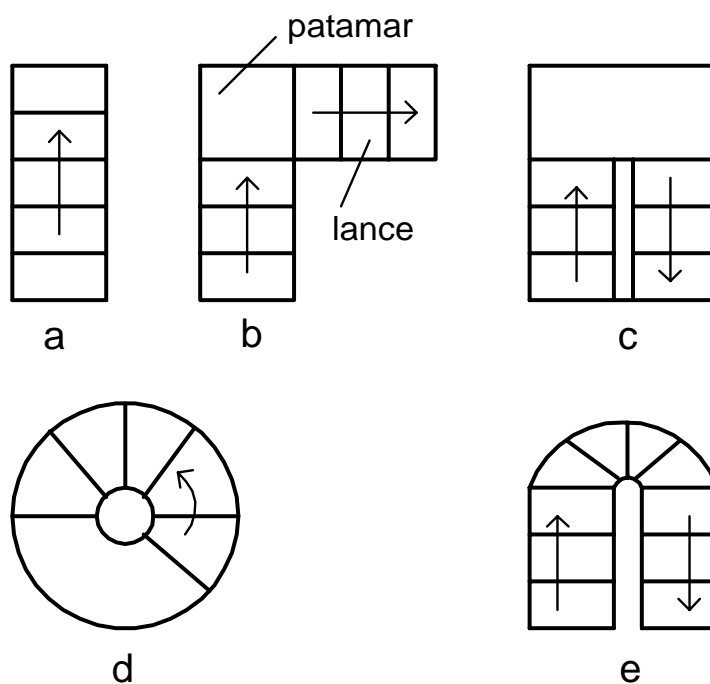
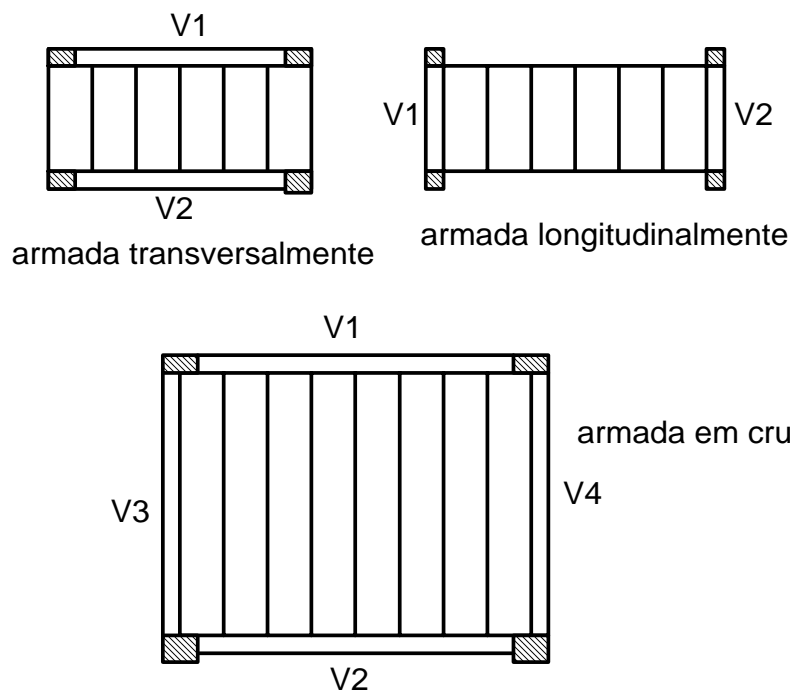


ESCADAS USUAIS DOS EDIFÍCIOS

3.1- INTRODUÇÃO

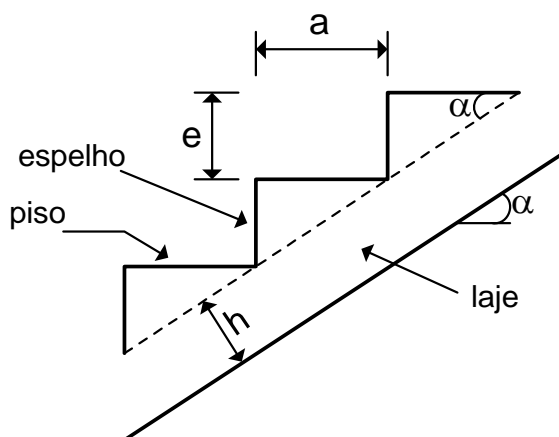


Formas usuais das escadas dos edifícios



Classificação quanto à direção das armaduras principais

Dimensionamento dos degraus



$$a + 2e = 64 \text{ cm}$$

Exemplo:

$$e = 17,5 \text{ cm} \quad e \quad a = 29 \text{ cm}$$

Altura de piso a piso: $H = 280 \text{ cm}$

$$n = \frac{H}{e} = \frac{280}{17,5} = 16 \text{ degraus}$$

Inclinação:

