

ESTRUTURAS METÁLICAS

DIMENSIONAMENTO SEGUNDO A
NBR-8800:2008

Vigas em Flexão Simples

Prof Marcelo Leão – Cel

Prof Moniz de Aragão – Maj

Peças em Flexão Simples

NBR 8800:2008

- Item 5.4 – Barras prismáticas submetidas a momento fletor e força cortante

$$M_{Sd} \leq M_{Rd} \leq 1,5 \frac{W \cdot f_y}{\gamma_{a1}}$$

$$V_{Sd} \leq V_{Rd}$$

M_{Sd}, V_{Sd} : momento fletor e força cortante solicitante de cálculo;

M_{Rd}, V_{Rd} : momento fletor e força cortante resistente de cálculo;

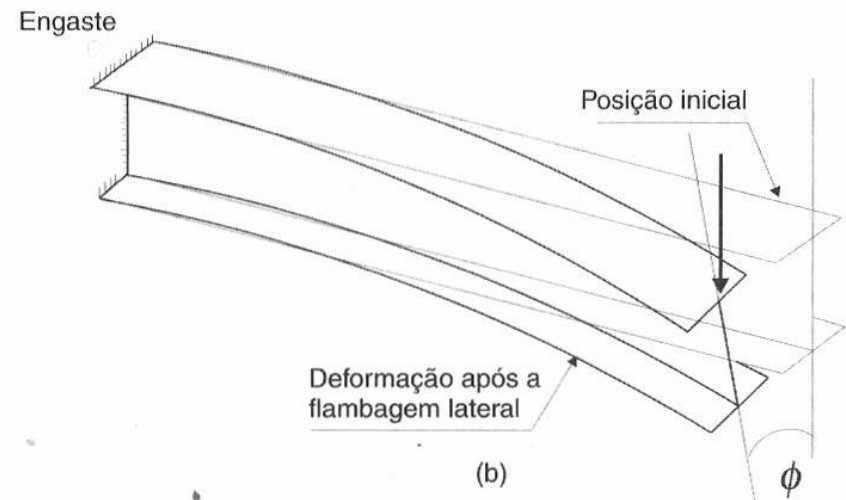
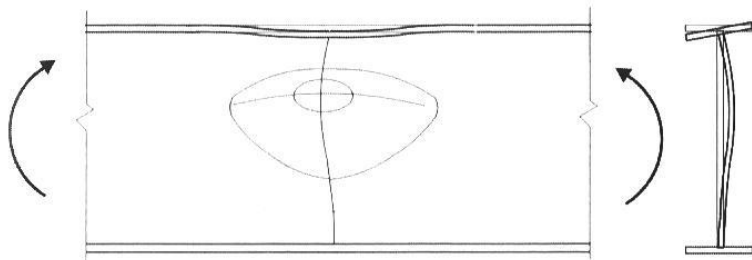
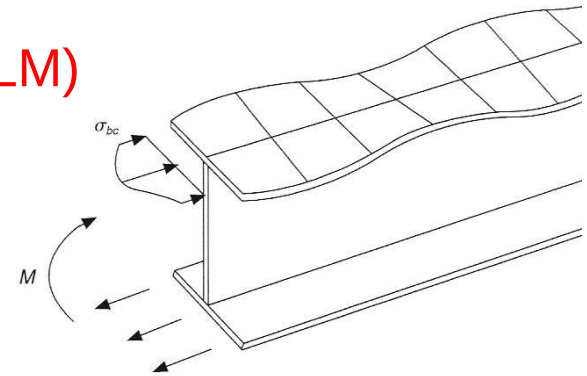
Anexos G e H

Peças em Flexão Simples

NBR 8800:2008

Estados-limites últimos de:

- ⇒ flambagem lateral com torção (FLT)
- ⇒ flambagem local da mesa comprimida (FLM)
- ⇒ flambagem local da alma (FLA)
- ⇒ flambagem local da aba
- ⇒ flambagem local da parede do tubo
- ⇒ escoamento da mesa tracionada



