

6.1 Introdução

As escadas são elementos estruturais que servem para unir, através de degraus sucessivos, os diferentes níveis de uma construção.

6.2 Terminologia dos Elementos Constituintes

A linha de plano horizontal é a projeção sobre um plano horizontal do trajeto seguido por uma pessoa que transita pela escada. Em geral, esta linha ideal se situa na parte central dos degraus quando a largura da escada é inferior ou igual a 110 cm. Quando esta última grandeza excede 110 cm a linha dos planos horizontais se traça a 50 ou 55 cm do bordo interior. Esta é a distância de circulação de uma pessoa que se apóia com a mão no corrimão lateral.

O conjunto de degraus compreendidos entre dois patamares ou descansos sucessivos chama-se lance.

Recomenda-se que um lance não tenha mais do que 20 ou 22 degraus. Se o número de degraus exceder este valor é preciso intercalar um descanso intermediário, cuja largura deverá ser de uns três planos horizontais, mas com um mínimo de 85 cm a fim de oferecer uma interrupção cômoda e agradável do lance.

Em cada piso a escada termina em um descanso que se chama meseta, patamar do piso ou descanso de chegada. Tem largura igual ou às vezes maior que a de dois degraus.

A inclinação de uma escada deve ser constante em um mesmo lance. O valor do plano horizontal e da altura ou plano vertical não devem variar jamais de um descanso a outro. Contudo, é aceitável uma exceção quando se trata do degrau de saída. Este último pode ter um plano horizontal de 2 a 5 cm superior aos outros degraus.

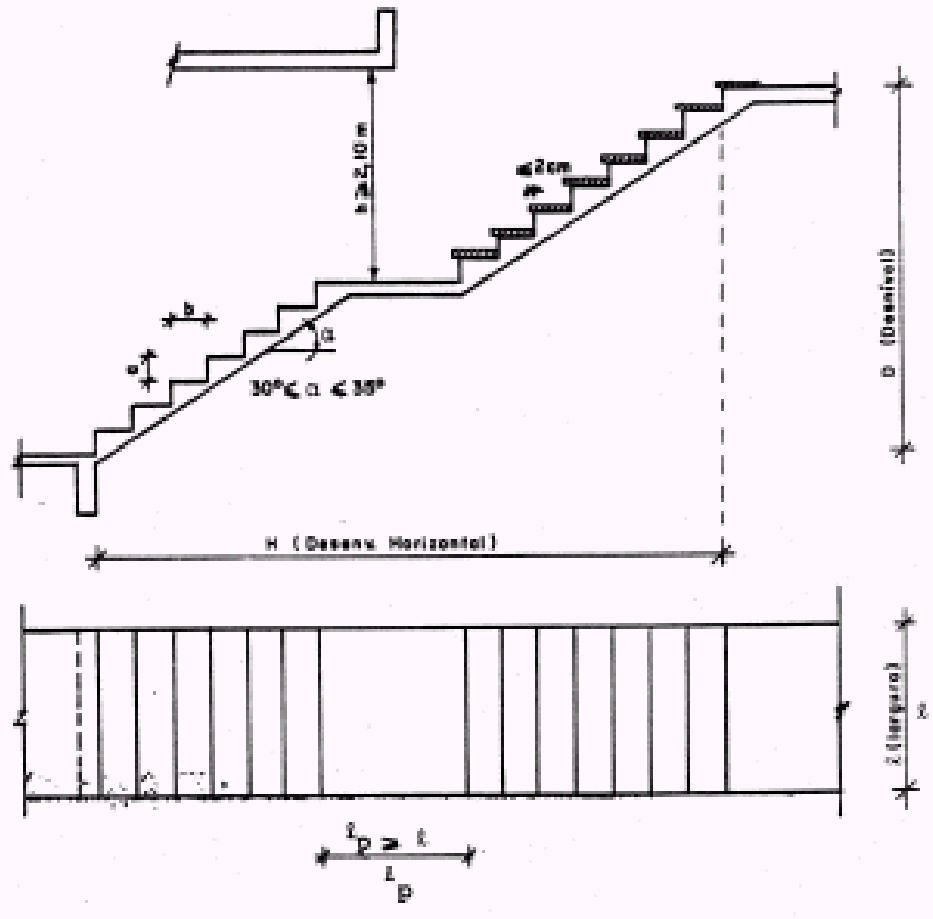
O local cujo interior se encontra a escada denomina-se caixa. O espaço ou vazio situado entre um ou dois lances, na parte central da escada (na projeção horizontal) chama-se olho ou vão. Quando essa parte é cheia ou maciça chama-se eixo ou árvore da escada. Rebordo é o nome que se dá à borda que limita a escada pela parte do olho (ou do eixo).

A escapada é a altura vertical disponível entre a borda de um degrau e o teto existente. Normalmente, para deixar passagem suficiente quando se transporta móveis, a escapada deve estar compreendida entre 200 a 400 cm.

6.3 Dimensões Usuais

As dimensões a (altura do degrau, espelho) e b (passo, pisada) e são variáveis segundo o tipo de utilização da escada. Em geral, para escadas interiores, adota-se $b = 25$ cm e $a = 18$ cm. Escadas mais abruptas podem ter $b = 25$ cm e $a = 20$ cm e escadas mais confortáveis podem ter $b = 28$ cm e $a = 16$ cm.

Para uma boa funcionabilidade é necessário que sejam observadas as seguintes condições:



a) $60 < 2a + b < 65$ cm

$a = \text{altura do espelho} \rightarrow \begin{cases} \text{uso coletivo} \rightarrow \text{máx} = 18 \text{ cm} \\ \text{uso privativo} \rightarrow \text{máx} = 19 \text{ cm} \end{cases}$

$b = \text{passo(patamar)} \rightarrow \begin{cases} \text{uso coletivo} \rightarrow \text{mín} = 27 \text{ cm} \\ \text{uso privativo} \rightarrow \text{mín} = 25 \text{ cm} \end{cases}$

b) $I_{\min} \begin{cases} \text{uso privativo} = 0,80 \text{ m} \\ \text{uso coletivo em geral} = 1,20 \text{ m} \\ \text{hospitais, locais de reunião} = 1,50 \text{ m} \end{cases}$

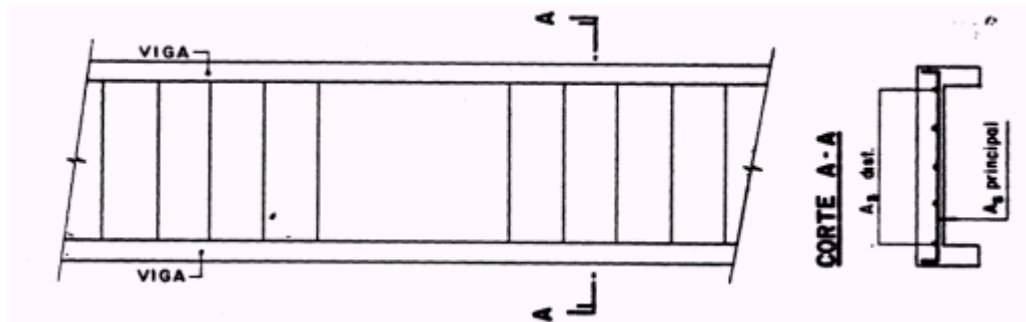
c) As escadas de uso comum ou coletivo deverão ter patamar intermediário quando mudarem de direção ou vencerem desníveis superiores a 2,90 m.