$$\cos \alpha = \frac{a}{\sqrt{a^2 + e^2}}$$

DIMENSÕES RECOMENDADAS

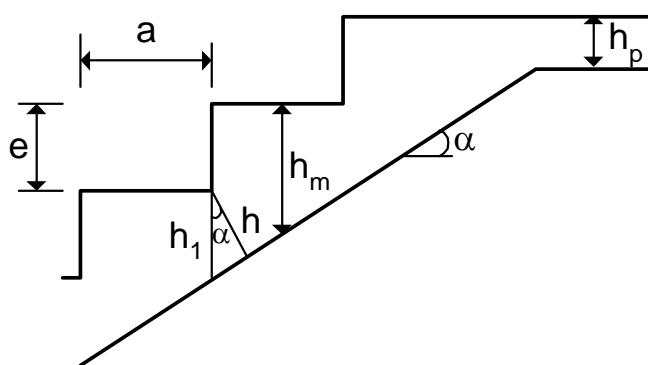
Largura da escada

- escadas secundárias ou de serviço: 70 a 90 cm
- edifícios residenciais e de escritórios: 120 cm

Altura do degrau: entre 16 cm e 19 cm

Largura do degrau: entre 26 cm e 32 cm

3.2- CARGAS NAS ESCADAS



Peso próprio:

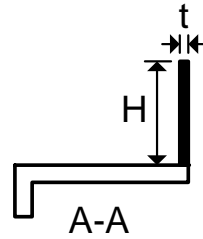
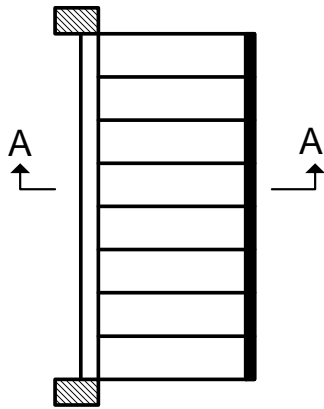
$$\text{patamar} = 25h_p, \text{ kN/m}^2$$

$$\text{trecho inclinado} = 25h_m, \text{ kN/m}^2$$

$$h_m = h_1 + \frac{e}{2} = \text{espessura média}$$


$$h_1 = h / \cos \alpha$$

Revestimento = $1,0 \text{ kN/m}^2$ (quando não for especificado o revestimento)



Parapeitos:
 peso de 1m de parapeito:
 $\gamma_a H t$, kN/m

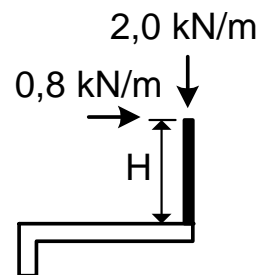
alvenaria de tijolos cerâmicos:
 furados: $\gamma_a = 13 \text{ kN/m}^3$;
 maciços: $\gamma_a = 18 \text{ kN/m}^3$.

Para escadas armadas longitudinalmente: $\frac{\gamma_a H t}{L}$, kN/m², 

onde L é a largura da escada

Cargas acidentais (segundo a NBR-6120)

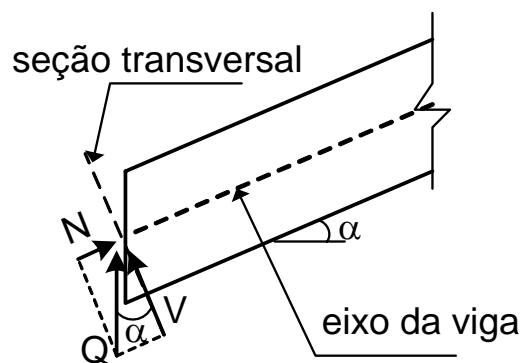
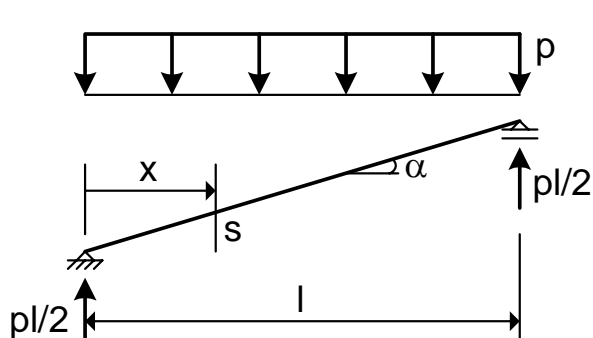
Carga acidental nos parapeitos:



Carga acidental distribuída:

- escadas sem acesso ao público: $2,5 \text{ kN/m}^2$
- escadas com acesso ao público: $3,0 \text{ kN/m}^2$