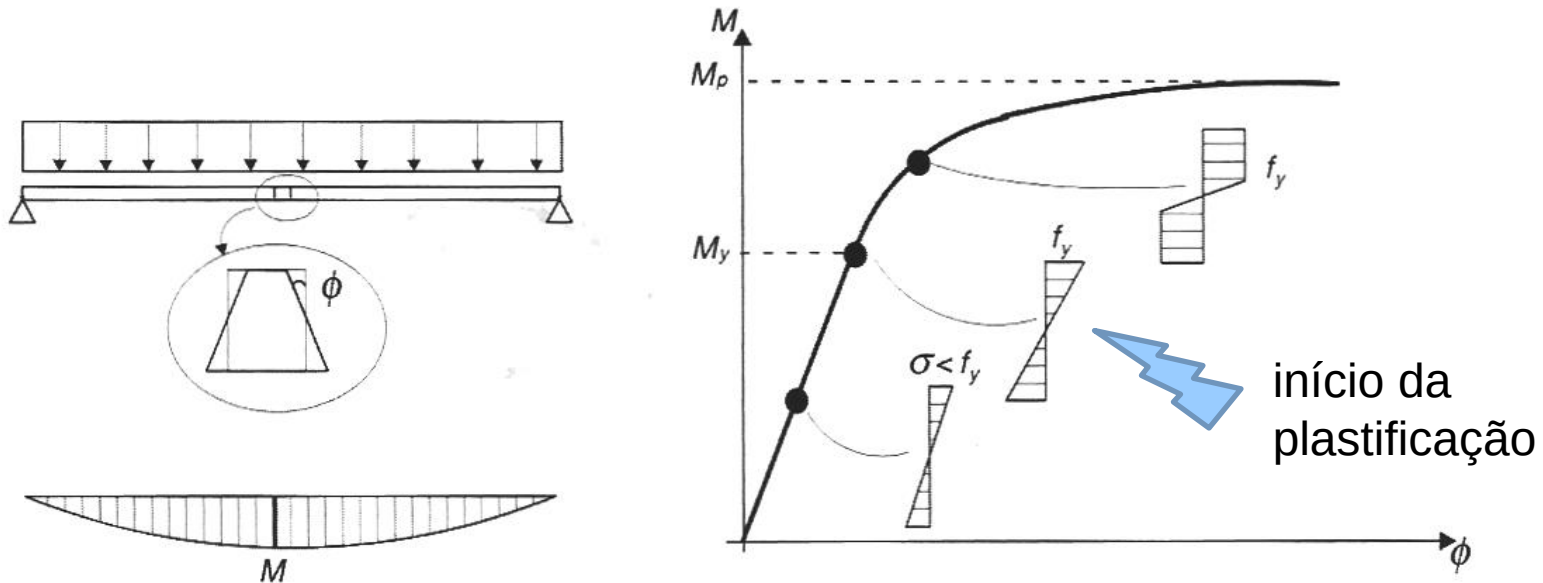
Peças em Flexão Simples

NBR 8800:2008

Item 5.4.1.1 – Aplicabilidade

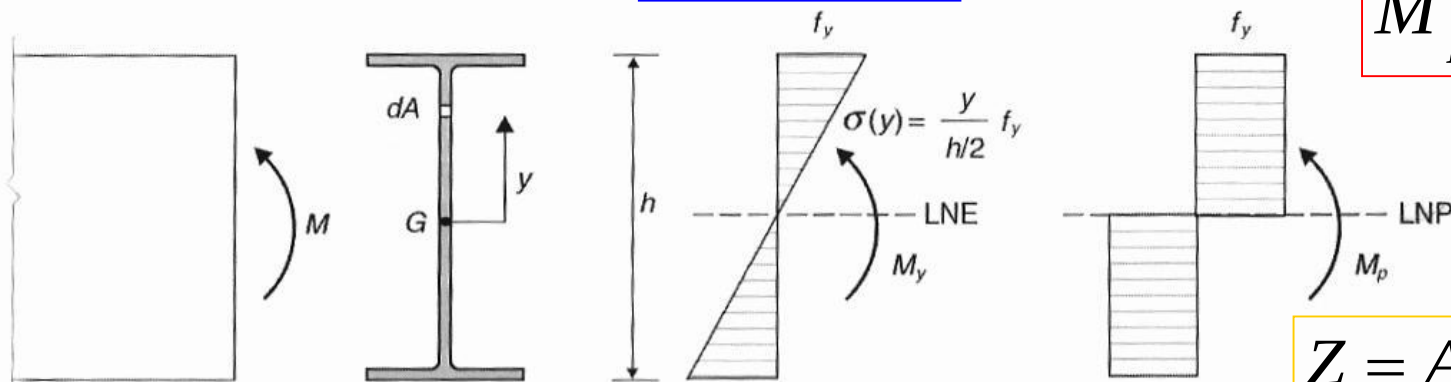
- **Seções I e H com dois eixos de simetria**, fletidas em relação a um desses eixos;
- **Seções I e H com um eixo de simetria**, situado no plano médio da alma, fletidas em relação ao eixo central de inércia perpendicular à alma;
- **Seções T** fletidas em relação ao eixo central de inércia perpendicular à alma;
- Seções constituídas por **duas cantoneiras em forma de T**, fletidas em relação ao eixo central de inércia perpendicular ao eixo de simetria;
- **Seções U** fletidas em relação a um dos eixos centrais de inércia;
- Seções-caixão e tubulares retangulares com dois eixos de simetria fletidas em relação a um desses eixos;
- Seções sólidas circulares ou retangulares fletidas em relação a um dos eixos centrais de inércia;
- Seções tubulares circulares fletidas em relação a qualquer eixo que passe pelo centro geométrico.