6.4 Classificação

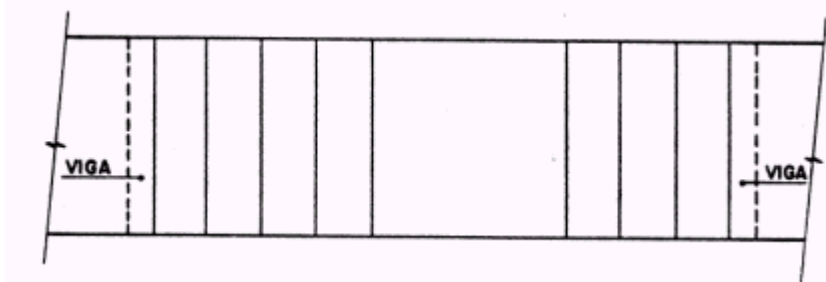
6.4.1 Escadas em Laje

A grande maioria das escadas existentes são armadas em uma direção e são calculadas como lajes armadas em uma só direção.

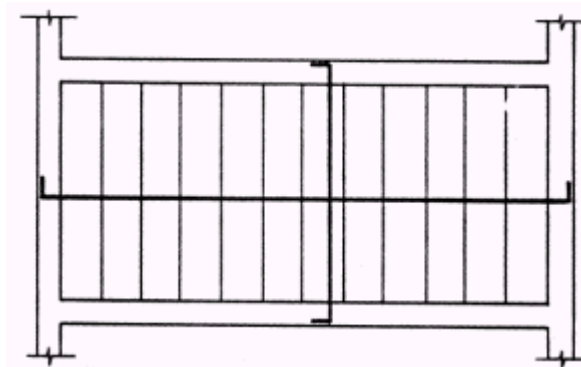
a) Escada armada transversalmente



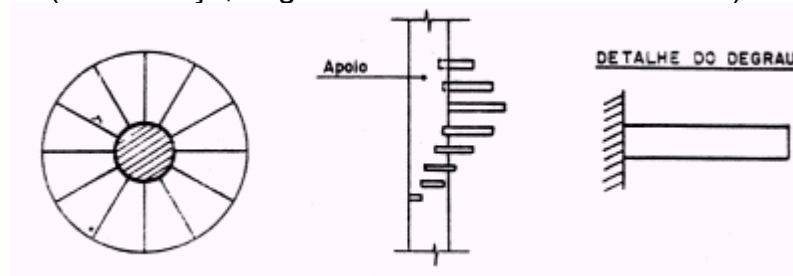
b) Escada armada longitudinalmente



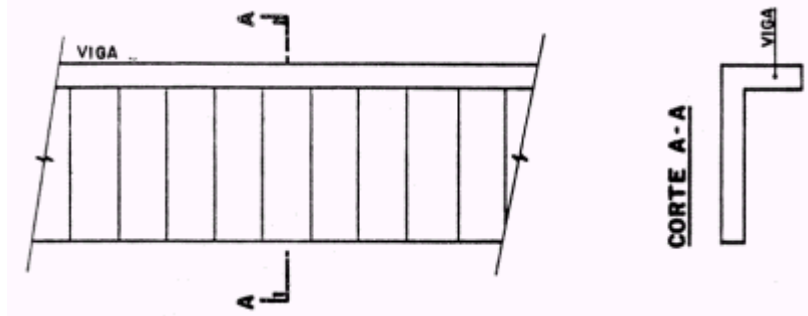
c) Escada armada em cruz



d) Escada helicoidal (em balanço, engastada em uma coluna circular)

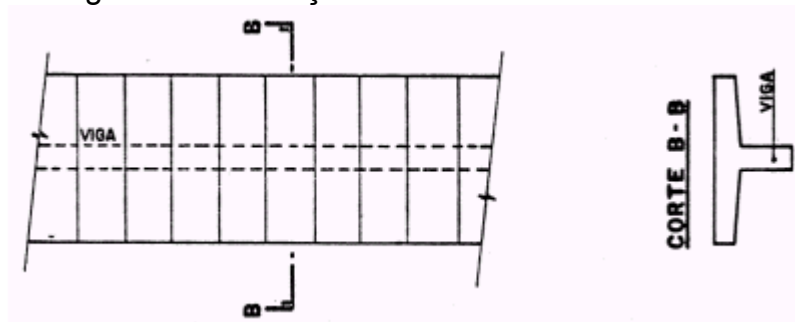


e) Escada em balanço, engastada em uma viga reta

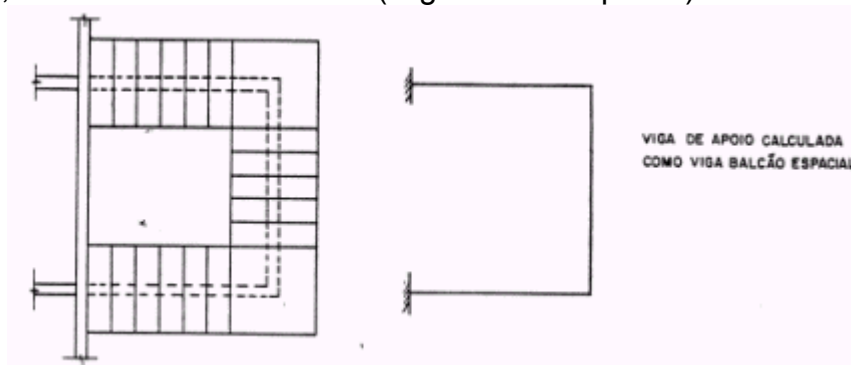


6.4.2 Escadas em Viga

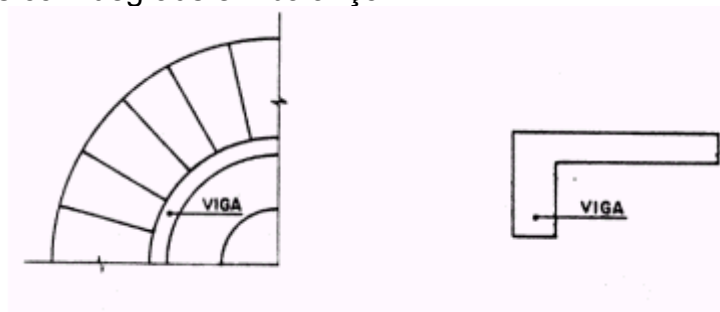
a) Vigas retas com degraus em balanço



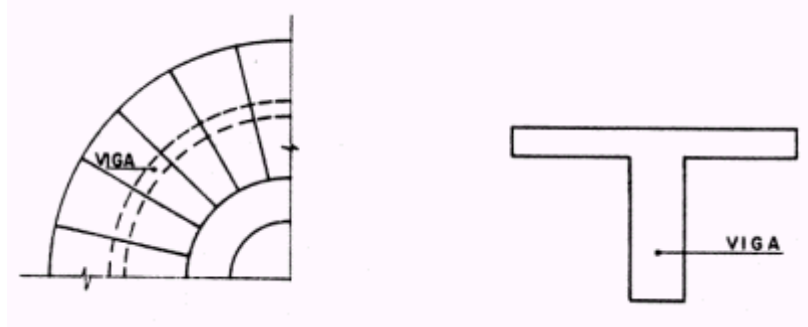
b) Vigas retas, com 3 eixos retos em "U" (viga balcão especial)



