Uma viga de concreto armado de seção retangular, cujo diagrama momento-curvatura aproximado é dado abaixo, está solicitada permanentemente por um momento de cálculo que é igual a metade do momento último representado neste diagrama. Sabe-se que esta viga deverá receber um carregamento extra que excederá em 35% o momento último. A viga tem uma altura útil d=50cm e base b=25cm, possui fck=25MPa e está armada com uma área e aço As=16cm2. Determinar a eficiência da viga após ter sido reforçada em 8 cm2. Assumir que a armadura de reforço será colocada na mesma fibra da armadura existente.

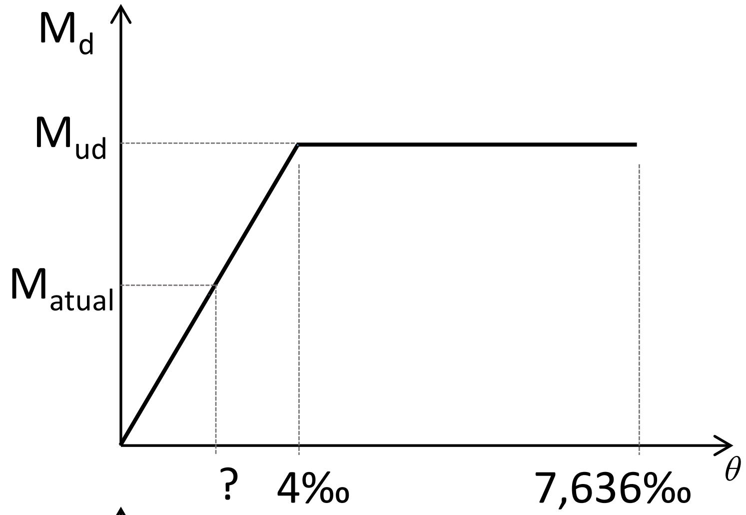
Roteiro de cálculo (sugestão).

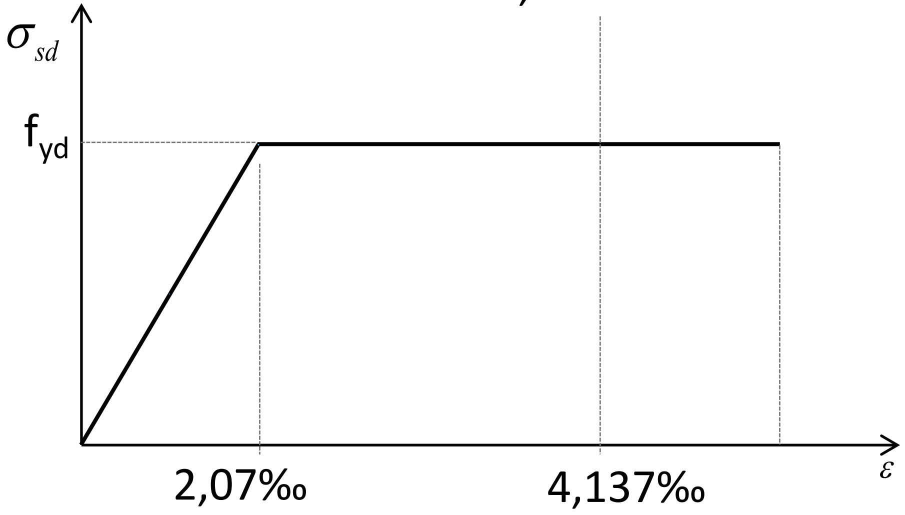
•Determinar a deformação específica da fibra mais comprimida da seção de concreto para as situações A, B e C;

•Determinar a profundidade da LN para as situações A, B e C

•Assumir como LN limite $\frac{x}{d} = 0,5$ e determinar o momento máximo

•A viga é segura? Explique o porquê.





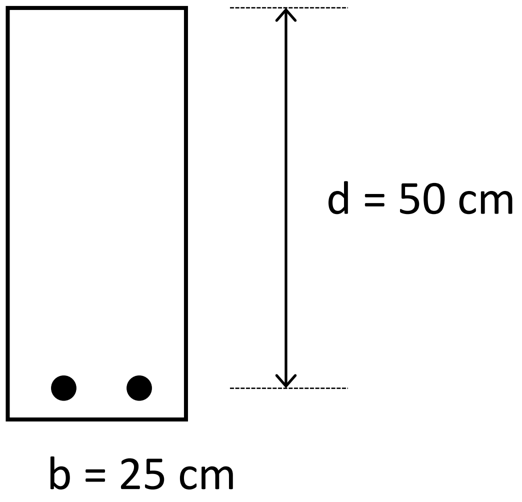
Dados do problema:

$$M_{atual} = \frac{1}{2} M_{ud} \quad \therefore \quad \theta = \left(\frac{d}{r}\right)_{atual} = \frac{4‰}{2} = 2‰$$

$$M_{final,d} = 1,35 M_{ud}$$

$$A_{s,exist} = 16 cm^2$$

$$A_{s,ref} = 8 cm^2$$



a) Determinação das deformações nas situações A, B e C

	Atual (A)	(B)	(C)
(d/r)	2‰	4‰	7,636‰
ε_c	0,965‰	1,93‰	3,5‰ DOM 3
ε_s	1,035‰	2,07‰	4,136‰