3.3- ESFORÇOS EM ESCADAS E EM VIGAS INCLINADAS



$$M(x) = \frac{pl}{2}x - \frac{px^2}{2} \text{ (momento fletor)}$$

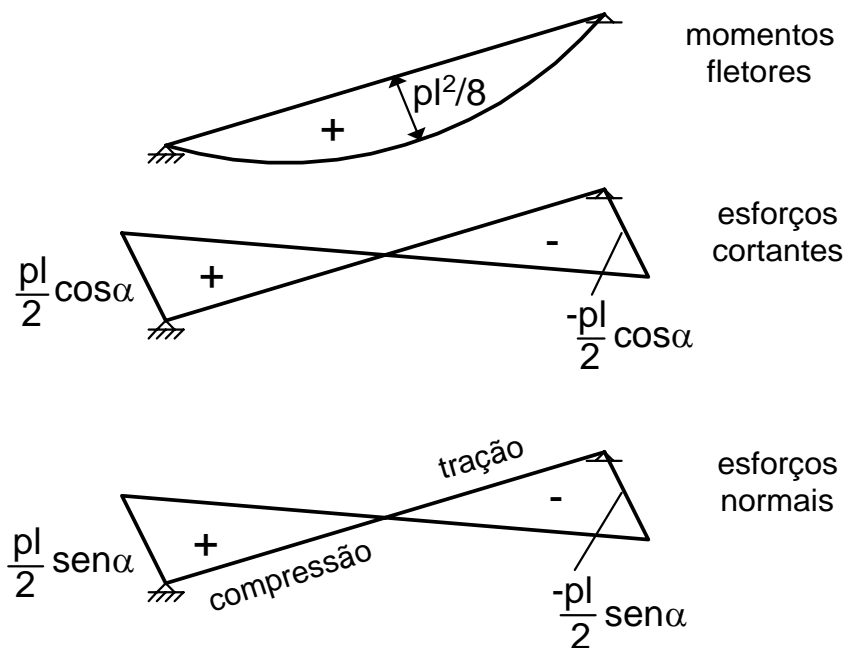
$$Q(x) = \frac{pl}{2} - px \text{ (força vertical)}$$

$$V(x) = \left(\frac{pl}{2} - px \right) \cos \alpha$$

(esforço cortante)

$$N(x) = \left(\frac{pl}{2} - px \right) \sin \alpha$$

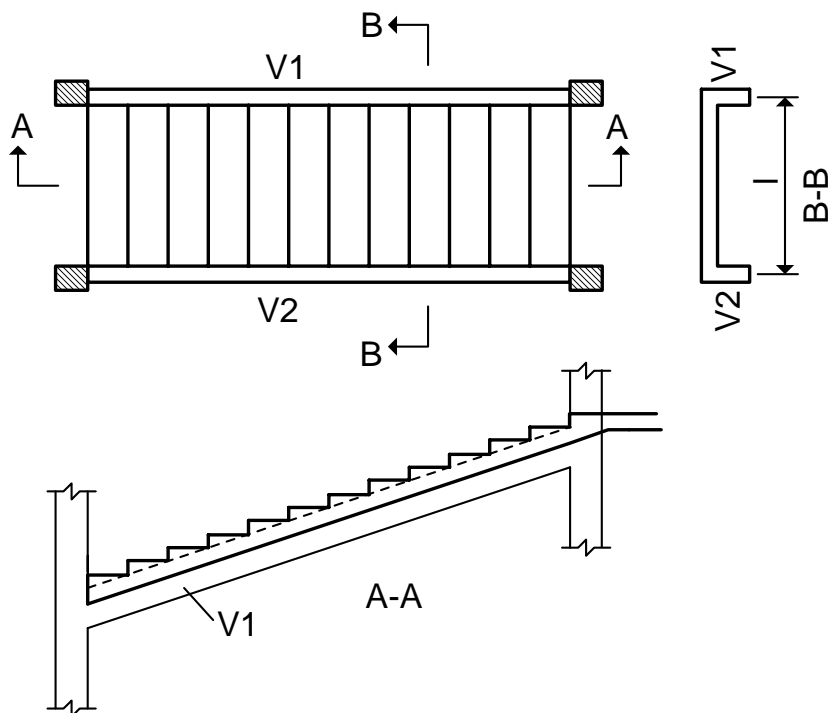
(esforço normal)



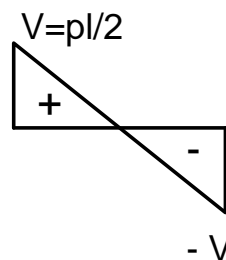
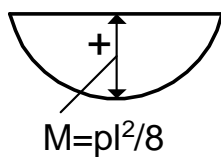
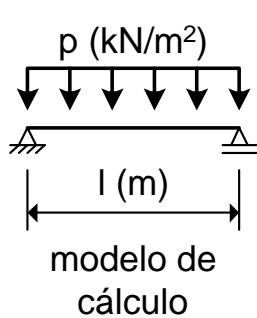
Diagramas de esforços solicitantes

Na prática, dimensionamos à flexão simples.

