



UNIVERSIDADE DE SÃO PAULO
ESCOLA DE ENGENHARIA DE SÃO CARLOS
DEPARTAMENTO DE ENGENHARIA DE ESTRUTURAS

CONCRETO ARMADO TABELAS E ÁBACOS

LIBÂNIO MIRANDA PINHEIRO

SÃO CARLOS
2020

UNIVERSIDADE DE SÃO PAULO
ESCOLA DE ENGENHARIA DE SÃO CARLOS
Departamento de Estruturas



CONCRETO ARMADO
TABELAS E ABACOS

LIBÂNIO MIRANDA PINHEIRO

DEDALUS - Acervo - EESC



31100103771

Maiο de 1986

Apostila
P 720 ca
e. 1

ct 1421876

TODOS OS DIREITOS RESERVADOS — Nos termos da Lei que resguarda os Direitos Autorais, é proibida a reprodução total ou parcial deste trabalho, de qualquer forma ou por qualquer meio — eletrônico ou mecânico, inclusive através de processos xerográficos, de fotocópia e de gravação — **sem permissão, por escrito, do(s) autor(es).**

PRELIMINARES

Estas tabelas destinam-se aos alunos do curso de Engenharia Civil, da Escola de Engenharia de São Carlos; durante as aulas, são apresentados exemplos de sua utilização. Para outros usuários, as sucintas informações aqui apresentadas podem ser insuficientes; se for o caso, o interessado poderá comunicar-se com o autor, no endereço abaixo, que providenciará, na medida do possível, os esclarecimentos necessários.

Muitos colaboraram na realização deste trabalho; entre eles, é justo que se destaquem:

Carlos Alberto Fudoli (EESC);
José Samuel Giongo (EESC);
Paul Richard Wolfensberger (PUCC);
Raphael von Zuben Filho (PUCC).

A estes, aos datilógrafos e desenhistas do Departamento de Estruturas da EESC e a José Abílio Manuel, ex-desenhista da PUCC, o autor expressa os seus agradecimentos.

O autor agradece também pelas futuras sugestões que contribuam para melhorar este trabalho.

Endereço para correspondência: Prof. Libânio Miranda Pinheiro
Escola de Engenharia de S. Carlos
USP
Departamento de Estruturas
13560 - São Carlos - SP

Telefone: (0162) 72-6222-R.74

ÍNDICE

1 - TABELAS GERAIS.....	1-1
1.1 - Flexão simples em seção retangular - Armadura simples.....	1-3
1.2 - Flexão simples em seção retangular - Armadura dupla.....	1-4
1.3 - Área da seção de armadura A_s . Largura mínima para uma camada de barras b_w	1-5
1.4 - Área da seção de armadura por metro de largura a_s	1-7
1.5 - Comprimento de ancoragem para $A_{se} = A_{scal}$	1-9
1.6 - Situações de boa e de má aderência. Comprimento de ancoragem para $A_{se} > A_{scal}$	1-13
1.7 - Comprimentos de ganchos e dobras.....	1-14
2 - LAJES.....	2-1
2.1 - Valores de Ψ_2 e Ψ_3 da NBR 6118.....	2-3
2.2 - Flechas em lajes com carga uniforme.....	2-6
2.3 - Reações de apoio em lajes com carga uniforme.....	2-10
2.4 - Cisalhamento em lajes sem armadura transversal...	2-13
2.5 - Momentos em lajes com carga uniforme.....	2-14
2.6 - Momentos em lajes com carga triangular.....	2-19

3 - VIGAS.....	3-1
3.1 - Momentos de engastamento perfeito.....	3-3
3.2 - Flechas elásticas em vigas.....	3-7
3.3 - Momento admissível por barra.....	3-10
3.4 - Cisalhamento em vigas.....	3-12
 ĀBACOS PARA FLEXÃO COMPOSTA EM SEÇÃO RETANGULAR COM ARMADURA BILATERAL SIMÉTRICA.....	 A-1
Aço CA-50 A.....	A-3
Aço CA-50 B.....	A-8
 BIBLIOGRAFIA.....	 B-1

OBSERVAÇÃO

Encontram-se em branco as seguintes páginas:

