



1ª Prova de EDI-49 Concreto Estrutural II

Parte teórica

Prof. Flávio Mendes Neto

Março de 2014

Absolutamente sem consulta. A interpretação das questões faz parte da prova. Justifique cientificamente suas afirmações. Esta prova tem 1 folha e 4 questões.

(duração máxima: 2 h 0 min)

Diga se cada afirmação seguinte é verdadeira ou falsa e justifique, aprofundando o assunto adequadamente:

1ª Questão

- a) A idealização estrutural mais básica, onde todas as peças são consideradas isoladamente, força a introdução de outras simplificações no projeto como, por exemplo: lajes obrigatoriamente retangulares; pavimento composto apenas por “vigas contínuas” e pilares com seção transversal constante.
- b) A avaliação dos carregamentos de um edifício residencial é feita com o auxílio de norma específica, não sendo uma tarefa que demande grandes considerações do calculista.

2ª Questão

- a) A espessura de uma laje de um edifício residencial pode ser determinada com a consideração de seu desempenho em função de critérios do Estado Limite de Serviço (ELS).
- b) A consideração de lajes isoladas engastadas entre si serve unicamente para o dimensionamento da área de armadura negativa ficar a favor da segurança.
- c) É bom que a armadura positiva na direção do menor lado seja colocada sobre a armadura na outra direção. Isso faz sentido tanto pela segurança quanto para evitar “congestionamento” das armaduras.

3ª Questão

- a) A “Região Limite” é a união, ao longo do eixo longitudinal, das “Regiões Viáveis” das várias seções transversais da peça.
- b) É bastante natural formular o dimensionamento da força de protensão, e sua excentricidade, como um problema de otimização linear.
- c) O diagrama de Magnel (abscissa $1/F$, ordenada e crescente para baixo) sempre acaba gerando uma Região Viável poligonal.

4ª Questão

- a) A “Transformação Linear” de uma trajetória concordante (TC) gera outra TC.
- b) A trajetória efetiva (e_{ef}) de uma viga depende da fase de carregamento considerada.
- c) Dada uma TC conhecida, é fácil determinar um carregamento equivalente, dado que qualquer diagrama de momentos fletores pode gerar uma TC.

Questão	1a	1b	2a	2b	2c	3a	3b	3c	4a	4b	4c	5	6
Valor	0,5	0,5	0,5	0,5	0,5	0,5	0,5	0,5	0,5	0,5	1,0	2,0	2,0

Observação: a nota máxima desta parte teórica é 6,0 (seis).

/F_MN/SWP3.5

Alguns comentários e resultados:

1ª Questão

a) Afirmação falsa. O modelo da idealização pode, ou não, ter implicações nos processos de cálculo. No caso da idealização simplista as lajes não precisam ser retangulares, podem ter um formato qualquer, mas serão calculadas isoladamente. Dependendo da idealização simplificada o pavimento poderia ser uma “grelha” ou uma composição de vigas contínuas, ou seja, a idealização pode, sim, ter este efeito colateral na consideração do modelo de cálculo das vigas. No caso dos pilares, como no caso das lajes, não há a implicação sugerida, ou seja, podem ser feitas variações arbitrárias na forma ou na armadura dos pilares mesmo com a utilização de idealizações simplificadas.

b) Afirmação falsa. É obrigação do calculista fazer uma avaliação cuidadosa e detalhada dos carregamentos que atuarão na estrutura em toda a sua vida útil. A eventual normalização existente ajuda a fazer estimativas, na falta de dados mais precisos, de alguns carregamentos usuais.

2ª Questão

a) Afirmação (parcialmente) verdadeira. Um dos critérios que pode ser utilizado para a determinação da espessura de uma laje pode ser o desempenho em uso, por exemplo com relação à flecha total e às vibrações (ELS). Isso não quer dizer, entretanto, que seja o único critério utilizado ou o mais crítico. Espessura mínima, desempenho no ELU, questões de detalhamento e outros fatores podem ser igualmente determinantes da espessura final de uma laje.

b) Afirmação falsa. Na verdade trata-se de medida corretiva para que o modelo de lajes isoladas seja mais fidedigno ao trabalho real das lajes com interfaces em comum. Naturalmente o objetivo é a segurança mas não se trata de medida cuja motivação seja a simples quantificação das áreas de armadura citadas.

