

Exercício

Dimensionar a seção retangular a seguir esquematizada, dentro das hipóteses do ELU, utilizando a tabela de K6 (tabela 14).

$$M_{g1,k} = 350 \text{ kN.m}$$

$$M_{g2,k} = 227 \text{ kN.m}$$

$$M_{q1,k} = 220 \text{ kN.m} (\psi_0=0,7)$$

$$M_{q2,k} = 120 \text{ kN.m} (\psi_0=0,8)$$

$$\gamma_g = \gamma_q = 1,4$$

Os materiais apresentam as seguintes características:

concreto:

$$f_{ck} = 30 \text{ MPa} \quad \gamma_c = 1,4$$

Aço CA50:

$$f_{yk} = 500 \text{ MPa} \quad \gamma_s = 1,15$$

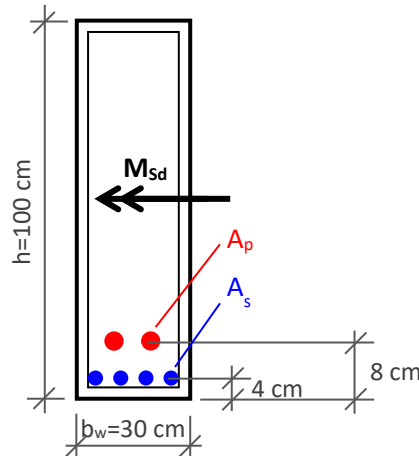
$$E_s = 210 \text{ GPa} = 21000 \text{ kN/cm}^2$$

Aço CP190:

$$f_{pyk} = 1710 \text{ MPa} \quad \gamma_s = 1,15$$

$$E_p = 200 \text{ GPa} = 20000 \text{ kN/cm}^2$$

$$\Delta\varepsilon_{pi} = 5,50\text{‰}$$



Consulte o livro-texto na biblioteca virtual da UCDB:

Concreto protendido: teoria e prática Luiz Cholfé & Luciana Bonilha, 2 ed. São Paulo: Oficina de Textos, 2018

Solução:

$$d_s = h - 4 = 100 - 4 = 96 \text{ cm}$$

$$d_p = h - 8 = 100 - 8 = 92 \text{ cm}$$

→Momento sollicitante de cálculo

$$M_{Sd} = \gamma_g(M_{g1,k} + M_{g2,k}) + \gamma_q(M_{q1,k} + \Psi_0 M_{q2,k})$$

$$M_{Sd1} = 1,4 \times (350 + 227) + 1,4 \times (220 + 0,8 \times 120) = 1250,2 \text{ kN.m} = \mathbf{1,2502 \text{ MN.m}}$$

$$M_{Sd2} = 1,4 \times (350 + 227) + 1,4 \times (0,7 \times 220 + 120) = 1191,4 \text{ kN.m}$$

→Hipótese 1: Somente armadura ativa

$$K6 = \frac{b_w d_p^2}{M_{Sd}} = \frac{0,30 \text{ m} \times (0,92 \text{ m})^2}{1,2502 \text{ MN.m}} = 0,203$$

da tabela 14:

$$\beta_x = 0,40$$

$$\beta_z = 0,834$$

$$\varepsilon_{cd} = 3,5 \text{ ‰}$$

$$\Delta\varepsilon_{pd} = 5,25 \text{ ‰} < 10 \text{ ‰}$$

$$\varepsilon_{pd} = \Delta\varepsilon_{pi} + \Delta\varepsilon_{pd} = 5,50 + 5,25 = 10,75 \text{ ‰}$$

da tabela 14 (Aço CP190, interpolando):

$$\sigma_{pd} = 1502,9 \text{ MPa} = 150,29 \frac{\text{kN}}{\text{cm}^2}$$

$$A_p = \frac{M_{sd}}{\beta_z d_p \sigma_{pd}} = \frac{125020}{0,834 \times 92 \times 150,29} = 10,842 \text{ cm}^2$$

Uma solução:

$$A_p \Rightarrow 8\phi 15,2 \text{ mm} \Rightarrow A_p = 11,2 \text{ cm}^2$$

$$N_{td} = A_p \sigma_{pd} = 10,842 \text{ cm}^2 \times 150,29 \frac{\text{kN}}{\text{cm}^2} = 1629,4 \text{ kN}$$

