



# ESTRUTURAS METÁLICAS

DIMENSIONAMENTO SEGUNDO A  
NBR-8800:2008

***Análise aproximada de 2ª ordem***

Prof Moniz de Aragão – Maj

## Item 4.9.7.1.3

- Os esforços solicitantes devem ser obtidos considerando-se os **efeitos globais e locais de segunda ordem**;
- O método da amplificação dos esforços solicitantes, dado no **Anexo D**, pode ser considerado uma aproximação aceitável para análise de segunda ordem;
- Ao se aplicar esse método a estruturas de média deslocabilidade, os coeficientes B1 e B2 devem ser calculados com as rigidezes reduzidas de acordo com 4.9.7.1.2.

# Mét. amplificação dos esforços solicitantes

NBR 8800:2008 – Anexo D

## D.1 Generalidades

D.1.1 Neste Anexo é apresentado o método da amplificação dos esforços solicitantes, para execução de análise elástica aproximada de segunda ordem, levando em conta os efeitos global  $P-\Delta$  local  $P-\delta$ .

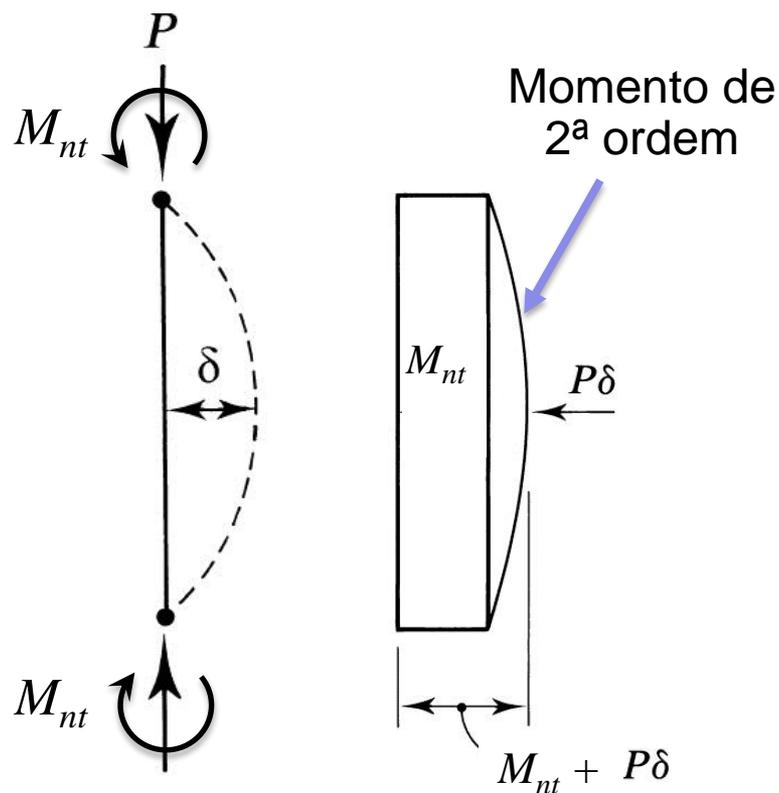
D.1.2 Ao se usar o método deste Anexo, deve-se fazer atuar na estrutura a combinação apropriada de ações de cálculo, determinada de acordo com 4.7.7.2, constituída por ações verticais e horizontais, quando existentes, considerando-se o efeito das imperfeições geométricas iniciais e das imperfeições iniciais de material conforme 4.9.7..

# Mét. amplificação dos esforços solicitantes

## NBR 8800:2008 – Anexo D

Viga-coluna com extremos **indeslocáveis**:

Efeitos **locais** de 2ª ordem decorrentes da **não-retilinieidade dos eixos** das barras



