

Tabela A-1 – Valores de K_c e K_s para o aço CA-50 (para concretos do Grupo I de resistência – $f_{ck} \leq 50$ MPa, $\gamma_c = 1,4$, $\gamma_s = 1,15$).

FLEXÃO SIMPLES EM SEÇÃO RETANGULAR - ARMADURA SIMPLES											
$\beta_x = \frac{x}{d}$	K_c (cm ² /kN)									K_s (cm ² /kN)	Dom.
	C15	C20	C25	C30	C35	C40	C45	C50	CA-50		
0,01	137,8	103,4	82,7	68,9	59,1	51,7	45,9	41,3	0,023	2	
0,02	69,2	51,9	41,5	34,6	29,6	25,9	23,1	20,8	0,023		
0,03	46,3	34,7	27,8	23,2	19,8	17,4	15,4	13,9	0,023		
0,04	34,9	26,2	20,9	17,4	14,9	13,1	11,6	10,5	0,023		
0,05	28,0	21,0	16,8	14,0	12,0	10,5	9,3	8,4	0,023		
0,06	23,4	17,6	14,1	11,7	10,0	8,8	7,8	7,0	0,024		
0,07	20,2	15,1	12,1	10,1	8,6	7,6	6,7	6,1	0,024		
0,08	17,7	13,3	10,6	8,9	7,6	6,6	5,9	5,3	0,024		
0,09	15,8	11,9	9,5	7,9	6,8	5,9	5,3	4,7	0,024		
0,10	14,3	10,7	8,6	7,1	6,1	5,4	4,8	4,3	0,024		
0,11	13,1	9,8	7,8	6,5	5,6	4,9	4,4	3,9	0,024		
0,12	12,0	9,0	7,2	6,0	5,1	4,5	4,0	3,6	0,024		
0,13	11,1	8,4	6,7	5,6	4,8	4,2	3,7	3,3	0,024		
0,14	10,4	7,8	6,2	5,2	4,5	3,9	3,5	3,1	0,024		
0,15	9,7	7,3	5,8	4,9	4,2	3,7	3,2	2,9	0,024		
0,16	9,2	6,9	5,5	4,6	3,9	3,4	3,1	2,7	0,025		
0,17	8,7	6,5	5,2	4,3	3,7	3,2	2,9	2,6	0,025		
0,18	8,2	6,2	4,9	4,1	3,5	3,1	2,7	2,5	0,025		
0,19	7,8	5,9	4,7	3,9	3,4	2,9	2,6	2,3	0,025		
0,20	7,5	5,6	4,5	3,7	3,2	2,8	2,5	2,2	0,025		
0,21	7,1	5,4	4,3	3,6	3,1	2,7	2,4	2,1	0,025		
0,22	6,8	5,1	4,1	3,4	2,9	2,6	2,3	2,1	0,025		
0,23	6,6	4,9	3,9	3,3	2,8	2,5	2,2	2,0	0,025		
0,24	6,3	4,7	3,8	3,2	2,7	2,4	2,1	1,9	0,025		
0,25	6,1	4,6	3,7	3,1	2,6	2,3	2,0	1,8	0,026		
0,26	5,9	4,4	3,5	2,9	2,5	2,2	2,0	1,8	0,026		
0,27	5,7	4,3	3,4	2,8	2,4	2,1	1,9	1,7	0,026		
0,28	5,5	4,1	3,3	2,8	2,4	2,1	1,8	1,7	0,026		
0,29	5,4	4,0	3,2	2,7	2,3	2,0	1,8	1,6	0,026		
0,30	5,2	3,9	3,1	2,6	2,2	1,9	1,7	1,6	0,026		
0,31	5,1	3,8	3,0	2,5	2,2	1,9	1,7	1,5	0,026		
0,32	4,9	3,7	3,0	2,5	2,1	1,8	1,6	1,5	0,026		
0,33	4,8	3,6	2,9	2,4	2,1	1,8	1,6	1,4	0,026		
0,34	4,7	3,5	2,8	2,3	2,0	1,8	1,6	1,4	0,027		
0,35	4,6	3,4	2,7	2,3	2,0	1,7	1,5	1,4	0,027		
0,36	4,5	3,3	2,7	2,2	1,9	1,7	1,5	1,3	0,027		
0,37	4,4	3,3	2,6	2,2	1,9	1,6	1,5	1,3	0,027		
0,38	4,3	3,2	2,6	2,1	1,8	1,6	1,4	1,3	0,027		
0,40	4,1	3,1	2,5	2,0	1,8	1,5	1,4	1,2	0,027		
0,42	3,9	2,9	2,4	2,0	1,7	1,5	1,3	1,2	0,028		
0,44	3,8	2,8	2,3	1,9	1,6	1,4	1,3	1,1	0,028		
0,45	3,7	2,8	2,2	1,9	1,6	1,4	1,2	1,1	0,028		
0,46	3,7	2,7	2,2	1,8	1,6	1,4	1,2	1,1	0,028		
0,48	3,5	2,7	2,1	1,8	1,5	1,3	1,2	1,1	0,028		
0,50	3,4	2,6	2,1	1,7	1,5	1,3	1,1	1,0	0,029		
0,52	3,3	2,5	2,0	1,7	1,4	1,2	1,1	1,0	0,029		
0,54	3,2	2,4	1,9	1,6	1,4	1,2	1,1	1,0	0,029		
0,56	3,2	2,4	1,9	1,6	1,4	1,2	1,1	0,9	0,030		
0,58	3,1	2,3	1,8	1,5	1,3	1,2	1,0	0,9	0,030		
0,60	3,0	2,3	1,8	1,5	1,3	1,1	1,0	0,9	0,030		
0,62	2,9	2,2	1,8	1,5	1,3	1,1	1,0	0,9	0,031		
0,63	2,9	2,2	1,7	1,5	1,2	1,1	1,0	0,9	0,031		