Momento de Plastificação total



$$M_r = f_y W$$

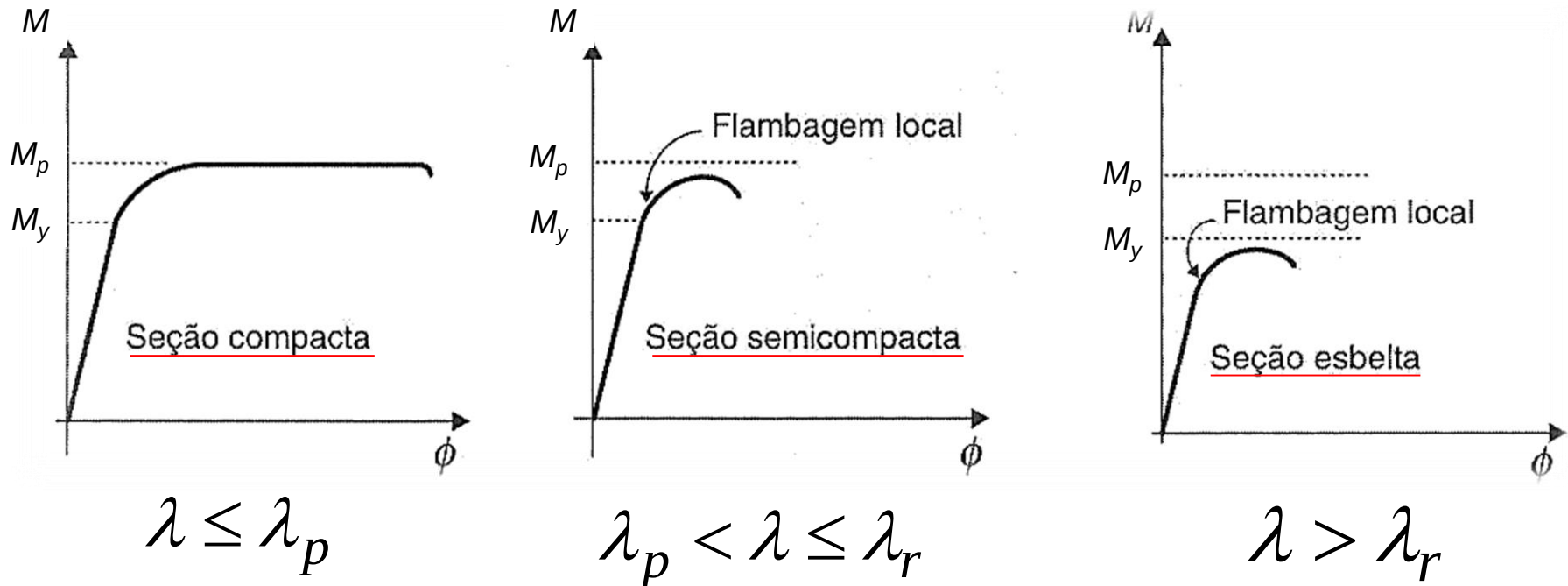
$$M_p = f_y Z$$



$$Z = A_t y_t + A_c y_c$$

Flambagem Local e Classificação das Seções

- Item 5.1.2.1 - Classificação das seções transversais das vigas quanto à ocorrência de *flambagem local*:

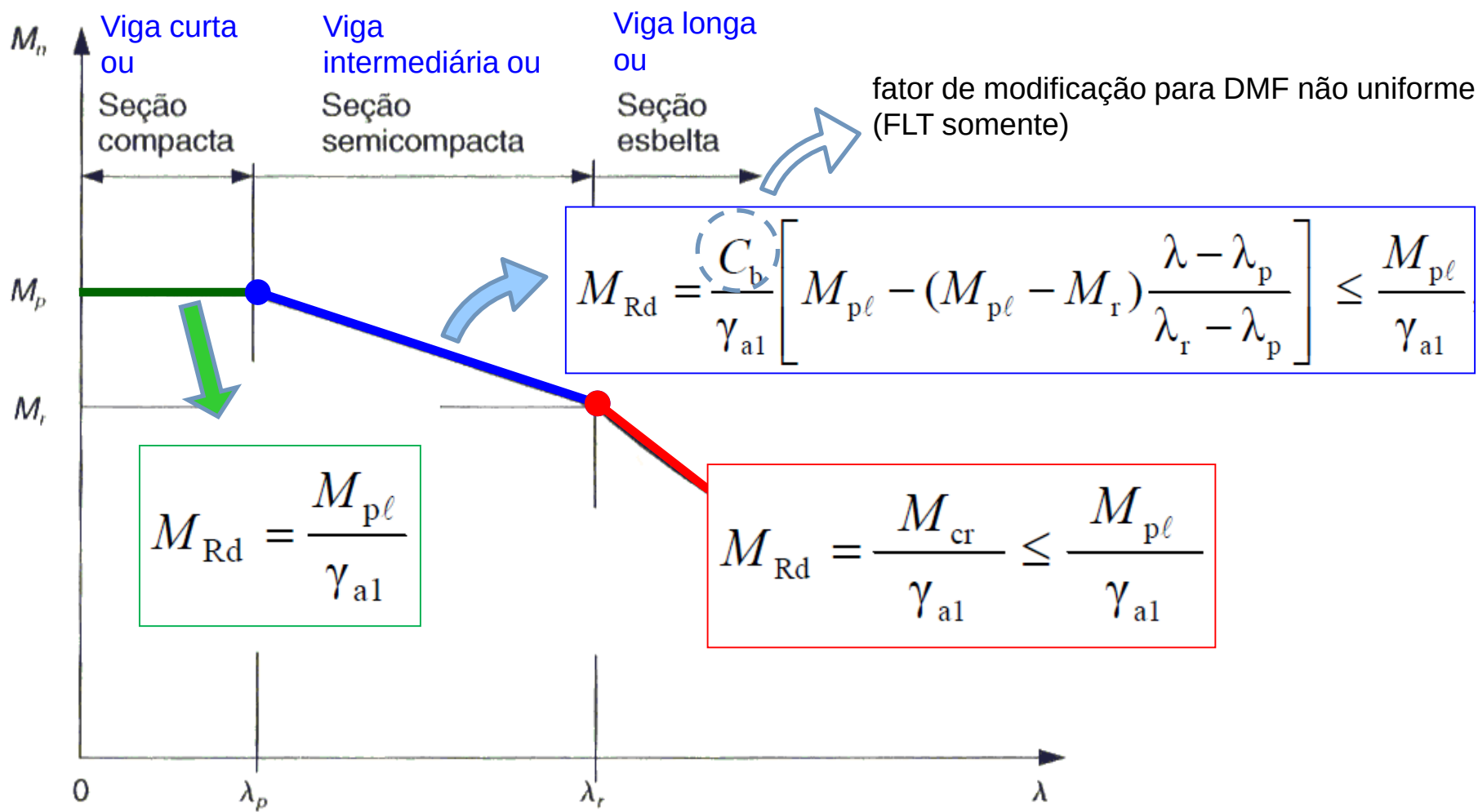


λ_p - esbeltez limite para seções compactas

λ_r - esbeltez limite para seções semicompactas

Anexo G - NBR 8800:2008

- Momento Fletor Resistente de Cálculo para **FLT**, **FLA** e **FLM**:



Anexo G

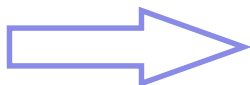
Fator de modificação para DMF não uniforme - C_b

- Item 5.4.2.3:
$$C_b = \frac{12,5 M_{\max}}{2,5 M_{\max} + 3 M_A + 4 M_B + 3 M_C} R_m \leq 3,0$$
- Item 5.4.2.4:
$$C_b = 3,00 - \frac{2 M_1}{3 M_0} - \frac{8 M_2}{3 (M_0 + M_1)}$$
- Viga engastada e livre: $C_b = 1,0$
- Viga biapoiada com carrgto distr., mesa tracionada contida: $C_b = 2,0$
- Demais casos: $C_b = 1,0$

Anexo G - NBR 8800:2008

Parâmetros de esbeltez para perfis **I** laminados com 2 eixos de simetria:

FLT



$$\lambda = \frac{L_b}{r_y}$$

FLM

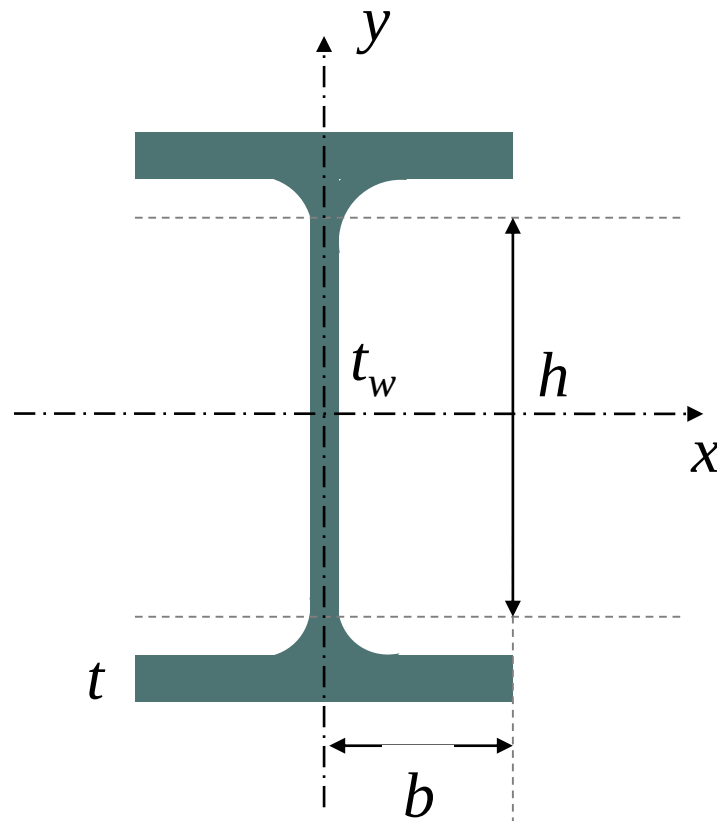


$$\lambda = \frac{b}{t}$$

FLA

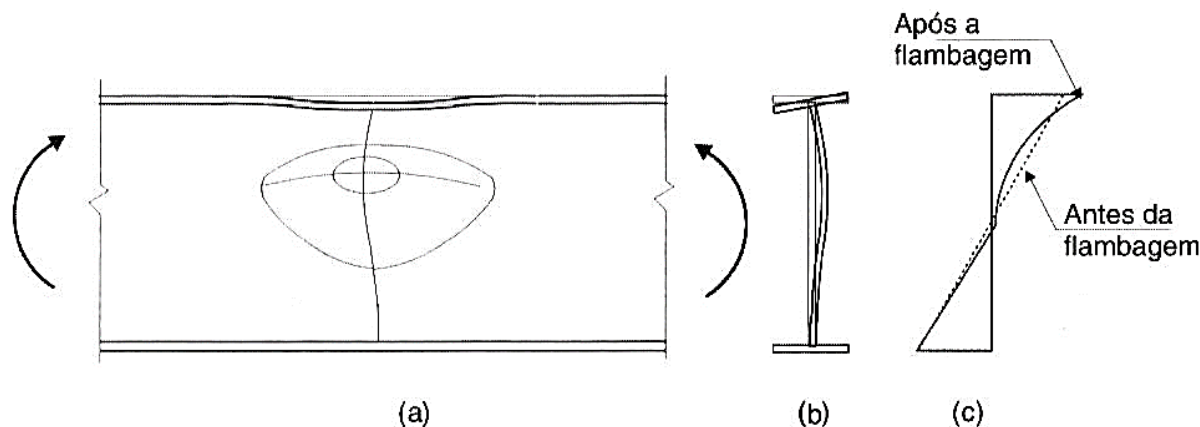


$$\lambda = \frac{h}{t_w}$$



Anexo H - NBR 8800:2008

- Momento Fletor de Flambagem Elástica (M_{cr}) para **FLA**:



$$\lambda = \frac{h}{t_w} < \lambda_r$$

$\lambda < \lambda_r$ leads to:

- viga de alma não esbelta**
Anexo G
- viga de alma esbelta**
Anexo H

<http://www.youtube.com/watch?v=r22Ph7klIFA&list=UUEuEKCCwnUZ0xekSy4UGcoA>

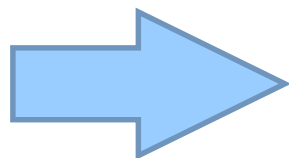
<http://www.youtube.com/watch?v=7eidOiC6Alo&list=UUmQUaLS9oYbmsSfZQH1aBaA&index=3>

