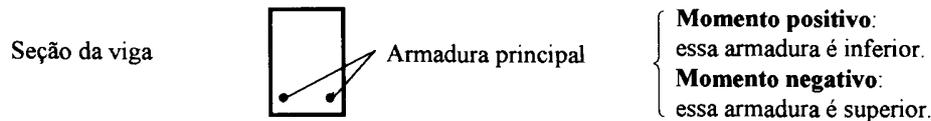


DIMENSIONAMENTO DE VIGAS SIMPLEMENTE ARMADAS À FLEXÃO

Daremos agora a metodologia para cálculo de vigas simplesmente armadas no que diz respeito à armadura que resiste à flexão. (Lembremos que nas lajes, depois de conhecidos os momentos no centro dos vãos e nos apoios, elas são calculadas como se fossem vigas de um metro de largura)



Ao invés de explicar com exemplos teóricos vamos dar exemplos práticos e depois analisemos os resultados.

As tabelas A e B são suficientes para os dois tipos mais comuns de concretos correntes em obras ($f_{ck} = 180 \text{ kgf/cm}^2$ para obras de maior vulto e $f_{ck} = 150 \text{ kgf/cm}^2$ (obras de menor vulto) e para os tipos de aços mais comuns no mercado (CA 50A, CA 50B e CA 60B).

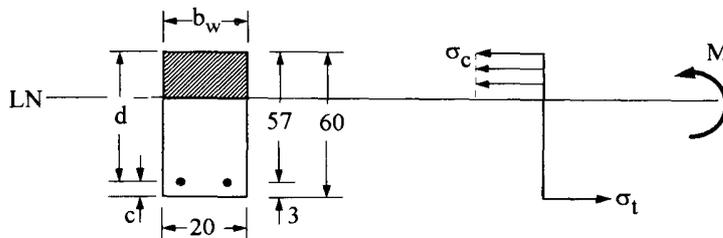
1 Exemplo: Dimensionar uma viga de 20 cm de largura e apta a receber um momento de 1200 tfcm para um concreto $f_{ck} = 180 \text{ kgf/cm}^2$ e aço CA 50A.

1º passo - Fixemos uma altura para essa viga.

Fixar uma altura excessiva ou insuficiente, mas a própria tabela o conduzirá até uma altura adequada.

Fixemos $d = 57 \text{ cm}$ $b_w =$ largura da viga;

$d =$ altura da viga sem considerar o cobrimento de armadura.



Calculamos inicialmente o coeficiente k_6 que vale:

$$k_6 = \frac{b_w \cdot d^2}{M} = \frac{20 \cdot (57)^2}{1.200} = 54,15$$

Para entrar na tabela, respeitar as unidades.

Chamamos a atenção para o uso dessas tabelas A e B que as dimensões devem ser calculadas em cm e o momento em tfcm. $K_6 = 54,15$

Procuramos agora na tabela A com $f_{ck} = 180 \text{ kgf/cm}^2$ e CA 50A qual o coeficiente denominado k_3 que corresponde a $k_6 = 54,15$.

entrada	k_6	CA 50A k_3	
54,15		0,372	$\Leftrightarrow k_3 = 0,372$

A área do aço será agora calculada diretamente através de fórmula:

$$A_S = k_3 \cdot \frac{M}{d} = 0,372 \cdot \frac{1.200}{57} = 7,83 \text{ cm}^2$$

Conclusão: Temos que colocar aí um número de barras de aço que tenham $7,83 \text{ cm}^2$ de área. Escolhamos 4 $\phi 5/8''$ (Consultar a Tabela Mãe).