3.4- ESCADA DE UM LANCE, ARMADA TRANSVERSALMENTE, COM VIGAS LATERAIS

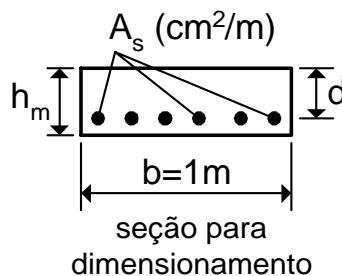
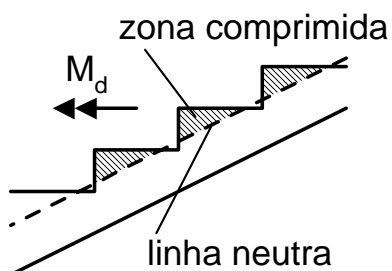


- **Modelo de cálculo e esforços solicitantes**

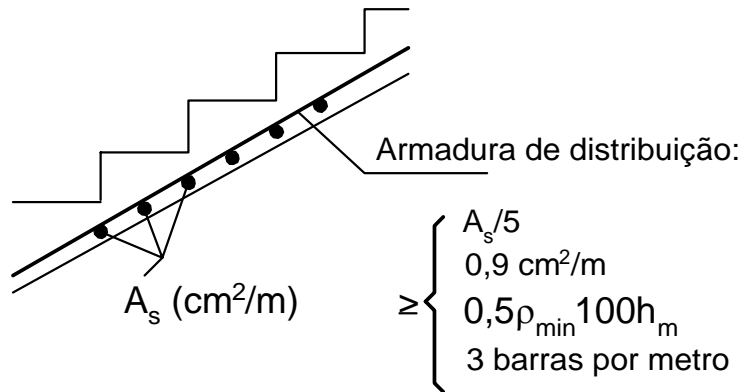


$p = 25h_m +$
revestimento +
acidental uniforme

- **Seção retangular equivalente para o dimensionamento**

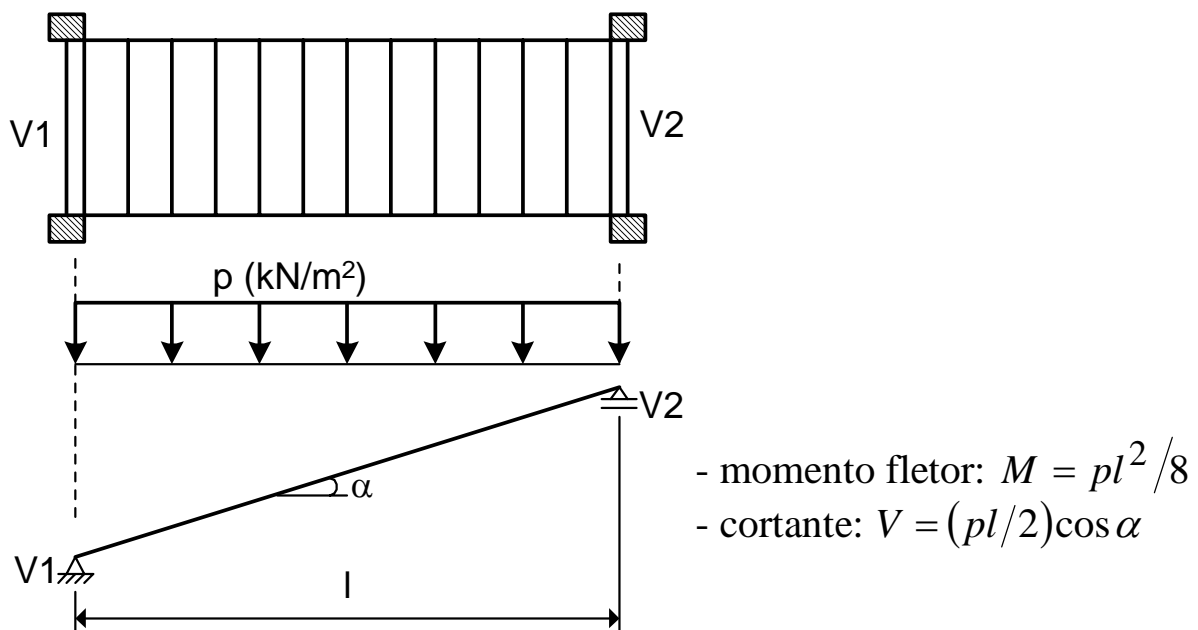


- Com M_d , calcular A_s (ver capítulo 3, Volume 1)
- Com V_d , garantir que $\tau_{wd} \leq \tau_{wu1}$ (ver capítulo 6, Volume 1, seção 6.10). ← Em geral, passa com folga!