c) Afirmação falsa. É fundamental que as armaduras sejam posicionadas de acordo com o cálculo. Em lajes mais alongadas, entretando, há, fisicamente, a predominância de importância da armadura na direção do menor lado de forma que, em sendo possível, a armadura positiva poderia ser colocada “por baixo” da da direção do maior lado objetivando aproveitar uma maior altura útil. Notar que este comentário também é pouco relevante para lajes mais quadradas ($\ell_x \simeq \ell_y$), o que ajuda a justificar a afirmação inicial. Isso tem pouco a haver, entretanto, com o “congestionamento” das armaduras que se relaciona, de fato, mais com os espaçamentos entre barras sucessivas do que com o posicionamento vertical das camadas de barras.

3ª Questão

a) Afirmação falsa. A “Região Viável” caracteriza-se por pares $(1/F, e)$ que satisfazem, para uma seção transversal fixa, às restrições de tensão e de posicionamento geométrico do cabo. A “Região Limite” é caracterizada por um intervalo de excentricidades possíveis para cada seção transversal (com abscissa $0 \leq x \leq L$) para uma certa força de protensão F fixa.

b) Afirmação verdadeira. Considerando que a força de protensão nunca se anule e que se possa trabalhar com seu inverso $1/F$, a afirmação é bastante natural, decorrendo praticamente da própria formulação do problema de maximização de $1/F$ (minimização de F) com as restrições de tensão (que são lineares com $1/F$ e e). *Observação:* alguns consideraram, também corretamente, a afirmação falsa por conta de o problema não ser linear com F .

c) Afirmação falsa. A Região Viável pode não existir, ser um único ponto, um segmento de reta ou um polígono.

4ª Questão

a) Afirmação falsa. Assunto amplamente discutido em sala de aula.

b) Afirmação falsa. A trajetória efetiva depende da trajetória geométrica, que não varia com a fase de carregamento, e com a razão entre o momento hiperestático e a força de protensão M_h/F . A razão anterior, pelo fato de M_h ser proporcional à força F , também não varia com as fases de carregamento (a força F pode até variar, por conta da perda de protensão, mas não a razão citada).

c) Afirmação (parcialmente) verdadeira. Esta é a “volta” do Comentário 6 feito em sala e é verdadeira, ou seja, dada uma TC é sempre possível achar um carregamento que gere um diagrama de momentos fletores proporcional à TC dada. Pode ser que não seja “fácil”, dependendo da geometria, das condições de apoio e da função $e(x)$, mas sempre é possível, daí a justificativa do “parcialmente” do início da resposta.



1ª Prova de EDI-49 Concreto Estrutural II

Prof. Flávio Mendes Neto

Março de 2014

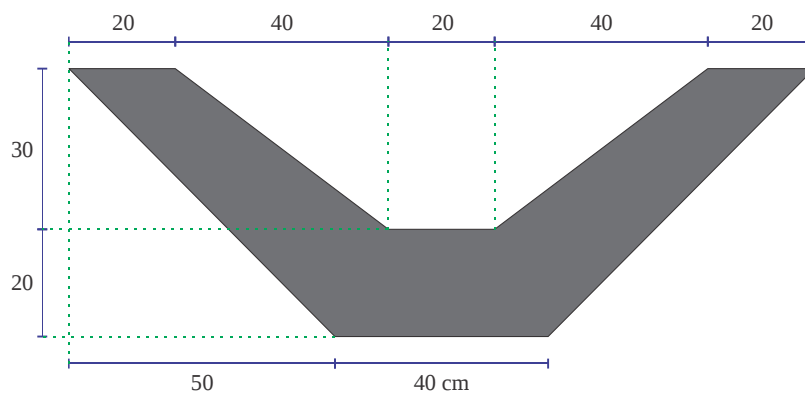
Consulta livre (menos a seres humanos, próximos ou distantes), utilização de softwares gerais liberada. Utilização de programas e planilhas previamente confeccionados pelo próprio aluno liberada (entregar cópia eletrônica ao final da prova). A interpretação das questões faz parte da prova. Justifique cientificamente suas afirmações e comente, criticamente, todos os resultados obtidos.