c) Vigas helicoidais com degraus em balanço

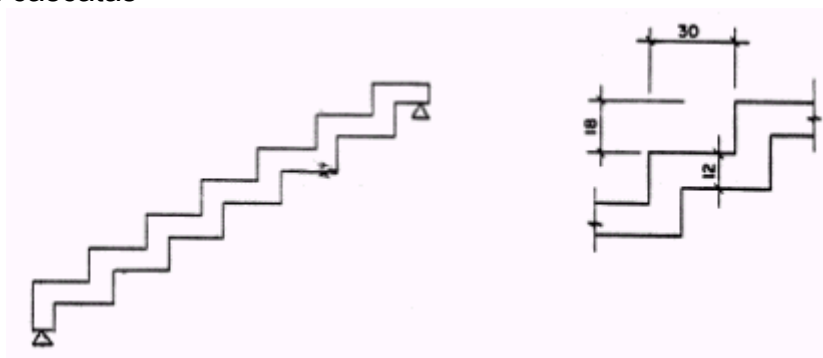


d) Vigas helicoidais com duplo balanço

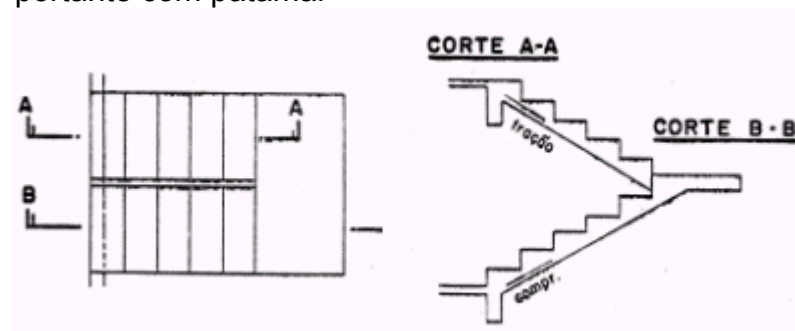


6.4.3 Outros Tipos

a) Escadas em cascatas



b) Escada auto-portante com patamar



6.5 Carregamentos

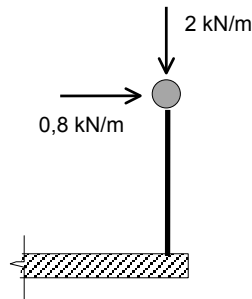
As cargas geralmente atuantes nas escadas são o peso próprio, os revestimentos, a sobrecarga acidental (em projeção horizontal) e a carga de parapeito segundo a NB-5

A sobrecarga de utilização é tomada como carga vertical por metro quadrado de projeção horizontal da escada, podendo-se adotar os seguintes valores:

Tabela 1 – Sobrecarga de Utilização em Escadas

Escadas Secundárias	3.0 kN/m ²
Escadas de Edifícios Residenciais	2.5 kN/m ²

O peso do revestimento geralmente varia de 0,50 a 1,0 kN/m² e também é considerado como carga vertical por metro quadrado de projeção horizontal. A carga em parapeito segundo a NB-5 é calculada conforme a figura abaixo:



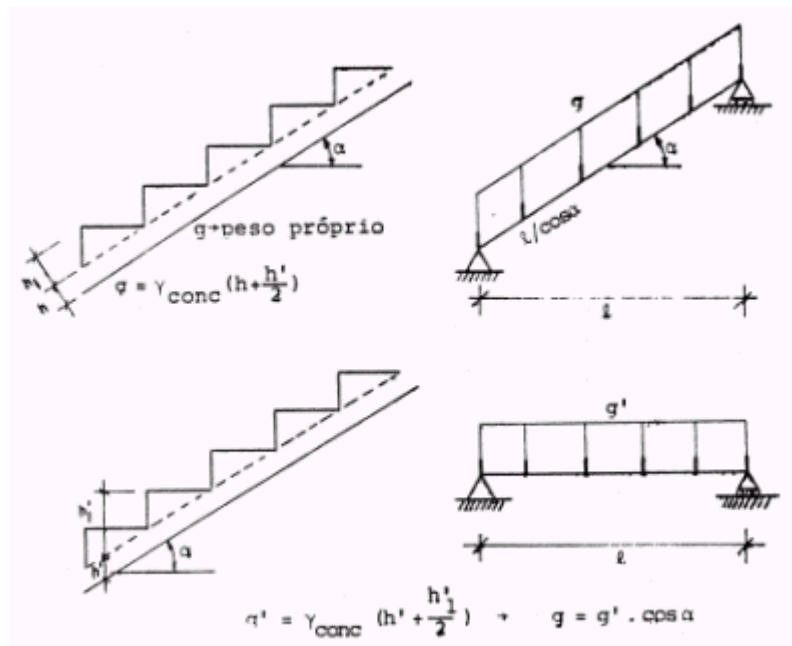
O peso próprio das lajes das escadas também podem ser avaliadas por metro quadrado de projeção horizontal, sendo que para isso calcula-se a espessura média da escada segundo a vertical.

Espessura Média: $h_m = h + a/2$

Onde h = altura da laje e a = altura do espelho

Obtido o valor de h_m , o peso por metro quadrado (P) de projeção será:

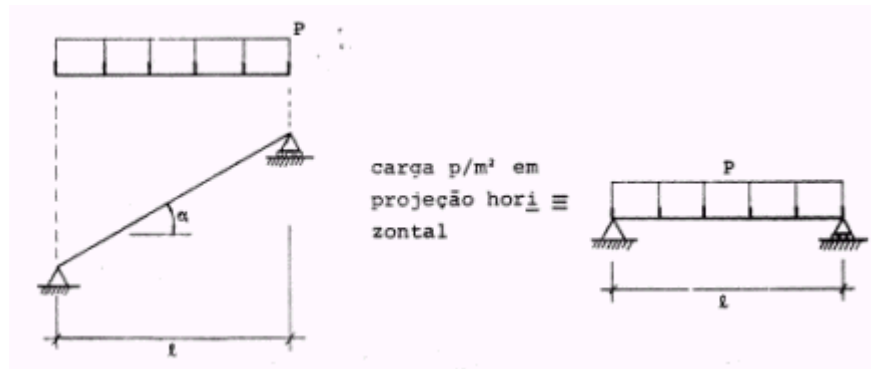
$P = \gamma_{\text{concreto}} \cdot h_m = 25 \cdot h_m \text{ (kN/m}^2\text{)}$



6.6 Cálculo dos Esforços Solicitantes e Dimensionamento

6.6.1 Esquema Estrutural e Justificativa

O esquema estrutural usual é admitir como viga simplesmente apoiada com o apoio deslocável.

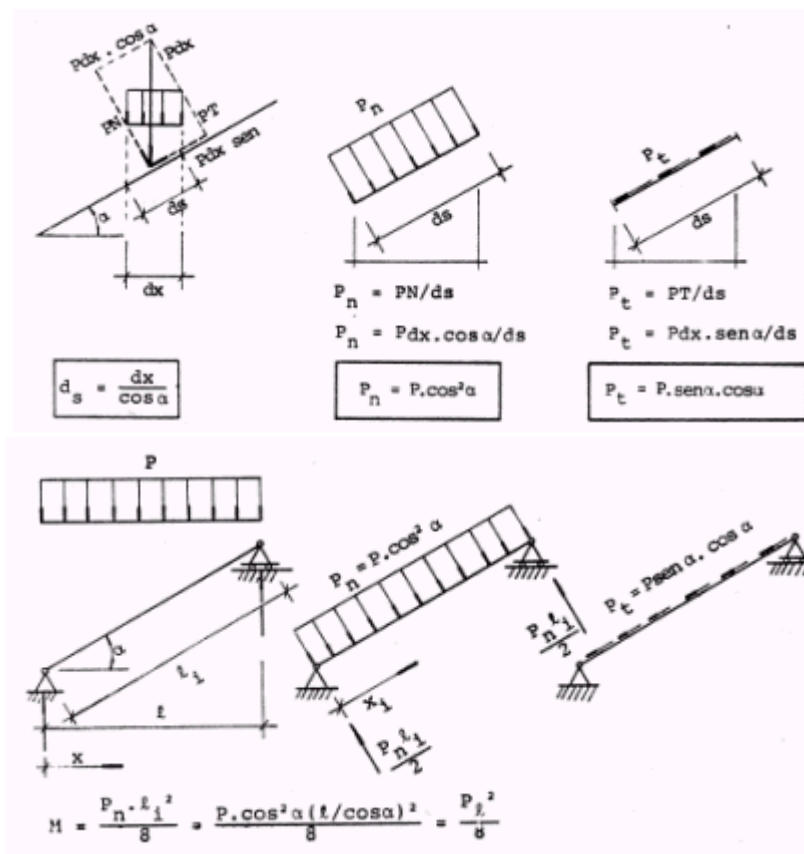


Reação Vertical = $R_{v1} = R_{v2} = \frac{Pl}{2}$ (altura perpendicular ao eixo da barra)