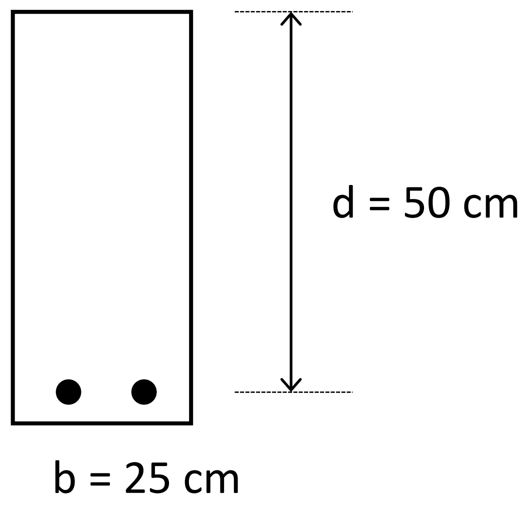
Em (B)

$$\varepsilon_s = 2,07‰ \qquad \theta = 4‰ \qquad \rightarrow \qquad \varepsilon_c = 1,93‰$$

Em (A)

$$\varepsilon_s = \frac{2,07‰}{2} = 1,035‰ \qquad \varepsilon_c = \frac{1,93‰}{2} = 0,965‰$$

$$x_A = x_B = \frac{1,93}{1,93 + 2,07} \times 0,50 = 0,241m$$



a) Determinação das deformações nas situações A, B e C

	Atual (A)	(B)	(C)
(d/r)	2‰	4‰	7,636‰
ε_c	0,965‰	1,93‰	3,5‰ DOM 3
ε_s	1,035‰	2,07‰	4,136‰

<u>Em ELU:</u>

$$R_{std} = 16 \times \frac{50}{1,15} = 696kN$$

$$0,8 \times x = \frac{696}{0,25 \times 0,85 \times \frac{25000}{1,4}} = 0,1834m$$

$$x = 0,2293m$$

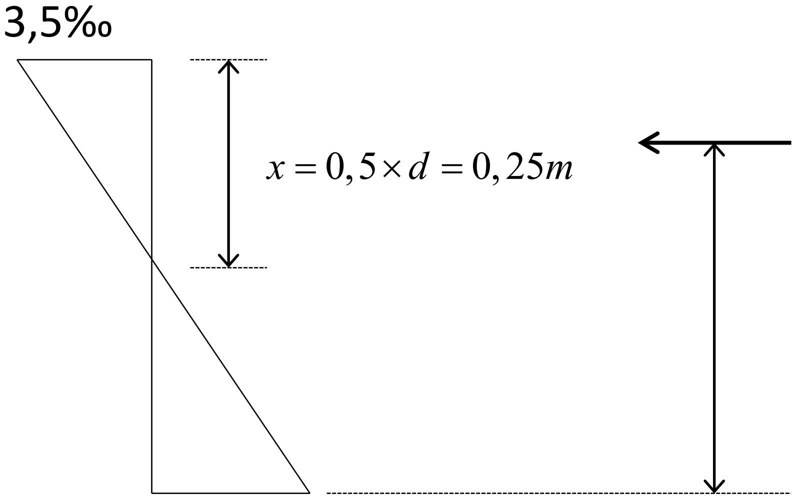
$$z = 0,50 - \frac{0,1834}{2} = 0,482m$$

$$M_{xd} = 0,482 \times 696 = 284,17kN.m$$

$$\frac{x}{d} = \frac{0,2293}{0,50} = 0,4586$$

DOM 3 OK! Logo,

$$\varepsilon_c = 3,5‰$$



$$R_{ccd} = 0,85 \times \frac{25000}{1,4} \times 0,25 \times 0,25 \times 0,8$$

$$R_{ccd} = 758,93kN$$

$$z = 0,50 - \frac{0,25}{2} = 0,375m$$

$$\boxed{M_{d,total} = 284,60kN \cdot m}$$

$$\varepsilon_{ct} = \frac{3,5‰}{0,25} \times 0,5 - 3,5‰ = 3,5‰$$

$$\frac{M_{d,total}}{M_{ud}} = \frac{284,6}{284,2} \cong 1,001$$

Não há benefício para o reforço para a situação sub-armada. Será necessário reforço de armadura na zona comprimida.

$$A_{s,exist} = 16cm^2 \quad \rightarrow \quad R_{std,1} = 696kN$$

$$A_{s,ref} = 8cm^2 \quad \rightarrow \quad \varepsilon_{s,ref} = 3,5‰ - 1,035‰ = 2,465‰$$

$$R_{std,ref} = 8 \times 43,5 = 348kN$$

$$R_{ccd,\lim} = 758,93kN$$

$$\sum R_{std} = 696 + 348 = 1044kN$$

$$\Delta R_{scd} = 1044 - 758,93 = 285,07kN$$

Corresponde à armadura de compressão necessária

$$d'' = 5cm$$

Posição da armadura de compressão

$$\varepsilon_{scd,atual} = \frac{0,965‰}{0,241} \times (0,241 - 0,05) = 0,765‰$$

$$\varepsilon_{scd,ult} = \frac{3,5‰}{0,250} \times (0,25 - 0,05) = 3,22‰$$

$$\Delta\varepsilon_{scd} = 2,455‰$$

Aço escoado à compressão

Determinação da área de armadura na zona comprimida

$$A_{s2} = \frac{285,07}{43,5} = 6,56cm^2$$