Parte numérica: duração máxima de 2 h

5ª Questão Considere uma viga com seção transversal constante de concreto. Utilize os seguintes dados:

- Seção "V", conforme figura.
- Viga isostática biapoiada ($L = 2\,500\text{ cm}$).
- Peso específico do concreto: $\gamma_{\text{con}} = 2,5 \times 10^{-8}\text{ MN/cm}^3$.
- Distância mínima do CG da armadura à borda mais próxima: $d'_{p,\text{min}} = 10\text{ cm}$.
- O eventual transporte da peça sempre será feito suportando as duas extremidades simultaneamente.
- Fases de carregamento (considere, **também**, o peso próprio):

Fase	Limites de tensão (MN/cm^2)		Perdas de protensão (%)	Carga q de utilização (kN/cm)
	Mínimo	Máximo		
(i) Inicial	-0,0007	0,0063	0	0
(f) Final	-0,0010	0,0054	13	0,06



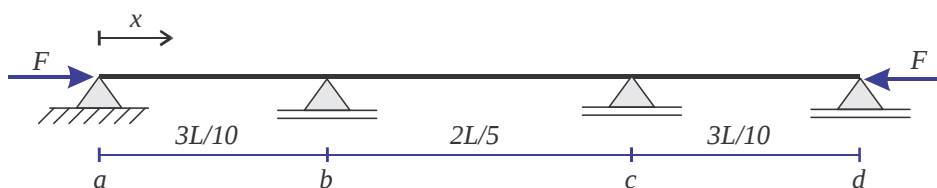
Pede-se:

- Considerando a seção crítica que estiver submetida ao máximo momento fletor, calcule a mínima força de protensão inicial F_i (e respectiva excentricidade e). Faça um esboço da distribuição da armadura na seção transversal.
- Esboce, para a força do item (a), uma trajetória viável para esta armadura de protensão.
- O transporte da viga, ainda considerando as fases inicial (i) e final (f), pode ser feito em um instante intermediário em que as tensões mínimas e máximas sejam, respectivamente, $-0,0009$ e $+0,0058\text{ MN/cm}^2$ e a perda de protensão seja de 7%?
- Essa viga poderia ser transportada, logo após a protensão do item (a), virada para baixo?
- Considerando apenas a fase final (f), qual o peso específico máximo (γ em MN/cm^3) do material que poderia preencher todo o vazio da viga?

6ª Questão Uma viga contínua, com quatro apoios conforme figura, está submetida somente a uma força de protensão constante com a trajetória dada por

$$e(x) = \text{sen}(5\pi x/L)$$

para $0 \leq x \leq L$. Pede-se:



- Esta trajetória é concordante?
- Sendo δ_i o valor de um deslocamento da excentricidade em cada um dos apoios, com $i = a \dots d$, deduza a equação de uma “transformação linear” $\bar{e}(x)$ da trajetória.

Questão	1	2	3	4	5a	5b	5c	5d	5e	6a	6b
Valor	1,0	1,5	1,5	2,0	0,4	0,4	0,4	0,4	0,4	1,0	1,0

Observação: a nota máxima da parte prática é 4,0 (quatro).