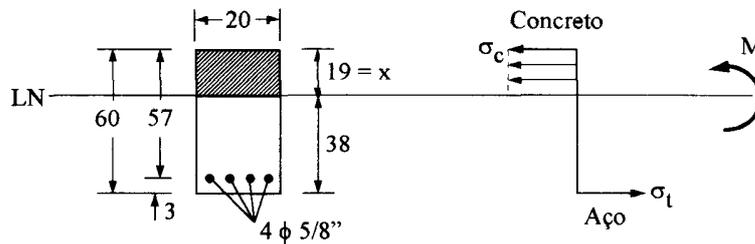
Para este caso não é obrigatório saber-se a onde está a linha neutra, mas a tabela nos dá essa posição, pois para o mesmo código de entrada $k_6 = 54,15$ resulta:

² Os dados de entrada são cargas e Momentos Fletores de serviço, ou seja, sem coeficientes de majoração. Esses coeficientes de majoração de esforços e minoração de resistências estão internos às tabelas de dimensionamento de vigas (e lajes).

$$\varepsilon = \frac{x}{d} = 0,336$$

$$x = d \cdot 0,336 = 57 \cdot 0,336 = 19 \text{ cm}$$

A solução completa da viga é:



A viga está dimensionada para o Momento Fletor.

Se não houver problema de alojamento do aço a área de $7,83 \text{ cm}^2$ poderia sem problemas ser substituída por $3 \phi 3/4''$.

Notar que a linha neutra está sempre mais próxima da borda superior do que a inferior. A causa disso é a presença de um material estranho (aço) numa seção de concreto. Como o E_s (Módulo de Elasticidade do aço) é muito maior do que E_e e não se considera a resistência concreto à tração, isso tende a jogar a LN para cima. No concreto armado a LN, geral, se afasta do aço.

Como seria o problema se o concreto fosse $f = 150 \text{ kgf/cm}^2$?

O k_6 não muda já que é uma característica geométrica da seção (b d) e do Momento. Varia agora o k_3 que valerá $0,382$.

A área de aço será (olhar a tabela A, parte direita):

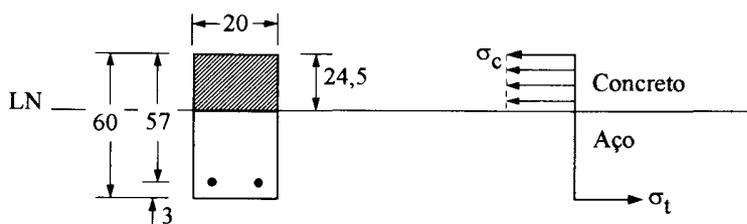
$$A_S = k_3 \cdot \frac{M}{d} = 0,382 \cdot \frac{1,200}{57} = 8,05 \text{ cm}^2$$

Calculemos:

$$\varepsilon = 0,43 \Rightarrow \varepsilon = \frac{x}{d} \Rightarrow 0,43 = \frac{x}{d} \Rightarrow x = 0,43 \cdot d \Rightarrow x = 0,43 \cdot 57$$

Onde: $X = 24,5 \text{ cm}$.

A nova situação da viga será:



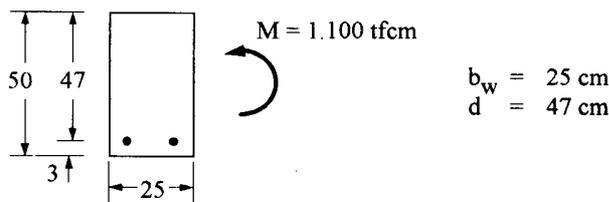
A conclusão a que se chega, é que o uso de concreto de menor qualidade ($f_{ck} = 150 \text{ kg/cm}^2$ a um maior consumo de aço que no caso específico é desprezível, mas a conclusão não.

A linha neutra abaixou de posição indicando que mais seção de concreto terá que resistir ao Momento Fletor. Por que mais seção de concreto? Exatamente porque o concreto agora é mais fraco teremos que usar mais aço e a viga terá uma maior parte comprimida que o outro caso. Se fizéssemos o cálculo com f_{ck} menores mantendo o momento e as dimensões das vigas, veríamos mais aço seria necessário e a linha neutra mais se abaixaria.