3

Tabela A-2 – Valores de K_c e K_s para os aços CA-25, CA-50 e CA-60 (para concretos do Grupo I de resistência – $f_{ck} \leq 50$ MPa, $\gamma_c = 1,4$, $\gamma_s = 1,15$).

$\beta_x = \frac{x}{d}$	FLEXÃO SIMPLES EM SEÇÃO RETANGULAR - ARMADURA SIMPLES											Dom.
	K_c (cm ² /kN)								K_s (cm ² /kN)			
	C15	C20	C25	C30	C35	C40	C45	C50	CA-25	CA-50	CA-60	
0,01	137,8	103,4	82,7	68,9	59,1	51,7	45,9	41,3	0,046	0,023	0,019	2
0,02	69,2	51,9	41,5	34,6	29,6	25,9	23,1	20,8	0,046	0,023	0,019	
0,03	46,3	34,7	27,8	23,2	19,8	17,4	15,4	13,9	0,047	0,023	0,019	
0,04	34,9	26,2	20,9	17,4	14,9	13,1	11,6	10,5	0,047	0,023	0,019	
0,05	28,0	21,0	16,8	14,0	12,0	10,5	9,3	8,4	0,047	0,023	0,020	
0,06	23,4	17,6	14,1	11,7	10,0	8,8	7,8	7,0	0,047	0,024	0,020	
0,07	20,2	15,1	12,1	10,1	8,6	7,6	6,7	6,1	0,047	0,024	0,020	
0,08	17,7	13,3	10,6	8,9	7,6	6,6	5,9	5,3	0,048	0,024	0,020	
0,09	15,8	11,9	9,5	7,9	6,8	5,9	5,3	4,7	0,048	0,024	0,020	
0,10	14,3	10,7	8,6	7,1	6,1	5,4	4,8	4,3	0,048	0,024	0,020	
0,12	12,0	9,0	7,2	6,0	5,1	4,5	4,0	3,6	0,048	0,024	0,020	
0,13	11,1	8,4	6,7	5,6	4,8	4,2	3,7	3,3	0,049	0,024	0,020	
0,14	10,4	7,8	6,2	5,2	4,5	3,9	3,5	3,1	0,049	0,024	0,020	
0,15	9,7	7,3	5,8	4,9	4,2	3,7	3,2	2,9	0,049	0,024	0,020	
0,16	9,2	6,9	5,5	4,6	3,9	3,4	3,1	2,7	0,049	0,025	0,020	
0,17	8,7	6,5	5,2	4,3	3,7	3,2	2,9	2,6	0,049	0,025	0,021	
0,18	8,2	6,2	4,9	4,1	3,5	3,1	2,7	2,5	0,050	0,025	0,021	
0,19	7,8	5,9	4,7	3,9	3,4	2,9	2,6	2,3	0,050	0,025	0,021	
0,20	7,5	5,6	4,5	3,7	3,2	2,8	2,5	2,2	0,050	0,025	0,021	
0,21	7,1	5,4	4,3	3,6	3,1	2,7	2,4	2,1	0,050	0,025	0,021	
0,22	6,8	5,1	4,1	3,4	2,9	2,6	2,3	2,1	0,050	0,025	0,021	
0,23	6,6	4,9	3,9	3,3	2,8	2,5	2,2	2,0	0,051	0,025	0,021	
0,24	6,3	4,7	3,8	3,2	2,7	2,4	2,1	1,9	0,051	0,025	0,021	
0,25	6,1	4,6	3,7	3,1	2,6	2,3	2,0	1,8	0,051	0,026	0,021	
0,26	5,9	4,4	3,5	2,9	2,5	2,2	2,0	1,8	0,051	0,026	0,021	