Anexo G - NBR 8800:2008

- Momento Fletor Resistente de Cálculo **de viga de alma não esbelta:**

Seções I, H, U

Seções-caixão e
tubulares retangulares



$$\lambda \leq \lambda_r$$

Tabela G.1 — Parâmetros referentes ao momento fletor resistente

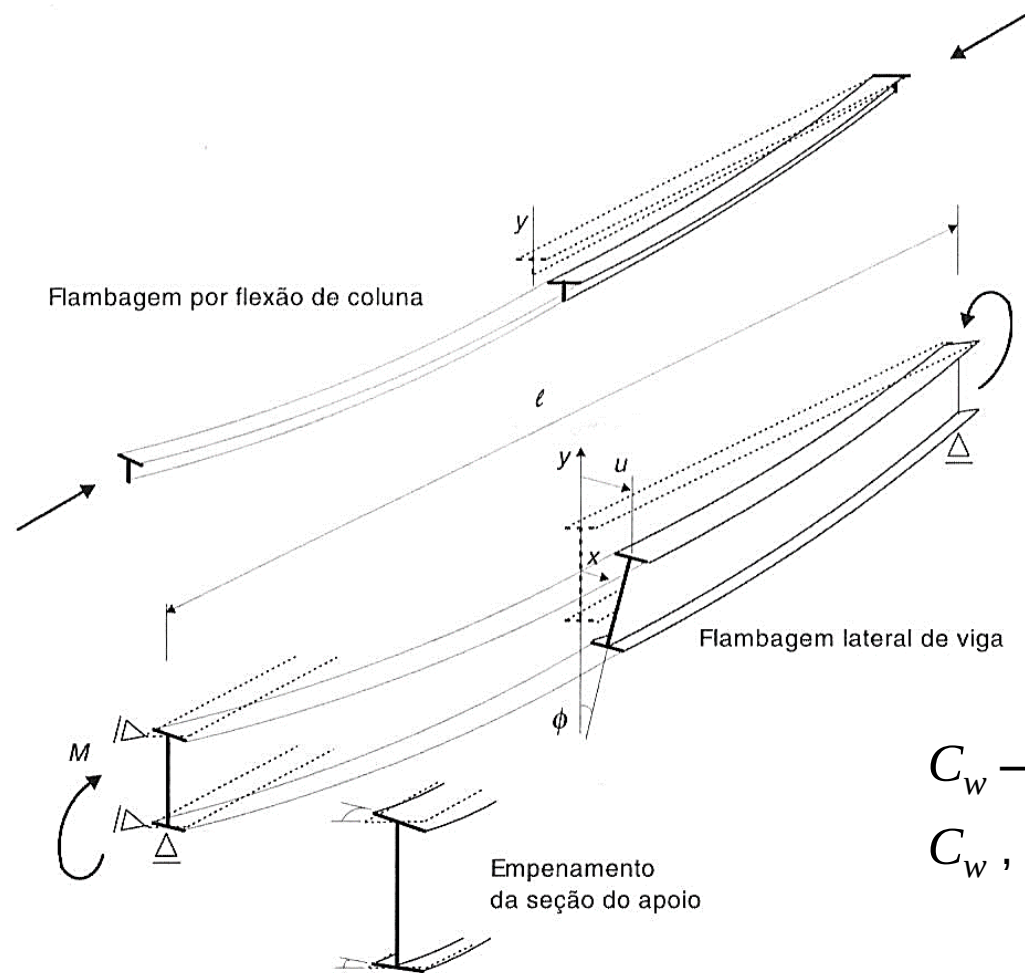
Tipo de seção e eixo de flexão	Estados-límites aplicáveis	M_r	M_{cr}	λ	λ_p	λ_r
Seções I e H com dois eixos de simetria e seções U não sujeitas a momento de torção, fletidas em relação ao eixo de maior momento de inércia	FLT	$(f_y - \sigma_r)W$ Ver Nota 5	Ver Nota 1	$\frac{L_b}{r_y}$	$1,76 \sqrt{\frac{E}{f_y}}$	Ver Nota 1
	FLM	$(f_y - \sigma_r)W$ Ver Nota 5	Ver Nota 6	$\frac{b}{t}$ Ver Nota 8	$0,38 \sqrt{\frac{E}{f_y}}$	Ver Nota 6
	FLA	$f_y W$	Viga de alma esbelta (Anexo H)	$\frac{h}{t_w}$	$3,76 \sqrt{\frac{E}{f_y}}$	$5,70 \sqrt{\frac{E}{f_y}}$

Nota 5 - tensão residual de compressão nas mesas: $\sigma_r \geq 30\% f_y$

Anexo G

Tabela G.1 - Nota 1

- Momento Fletor de Flambagem Elástica (M_{cr}) para **FLT**:



$$\lambda = \frac{L_b}{r_y}$$

comprimento destravado

$$M_{cr} = \frac{C_b \pi^2 E I_y}{L_b^2} \sqrt{\frac{C_w}{I_y} \left(1 + 0,039 \frac{J L_b^2}{C_w} \right)}$$

$$\lambda_r = \frac{1,38 \sqrt{I_y J}}{r_y J \beta_1} \sqrt{1 + \sqrt{1 + \frac{27 C_w \beta_1^2}{I_y}}}$$

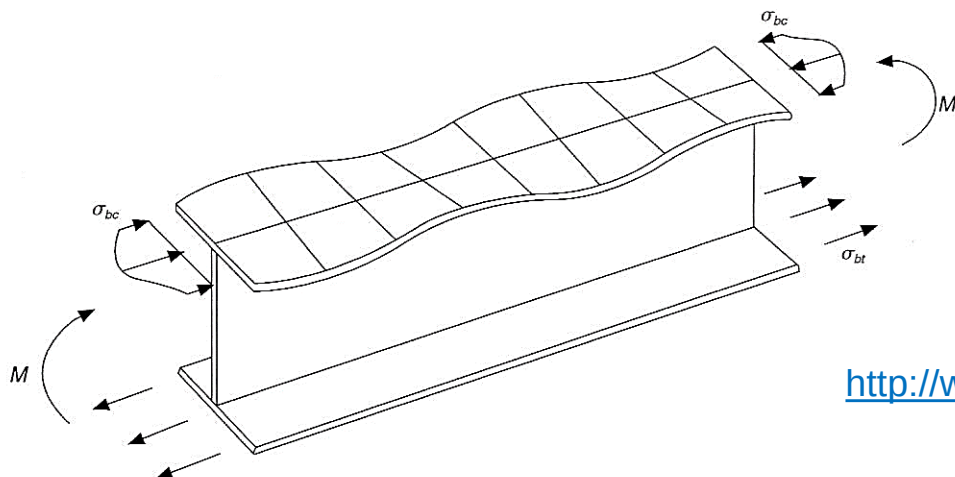
C_w – cte empenamento da seção transversal

C_w , β_1 – anexo G (notas 1 e 2 à Tab. G.1)