Disposição das armaduras

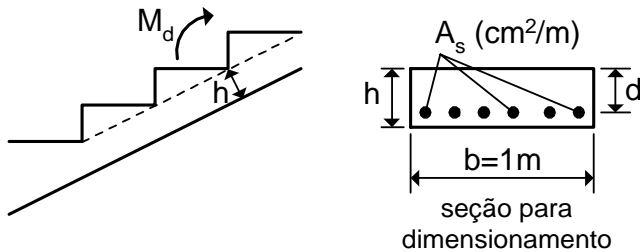
3.5- ESCADA DE UM LANCE, ARMADA LONGITUDINALMENTE



Carga p (kN/m²):

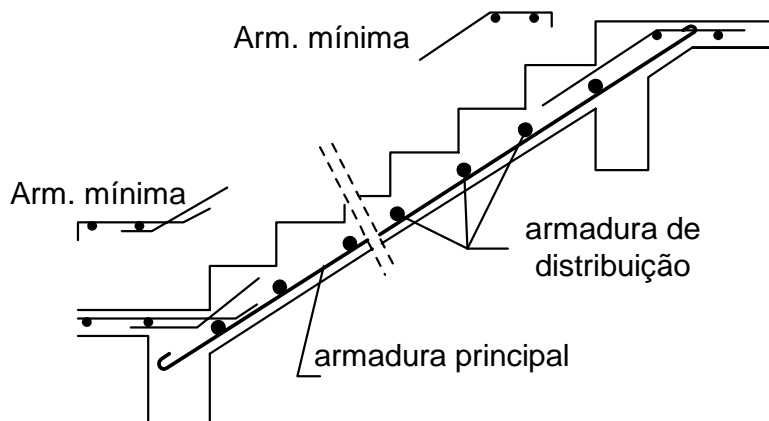
peso próprio + revestimento + carga accidental sobre a escada;

- se houver cargas verticais de parapeito: dividir pela largura da escada;
- a força horizontal de 0,8kN/m no topo do parapeito não tem influência nos esforços solicitantes.



Pode exigir um valor elevado para a espessura h (15 cm ou mais)

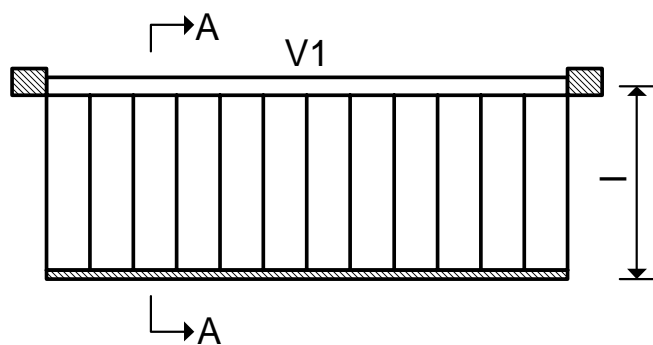
Seção para o dimensionamento das armaduras longitudinais



Disposição das armaduras

Na ligação da escada com os pisos há um pequeno engastamento, devendo-se adotar uma armadura negativa mínima para limitar a fissuração.

3.6- ESCADA EM BALANÇO, ENGASTADA EM VIGA LATERAL

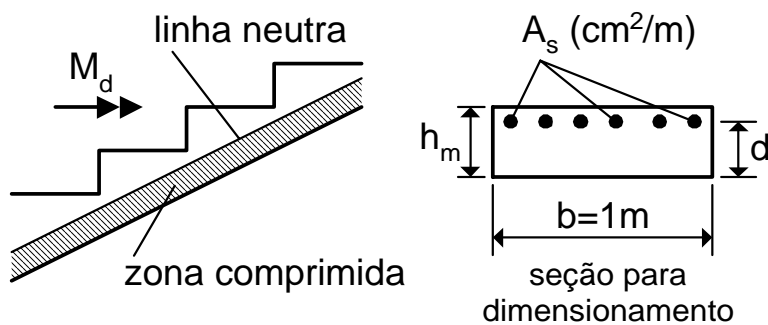
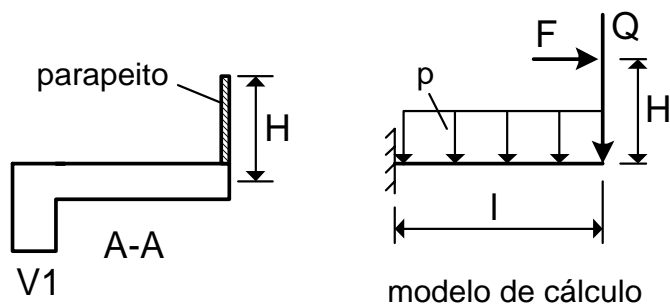


p (kN/m²) = peso próprio + revestimento + carga acidental uniformemente distribuída sobre a escada;

$F = 0,8$ kN/m;

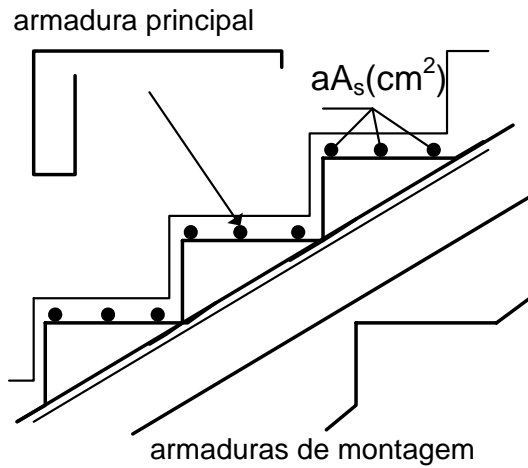
Q (kN/m) = peso próprio do parapeito + carga acidental vertical de 2,0 kN/m.