1-2, 1-16, 2-2, 2-24, 3-2 e A-2

CAPÍTULO 1

TABELAS GERAIS

TABELA 1.1

FLEXÃO SIMPLES EM SEÇÃO RETANGULAR - ARMADURA SIMPLES

$\beta_x = \frac{x}{d}$	$k_c = \frac{bd^2}{M_d}$ (cm ² /kN)								$k_s = \frac{A_s d}{M_d}$ (cm ² /kN)				Código
	C-9	C-12	C-13,5	C-15	C-18	C-21	C-24	C-27	CA-25	CA-50A	CA-50B	CA-60B	
0,02	115,3	86,5	76,9	69,2	57,7	49,4	43,2	38,4	0,046	0,023	0,023	0,019	2
0,04	58,1	43,6	38,7	34,9	29,1	24,9	21,8	19,4	0,047	0,023	0,023	0,019	
0,06	39,1	29,3	26,0	23,4	19,5	16,7	14,6	13,0	0,047	0,024	0,024	0,020	
0,08	29,5	22,2	19,7	17,7	14,8	12,7	11,1	9,8	0,048	0,024	0,024	0,020	
0,10	23,8	17,9	15,9	14,3	11,9	10,2	8,9	7,9	0,048	0,024	0,024	0,020	
0,12	20,0	15,0	13,3	12,0	10,0	8,6	7,5	6,7	0,048	0,024	0,024	0,020	
0,14	17,3	13,0	11,5	10,4	8,7	7,4	6,5	5,8	0,049	0,024	0,024	0,020	
0,16	15,3	11,5	10,2	9,2	7,6	6,5	5,7	5,1	0,049	0,025	0,025	0,020	
0,18	13,7	10,3	9,1	8,2	6,8	5,9	5,1	4,6	0,050	0,025	0,025	0,021	
0,20	12,4	9,3	8,3	7,5	6,2	5,3	4,7	4,1	0,050	0,025	0,025	0,021	
0,22	11,4	8,6	7,6	6,8	5,7	4,9	4,3	3,8	0,050	0,025	0,025	0,021	
0,24	10,5	7,9	7,0	6,3	5,3	4,5	4,0	3,5	0,051	0,025	0,025	0,021	
0,26	9,8	7,4	6,5	5,9	4,9	4,2	3,7	3,3	0,051	0,026	0,026	0,021	
0,28	9,2	6,9	6,1	5,5	4,6	3,9	3,5	3,1	0,052	0,026	0,026	0,022	
0,30	8,7	6,5	5,8	5,2	4,3	3,7	3,2	2,9	0,052	0,026	0,026	0,022	
0,32	8,2	6,1	5,5	4,9	4,1	3,5	3,1	2,7	0,053	0,026	0,026	0,022	
0,34	7,8	5,8	5,2	4,7	3,9	3,3	2,9	2,6	0,053	0,027	0,027	0,022	
0,36	7,4	5,6	4,9	4,5	3,7	3,2	2,8	2,5	0,054	0,027	0,027	0,022	
0,38	7,1	5,3	4,7	4,3	3,5	3,0	2,7	2,4	0,054	0,027	0,027	0,023	
0,40	6,8	5,1	4,5	4,1	3,4	2,9	2,6	2,3	0,055	0,027	0,027	0,023	
0,4384	6,3	4,7	4,2	3,8	3,2	2,7	2,4	2,1	0,056	0,028	0,028	0,023	
0,44	6,3	4,7	4,2	3,8	3,2	2,7	2,4	2,1	0,056	0,028	0,028	0,023	
0,4623	6,1	4,6	4,0	3,6	3,0	2,6	2,3	2,0	0,056	0,028	0,028	0,024	
0,48	5,9	4,4	3,9	3,5	2,9	2,5	2,2	2,0	0,057	0,028	0,029	0,025	
0,52	5,6	4,2	3,7	3,3	2,8	2,4	2,1	1,9	0,058	0,029	0,031	0,027	
0,56	5,3	3,9	3,5	3,2	2,6	2,3	2,0	1,8	0,059	0,030	0,033	0,029	
0,60	5,0	3,8	3,3	3,0	2,5	2,1	1,9	1,7	0,061	0,030	0,035	-	
0,6283	4,9	3,6	3,2	2,9	2,4	2,1	1,8	1,6	0,061	0,031	0,037	-	
0,64	4,8	3,6	3,2	2,9	2,4	2,1	1,8	1,6	0,062	-	-	-	
0,68	4,6	3,5	3,1	2,8	2,3	2,0	1,7	1,5	0,063	-	-	-	
0,72	4,5	3,3	3,0	2,7	2,2	1,9	1,7	1,5	0,065	-	-	-	
0,76	4,3	3,2	2,9	2,6	2,2	1,9	1,6	1,4	0,066	-	-	-	
0,7717	4,3	3,2	2,9	2,6	2,1	1,8	1,6	1,4	0,067	-	-	-	

Extraída de FUSCO (1981), adaptada por L.M.PINHEIRO. Unidades kN e cm.

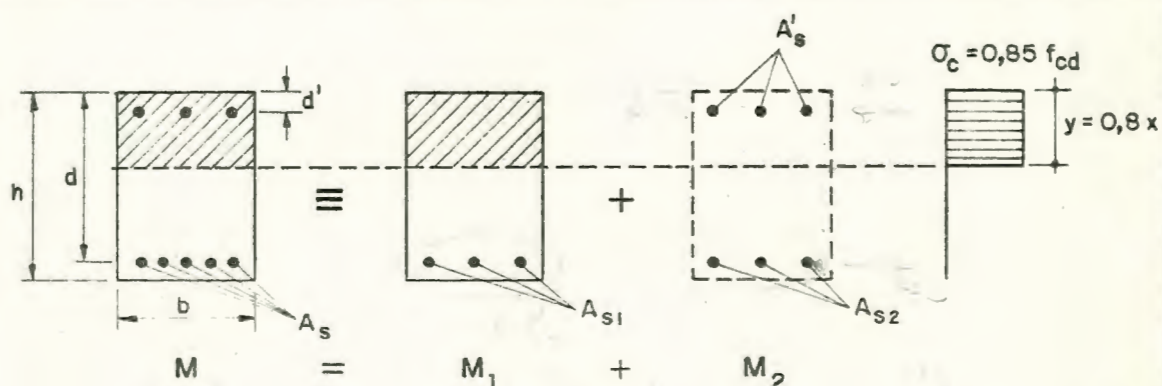
C-13,5: Classe não especificada pela NBR 8953.

Diagrama retangular de tensões no concreto, $\gamma_c = 1,4$ e $\gamma_s = 1,15$.

Para $\gamma_c \neq 1,4$, multiplicar b por $1,4/\gamma_c$ antes de usar a tabela.