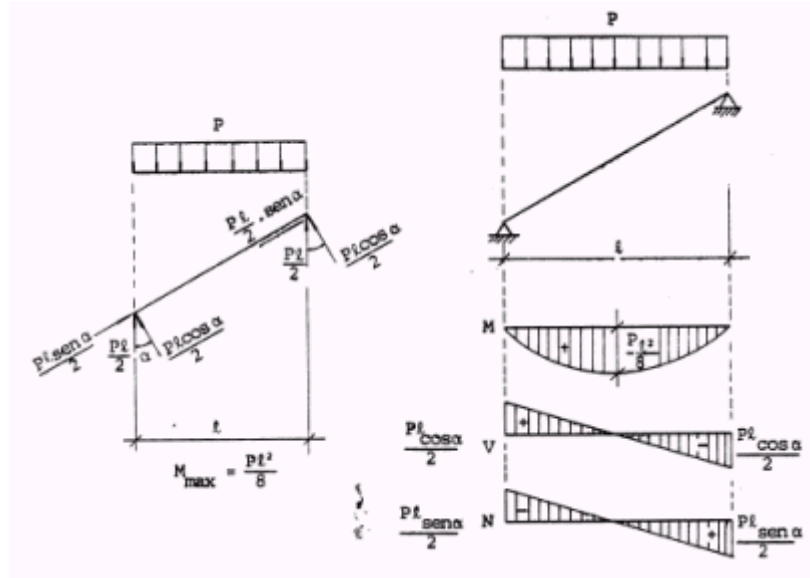
$$M_{\text{máx}} = \frac{Pl^2}{8}$$

$$V_A = V_B = \frac{P.l.\cos\alpha}{2} \text{ (Força cortante no apoio)}$$

6.6.1.1 Justificativa do esquema estrutural exposto

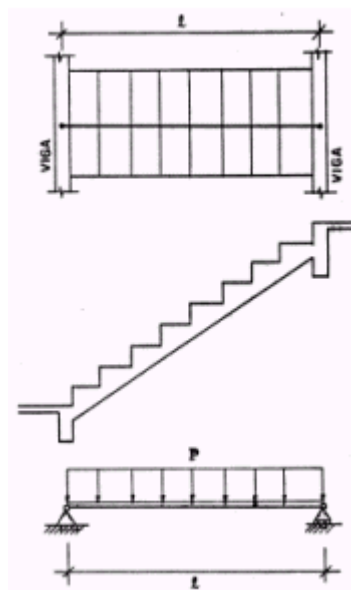


Resumindo:

