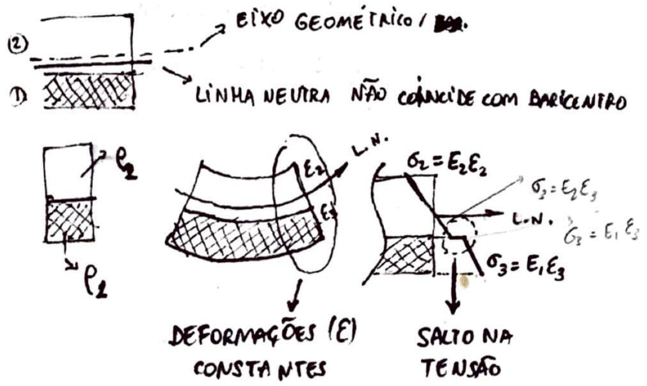
$\boxed{\sigma(x, y) = \frac{M(x)}{I_{z0}(x)} \cdot y}$ → DE CADA SEÇÃO

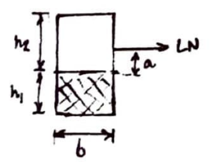
PARA FLEXÃO SIMPLES

FATOR DE SEGURANÇA:

$S \leq \frac{\sigma_R}{\sigma_{max}}$ σ_R → dada tensão de RUPTURA; σ_{max} → calculada

· FLEXÕES COMPOSTAS DE DIFERENTES MATERIAIS





$E = \begin{cases} E_2, & -h_2 < y < a \\ E_1, & y > a \end{cases}$

(CONTINUA NA FOLHA SEGUINTE)

SUPÕE-SE UM $\boxed{\text{Equivalente}}$ QUALQUER

$E_{eq} = E_1$ (PODERIA SER E_2)

$b_{eq} = \frac{E_2}{E_{eq}} \cdot b \Rightarrow \frac{E_2}{E_1} \cdot b \ (>) \ b$

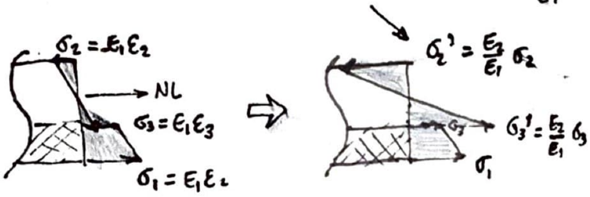
FATOR DE CORREÇÃO

$E_2 > E_1 \therefore E_2/E_1 > 1$

→ COMO SE FOSSE ESSA FIGURA COM MATERIAL DE $E = E_1$

→ NOTE QUE É PRECISO DESCOBRIR AS TENSÕES NESSES DOIS PONTOS QUE FORAM ALTERADOS ($b \to b_{eq}$)

PARA ISSO, USA-SE O MESMO FATOR DE CORREÇÃO $\frac{E_2}{E_1}$



(ANTES) (COMO SE FOSSE TODO E_1, FIGURA ORIGINAL)

(CORRIGIDO) (FIGURA EQUIVALENTE)

RELEMBRANDO QUE, PARA FLEXÃO SIMPLES, É ÚTIL PREENCHER A SEGUINTE TABELA:

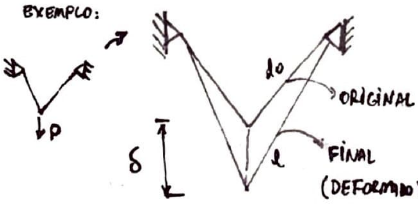
ÁREA DA SEÇÃO (REGIÃO)	y_G (BARICENTRO DA REGIÃO)	A (ÁREA)	I_{zo}	d (DISTÂNCIA DOS BARICENTROS DA REGIÃO AO TOTAL)
I II ⋮ i				

$y_G = \left(\sum_i y_{gi} \cdot A_i\right) / \sum A$

Estruturas Hiperestáticas

- LEMBRAR QUE $\sigma = N/A$ PARA CALCULAR A TENSÃO
- ESTRUTURAS ESTÁTICAS SUJEITAS À DEFORMAÇÃO PELA LEI DE HOOKE

EXEMPLO:



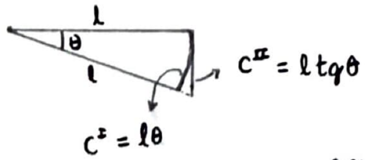
$\frac{\Delta l}{l_0} = \varepsilon$, $\Delta l = l - l_0$

POSSÍVEL IGUALAR

$\varepsilon = \sigma / E$

$$\boxed{\Delta l = \frac{N \cdot l_0}{EA}}$$

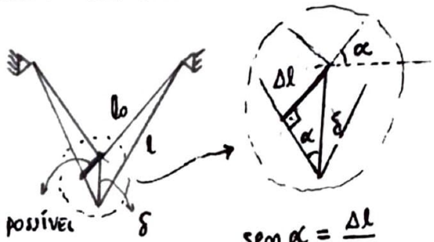
· DIAGRAMA DE WILLIOT:



$\theta \approx sen\theta \approx tg\theta$

QUANDO θ É PEQUENO VALE QUE $\cos\theta \approx 1$

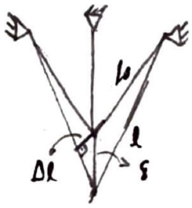
APLICANDO ESSA IDEIA AO PROBLEMA ESTÁTICO:



É POSSÍVEL ATRIBUIR A ESSE SEGMENTO $\boxed{\Delta l_1}$ APROX. O ARCO PELA TG.

$sen\,\alpha = \frac{\Delta l}{\delta}$

PARA UM PROBLEMA HIPERESTÁTICO, BASTA ADMITIR INCÓGNITAS NAS NORMAIS E APLICAR WILLIOT, CONFORME ACIMA:

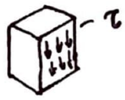


ASSIM, PARTINDO DA LEI DE HOOKE ($\sigma = E \cdot \varepsilon$) E $\sigma = N/A$ PROCURAR ESTABELECER RELAÇÕES ENTRE AS INCÓGNITAS

Torção e Cisalhamento

· TENSÃO MÉDIA DE CISALHAMENTO

↳ $\tau = V/A$



· LEI DE HOOKE: $\tau = G \cdot \gamma$

MÓDULO DE ELASTICIDADE TRANSVERSAL $G = \frac{E}{2(1+\nu)}$

DISTORÇÃO [RAD] $\propto \frac{dy}{dx} \approx tg\gamma$ (WILLIOT)

· TENSÃO DE CISALHAMENTO:

$$\boxed{\tau = \frac{V \cdot M_s^*}{b^* I_{zo}}}$$

→ PARA CADA ÁREA * DA SEÇÃO ANALISADA

MOMENTO ESTÁTICO = ÁREA × BARICENTRO $(A^* \cdot y^*)$

Ex:

· FLUXO DE CISALHAMENTO:

$\tau = 0$ NAS PONTAS

ANÁLOGO À FLUIDEZ DA ÁGUA