TABELA 1.2

FLEXÃO SIMPLES EM SEÇÃO RETANGULAR-ARMADURA DUPLA



$$M_1 = \frac{b d^2}{k_{clim}}$$

$$M_2 = M_d - M_1$$

$$A_s = A_{s1} + A_{s2}$$

$$A_{s1} = k_s \frac{M_1}{d}$$

$$A_{s2} = k_{s2} \frac{M_2}{d-d'}$$

$$A'_s = k'_s \frac{M_2}{d-d'}$$

VALORES DE $k_{s2} = 1/f_{yd}$ PARA OS DOMÍNIOS 2 E 3

AÇO	CA-25	CA-50A	CA-50B	CA-60B
k_{s2}	0,046	0,023	0,023	0,019

VALORES DE $k'_s = 1/\sigma'_s$ PARA $\beta_x = \beta_{xlim}$

$\frac{d'}{h}$	AÇO			
	CA-25	CA-50A	CA-50B	CA-60B
0,05	0,046	0,023	0,025	0,021
0,10	0,046	0,023	0,026	0,023
0,15	0,046	0,023	0,027	0,025
0,20	0,046	0,023	0,031	0,032
0,25	0,046	0,029	0,049	0,057

Elaborada por LIBÂNIO M. PINHEIRO

Unidades kN e cm

$$\gamma_s = 1,15$$

k_{clim} = valor de k_c correspondente a $\beta_x = \beta_{x34} = \beta_{xlim}$

k_s = valor dado na Tabela 1.1, correspondente a $\beta_x = \beta_{xlim}$

TABELA 1.3a

TABELA 1.3a													
ÁREA DA SEÇÃO DE ARMADURA A_s (cm ²)													
LARGURA MÍNIMA PARA UMA CAMADA DE BARRAS b_w (cm)													
BITOLA		MASSA LINEAR (kg/m)	A_s (cm ²)	NÚMERO DE BARRAS OU FIOS									
NOMINAL (mm)	APROX. (POL.)			e b_w (cm)	1	2	3	4	5	6	7	8	9
3,2	1/8	0,063	A_s	0,08	0,16	0,24	0,32	0,40	0,48	0,56	0,64	0,72	0,80
4	5/32	0,10	A_s	0,13	0,25	0,38	0,50	0,63	0,75	0,88	1,00	1,13	1,25
5	3/16	0,16	A_s	0,20	0,40	0,60	0,80	1,00	1,20	1,40	1,60	1,80	2,00
			b_w Br.1	-	8	10	13	16	19	21	24	27	30
			Br.2	-	8	12	15	19	22	26	29	33	36
6,3	1/4	0,25	A_s	0,32	0,63	0,95	1,26	1,58	1,89	2,21	2,52	2,84	3,15
			b_w Br.1	-	8	11	14	17	19	22	25	28	31
			Br.2	-	9	12	16	19	23	27	30	34	38
8	5/16	0,40	A_s	0,50	1,00	1,50	2,00	2,50	3,00	3,50	4,00	4,50	5,00
			b_w Br.1	-	8	11	14	17	20	24	27	30	33
			Br.2	-	9	13	16	20	24	28	32	35	39
10	3/8	0,63	A_s	0,80	1,60	2,40	3,20	4,00	4,80	5,60	6,40	7,20	8,00
			b_w Br.1	-	9	12	15	18	22	25	28	32	35
			Br.2	-	9	13	17	21	25	29	33	37	41
12,5	1/2	1,00	A_s	1,25	2,50	3,75	5,00	6,25	7,50	8,75	10,00	11,25	12,50
			b_w Br.1	-	9	13	16	20	23	27	30	34	37
			Br.2	-	10	14	18	23	27	31	35	40	44
16	5/8	1,60	A_s	2,00	4,00	6,00	8,00	10,00	12,00	14,00	16,00	18,00	20,00
			b_w Br.1	-	10	14	18	21	25	29	33	37	41
			Br.2	-	10	15	20	24	29	33	38	43	47
20	3/4	2,50	A_s	3,15	6,30	9,45	12,60	15,75	18,90	22,05	25,20	28,35	31,50
			b_w Br.1	-	11	15	19	23	28	32	36	41	45
			Br.2	-	11	16	21	26	31	26	41	46	51
22,2	7/8	3,06	A_s	3,88	7,76	11,64	15,52	19,40	23,28	27,16	31,04	34,92	38,80
			b_w Br.1	-	11	15	20	24	29	34	38	42	47
			Br.2	-	12	17	22	27	33	38	43	48	53
25	1	4,00	A_s	5,00	10,00	15,00	20,00	25,00	30,00	35,00	40,00	45,00	50,00
			b_w Br.1	-	12	17	22	27	32	37	42	47	52
			Br.2	-	12	18	23	29	34	40	45	51	56
32	1 1/4	6,30	A_s	8,00	16,00	24,00	32,00	40,00	48,00	56,00	64,00	72,00	80,00
			b_w Br.1	-	14	20	27	33	39	46	52	59	65
			Br.2	-	14	20	27	33	39	46	52	59	65
40	1 1/2	10,00	A_s	12,50	25,00	37,50	50,00	62,50	75,00	87,50	100,0	112,5	125,0
			b_w Br.1	-	16	24	32	40	48	56	64	72	80
			Br.2	-	16	24	32	40	48	56	64	72	80