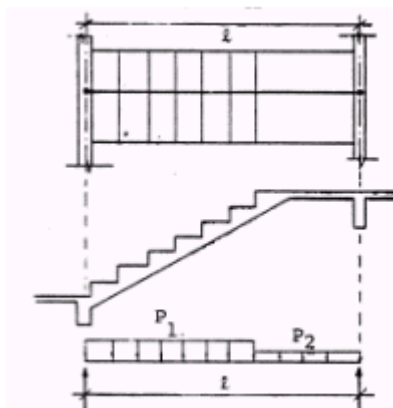


6.6.2 Escadas armadas longitudinalmente (esquemas estruturais)

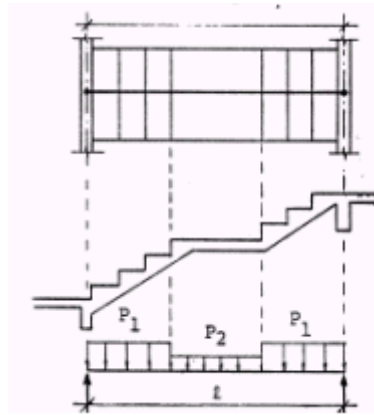
- sem patamar



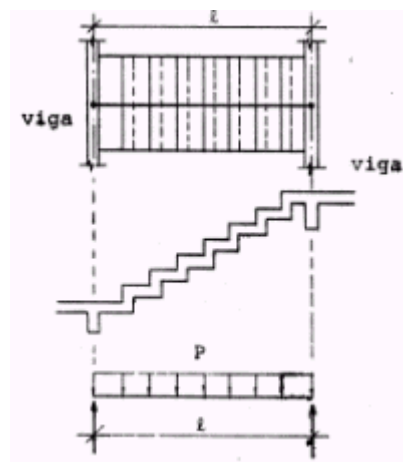
- com patamar superior



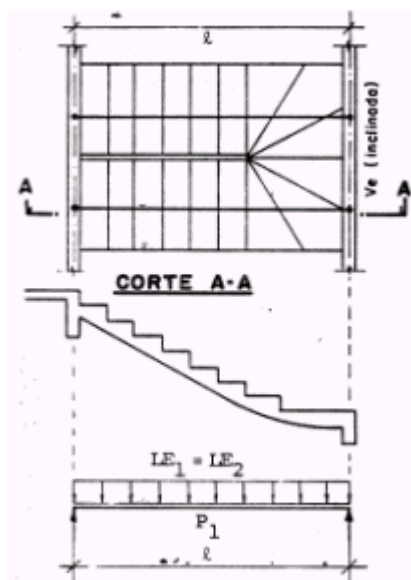
- com patamar interno



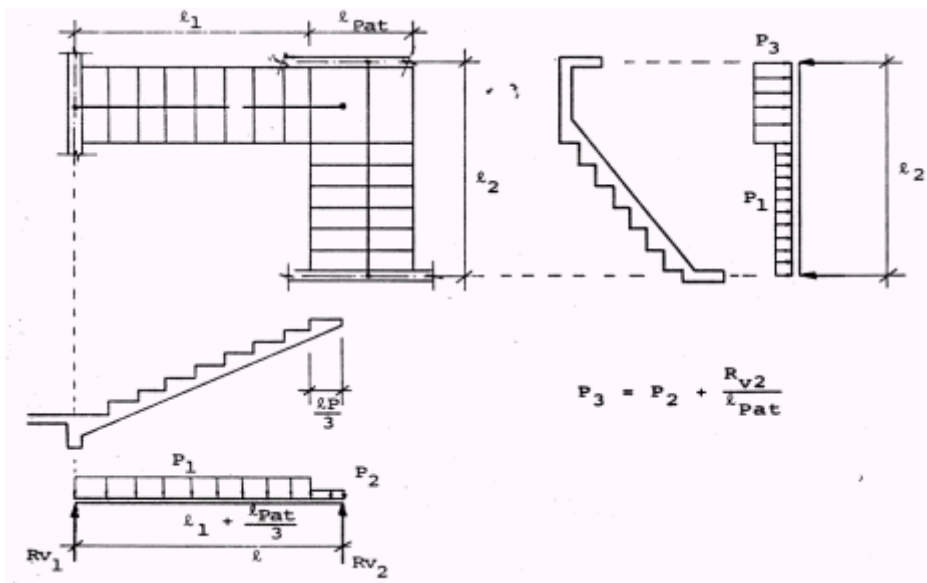
- tipo sanfonado



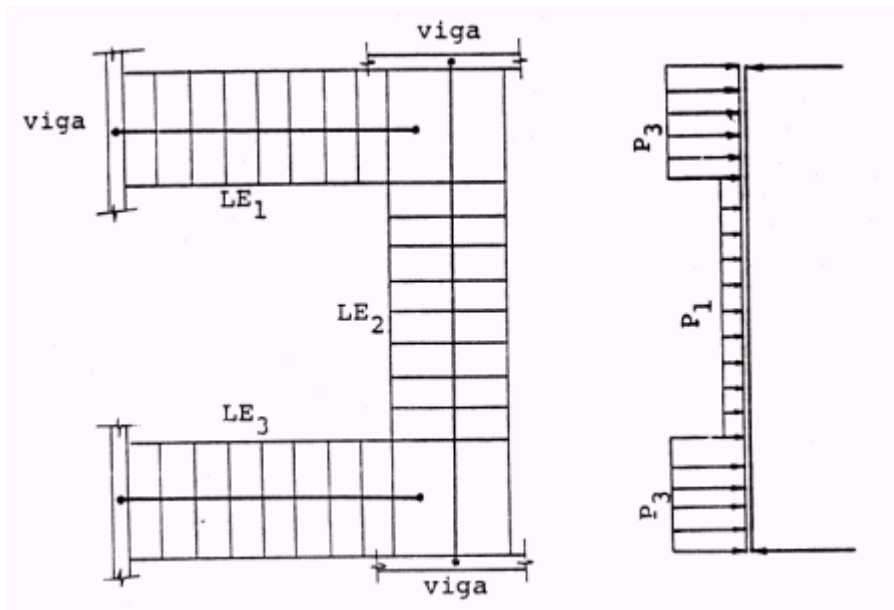
- lances inclinados



- com dois lances retos(em L)

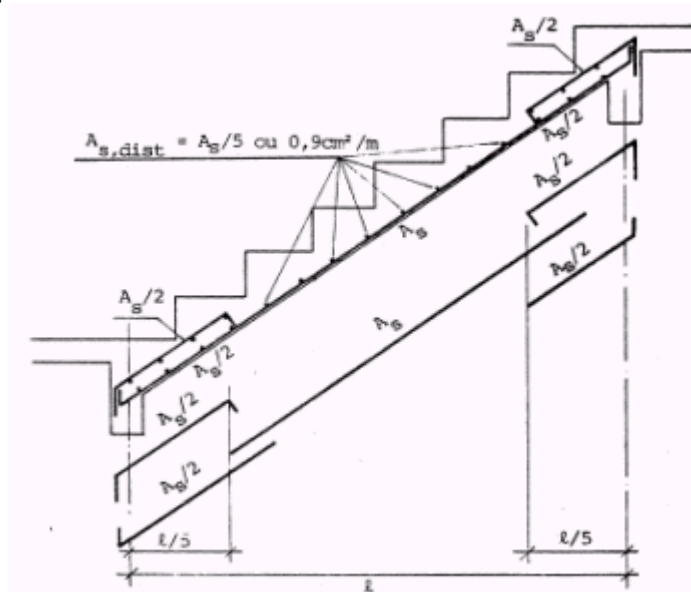


- escada com lances retos em "U"

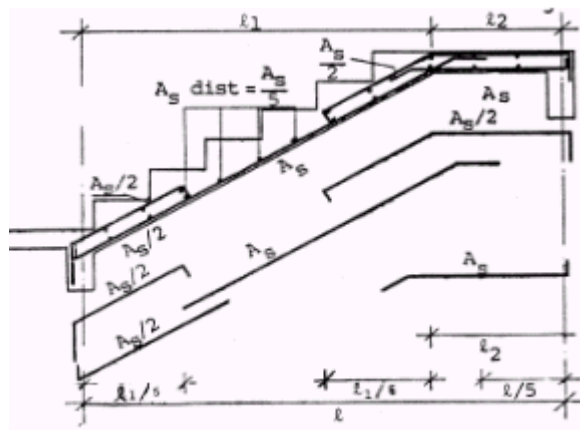


6.6.3 Detalhes das Armaduras

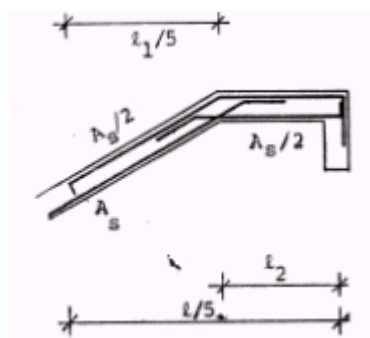
- Escada sem patamar



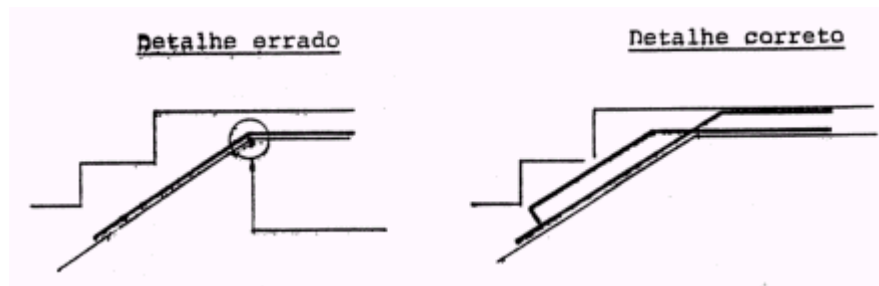
- Escada com patamar superior (1º Caso)



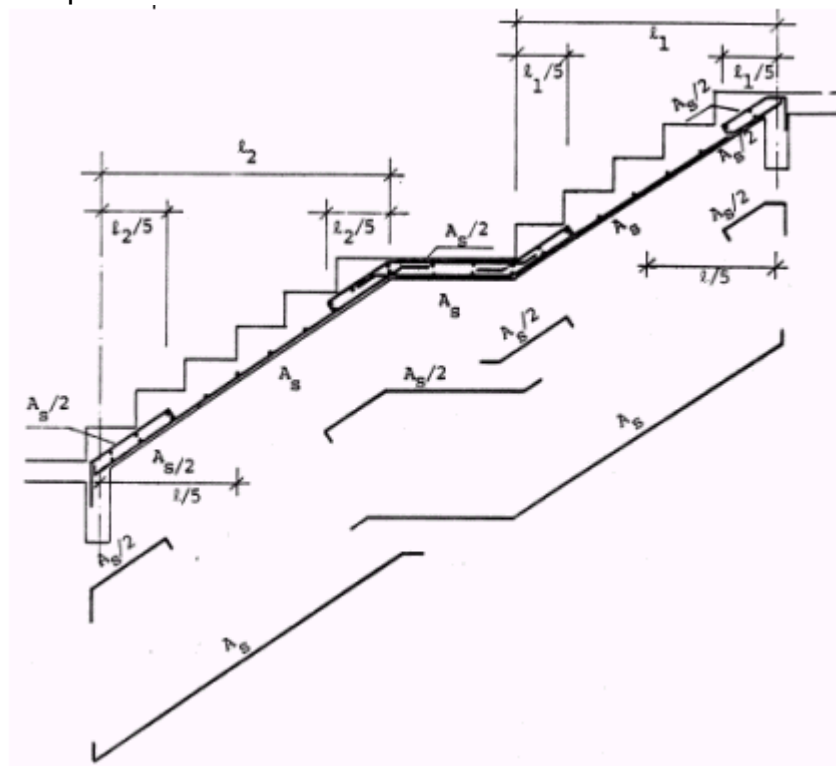
- Escada com patamar superior (2º Caso)