→ Hipótese 2: Armadura ativa e passiva

$$\beta_x = \frac{x}{d_p} \Rightarrow x = \beta_x d_p \Rightarrow x = 0,40 \times 92 = 36,8 \text{ cm}$$

$$\varepsilon_{sd} = \frac{d_s - x}{d_p - x} \cdot \Delta\varepsilon_{pd} = \frac{96 - 36,8}{92 - 36,8} \times 5,25 \text{ ‰} = 5,63 \text{ ‰} < 10 \text{ ‰}$$

da tabela 14 (Aço CA50):

$$\sigma_{sd} = 435 \text{ MPa} = 43,5 \frac{\text{kN}}{\text{cm}^2}$$

Assim, por equilíbrio (áreas em cm²):

$$A_p \sigma_{pd} + A_s \sigma_{sd} = N_{td}$$

$$A_p \times 150,29 + A_s \times 43,5 = 1629,4$$

Uma solução:

$$A_p \Rightarrow 6\phi 15,2 \text{ mm} \Rightarrow A_p = 8,4 \text{ cm}^2$$

$$A_s \Rightarrow 7\phi 12,5 \text{ mm} \Rightarrow A_s = 8,6 \text{ cm}^2$$

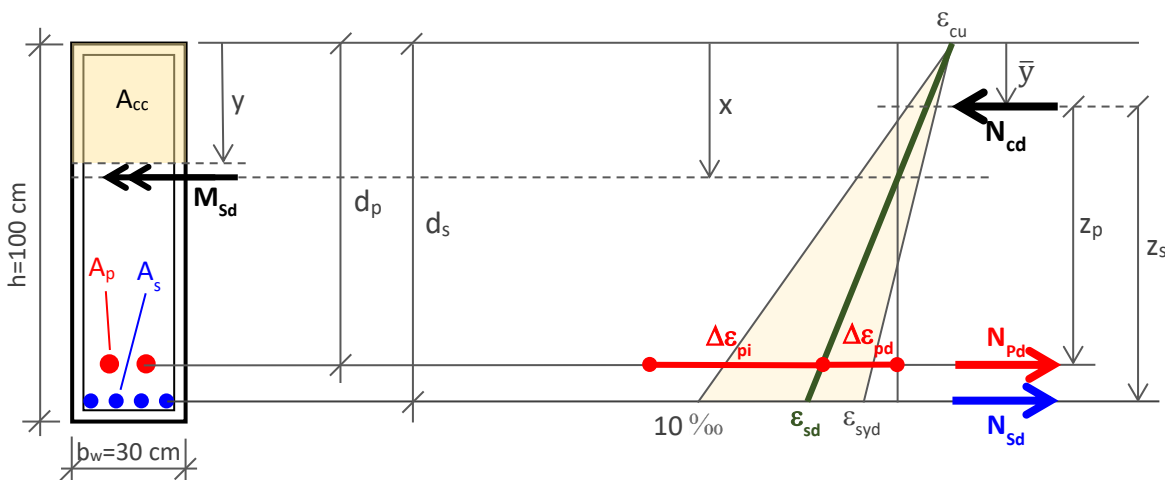


TABELA 14 – TABELA DE K6														
Tabela de Dimensionamento de Vigas com Seções Retangulares armadas com Armadura Ativa (A_p) e Armadura Passiva (A_s)						ϵ_{pd} $\Delta\epsilon_{pd}$ ϵ_{sd}	σ_{pd} (MPa)			σ_{sd} (MPa)				
							CP175	CP190	CP210					
$\beta_x = x/d$	$\beta_z = z/d$	$K_6 = bd^2 / M_{Sd}$				ϵ_{cd} (%)	10	1.387	1.499	1.653				
β_x	β_z	$K_6 = \text{Para concreto com } f_{ck} \text{ (MPa)} =$												
		25	30	35	40									
0,02	0,993	21,441	17,867	15,315	13,401	0,204								
0,04	0,986	5,601	4,668	4,001	3,501	0,417								
0,06	0,979	2,623	2,185	1,873	1,639	0,638								
0,08	0,972	1,562	1,302	1,116	0,976	0,870								
0,10	0,965	1,069	0,891	0,764	0,668	1,111								
0,12	0,957	0,802	0,668	0,573	0,501	1,364								
0,14	0,949	0,645	0,538	0,461	0,403	1,628								
0,16	0,940	0,551	0,459	0,394	0,344	1,905								
0,18	0,931	0,493	0,411	0,352	0,308	2,195								
0,20	0,922	0,448	0,373	0,320	0,280	2,500								
0,22	0,912	0,410	0,342	0,293	0,257	2,821								
0,24	0,902	0,380	0,316	0,271	0,237	3,158								
0,26	0,892	0,354	0,295	0,253	0,221		9,962	1,387	1,499	1,653				
0,28	0,884	0,331	0,276	0,237	0,207		9,000	1,383	1,494	1,648				
0,30	0,875	0,312	0,260	0,223	0,195		8,167	1,379	1,490	1,633				
0,32	0,867	0,295	0,246	0,211	0,184		7,438	1,376	1,486	1,496				
0,34	0,859	0,280	0,234	0,200	0,175		6,794	1,358,8						
0,36	0,850	0,267	0,223	0,191	0,167		6,222	1,244,4						
0,38	0,842	0,256	0,213	0,183	0,160		5,711	1,142,2						
0,40	0,834	0,245	0,204	0,175	0,153		5,250	1,050						
0,42	0,825	0,236	0,196	0,168	0,147		4,833	966,6						
0,44	0,817	0,227	0,189	0,162	0,142		4,455	891						
0,46	0,809	0,219	0,183	0,157	0,137		4,109	821,8						
0,48	0,800	0,212	0,177	0,152	0,133		3,792	758,4						
0,50	0,792	0,206	0,172	0,147	0,129		3,500	700						