2º Exemplo:

Dimensionar uma viga de 25 cm de largura e apta a receber um momento de 1.100 tfcm para $f_{ck} = 180 \text{ kgf/cm}^2$ e aço CA 50B.

Estabelecemos a altura da viga em 50 cm .



A rotina é sempre a mesma

$$k_6 = \frac{b_w \cdot d^2}{M} = \frac{25 \text{ cm} \cdot (47 \text{ cm})^2}{1.100 \text{ tfcm}} = 50$$

Procurando na tabela de $f_{ck} = 180 \text{ kgf/cm}^2$ e aço CA 50B com $k = 50$ temos $K_3 = 0,379$. O cálculo de A_s será:

$$A_s = k_3 \cdot \frac{M}{d} = 0,379 \cdot \frac{1.100}{47} = 8,8 \text{ cm}^2 = 5 \phi 5/8''$$

Tentemos calcular essa seção com um concreto mais fraco ($f_{ck} = 150 \text{ kgf/cm}^2$).

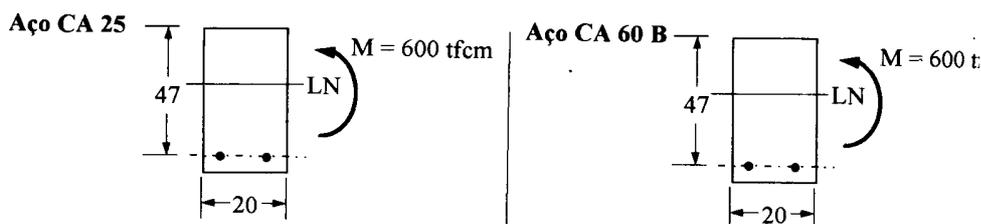
Vemos que caiu fora da tabela³, mas podemos dimensionar esta peça com armadura dupla.

Importante é salientar que quando caímos fora da tabela isso quer dizer que a seção poderá resistir apenas com armadura na parte tracionada deveremos colocar armadura também na parte comprimida.

3º Exemplo:

Vamos comparar agora o caso de dois aços de qualidade bem diferentes, ou seja, vamos mesmo caso usar aço CA 25 (o mais fraquinho) e o CA 60B (o mais fortinho) aplicados à mesma viga e ao mesmo momento.

Assim seja uma viga de 20 x 50 cm e um Momento Fletor de 600 tfcm e calculemos as áreas de ferragens ($f_{ck} = 150 \text{ kgf/cm}^2$).



$$K_6 = \frac{b_w \cdot d^2}{M} = \frac{20 \cdot 47^2}{600} = 73,6$$

$$K_6 = \frac{b_w \cdot d^2}{M} = \frac{20 \cdot 47^2}{600} = 73,6$$

Até aqui tudo igual. Calculemos agora o k_3 , à esquerda para aço CA 25 e a direita para CA60 B.

CA 25	CA 60 B
$K_3 = 0,729$	$K_3 = 0,303$
A área da armadura nesse caso será:	A área da armadura nesse caso será:
$A_s = k_3 \cdot M/d = 0,729 \cdot 600/47 = 9,3 \text{ cm}^2$	$A_s = K_3 \cdot M/d = 0,303 \cdot 600/47 = 3,9 \text{ cm}^2$
$A = 9,3 \text{ cm}^2$	$A = 3,9 \text{ cm}^2$
Escolhemos 4 $\phi 3/4''$	Escolhemos 3 $\phi 1/2''$

Conclusão (lógica): Quando usamos aço melhor (CA 60B) usa-se menos aço do que se usar aço inferior (CA 25).

E a posição de linha neutra?

Da mesma tabela tiram-se os resultados (o código de entrada é k_6)

$$\epsilon_{CA 25} = 0,29 \quad \epsilon_{CA 60B} = 0,29$$

Conclusão: A posição da linha neutra não se altera, ou seja a posição da linha neutra já estava definida com k e este é definido só com as características do Momento Fletor e da seção geométrica.

³ K_6 muito pequeno