Obs: Não é permitido o seguinte detalhe da armadura:

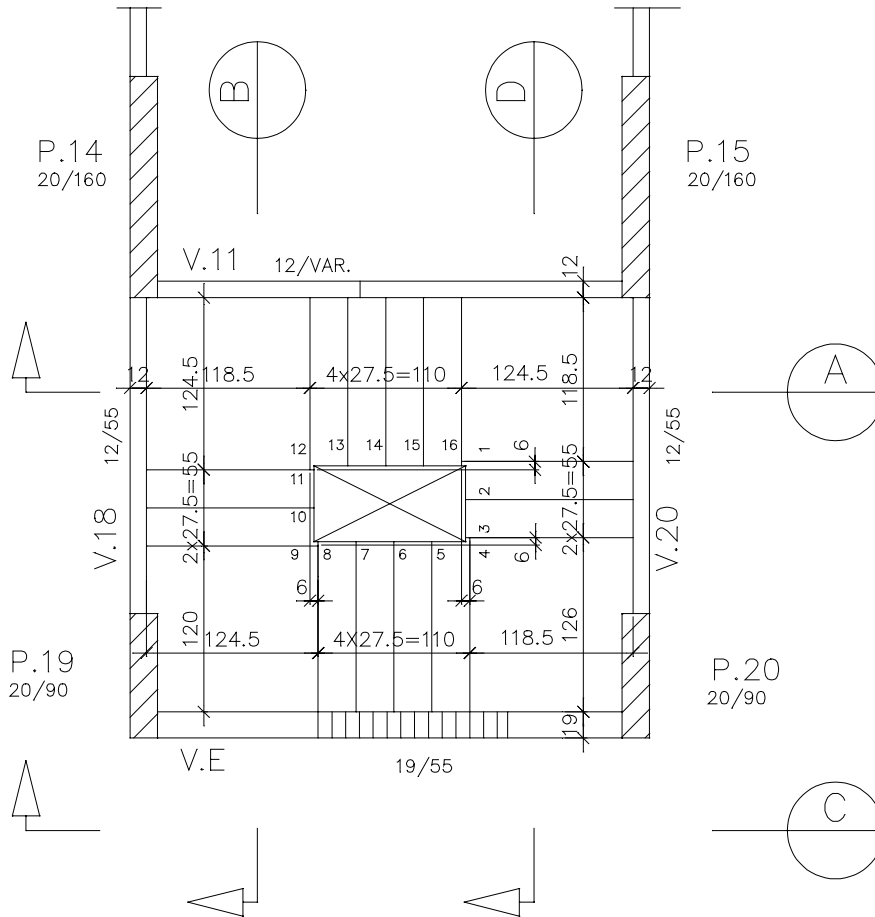


- Escada com patamar intermediário

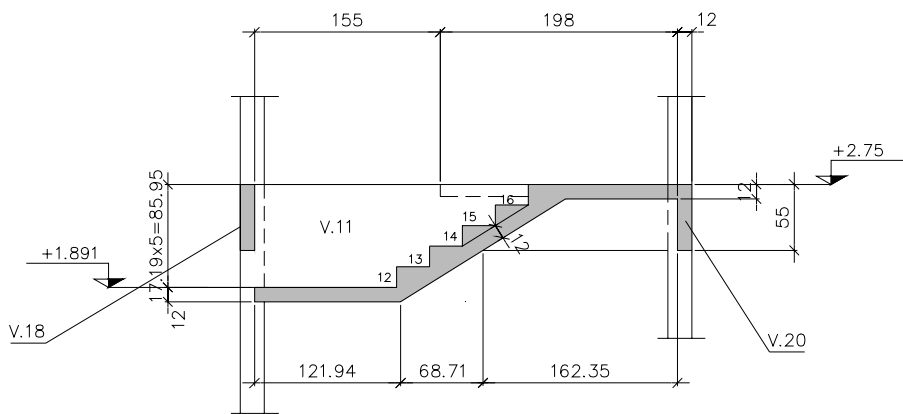


6.7 Cálculo da escada do edifício exemplo

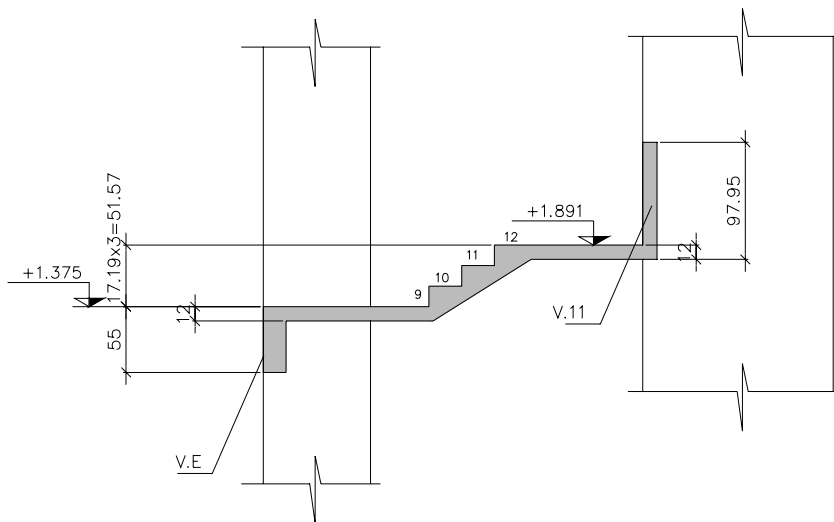
FORMA DA ESCADA DO TIPO



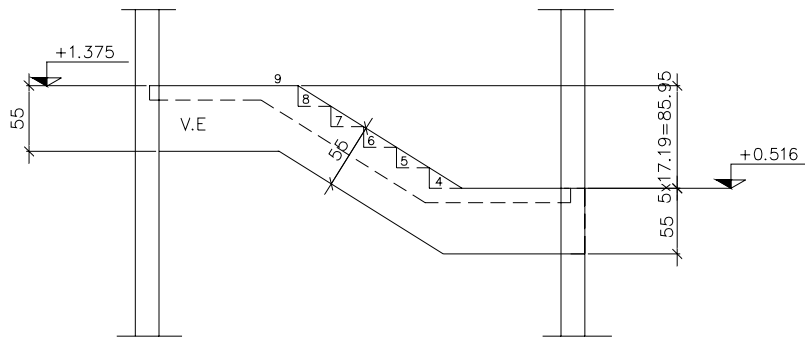
CORTE A
ESC. 1: 50



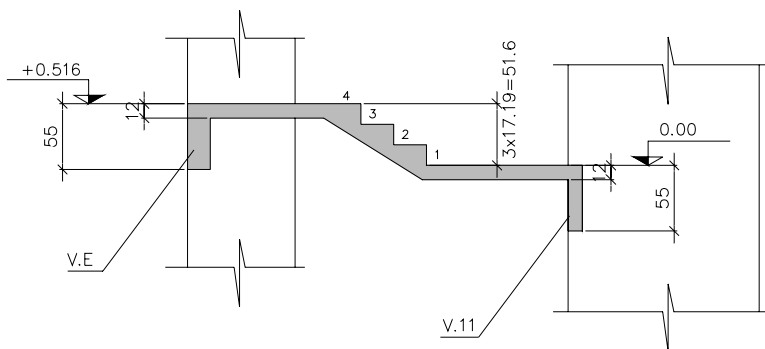
CORTE B
ESC. 1: 50



VISTA C
 ESC. 1: 50

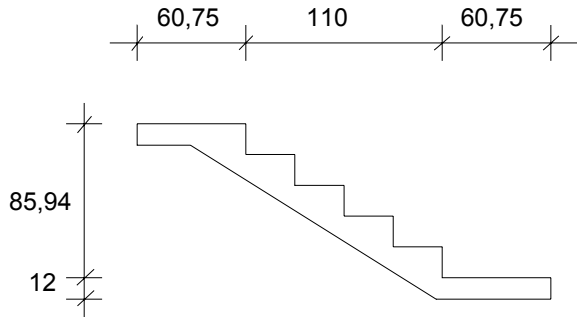


CORTE D
 ESC. 1: 50



Dimensionamento das escadas:

a) Escadas dos níveis +0,516 a +1,375 e +1,891 a +2,75



- Cálculo das cargas:

$$pp_1 = 25 \times 0,12 = 3,0 \text{ kN/m}^2$$

$$pp_2 = 25 \times \left(\frac{0,12}{\cos 38} \right) = 3,8 \text{ kN/m}^2$$

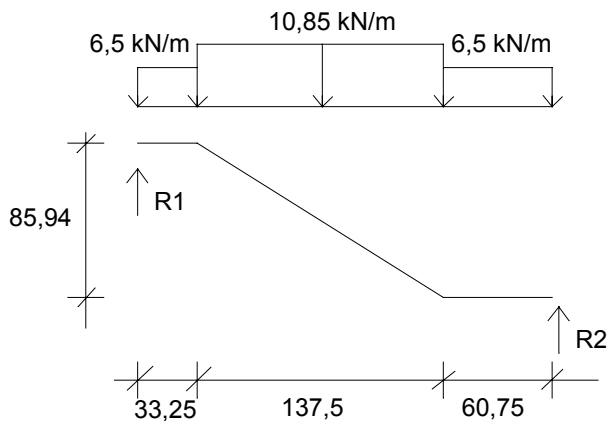
$$\text{degrau} = 22 \times \left(\frac{0,1719}{2} \right) = 1,9 \text{ kN/m}^2$$

$$\text{revestimento} = 1,0 \text{ kN/m}^2$$

$$\text{sobrecarga} = 2,5 \text{ kN/m}^2$$

$$\text{acidental no corrimão} = 2 \text{ kN/m} = \frac{2}{1,215} = 1,65 \text{ kN/m}^2$$

- Esquema estrutural:



- Dimensionamento

$$R_1 = 10,9 \text{ kN/m}$$

$$R_2 = 10,2 \text{ kN/m}$$

$$M = 6,54 \text{ kNm/m}$$

$$h = 12 \text{ cm}$$

$$d = 9 \text{ cm}$$

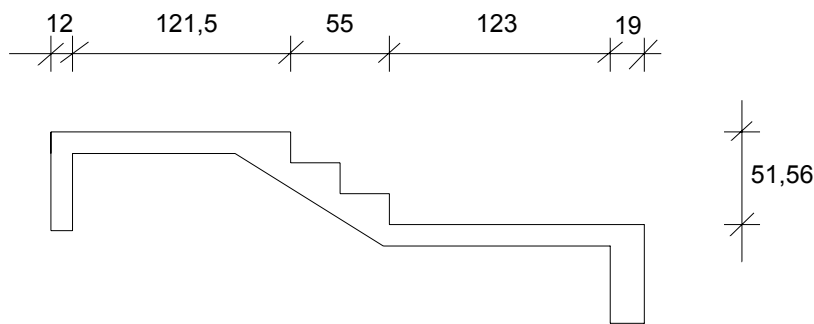
$$x = 1,10 \text{ cm}$$

$$A_s = 2,46 \text{ cm}^2 / \text{m}$$

$$A_{s\text{mín}} = 0,15\% b h = 1,8 \text{ cm}^2 / \text{m}$$

$$A_{\text{sec}} = 0,2 A_s = 0,2 \times 2,46 = 0,49 \text{ cm}^2 / \text{m}$$

b) Escadas dos níveis 0 a +0,516 e +1,375 a +1,891



- Cálculo das cargas:

$$pp_1 = 25 \times 0,12 = 3,0 \text{ kN/m}^2$$

$$pp_2 = 25 \times \left(\frac{0,12}{\cos 38} \right) = 3,8 \text{ kN/m}^2$$

$$\text{degrau} = 22 \times \left(\frac{0,1719}{2} \right) = 1,9 \text{ kN/m}^2$$

$$\text{revestimento} = 1,0 \text{ kN/m}^2$$

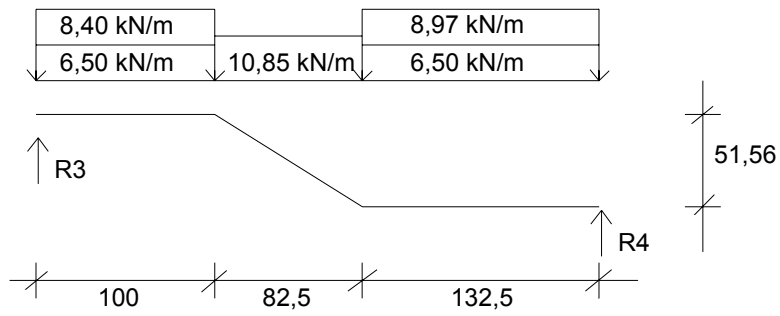
$$\text{sobrecarga} = 2,5 \text{ kN/m}^2$$

$$\text{acidental no corrimão} = 2 \text{ kN/m} = \frac{2}{1,215} = 1,65 \text{ kN/m}^2$$

$$R_1 = 10,9 \text{ kN/m} = 10,9/1,215 = 8,97 \text{ kN/m}^2$$

$$R_2 = 10,2 \text{ kN/m} = 10,2/1,215 = 8,40 \text{ kN/m}^2$$

- Esquema estrutural:



- Dimensionamento

$$R_3 = 21,5 \text{ kN/m}$$

$$R_4 = 22,4 \text{ kN/m}$$

$$M = 15,89 \text{ kNm/m}$$

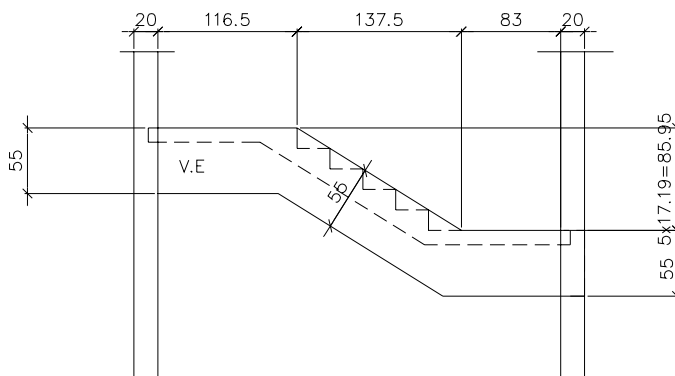
$$h = 12 \text{ cm}$$

$$d = 9 \text{ cm}$$

$$x = 2,92 \text{ cm}$$

$$A_s = 6,53 \text{ cm}^2 / \text{m}$$

c) VE (19/55)