Elaborada por LIBÂNIO M. PINHEIRO e RAPHAEL VON ZUBEN FILHO

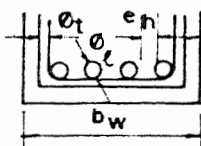
 A_s dado pela NBR 7480 (exceto ϕ 22,2) e b_w conf. o item 6.3.2.2 da NBR 6118Br.1 = Brita 1 ($d_{max} = 19\text{mm}$) Br.2 = Brita 2 ($d_{max} = 25\text{mm}$)Valores adotados: $\phi_t = 6,3\text{mm}$ e $c = 1,5\text{cm}$ Para $c = 2,0$ (2,5) cm, somar 1 (2) cm aos valores de b_w

TABELA 1.3b

ÁREA DA SEÇÃO DE ARMADURA A_s (cm^2)

Bitola Nominal (mm)	Massa Linear ($\frac{\text{kg}}{\text{m}}$)	NÚMERO DE FIOS									
		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
3,4	0,071	0,09	0,18	0,27	0,36	0,45	0,54	0,64	0,73	0,82	0,91
4,2	0,109	0,14	0,28	0,42	0,55	0,69	0,83	0,97	1,11	1,25	1,39
4,6	0,130	0,17	0,33	0,50	0,66	0,83	1,00	1,16	1,33	1,50	1,66
6,0	0,222	0,28	0,57	0,85	1,13	1,41	1,70	1,98	2,26	2,54	2,83
6,4	0,253	0,32	0,64	0,97	1,29	1,61	1,93	2,25	2,57	2,90	3,22
7,0	0,302	0,38	0,77	1,15	1,54	1,92	2,31	2,69	3,08	3,46	3,85

Elaborada por LIBÂNIO MIRANDA PINHEIRO

Aço CA-60 - Bitolas não especificadas pela NBR 7480

Massa específica do aço: $7,85 \text{ kg/dm}^3$ Consultar fornecedor sobre a disponibilidade destas bitolas;
algumas podem apresentar superfície lisa, outras ranhurada.

$$\phi_{\text{max}} = \frac{h}{10} = 3 \text{ mm}$$

TABELA 1.4a

ÁREA DA SEÇÃO DE ARMADURA POR METRO DE LARGURA a_s (cm ² /m)								
espaçamento (cm)	BITOLA NOMINAL (mm)							espaçamento (cm)
	3,2	4	5	6,3	8	10	12,5	
5	1,60	2,50	4,00	6,30	10,00	16,00	25,00	5
5,5	1,45	2,27	3,64	5,73	9,09	14,55	22,73	5,5
6	1,33	2,08	3,33	5,25	8,33	13,33	20,83	6
6,5	1,23	1,92	3,08	4,85	7,69	12,31	19,23	6,5
7	1,14	1,79	2,86	4,50	7,14	11,43	17,86	7
7,5	1,07	1,67	2,67	4,20	6,67	10,67	16,67	7,5
8	1,00	1,56	2,50	3,94	6,25	10,00	15,63	8
8,5	0,94	1,47	2,35	3,71	5,88	9,41	14,71	8,5
9	0,89	1,39	2,22	3,50	5,56	8,89	13,89	9
9,5	0,84	1,32	2,11	3,32	5,26	8,42	13,16	9,5
10	0,80	1,25	2,00	3,15	5,00	8,00	12,50	10
11	0,73	1,14	1,82	2,86	4,55	7,27	11,36	11
12	0,67	1,04	1,67	2,62	4,17	6,67	10,42	12
12,5	0,64	1,00	1,60	2,52	4,00	6,40	10,00	12,5
13	0,62	0,96	1,54	2,42	3,85	6,15	9,62	13
14	0,57	0,89	1,43	2,25	3,57	5,71	8,93	14
15	0,53	0,83	1,33	2,10	3,33	5,33	8,33	15
16	0,50	0,78	1,25	1,97	3,13	5,00	7,81	16
17	0,47	0,74	1,18	1,85	2,94	4,71	7,35	17
17,5	0,46	0,71	1,14	1,80	2,86	4,57	7,14	17,5
18	0,44	0,69	1,11	1,75	2,78	4,44	6,94	18
19	0,42	0,66	1,05	1,66	2,63	4,21	6,58	19
20	0,40	0,63	1,00	1,58	2,50	4,00	6,25	20
22	0,36	0,57	0,91	1,43	2,27	3,64	5,68	22
24	0,33	0,52	0,83	1,31	2,08	3,33	5,21	24
25	0,32	0,50	0,80	1,26	2,00	3,20	5,00	25
26	0,31	0,48	0,77	1,21	1,92	3,08	4,81	26
28	0,29	0,45	0,71	1,12	1,79	2,86	4,46	28
30	0,27	0,42	0,67	1,05	1,67	2,67	4,17	30
33	0,24	0,38	0,61	0,95	1,52	2,42	3,79	33

Elaborada por LIBÂNIO MIRANDA PINHEIRO

Bitolas especificadas pela NBR 7480

T A B E L A 1.4b

ÁREA DA SEÇÃO DE ARMADURA POR METRO DE LARGURA a_s (cm^2/m)