0,27	5,7	4,3	3,4	2,8	2,4	2,1	1,9	1,7	0,052	0,026	0,021	
0,28	5,5	4,1	3,3	2,8	2,4	2,1	1,8	1,7	0,052	0,026	0,022	
0,29	5,4	4,0	3,2	2,7	2,3	2,0	1,8	1,6	0,052	0,026	0,022	
0,30	5,2	3,9	3,1	2,6	2,2	1,9	1,7	1,6	0,052	0,026	0,022	
0,31	5,1	3,8	3,0	2,5	2,2	1,9	1,7	1,5	0,053	0,026	0,022	
0,32	4,9	3,7	3,0	2,5	2,1	1,8	1,6	1,5	0,053	0,026	0,022	
0,33	4,8	3,6	2,9	2,4	2,1	1,8	1,6	1,4	0,053	0,026	0,022	
0,34	4,7	3,5	2,8	2,3	2,0	1,8	1,6	1,4	0,053	0,027	0,022	
0,35	4,6	3,4	2,7	2,3	2,0	1,7	1,5	1,4	0,053	0,027	0,022	
0,36	4,5	3,3	2,7	2,2	1,9	1,7	1,5	1,3	0,054	0,027	0,022	
0,37	4,4	3,3	2,6	2,2	1,9	1,6	1,5	1,3	0,054	0,027	0,022	
0,38	4,3	3,2	2,6	2,1	1,8	1,6	1,4	1,3	0,054	0,027	0,023	
0,40	4,1	3,1	2,5	2,0	1,8	1,5	1,4	1,2	0,055	0,027	0,023	
0,42	3,9	2,9	2,4	2,0	1,7	1,5	1,3	1,2	0,055	0,028	0,023	
0,44	3,8	2,8	2,3	1,9	1,6	1,4	1,3	1,1	0,056	0,028	0,023	
0,45	3,7	2,8	2,2	1,9	1,6	1,4	1,2	1,1	0,056	0,028	0,023	
0,46	3,7	2,7	2,2	1,8	1,6	1,4	1,2	1,1	0,056	0,028	0,023	
0,48	3,5	2,7	2,1	1,8	1,5	1,3	1,2	1,1	0,057	0,028	0,024	
0,50	3,4	2,6	2,1	1,7	1,5	1,3	1,1	1,0	0,058	0,029	0,024	
0,52	3,3	2,5	2,0	1,7	1,4	1,2	1,1	1,0	0,058	0,029	0,024	
0,54	3,2	2,4	1,9	1,6	1,4	1,2	1,1	1,0	0,059	0,029	0,024	
0,56	3,2	2,4	1,9	1,6	1,4	1,2	1,1	0,9	0,059	0,030	0,025	
0,58	3,1	2,3	1,8	1,5	1,3	1,2	1,0	0,9	0,060	0,030	0,025	
0,59	3,0	2,3	1,8	1,5	1,3	1,1	1,0	0,9	0,060	0,030	0,025	
0,60	3,0	2,3	1,8	1,5	1,3	1,1	1,0	0,9	0,061	0,030	0,025	
0,62	2,9	2,2	1,8	1,5	1,3	1,1	1,0	0,9	0,061	0,031	0,025	
0,63	2,9	2,2	1,7	1,5	1,2	1,1	1,0	0,9	0,061	0,031	0,026	
0,64	2,9	2,2	1,7	1,4	1,2	1,1	1,0	0,9	0,062	0,031	0,026	
0,66	2,8	2,1	1,7	1,4	1,2	1,1	0,9	0,8	0,063	0,031	0,026	
0,70	2,7	2,0	1,6	1,4	1,2	1,0	0,9	0,8	0,064	0,032	0,027	
0,74	2,6	2,0	1,6	1,3	1,1	1,0	0,9	0,8	0,065	0,033	0,027	
0,77	2,6	1,9	1,5	1,3	1,1	1,0	0,9	0,8	0,066	0,033	0,028	