Momento de 1ª ordem *no translation*

$$\Rightarrow M_{max} = M_{nt} + P\delta = B_1 M_{nt}$$

Para a deformada senoidal, tem-se:

$$\Rightarrow B_1 = \frac{C_m}{1 - N/N_{cr}}$$

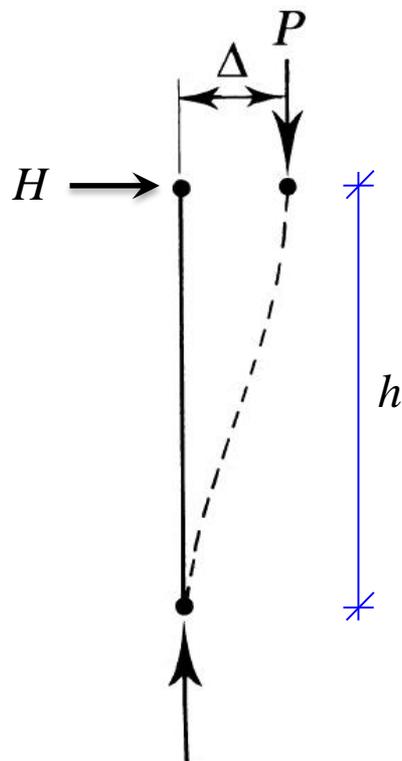
$$\Rightarrow C_m = 0,6 - 0,4 \frac{M_1}{M_2}$$

# Mét. amplificação dos esforços solicitantes

NBR 8800:2008 – Anexo D

Viga-coluna com extremos **deslocáveis**:

Efeitos **globais** de 2ª ordem decorrentes dos **deslocamentos dos nós** da estrutura



*lateral translation*

Momento de  
1ª ordem

$$M_{lt}$$



$$\Rightarrow M_{\Delta} = Hh + P\Delta = B_2 M_{lt}$$

Para a deformada senoidal, tem-se:

$$\Rightarrow B_2 = \frac{1}{1 - \frac{1}{R_s} \frac{\Delta_h}{h} \frac{\sum N_{Sd}}{\sum H_{Sd}}}$$

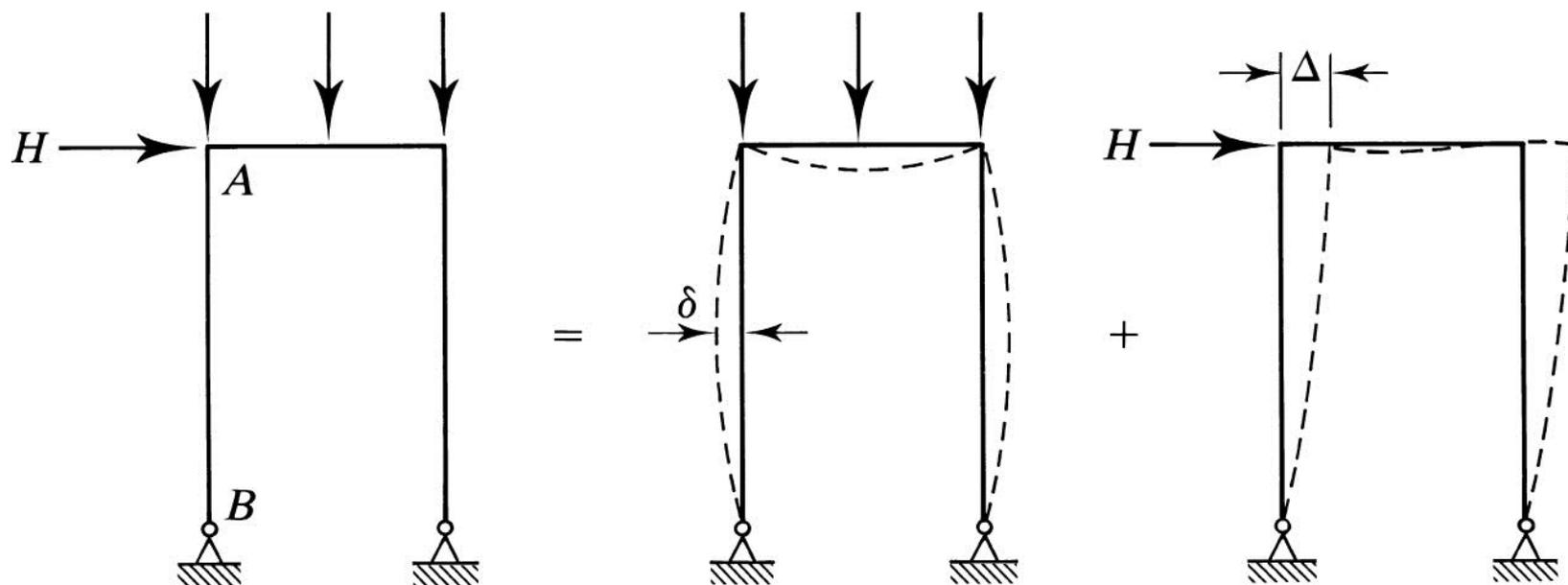
$$\Rightarrow R_s = \begin{cases} 0,85 & \text{para pórticos s/ contraventamento} \\ 1,00 & \text{demais casos} \end{cases}$$