Anexo G

Tabela G.1 - Nota 6

- Momento Fletor de Flambagem Elástica (M_{cr}) para **FLM**:



$$\lambda = \frac{b}{t}$$

<http://www.youtube.com/watch?v=GUyX9nToAAQ>

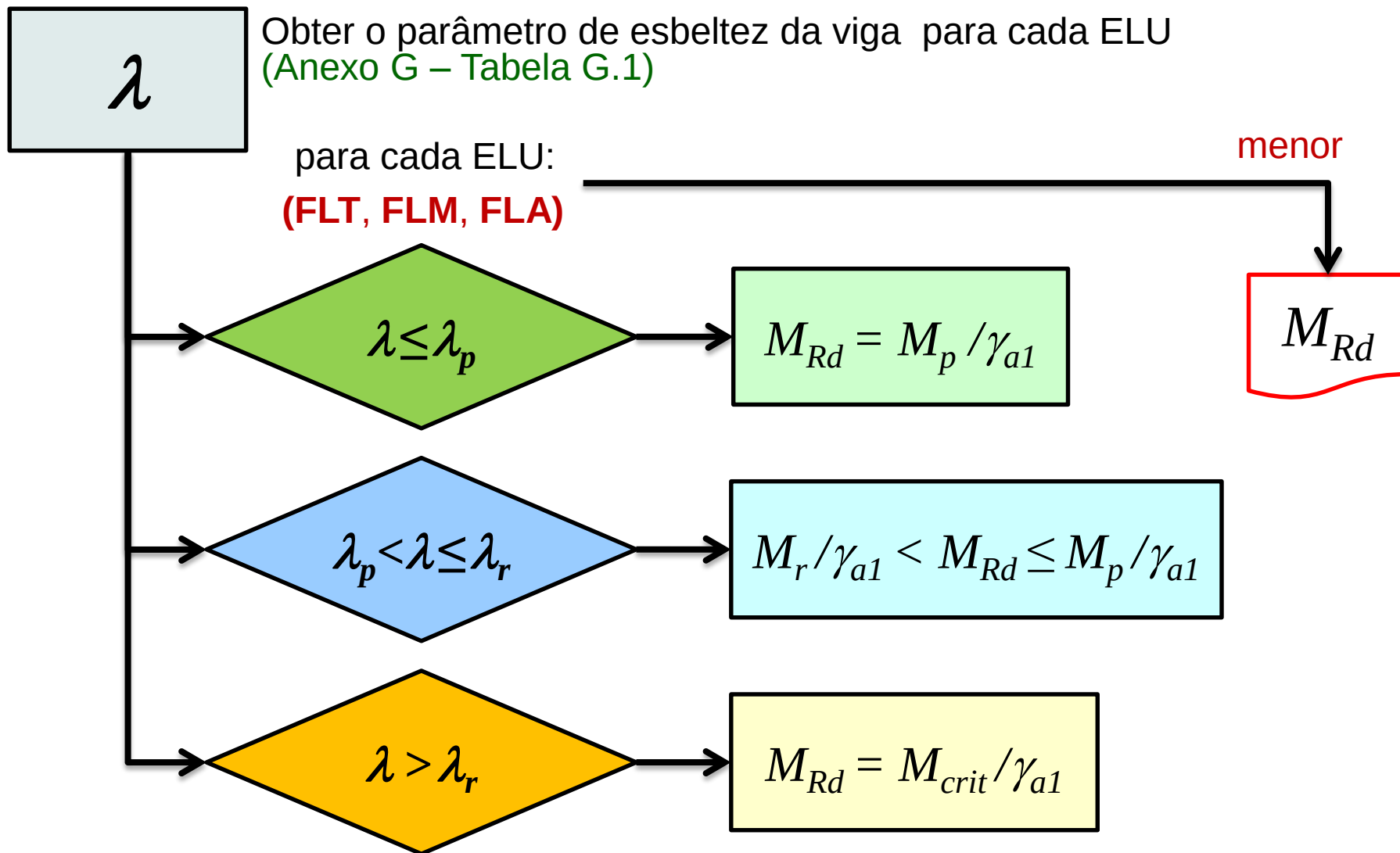
Para perfis laminados: $M_{cr} = \frac{0,69 E}{\lambda^2} W_c, \lambda_r = 0,83 \sqrt{\frac{E}{(f_y - \sigma_r)}}$

Para perfis soldados: $M_{cr} = \frac{0,90 E k_c}{\lambda^2} W_c, \lambda_r = 0,95 \sqrt{\frac{E}{(f_y - \sigma_r) / k_c}}$

W_C – módulo de resistência elástico do lado comprimido da seção

$$k_c = \frac{4}{\sqrt{h/t_w}}, \text{ sendo } 0,35 \leq k_c \leq 0,76$$

Roteiro - momento fletor resistente de cálculo



Peças em Flexão Simples

NBR 8800:2008

Força resistente de cálculo:

$$f_d = \frac{f_k}{\gamma_m}$$

Combinações	Aço estrutural, pinos e parafusos (γ_a)	
	Escoamento e Instabilidade (γ_{a1})	Ruptura (γ_{a2})
Normais	1,10	1,35
Especiais ou de construção	1,10	1,35
Excepcionais	1,00	1,15