Tabela A-3 – Área e massa linear de fios e barras de aço (NBR 7480).

Diâmetro (mm)		Massa (kg/m)	Área (mm ²)	Perímetro (mm)
Fios	Barras			
2,4	-	0,036	4,5	7,5
3,4	-	0,071	9,1	10,7
3,8	-	0,089	11,3	11,9
4,2	-	0,109	13,9	13,2
4,6	-	0,130	16,6	14,5
5	5	0,154	19,6	17,5
5,5	-	0,187	23,8	17,3
6	-	0,222	28,3	18,8
-	6,3	0,245	31,2	19,8
6,4	-	0,253	32,2	20,1
7	-	0,302	38,5	22,0
8	8	0,395	50,3	25,1
9,5	-	0,558	70,9	29,8
10	10	0,617	78,5	31,4
-	12,5	0,963	122,7	39,3
-	16	1,578	201,1	50,3
-	20	2,466	314,2	62,8
-	22	2,984	380,1	69,1
-	25	3,853	490,9	78,5
-	32	6,313	804,2	100,5
-	40	9,865	1256,6	125,7

Tabela A-4 – Área de aço e largura b_w mínima.

Diâm. (mm)	A_s (cm ²) b_w (cm)	Número de barras										
		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	
4,2	As	0,14	0,28	0,42	0,56	0,70	0,84	0,98	1,12	1,26	1,40	
	b_w	Br. 1	-	8	11	14	16	19	22	25	27	30
		Br. 2	-	9	13	16	19	23	26	30	33	36
5	As	0,20	0,40	0,60	0,80	1,00	1,20	1,40	1,60	1,80	2,00	
	b_w	Br. 1	-	9	11	14	17	20	22	25	28	31
		Br. 2	-	9	13	16	20	23	27	30	34	37
6,3	As	0,31	0,62	0,93	1,24	1,55	1,86	2,17	2,48	2,79	3,10	
	b_w	Br. 1	-	9	12	15	18	20	23	26	29	32
		Br. 2	-	10	13	17	20	24	28	31	35	39
8	As	0,50	1,00	1,50	2,00	2,50	3,00	3,50	4,00	4,50	5,00	
	b_w	Br. 1	-	9	12	15	18	21	25	28	31	34
		Br. 2	-	10	14	17	21	25	29	33	36	40
10	As	0,80	1,60	2,40	3,20	4,00	4,80	5,60	6,40	7,20	8,00	
	b_w	Br. 1	-	10	13	16	19	23	26	29	33	36
		Br. 2	-	10	14	18	22	26	30	34	38	42
12,5	As	1,25	2,50	3,75	5,00	6,25	7,50	8,75	10,00	11,25	12,50	
	b_w	Br. 1	-	10	14	17	21	24	28	31	35	38
		Br. 2	-	11	15	19	24	28	32	36	41	45
16	As	2,00	4,00	6,00	8,00	10,00	12,00	14,00	16,00	18,00	20,00	
	b_w	Br. 1	-	11	15	19	22	26	30	34	38	42
		Br. 2	-	11	16	21	25	30	34	39	44	48
20	As	3,15	6,30	9,45	12,60	15,75	18,90	22,05	25,20	28,35	31,50	
	b_w	Br. 1	-	12	16	20	24	29	33	37	42	46
		Br. 2	-	12	17	22	27	32	37	42	47	52