espaça- mento (cm)	BITOLA NOMINAL (mm)						espaça- mento (cm)
	3,4	4,2	4,6	6	6,4	7	
5	1,82	2,77	3,32	5,65	6,43	7,70	5
5,5	1,65	2,52	3,02	5,14	5,85	7,00	5,5
6	1,51	2,31	2,77	4,71	5,36	6,41	6
6,5	1,40	2,13	2,56	4,35	4,95	5,92	6,5
7	1,30	1,98	2,37	4,04	4,60	5,50	7
7,5	1,21	1,85	2,22	3,77	4,29	5,13	7,5
8	1,13	1,73	2,08	3,53	4,02	4,81	8
8,5	1,07	1,63	1,96	3,33	3,78	4,53	8,5
9	1,01	1,54	1,85	3,14	3,57	4,28	9
9,5	0,96	1,46	1,75	2,98	3,39	4,05	9,5
10	0,91	1,39	1,66	2,83	3,22	3,85	10
11	0,83	1,26	1,51	2,57	2,92	3,50	11
12	0,76	1,15	1,38	2,36	2,68	3,21	12
12,5	0,73	1,11	1,33	2,26	2,57	3,08	12,5
13	0,70	1,07	1,28	2,17	2,47	2,96	13
14	0,65	0,99	1,19	2,02	2,30	2,75	14
15	0,61	0,92	1,11	1,88	2,14	2,57	15
16	0,57	0,87	1,04	1,77	2,01	2,41	16
17	0,53	0,81	0,98	1,66	1,89	2,26	17
17,5	0,52	0,79	0,95	1,61	1,84	2,20	17,5
18	0,50	0,77	0,92	1,57	1,79	2,14	18
19	0,48	0,73	0,87	1,49	1,69	2,03	19
20	0,45	0,69	0,83	1,41	1,61	1,92	20
22	0,41	0,63	0,76	1,29	1,46	1,75	22
24	0,38	0,58	0,69	1,18	1,34	1,60	24
25	0,36	0,55	0,66	1,13	1,29	1,54	25
26	0,35	0,53	0,64	1,09	1,24	1,48	26
28	0,32	0,49	0,59	1,01	1,15	1,37	28
30	0,30	0,46	0,55	0,94	1,07	1,28	30
33	0,28	0,42	0,50	0,86	0,97	1,17	33

Elaborada por LIBÂNIO MIRANDA PINHEIRO

Aço CA-60 - Bitolas não especificadas pela NBR 7480

Consultar fornecedor sobre a disponibilidade destas bitolas

TABELA 1.5a																
COMPRIMENTO DE ANCORAGEM (cm) PARA $A_{se} = A_{scal}$ CA-50																
CONCRETO	C-9		C-12		C-13,5		C-15		C-18		C-21		C-24		C-27	
ϕ	SEM	COM	SEM	COM	SEM	COM	SEM	COM	SEM	COM	SEM	COM	SEM	COM	SEM	COM
5	56	51	47	42	43	38	40	35	36	31	32	27	29	24	27	22
	38	33	31	26	29	24	27	22	24	19	21	16	20	15	18	13
6,3	71	65	59	53	54	48	51	45	45	39	40	34	37	31	34	28
	47	41	39	33	36	30	34	28	30	24	27	21	25	19	23	17
8	90	82	75	67	69	61	64	54	57	49	51	43	47	39	43	35
	60	52	50	42	46	38	43	35	38	30	34	26	31	23	29	21
10	113	103	93	83	86	76	80	70	71	61	64	54	59	49	54	44
	75	65	62	52	57	47	54	44	47	37	43	33	39	29	36	26
12,5	141	129	116	104	108	96	100	87	89	76	80	68	73	61	68	56
	94	82	78	66	72	60	67	54	59	43	53	41	49	37	45	33
16	181	165	149	133	138	122	128	112	114	98	103	87	94	78	87	71
	120	104	99	83	92	76	86	70	76	60	68	52	63	47	58	42
20	226	206	186	166	172	152	161	141	142	122	128	108	117	97	109	89
	151	131	124	104	115	95	107	87	95	75	86	66	78	58	72	52
22,2	251	229	207	185	191	169	178	156	158	136	142	120	130	108	120	98
	167	145	138	116	128	106	119	97	105	83	95	73	87	65	80	58
25	282	257	233	208	215	190	201	176	178	153	160	135	147	122	136	111
	188	163	155	130	144	119	134	109	119	94	107	82	98	73	90	66
32	361	329	298	266	276	244	257	225	228	196	205	173	188	156	174	142
	241	209	199	167	184	152	171	139	152	120	137	105	125	93	116	84
40	452	412	373	333	345	305	321	281	284	244	257	217	235	195	217	177
	301	261	249	209	230	190	214	174	190	150	171	131	157	117	145	105

Elaborada por LIBÂNIO MIRANDA PINHEIRO e RAPHAEL VON ZUBEN Fº
De acordo com os itens 4.1.6.2B e 5.3.1.2c da NBR 6118
Nº sup.: MÁ ADERÊNCIA; Nº inf.: BOA ADERÊNCIA (ver tab. 1.6)
SEM e COM gancho $\eta_b = 1,5$ $\gamma_c = 1,4$ $\gamma_s = 1,15$
Consultar fornecedor sobre as bitolas disponíveis

TABELA 1.5b

COMPRIMENTO DE ANCORAGEM (cm) PARA $A_{se} = A_{sca\ell}$ CA-60 (LISO)