H = altura do parapeito.



Momento fletor:
$$M = - \left(\frac{pl^2}{2} + Ql + FH \right) \text{ kNm/m}$$

Esforço cortante:
$$V = pl + Q \text{ kN/m}$$

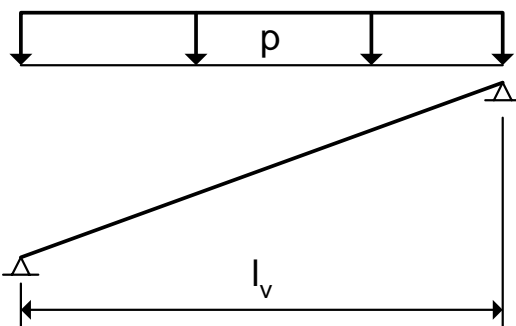


Disposição das armaduras

a = largura do degrau em metros;

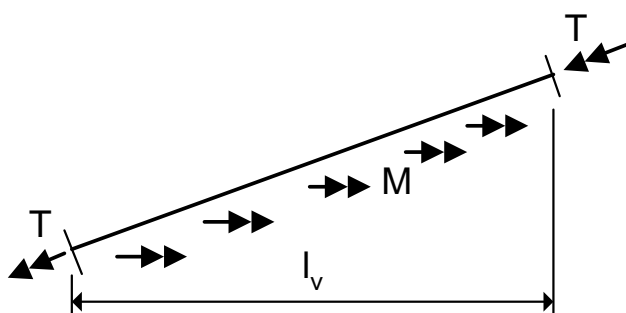
A_s (cm²/m) = área de aço obtida no dimensionamento

Cálculo da viga



p = ação vertical da escada (=V) + peso próprio da viga + peso da parede.

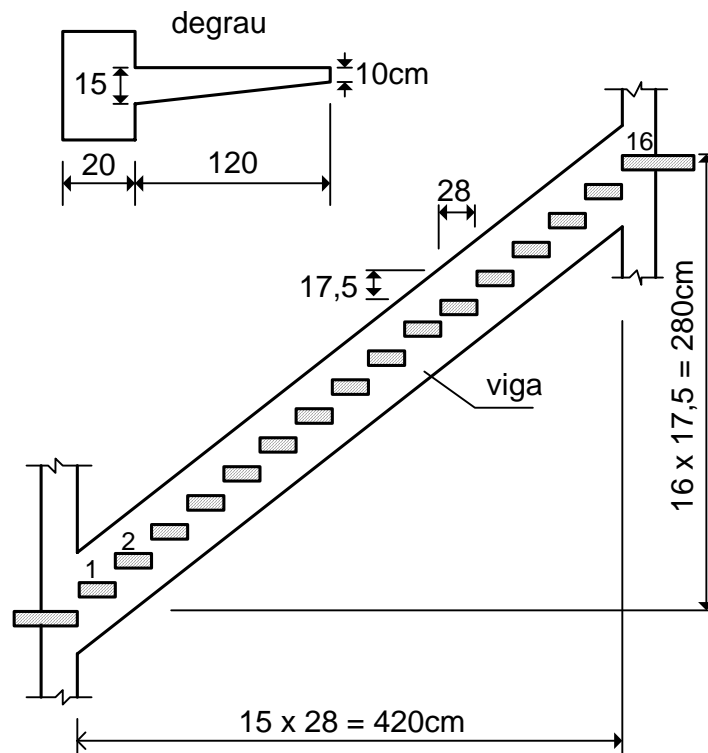
Com esse modelo, obter o momento fletor e o esforço cortante na viga.



Momento torçor na viga:

$$T = \frac{M l_v}{2}$$

3.7- ESCADA EM BALANÇO COM DEGRAUS ISOLADOS



Prof. José Milton de Araújo - FURG

21

Cálculo dos degraus:

Considerar uma carga acidental concentrada de 2,5kN, aplicada na posição mais desfavorável (neste caso, a extremidade do balanço).

Cálculo da viga lateral:

Considerar a carga acidental uniformemente distribuída sobre toda a superfície da escada (usualmente, uma carga de 2,5kN/m²).

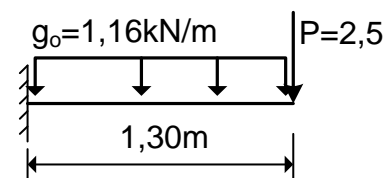
Cálculo dos degraus

- peso próprio: $25 \left(\frac{0,15 + 0,10}{2} \right) = 3,13 \text{ kN/m}^2$

- revestimento: $1,00 \text{ kN/m}^2$

Carga permanente: $g = 3,13 + 1,00 = 4,13 \text{ kN/m}^2$.

