



**1ª Prova de EDI-38**  
**Concreto Estrutural I**  
 Prof. Flávio Mendes Neto  
 Setembro de 2006  
*Sem consulta*  
**(duração: 2 h)**

Considere os seguintes dados quando necessário:

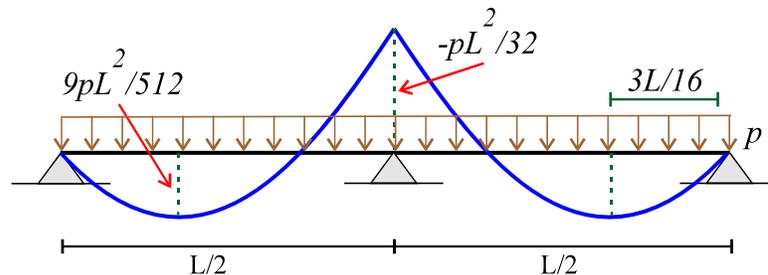
- Ponderação das ações/solicitações:  $\gamma_f = 1,40$ .
- Aço CA-25 ( $f_{yk} = 250$  MPa;  $\gamma_s = 1,15$ ;  $E_s = 210$  GPa).
- Concreto C35, diagrama retangular-simplificado ( $f_{ck} = 35$  MPa e lembrar que  $\sigma_{cd} = 0,85 f_{ck}/\gamma_c$  e que  $\gamma_c = 1,40$ ).
- Considere  $d_c = d_t = d' = 5$  cm.
- Seção retangular com base  $b = 30$  cm e altura total  $h = 60$  cm.
- Se precisar transformar unidades de força, use a equivalência de  $1 \text{ kgf} = 10 \text{ N}$ .
- Peso específico do concreto armado:  $\gamma_{con} = 25 \text{ kN/m}^3$ . Lembrar que o carregamento uniformemente distribuído em função do peso próprio é dado por

$$g = \gamma_{con} A_c$$

onde  $A_c$  é a área bruta da seção de concreto.

**1ª Questão** Considere uma viga simplesmente apoiada sem balanços, submetida a seu (da viga) peso próprio. Admitindo uma seção constante com apenas uma camada de barras tracionada (“armadura simples”), calcule o maior comprimento  $L$  (em metros) desta viga e a respectiva área de armadura (utilize barras de 16 mm de diâmetro na sua resposta).

**2ª Questão** Admita que a seção retangular seja armada inferiormente e superiormente com  $6\phi 25$  (6 barras de 25 mm de diâmetro em cada camada). Supondo um carregamento uniformemente distribuído, quantas pessoas com massa 70 kg poderiam subir em uma viga esquematizada na figura seguinte (não se esqueça do peso próprio da viga) quando  $L = 10$  m?



**3ª Questão** Calcule o custo da viga da questão anterior, levando em conta o concreto (R\$ 138,15 por  $\text{m}^3$ ), o aço (R\$ 2.310,00 por tonelada) e as formas (R\$ 12,33 por  $\text{m}^2$ ). Lembrar que o peso específico do aço é  $\gamma_{aço} = 78,5 \text{ kN/m}^3$ .

Questão	1	2	3
Valor	5,0	5,0	1,0

A nota máxima da prova é dez (10,0)

### Adimensionais

$$\bar{\mu} = \frac{M_d}{\sigma_{cd} b d^2} \quad \bar{\omega}_i = \frac{A_{si} f_{yd}}{b d \sigma_{cd}} \quad \alpha_i = \frac{\sigma_{si}}{f_{yd}} \quad \sigma_{cd} = 0,85 \frac{f_{ck}}{\gamma_c} \quad f_{yd} = \frac{f_{yk}}{\gamma_s}$$

$$\bar{\eta} = \frac{R_{cc}}{\sigma_{cd} b d} \quad \bar{\eta}_a = \frac{R_{cc} a}{\sigma_{cd} b d^2} \quad \kappa_x = \frac{x}{d} \quad \delta_c = \frac{d_c}{d}$$

*Observação:  $d = h - d_t$*   
Equações de equilíbrio  
(FNS, Armadura dupla)

$$\bar{\mu} = \bar{\eta} - \bar{\eta}_a + \bar{\omega}_c \alpha_c (1 - \delta_c)$$

$$\bar{\eta} + \bar{\omega}_c \alpha_c = \bar{\omega}_t \alpha_t$$

Funções  $\bar{\eta}$  e  $\bar{\eta}_a$  para seção retangular (Diagrama parabólico-retangular)  
Base de referência  $\equiv b$

$$\bar{\eta} = \begin{cases} \frac{5\kappa_x^2(3 - 8\kappa_x)}{3(1 - \kappa_x)^2} & \text{Domínio 2a} \\ \frac{16\kappa_x - 1}{15} & \text{Domínio 2b} \\ \frac{17\kappa_x}{21} & \text{Domínios 3 e 4} \end{cases}$$

$$\bar{\eta}_a = \begin{cases} \frac{5\kappa_x^3(4 - 9\kappa_x)}{12(1 - \kappa_x)^2} & \text{Domínio 2a} \\ \frac{171\kappa_x^2 - 22\kappa_x + 1}{300} & \text{Domínio 2b} \\ \frac{33\kappa_x^2}{98} & \text{Domínios 3 e 4} \end{cases}$$

Funções  $\bar{\eta}$  e  $\bar{\eta}_a$  para seção retangular (Diagrama retangular-simplificado)  
Base de referência  $\equiv b$

$$\bar{\eta} = 0,80 \kappa_x \quad \text{Domínios 2, 3 ou 4}$$

$$\bar{\eta}_a = 0,32 \kappa_x^2 \quad \text{Domínios 2, 3 ou 4}$$

Alguns resultados numéricos. Observar que o diagrama tensão-deformação do concreto não foi especificado, ficando a escolha a critério do aluno. Os resultados apresentados a seguir referem-se ao diagrama retangular simplificado (R-S).

**1ª Questão** O sistema de equações é indeterminado e a solução “padrão” seria a adoção da linha neutra entre os Domínios 3 e 4.

$$\kappa_x \text{ lim} = 0,7717$$

$$M_k = 0,5878 \text{ MN}\cdot\text{m}$$

$$L = 32,3 \text{ m (comprimento absurdo)}$$

$$A_{st} = 99,5778 \text{ cm}^2$$

$$50\phi 16 \text{ (armadura absurda, } \rho = 5,5\%)$$

**2ª Questão** O sistema de equações é determinado e a solução pode ser obtida através de cálculos feitos com hipóteses. Utilizando-se a equação de forças não é difícil perceber que a hipótese correta é a de escoamento em tração mas não em compressão (Domínio 2).

$$\kappa_x = 0,1298$$

$$\varepsilon_{sc} = 0,4466$$

$$\alpha_c = 0,4315$$

$$M_k = 0,2342 \text{ MN}\cdot\text{m}$$

Peso equivalente a 1.006 pessoas (quantidade absurda)

**3ª Questão**

Concreto R\$ 240,53 (16%) [e não R\$ 248,67]

Aço R\$ 1.068,15 (71%)

Formas R\$ 189,39 (13%) [e não R\$ 226,38]

Total R\$ 1.498,07