CONCRETO	C-9		C-12		C-13,5		C-15		C-18		C-21		C-24		C-27	
	SEM	COM	SEM	COM	SEM	COM	SEM	COM	SEM	COM	SEM	COM	SEM	COM	SEM	COM
3,2	87	84	75	72	71	68	67	64	61	58	57	54	53	50	50	47
	58	55	50	47	47	44	45	42	41	38	38	35	35	32	33	30
3,4	92	89	80	77	75	72	71	67	65	62	60	57	56	53	53	50
	61	58	53	50	50	47	48	45	43	40	40	37	38	35	35	32
4	100	105	94	90	89	85	84	80	77	73	71	67	66	62	63	59
	72	68	63	59	59	55	56	52	51	47	47	43	44	40	42	38
4,2	114	110	99	95	93	89	88	84	81	77	75	71	70	66	66	62
	76	72	66	62	62	58	59	55	54	50	50	46	46	42	44	40
4,6	125	120	108	103	102	97	97	92	88	83	82	77	76	71	72	67
	83	78	72	67	68	63	64	59	59	54	54	49	51	46	48	43
5	136	131	117	112	111	106	105	100	96	91	89	84	83	78	78	73
	90	85	78	73	74	69	70	65	64	59	59	54	55	50	52	47
6	163	157	141	135	133	127	126	120	115	109	106	100	100	94	94	88
	108	102	94	88	89	83	84	78	77	71	71	65	66	60	63	57
6,3	171	165	148	142	140	134	132	126	121	115	112	106	105	99	99	93
	114	108	99	93	93	87	88	82	81	75	75	69	70	64	66	60
7	190	183	164	157	155	148	147	140	134	127	124	117	116	109	110	103
	127	120	110	103	103	96	98	91	89	82	83	76	77	70	73	66
8	217	209	188	180	177	169	168	160	153	145	142	134	133	125	125	117
	145	137	125	117	118	110	112	104	102	94	95	87	89	81	83	75
10	271	261	235	225	221	211	210	200	192	182	178	168	166	156	157	147
	181	171	157	147	148	138	140	130	128	118	118	108	111	101	104	94

Elaborada por LIBÂNIO MIRANDA PINHEIRO e RAPHAEL VON -ZUBEN Fº

De acordo com os itens 4.1.6.2B e 5.3.1.2c da NBR 6118

Nº sup.: MÁ ADERÊNCIA; Nº inf.: BOA ADERÊNCIA (ver tab. 1.6)

SEM e COM gancho $\eta_b = 1,0$ $\gamma_c = 1,4$ $\gamma_s = 1,15$

Consultar fornecedor sobre as bitolas disponíveis

TABELA 1.5c																
COMPRIMENTO DE ANCORAGEM (cm) PARA $A_{se} = A_{scal}$ CA-60 (RANHURADO)																
CONCRETO	C-9		C-12		C-13,5		C-15		C-18		C-21		C-24		C-27	
c	SEM	COM	SEM	COM	SEM	COM	SEM	COM	SEM	COM	SEM	COM	SEM	COM	SEM	COM
3,2	62	59	52	49	49	46	46	43	41	38	37	34	34	31	32	29
	41	38	35	32	32	29	30	27	27	24	25	22	23	20	21	18
3,4	66	63	55	52	52	49	49	46	43	40	40	37	37	34	34	31
	44	41	37	34	34	31	32	29	29	26	26	23	24	21	23	20
4	77	73	65	61	61	57	57	53	51	47	47	43	43	39	40	36
	52	48	44	40	41	37	38	34	34	30	31	27	29	25	27	23
4,2	81	77	68	64	64	60	60	56	54	50	49	45	45	41	42	38
	54	50	46	42	43	39	40	36	36	32	33	29	30	26	28	24
4,6	89	84	75	70	70	65	66	61	59	54	54	49	50	45	46	41
	59	54	50	45	47	42	44	39	39	34	36	31	33	28	31	26
5	97	92	82	77	76	71	71	66	64	59	58	53	54	49	50	45
	65	60	54	49	51	46	48	43	43	38	39	34	36	31	33	28
6	116	110	98	92	91	85	86	80	77	71	70	64	65	59	60	54
	77	71	65	59	61	65	57	51	51	45	47	41	43	37	40	34
6,3	122	116	103	97	96	90	90	84	81	75	73	67	68	62	63	57
	81	75	69	63	64	58	60	54	54	48	49	43	45	39	42	36
7	136	129	114	107	106	99	100	93	90	83	82	75	75	68	70	63
	90	83	76	69	71	64	67	60	60	53	54	47	50	43	47	40
8	155	147	131	123	122	114	114	106	102	94	93	85	86	78	80	72
	103	95	87	79	81	73	76	68	68	60	62	54	57	49	53	45
10	194	184	163	153	152	142	143	133	128	118	117	107	108	98	100	90
	129	119	109	99	101	91	95	85	85	75	78	68	72	62	67	57

Elaborada por LIBÂNIO MIRANDA PINHEIRO e RAPHAEL VON ZUBEN Fº
De acordo com os itens 4.1.6.2B e 5.3.1.2c da NBR 6118
Nº sup.: MÁ ADERÊNCIA; Nº inf.: BOA ADERÊNCIA (ver tab. 1.6)
SEM e COM gancho $\eta_b = 1,2$ $\gamma_c = 1,4$ $\gamma_s = 1,15$
Consultar fornecedor sobre as bitolas disponíveis

