



1ª Prova de EDI-38 Concreto Estrutural I

Prof. Flávio Mendes Neto

Agosto de 2007

Sem consulta. A interpretação das questões faz parte da prova.

Justifique cientificamente suas afirmações e comente, criticamente, todos os resultados obtidos.

(duração máxima: 2 h 20 min)

Considere os seguintes dados para as duas primeiras questões:

- Coeficiente de ponderação das ações: $\gamma_f = 1,40$.
- Aço CA-40 ($f_{yk} = 400$ MPa; $\gamma_s = 1,15$; $E_s = 210$ GPa).
- Concreto C30, diagrama parabólico-retangular ($f_{ck} = 30$ 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 $b = 15$ cm e altura total $h = 60$ cm.
- Se precisar transformar unidades de força, use a equivalência de $1 \text{ kgf} = 10 \text{ N}$.

1ª Questão Admita que a seção tenha uma armadura, superior, de $2\phi 10$. Quantas barras de 20 mm de diâmetro seriam necessárias, na parte inferior da seção, para que pudesse ser aplicado um momento fletor de $0,1802 \text{ MN}\cdot\text{m}$?

2ª Questão Calcule o maior momento fletor (em $\text{MN}\cdot\text{m}$) que pode ser aplicado à seção quando for armada inferiormente com $3\phi 32$ (três barras com 32 mm de diâmetro).

3ª Questão Discuta, detalhadamente, o problema de dimensionamento da área de armadura de seções transversais de concreto armado, submetidas a Flexão Normal Simples com armadura dupla, quando o momento fletor adimensional ($\bar{\mu}$) for tal que

$$0 < \bar{\mu} \leq \bar{\mu}_{\text{lim}} = (\bar{\eta} - \bar{\eta}_a)|_{\kappa_x = \kappa_{x \text{ lim}}}.$$

Questão	1	2	3
Valor	4,0	4,0	2,0

Algumas definições

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

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

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 $\equiv b$

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

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

Alguns resultados principais

1ª Questão Sistema de 2 equações a 2 incógnitas:

$\kappa_x = 0,4042$ (são 4 as hipóteses possíveis)

Como é Domínio 3 pode-se prosseguir normalmente.

$\bar{\omega}_t = 0,3636$

$A_{st} = 15,7069 \text{ cm}^2$

A resposta é: 5φ20 (esperava-se um esboço das armaduras na seção transversal)

Observar que se a armadura superior fosse desprezada (o que não seria lícito na questão), seriam necessárias 6φ20 na parte inferior da seção.

2ª Questão Sistema de 2 equações a 2 incógnitas, também com 4 hipóteses possíveis:

$\kappa_x = 0,6814$ (Domínio 4)

$\bar{\mu} = 0,3952$

$M_k = 0,2333 \text{ MN}\cdot\text{m}$

Como não é recomendável que a seção trabalhe no Domínio 4 não se pode aplicar o valor anterior. A resposta é $M_k < 0,2333 \text{ MN}\cdot\text{m}$ (com a precisão de quatro casas decimais poder-se-ia responder $M_k = 0,2332 \text{ MN}\cdot\text{m}$).

3ª Questão O principal ponto é que a linha neutra a ser adotada (pois trata-se de sistema de 2 equações e 3 incógnitas) deve ser tal que

$$\delta_c < \kappa_x < (\kappa_x)_{AS}$$

onde $(\kappa_x)_{AS}$ é a profundidade adimensional de linha neutra que resolve o problema de armadura simples

$$\bar{\mu} = \bar{\eta} - \bar{\eta}_a.$$

A otimização da soma da área de armadura, que não era objeto da questão, pode ser realizada dentro do intervalo anterior.