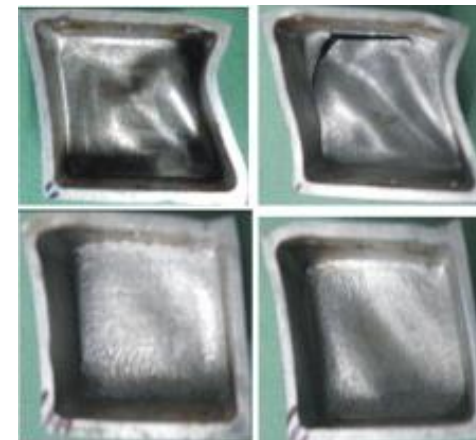
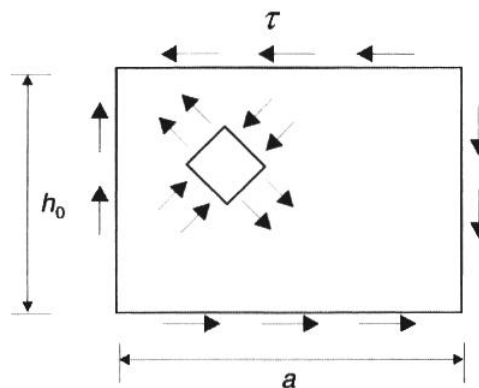
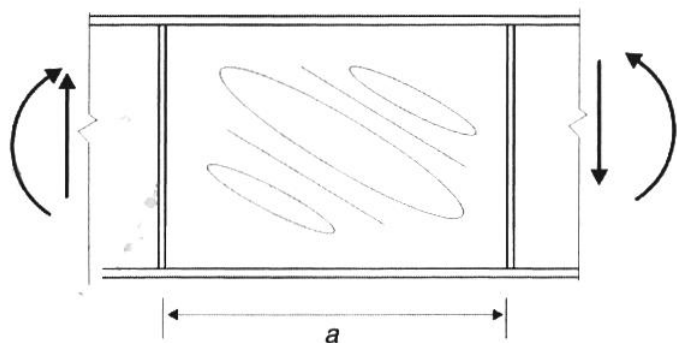
f_d - resistência de cálculo ou projeto

f_k - resistência característica

γ_m - coeficiente de ponderação

Força Cortante - NBR 8800:2008

- ELU de escoamento e **flambagem por cisalhamento**:



$$V_{pl} = 0,60 A_w f_y$$

$$A_w = d \cdot t_w$$

elemento resistente: **ALMA**
(despreza-se a contribuição das mesas)

onde d é a altura total da seção transversal

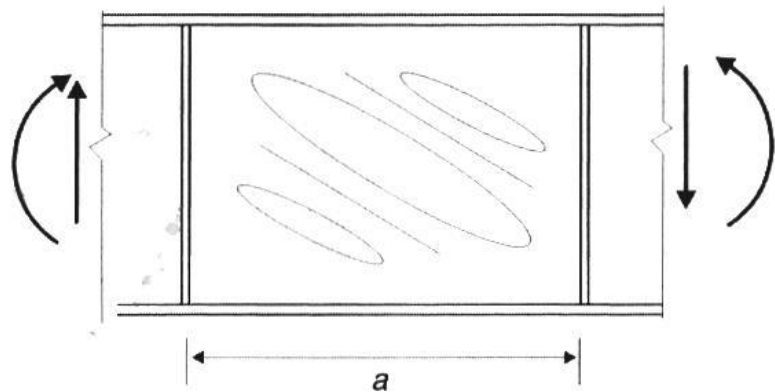
Força Cortante - NBR 8800:2008

- Item 5.4.3.1.1 – Força Cortante Resistente de Cálculo

$$\lambda_p = 1,10 \sqrt{\frac{k_v E}{f_y}}$$

$$\lambda = \frac{h}{t_w}$$

$$\lambda_r = 1,37 \sqrt{\frac{k_v E}{f_y}}$$



$$k_v = \begin{cases} 5,0 & \text{para almas sem enrijecedores transversais, para } \frac{a}{h} > 3 \text{ ou para } \frac{a}{h} > \left[\frac{260}{(h/t_w)} \right]^2 \\ 5 + \frac{5}{(a/h)^2} & \text{, para todos os outros casos} \end{cases}$$

Força Cortante - NBR 8800:2008

- Item 5.4.3.1.1 – Força Cortante Resistente de Cálculo

$$\lambda \leq \lambda_p$$



$$V_{Rd} = \frac{V_{pl}}{\gamma_{a1}}$$

$$\lambda_p < \lambda \leq \lambda_r$$



$$V_{Rd} = \frac{\lambda_p}{\lambda} \frac{V_{pl}}{\gamma_{a1}}$$

$$\lambda > \lambda_r$$



$$V_{Rd} = 1,24 \left(\frac{\lambda_p}{\lambda} \right)^2 \frac{V_{pl}}{\gamma_{a1}}$$