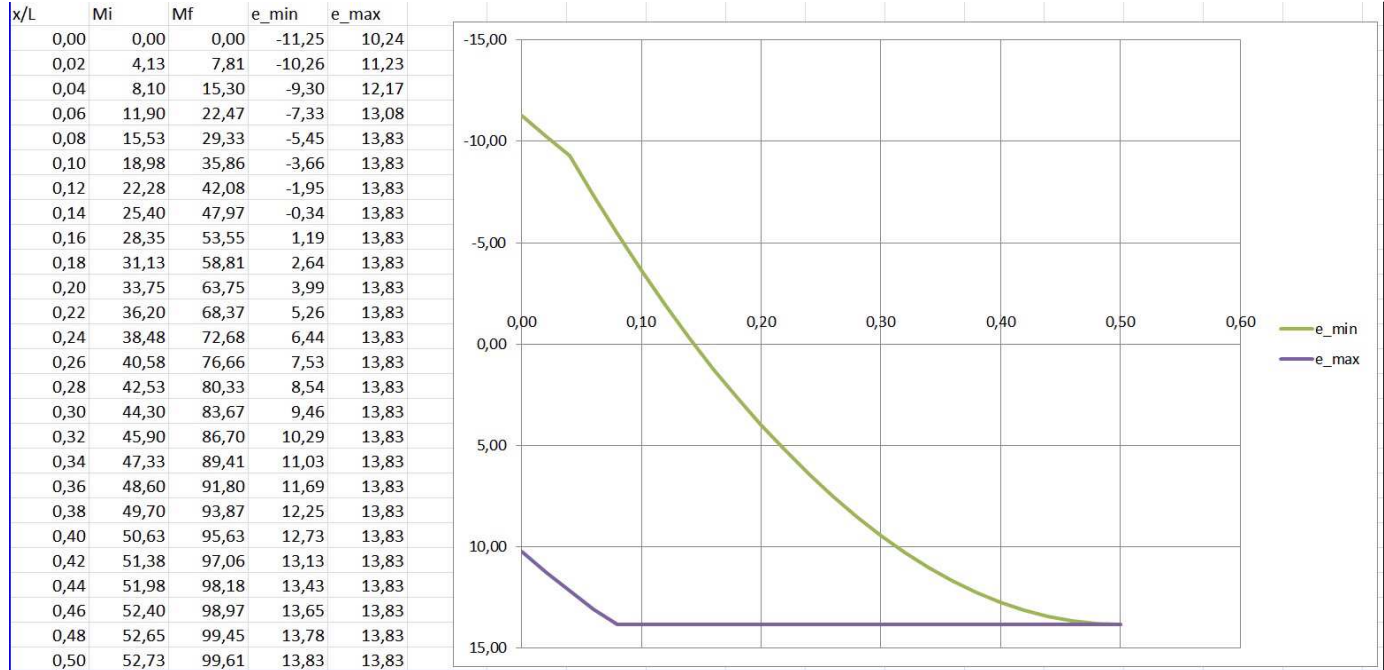
/F_MN/SWP3.5

Alguns resultados e comentários

5ª Questão

a) $F_i = 4,1905$ MN com $e = 13,8272$ cm. O esboço da armadura deveria ser consistente com a excentricidade anterior.

b) Seguem os valores dos momentos (MN·m) e das excentricidades limites (cm)



c) Sim, analisando as três fases (inicial, transporte e final) vê-se que os limites de tensão são satisfeitos para a mesma força, e excentricidade, determinada no item (a) anterior.

d) Não, a análise da seção virada de cabeça para baixo, incluindo o sinal da excentricidade (ou na posição normal e submetida ao momento devido ao peso próprio com o sinal negativo), mostra que os limites de tensão são desrespeitados.

e) Algumas respostas consideraram que a carga acidental q ainda atuaria, além do material de preenchimento (que ocuparia uma área de 1.800 cm^2), levando a um material com $\gamma = 7,2 \times 10^{-8} \text{ MN/cm}^3$ (similar ao peso específico do cromo). Se a carga acidental não atuasse o material de preenchimento poderia ter um peso específico $\gamma = 10,5 \times 10^{-8} \text{ MN/cm}^3$ (similar ao peso específico da prata).

6ª Questão

a) Não, a trajetória não é concordante pois as duas reações hiperestáticas de apoio valem, considerando o comprimento total da viga unitário (por simplicidade mas sem perda de generalidade),

$$\frac{40}{27\pi^2} F$$

(com sentido para cima).

b) Definindo $\ell_1 = \ell_3 = 3L/10$ e $\ell_2 = 2L/5$, a transformação pode ser colocada sob a forma

$$\bar{e}(x) = e(x) + \delta(x)$$

$$\delta(x) = \begin{cases} \delta_b \frac{x}{\ell_1} & 0 \leq x \leq \ell_1 \\ \delta_c \frac{x - \ell_1}{\ell_2} - \delta_b \frac{x - \ell_1 - \ell_2}{\ell_2} & \ell_1 \leq x \leq \ell_1 + \ell_2 \\ \delta_c \frac{L - x}{\ell_3} & \ell_1 + \ell_2 \leq x \leq L \end{cases}$$

lembrando que $\delta_a = \delta_d = 0$.