22	As	3,80	7,60	11,40	15,20	19,00	22,80	26,60	30,40	34,20	38,00	
	b_w	Br. 1	-	12	16	21	25	30	34	39	43	48
		Br. 2	-	13	18	23	28	33	39	44	49	54
25	As	4,90	9,80	14,70	19,60	24,50	29,40	34,30	39,20	44,10	49,00	
	b_w	Br. 1	-	13	18	23	28	33	38	43	48	53
		Br. 2	-	13	19	24	30	35	41	46	52	57
32	As	8,05	16,10	24,15	32,20	40,25	48,30	56,35	64,40	72,45	80,50	
	b_w	Br. 1	-	15	21	28	34	40	47	53	60	66
		Br. 2	-	15	21	28	34	40	47	53	60	66
40	As	12,60	25,20	37,80	50,40	63,00	75,60	88,20	100,80	113,40	126,00	
	b_w	Br. 1	-	17	25	33	41	49	57	65	73	81
		Br. 2	-	17	25	33	41	49	57	65	73	81

largura b_w mínima:

$$b_{w,\min} = 2(c + \phi_t) + n^\circ \text{ barras} \cdot \phi_\ell + a_{h,\min} (n^\circ \text{ barras} - 1)$$

Br. 1 = brita 1 ($d_{\max} = 19$ mm) ; Br. 2 = brita 2 ($d_{\max} = 25$ mm)Valores adotados: $\phi_t = 6,3$ mm ; $c_{\text{nom}} = 2,0$ cmPara $c_{\text{nom}} \neq 2,0$ cm, aumentar $b_{w,\min}$ conforme:

$$c_{\text{nom}} = 2,5 \text{ cm} \rightarrow + 1,0 \text{ cm}$$

$$c_{\text{nom}} = 3,0 \text{ cm} \rightarrow + 2,0 \text{ cm}$$

$$c_{\text{nom}} = 3,5 \text{ cm} \rightarrow + 3,0 \text{ cm}$$

$$c_{\text{nom}} = 4,0 \text{ cm} \rightarrow + 4,0 \text{ cm}$$

$$a_{h,\min} \geq \begin{cases} 2 \text{ cm} \\ \phi_\ell \\ 1,2d_{\max,agr} \end{cases}$$

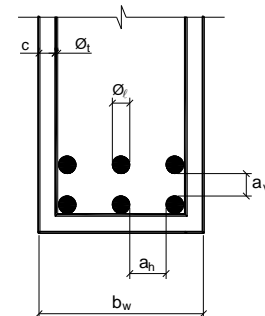


Tabela A-5 – Valores de cálculo da tensão (σ'_{sd}) e da deformação (ε'_{sd}) na armadura comprimida e coeficiente K'_s , para a linha neutra fixada em $0,45d$ (para concretos do Grupo I de resistência – $f_{ck} \leq 50$ MPa, $\gamma_s = 1,15$).

d'/d	Deformação ε'_{sd} (‰) (CA-25 ; CA-50 ; CA-60)	σ'_{sd} (MPa)			$K'_s = 1/\sigma'_{sd}$ (1/kN/cm ²)		
		CA-25	CA-50	CA-60	CA-25	CA-50	CA-60
0,05	3,11	217,4	435,0	521,7	0,046	0,023	0,019
0,10	2,72			521,7			
0,15	2,33			490,9			
0,20	1,94			409,1			
0,25	1,56			327,3			
0,30	1,17			245,4			