TABELA 1.5d

COMPRIMENTO DE ANCORAGEM (cm) PARA $A_{se} = A_{scal}$ CA-25

CONCRETO	C-9		C-12		C-13,5		C-15		C-18		C-21		C-24		C-27	
	SEM	COM	SEM	COM	SEM	COM	SEM	COM	SEM	COM	SEM	COM	SEM	COM	SEM	COM
5	56	49	49	42	46	39	44	37	40	33	37	30	35	28	33	26
	38	31	33	26	31	24	29	22	27	20	25	18	23	16	22	15
6,3	71	62	62	53	58	49	55	46	50	41	47	38	44	35	41	32
	47	38	41	32	39	30	37	28	34	25	31	22	29	20	27	18
8	90	78	78	66	74	62	70	58	64	52	59	47	55	43	52	40
	60	48	52	40	49	37	47	35	43	31	39	27	37	25	35	23
10	113	98	98	83	92	77	88	73	80	65	74	59	69	54	65	40
	75	60	65	50	62	47	58	43	53	38	49	34	46	31	44	29
12,5	141	122	122	103	115	96	109	90	100	81	92	73	86	67	82	63
	94	75	82	63	77	58	73	54	67	48	62	43	58	39	54	35
16	181	157	157	133	148	124	140	116	128	104	118	94	111	87	104	80
	121	97	104	80	98	74	93	69	85	61	79	55	74	50	70	46
20	226	196	196	166	185	155	175	145	160	130	148	118	138	108	130	100
	151	121	130	100	123	93	117	87	107	77	99	69	92	62	87	57
22,5	251	218	217	184	205	172	194	161	177	144	164	131	154	121	145	112
	167	134	145	112	137	104	130	97	118	85	110	77	102	69	97	64
25	282	245	245	208	231	194	219	182	200	163	185	148	173	136	163	126
	188	151	163	126	154	117	146	109	133	96	123	86	115	78	109	72
32	362	314	313	265	295	247	280	232	256	208	237	189	221	173	209	161
	241	193	209	161	197	149	187	139	170	122	158	110	148	100	139	91
40	452	392	391	331	369	309	350	290	320	260	296	236	277	217	261	201
	301	241	261	201	246	186	233	173	213	153	197	137	184	124	174	114

Elaborada por LIBÂNIO MIRANDA PINHEIRO e RAPHAEL VON ZUBEN Fº

De acordo com os itens 4.1.6.2B e 5.3.1.2c da NBR 6118

Nº sup.: MÁ ADERÊNCIA; Nº inf.: BOA ADERÊNCIA (ver tab. 1.6)

SEM e COM gancho $\eta_b = 1,0$ $\gamma_c = 1,4$ $\gamma_s = 1,15$

Consultar fornecedor sobre as bitolas disponíveis

TABELA 1.6

SITUAÇÕES DE BOA E DE MÁ ADERÊNCIA

<p>$\alpha \geq 45^\circ$</p>	<p>$h \leq 30$</p>
<p>$\alpha < 45^\circ$</p> <p>$h < 30$ $30 < h \leq 60$</p>	<p>$\alpha < 45^\circ$</p> <p>$h - 30 < 30$ $h \geq 60$</p>

(I) BOA ADERÊNCIA (II) MÁ ADERÊNCIA
 De acordo com o item 4.1.6 da NBR-6118
 Alturas em cm

COMPRIMENTO DE ANCORAGEM PARA $A_{se} > A_{scal}$

ESFORÇO	SEM GANCHO	COM GANCHO
TRAÇÃO	$l_{bl} \frac{A_{scal}}{A_{se}} > \begin{cases} l_{bl}/3 \\ 10\phi \\ 10cm \end{cases}$	$l_{bl} \frac{A_{scal}}{A_{se}} - \Delta l_b > \begin{cases} l_{bl}/3 \\ 10cm \end{cases}$
COMPRESSÃO	$l_{bl} \frac{A_{scal}}{A_{se}} > \begin{cases} 0,6l_{bl} \\ 10\phi \\ 15cm \end{cases}$	

l_{bl} é obtido nas tabelas 1.5 (sem gancho)

De acordo com o item 4.1.6.2B da NBR 6118

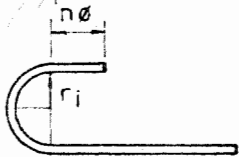
$\Delta l_b = 10\phi$ p/ CA-50; $\Delta l_b = 15\phi$ p/ CA-25 e CA-60 (liso ou ranhurado)

TABELA 1.7a

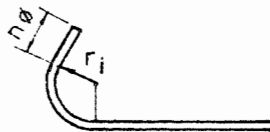
COMPRIMENTOS DE CANCHOS E DOBRAS (cm) CA-25 e CA-50

ϕ	ACRÉSCIMO DE COMPRIMENTO PARA DOIS CANCHOS ($l_2 - l_1$)								ACRÉSCIMO DE COMPR. P/UMA DOBRA (Nº DE PARTÍCULO)		ϕ
	ARMADURAS DE TRACÇÃO				ESTRIBOS				CA-25	CA-50	
	CA-25		CA-50		CA-25		CA-50				
	A	A	B	C	A	A	B	C	C		
3,2	4	5	5	6	6	6	5	7	3	4	3,2
4	5	6	6	7	7	7	6	9	4	5	4
5	7	8	8	9	9	9	7	11	5	6	5
6,3	9	10	10	12	11	11	9	13	7	8	6,3
8	11	13	12	15	14	14	12	17	9	10	8
10	14	16	15	18	18	18	14	21	11	12	10
12,5	17	20	19	23	25	27	21	28	13	15	12,5
16	22	25	24	29	32	35	27	36	17	19	16
20	32	45	38	40	44	57	42	48	21	24	20
22,2	35	49	43	45	49	63	47	54	24	27	22,2
25	40	56	48	50	55	71	53	60	27	30	25
32	51	71	61	64	70	90	68	77	34	39	32
40	63	89	77	81	87	113	85	97	43	48	40

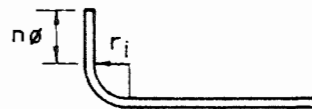
Elaborada por LIBÂNIO MIRANDA PINHEIRO - Item 6.3.4 da NBR 6118



TIPO A ($\psi=1$)



TIPO B ($\psi=0,75$)



TIPO C ($\psi=0,5$)