$g_o = 0,28 \times 4,13 = 1,16 \text{ kN/m}$



cargas para cálculo dos degraus

Prof. José Milton de Araújo - FURG

22

$$\text{Momento fletor: } M = -\left(1,16x\frac{1,3^2}{2} + 2,5x1,3\right) = -4,23 \text{ kNm}$$

$$\text{Esforço cortante: } V = 1,16x1,3 + 2,5 = 4,01 \text{ kN}$$

$$h = 15 \text{ cm} \rightarrow \gamma_n = 1,95 - 0,05h = 1,20 \text{ (balanço com } h < 19 \text{ cm)}$$

$$M_d = 1,2x1,4x4,23 = 7,10 \text{ kNm e } V_d = 1,2x1,4x4,01 = 6,74 \text{ kN}$$

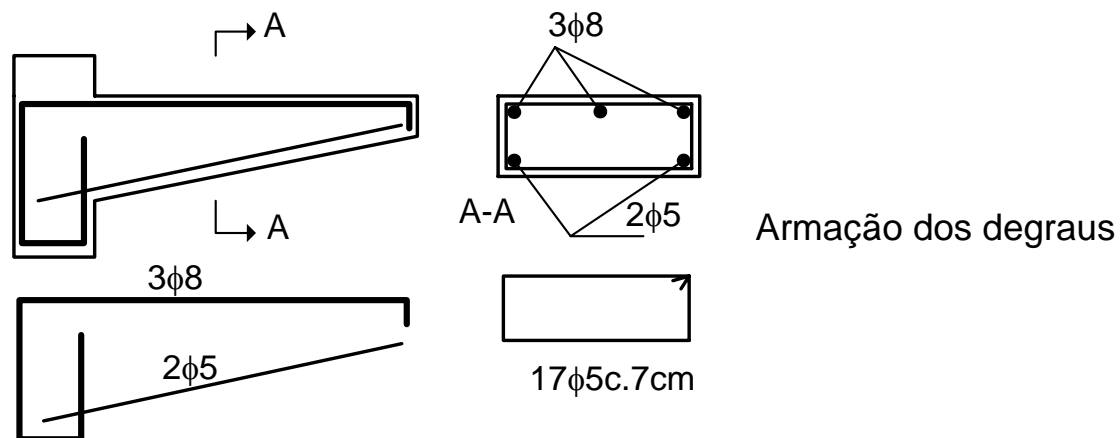
$$\text{Seção: } b = 28 \text{ cm; } h = 15 \text{ cm} \rightarrow A_s \text{ cm}^2$$

Concreto $f_{ck} = 20 \text{ MPa}$ e aço CA-50:

$$\text{Flexão: } A_s = 1,48 \text{ cm}^2 \Rightarrow 3\phi 8$$

$$A'_s = 0 \Rightarrow 2\phi 5 \text{ (armadura construtiva)}$$

$$\text{Cortante: } A_{sw} = 2,52 \text{ cm}^2/\text{m (armadura mínima)} \rightarrow \phi 5c.7 \text{ cm}$$

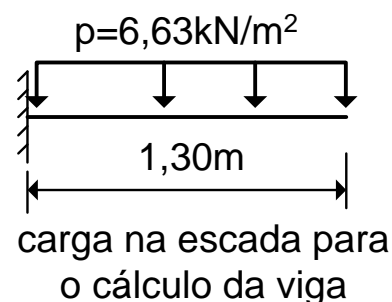


Cálculo da viga

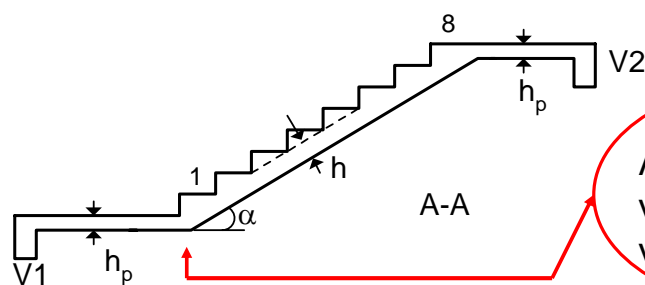
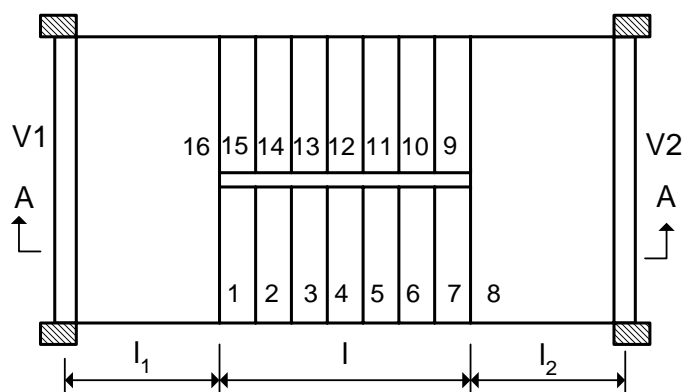
$$g = 4,13 \text{ kN/m}^2 ; q = 2,5 \text{ kN/m}^2$$

$$p = g + q = 6,63 \text{ kN/m}^2$$

Calcular a viga como no exemplo anterior.