0,52	0,784	0,200	0,167	0,143	0,125		3,231	646,2						
0,54	0,775	0,195	0,162	0,139	0,122		2,981	596,2						
0,56	0,767	0,190	0,158	0,135	0,118		2,750	550						
0,58	0,759	0,185	0,154	0,132	0,116		2,534	506,8						
0,60	0,750	0,181	0,150	0,129	0,113		2,333	466,6						
0,62	0,742	0,177	0,147	0,126	0,110		2,145	429						
0,64	0,734	0,173	0,144	0,124	0,108		1,969	393,8		413,5				
0,66	0,725	0,170	0,141	0,121	0,106		1,803	360,6		378,6				
0,68	0,717	0,166	0,139	0,119	0,104		1,647	329,4		345,9				
0,70	0,709	0,163	0,136	0,117	0,102		1,500	300		315,0				
0,72	0,701	0,161	0,134	0,115	0,100		1,361	272,2		285,8				
0,74	0,692	0,158	0,132	0,113	0,099		1,230	246		258,3				
0,76	0,684	0,156	0,130	0,111	0,097		1,105	221		232,1				
0,78	0,676	0,153	0,128	0,110	0,096		0,987	197,4		207,3				
0,80	0,667	0,151	0,126	0,108	0,095		0,875	175		183,8				
0,82	0,659	0,149	0,125	0,107	0,093		0,768	153,6		161,3				
0,84	0,651	0,148	0,123	0,105	0,092		0,667	133,4		140,1				
0,86	0,642	0,146	0,122	0,104	0,091		0,570	114		119,7				
0,88	0,634	0,144	0,120	0,103	0,090		0,477	95,4		100,2				
0,90	0,626	0,143	0,119	0,102	0,089		0,389	77,8		81,7				
0,92	0,617	0,142	0,118	0,101	0,089		0,304	60,8		63,8				
0,94	0,609	0,140	0,117	0,100	0,088		0,223	44,6		49,8				
0,96	0,601	0,139	0,116	0,099	0,087		0,146	29,2		30,7				
0,98	0,592	0,138	0,115	0,099	0,086		0,071	14,2		14,9				
1	0,584	0,137	0,114	0,098	0,086		0	0		0,0				
Unidades		Hipótese $A_p \neq 0$; $A_s = 0$					Hipótese $A_p \neq 0$; $A_s \neq 0$							
MN, m		$T_{pd} = \frac{M_{Sd}}{\beta_z \cdot d}$; $A_p = \left(\frac{M_{Sd} \cdot 10^4}{\beta_z \cdot d \cdot \sigma_{pd}} \right) \text{ cm}^2$					$A_{pf} \cdot \sigma_{pd} + A_s \cdot \sigma_{sd} = T_{pd}$							

Concreto protendido: teoria e prática Luiz Cholfé & Luciana Bonilha, 2 ed. São Paulo: Oficina de Textos, 2018

Exercício

Dimensionar a seção retangular a seguir esquematizada, dentro das hipóteses do ELU, utilizando a tabela de K6 (tabela 14).

$$M_{g1,k} = 420 \text{ kN.m}$$

$$M_{g2,k} = 275 \text{ kN.m}$$

$$M_{q1,k} = 260 \text{ kN.m} (\psi_0=0,7)$$

$$M_{q2,k} = 165 \text{ kN.m} (\psi_0=0,8)$$

$$\gamma_g = \gamma_q = 1,4$$

Os materiais apresentam as seguintes características:

concreto:

$$f_{ck} = 40 \text{ MPa} \quad \gamma_c = 1,4$$

Aço CA50:

$$f_{yk} = 500 \text{ MPa} \quad \gamma_s = 1,15$$

$$E_s = 210 \text{ GPa} = 21000 \text{ kN/cm}^2$$

Aço CP210:

$$f_{pyk} = 1890 \text{ MPa} \quad \gamma_s = 1,15$$

$$E_p = 200 \text{ GPa} = 20000 \text{ kN/cm}^2$$

$$\Delta\varepsilon_{pi} = 5,9\text{‰}$$