- Cálculo das cargas:

$$pp_1 = 25 \times 0,19 \times 0,55 = 2,6 \text{ kN/m}$$

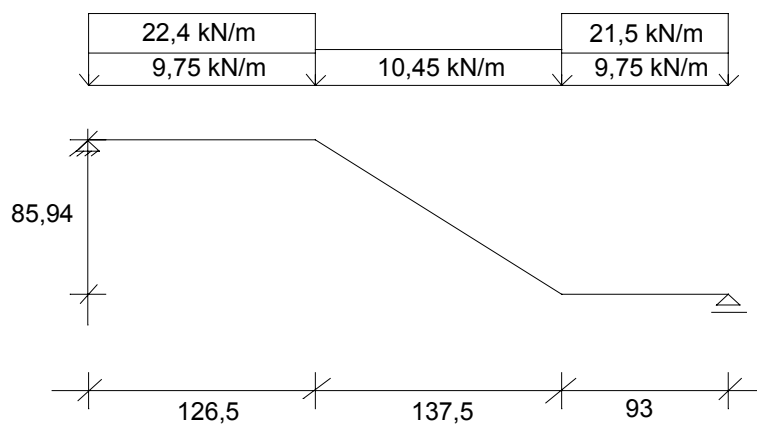
$$pp_2 = 25 \times 0,19 \times \left(\frac{0,55}{\cos 38}\right) = 3,3 \text{ kN/m}$$

$$alv = 13 \times 2,2 \times 0,25 = 7,15 \text{ kN/m}$$

$$R_4 = 22,4 \text{ kN/m}$$

$$R_3 = 21,5 \text{ kN/m}$$

- Esquema estrutural:



- Dimensionamento

$$M = 30,29 \text{ kNm}$$

$$h = 55 \text{ cm}$$

$$d = 51 \text{ cm}$$

$$x = 4,68 \text{ cm}$$

$$A_s = 1,98 \text{ cm}^2$$

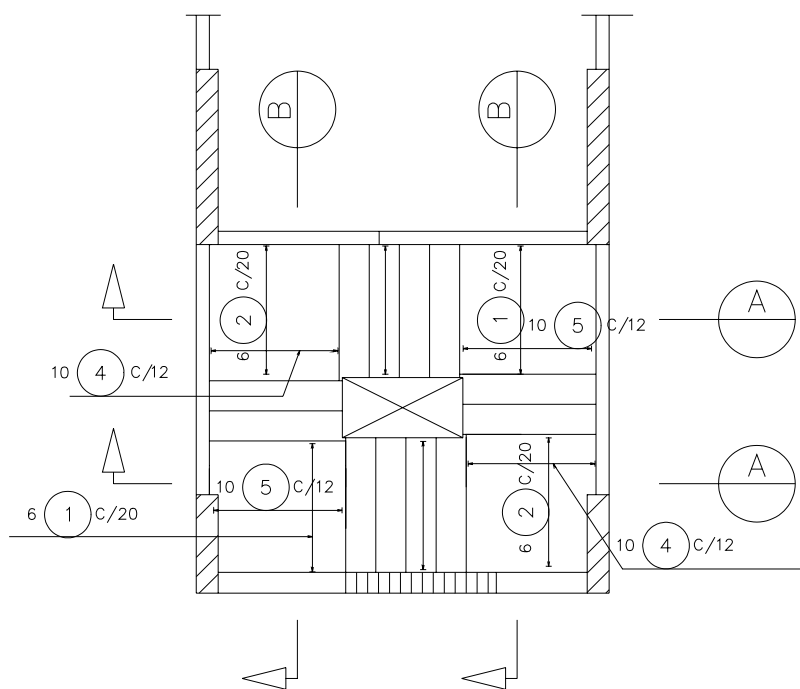
$$A_{s\text{mín}} = 1,57 \text{ cm}^2$$

$$V = 43,46 \text{ kN}$$

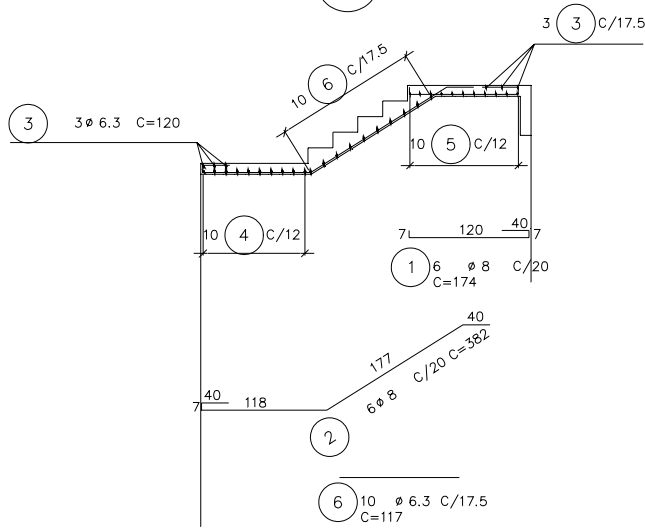
$$A_{st} = 1,64 \text{ cm}^2/\text{m}$$

$$A_{st\text{mín}} = 2,66 \text{ cm}^2/\text{m}$$

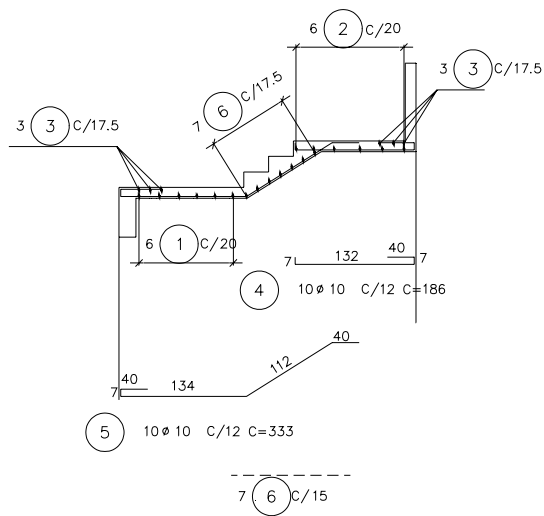
d) Detalhamento



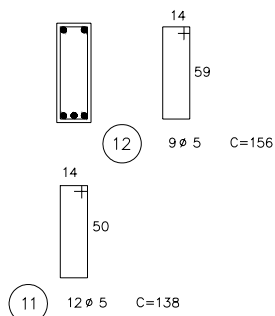
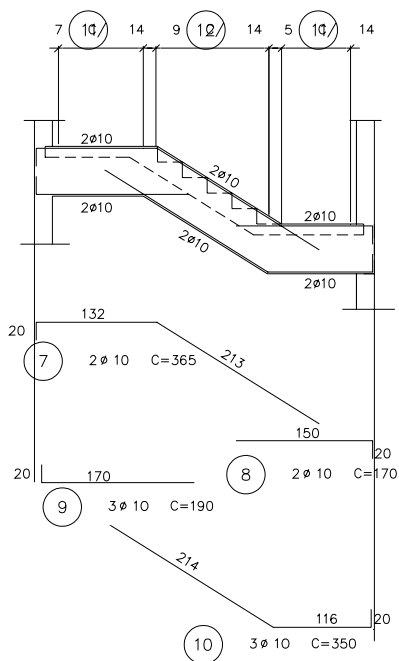
CORTE A (2x)
 ESC. 1: 50



CORTE B (2x)
 ESC. 1: 50



V.E (19/55)



LISTA PARA 1 PAVIMENTO TIPO

LISTA DE FERROS				
POS.	Ø	QUANT.	COMPRIMENTO	
			UNIT.	TOTAL
1	8	12	174	2088
2	8	12	382	4584
3	6.3	24	120	2880
4	10	20	186	3720
5	10	20	333	6660
6	6.3	34	117	3978
7	10	2	365	730
8	10	2	170	340
9	10	3	190	570
10	10	3	350	1050
11	5	12	138	1656
12	5	9	156	1404

RESUMO PARA 1 PAVIMENTO TIPO

RESUMO DE AÇO C.A. 50		
Ø	COMPRIMENTO (m)	PESO (kg)
6.3	68.58	17
8	66.72	27
10	130.70	82
12.5		
16		
20		
25		
TOTAL (kg)		126

RESUMO DE AÇO C.A. 60		
Ø	COMPRIMENTO (m)	PESO (kg)
5	30,6	5
6		
TOTAL (kg)		5