3.8- ESCADA DE DOIS LANCES COM UM PATAMAR INTERMEDIÁRIO



Aqui pode ter uma viga, para reduzir o vão da escada

Se for colocada a viga adicional, mostrada anteriormente, esse lance horizontal é calculado como uma laje, separada da escada.

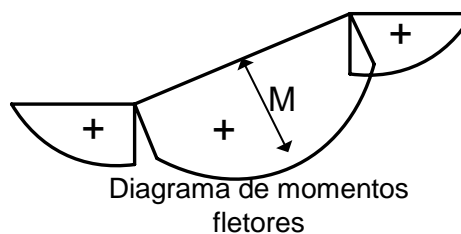
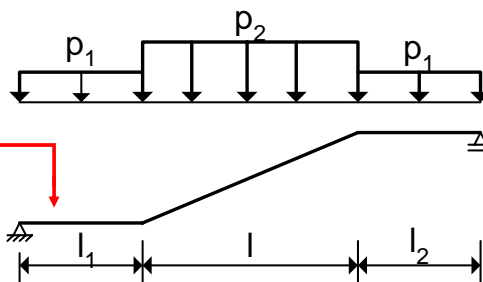
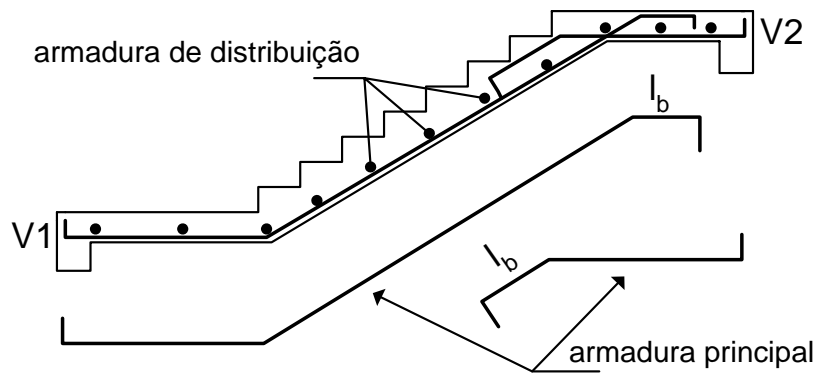
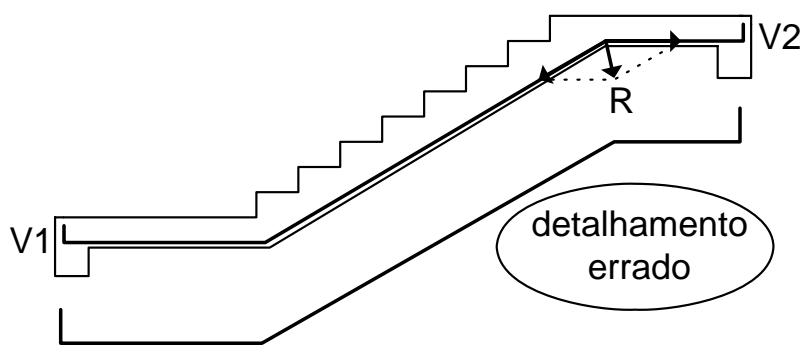


Diagrama de momentos fletores

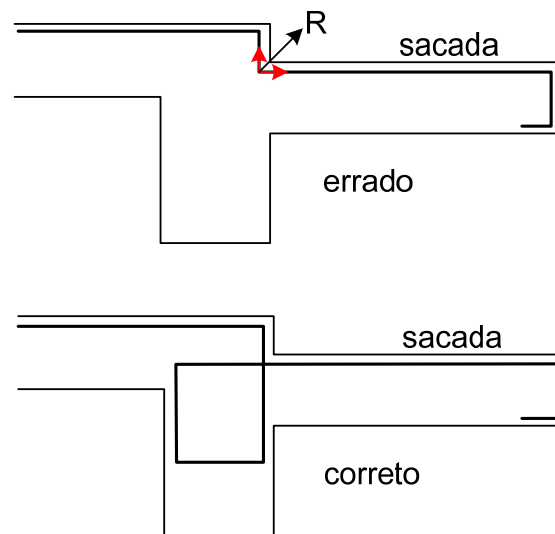


Detalhamento correto das armaduras

Empuxo ao vazio: ruptura do cobrimento e exposição da armadura



Empuxo ao vazio em sacadas



Empuxo ao vazio em reservatórios ou nós de pórticos