# Mét. amplificação dos esforços solicitantes

## NBR 8800:2008 – Anexo D

- Item D.2.1 –  $M_{Sd}$  deve ser determinado utilizando-se os coeficientes  $B_1$  e  $B_2$ :

$$M_{Sd} = B_1 M_{nt} + B_2 M_{lt}$$



$$B_1 M_{nt}$$

$$B_2 M_{lt}$$

# Mét. amplificação dos esforços solicitantes

## NBR 8800:2008 – Anexo D

- *Item D.2.1* –  $N_{Sd}$  deve ser determinada por:

$$N_{Sd} = N_{nt} + B_2 N_{lt}$$

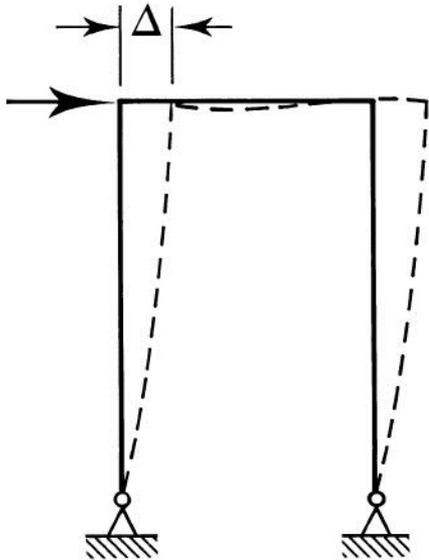
- *Item D.2.4* –  $V_{Sd}$  deve ser determinada por:

$$V_{Sd} = V_{nt} + V_{lt}$$

# Deslocabilidade

NBR 8800:2008

- Item 4.9.4 – Classificação das estruturas quanto à sensibilidade a deslocamentos laterais



$$\frac{\Delta_{2^{\text{a}} \text{ ordem}}}{\Delta_{1^{\text{a}} \text{ ordem}}}$$

$\leq 1,1 \Rightarrow$  pequena deslocabilidade

$\left. \begin{array}{l} > 1,1 \\ \leq 1,4 \end{array} \right\} \Rightarrow$  média deslocabilidade

$> 1,4 \Rightarrow$  grande deslocabilidade

$\approx B_2$  - Item 4.9.4.8

# Esforços Solicitantes para os ELU

NBR 8800:2008

- Item 4.9.7.1.1 e 4 – pequena deslocabilidade

- Os efeitos das imperfeições geométricas iniciais **devem ser levados em conta**, considerando-se:

$$\Delta = h/333 \quad \text{ou} \quad F_H^{nacional} = 0,3\% \cdot G$$

- Devendo ser entendido também como carregamento lateral mínimo (exceto...)

- Os **efeitos globais de 2ª ordem podem ser desconsiderados**, desde que:

- $N/f_y A \leq 50\%$  nos elementos que contribuem à estabilidade lateral

- Os efeitos das imperfeições geométricas iniciais sejam ser somados às demais combinações

# Esforços Solicitantes para os ELU

NBR 8800:2008

- Item 4.9.7.1.1 e 2 –

média deslocabilidade

- Os efeitos das imperfeições geométricas iniciais **devem ser levados em conta**, considerando-se:

$$\Delta = h/333 \quad \text{ou} \quad F_H^{nacional} = 0,3\% \cdot G$$

- Devendo ser entendido também como carregamento lateral mínimo
- A rigidez axial e a rigidez à flexão dos elementos devem ser reduzidos a **80%** dos valores iniciais

- Item 4.9.7.2 –

grande deslocabilidade

- Nas estruturas de grande deslocabilidade, deve ser feita uma **análise rigorosa**, levando-se em conta as **não linearidades geométricas e de material**.