Arm. de tração $n=2$
 Estribos $n=5$
 Dobras -

$n=4$
 $n=5$
 -

$n=8$
 $n=10$
 $n=8$

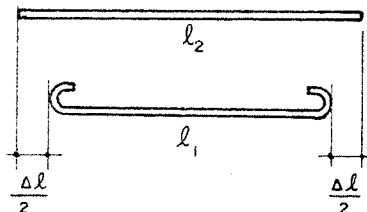
(Continua na tabela 1.7b)

TABELA 1.7b

COMPRIMENTO DE GANCHOS E DOBRAS (cm) CA - 60

ϕ	ACRÉSCIMO DE COMPRIMENTO PARA DOIS GANCHOS ($l_2 - l_1$)						ACRÉSCIMO DE COMPR. P/UNA DOBRA (NÓ DE PÓRTICO)	ϕ
	ARMADURAS DE TRACÇÃO			ESTRIBOS				
	A	B	C	A	B	C		
3,2	6	5	6	6	5	7	4	3,2
3,4	6	6	6	6	5	7	4	3,4
4	7	7	8	7	6	9	5	4
4,2	8	7	8	7	6	9	5	4,2
4,6	8	8	9	8	7	10	6	4,6
5	9	8	10	9	7	11	6	5
6	11	10	11	11	9	13	8	6
6,3	11	10	12	11	9	13	8	6,3
7	13	12	13	12	10	15	9	7
8	14	13	15	14	12	17	10	8
10	18	16	19	18	14	21	13	10
12,5	22	21	24	30	23	29	16	12,5

Elaborada por LIBÂNIO MIRANDA PINHEIRO - Item 6.3.4 da NBR 6118



$$\Delta l = l_2 - l_1$$

$$r_m = r_i + 0,5\phi$$

$$\Delta l = 2 (\Psi \pi r_m + n \phi - r_e) \quad r_e = r_i + \phi$$

Ψ e n indicados na tabela 1.7a

As barras lisas tracionadas com $\phi > 6,3$ deverão ter ganchos necessariamente.

Para as barras lisas os ganchos deverão ser tipo A.

As barras da armadura exclusivamente de compressão não deverão ter ganchos.

CAPÍTULO 2

L A J E S

Notação:

———— Borda apoiada

/////// Borda engastada

----- Borda livre

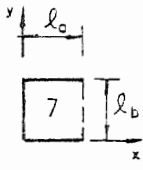
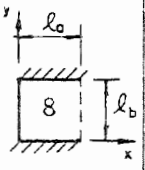
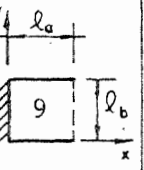
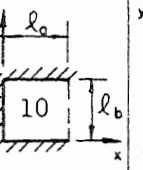
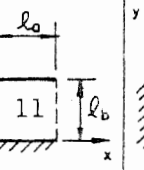
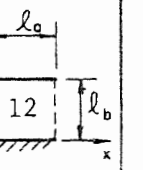
TABELA 2.1a

VALORES DE ψ_2 E ψ_3 DA NBR 6118

TIPO	1	2A	2B	3	4A	4B	5A	5B	6	TIPO
$\lambda = \ell_y / \ell_x$	ψ_2 PARA LAJES ARMADAS EM CRUZ									$\lambda = \ell_y / \ell_x$
1,00	1,50	1,70	1,70	1,80	1,90	1,90	2,00	2,00	2,20	1,00
1,05	1,48	1,67	1,68	1,78	1,86	1,89	1,97	1,98	2,17	1,05
1,10	1,46	1,64	1,67	1,76	1,83	1,88	1,94	1,97	2,15	1,10
1,15	1,44	1,61	1,65	1,74	1,79	1,87	1,91	1,95	2,12	1,15
1,20	1,42	1,58	1,64	1,72	1,76	1,86	1,88	1,94	2,10	1,20
1,25	1,40	1,55	1,62	1,70	1,72	1,85	1,85	1,92	2,07	1,25
1,30	1,38	1,52	1,61	1,68	1,69	1,84	1,82	1,91	2,05	1,30
1,35	1,36	1,49	1,59	1,66	1,65	1,83	1,79	1,89	2,02	1,35
1,40	1,34	1,46	1,58	1,64	1,62	1,82	1,76	1,88	2,00	1,40
1,45	1,32	1,43	1,56	1,62	1,58	1,81	1,73	1,86	1,97	1,45
1,50	1,30	1,40	1,55	1,60	1,55	1,80	1,70	1,85	1,95	1,50
1,55	1,28	1,37	1,53	1,58	1,51	1,79	1,67	1,83	1,92	1,55
1,60	1,26	1,34	1,52	1,56	1,48	1,78	1,64	1,82	1,90	1,60
1,65	1,24	1,31	1,50	1,54	1,44	1,77	1,61	1,80	1,87	1,65
1,70	1,22	1,28	1,49	1,52	1,41	1,76	1,58	1,79	1,85	1,70
1,75	1,20	1,25	1,47	1,50	1,37	1,75	1,55	1,77	1,82	1,75
1,80	1,18	1,22	1,46	1,48	1,34	1,74	1,52	1,76	1,80	1,80
1,85	1,16	1,19	1,44	1,46	1,30	1,73	1,49	1,74	1,77	1,85
1,90	1,14	1,16	1,43	1,44	1,27	1,72	1,46	1,73	1,75	1,90
1,95	1,12	1,13	1,41	1,42	1,23	1,71	1,43	1,71	1,72	1,95
$\geq 2,00$	1,10	1,10	1,40	1,40	1,20	1,70	1,40	1,70	1,70	$\geq 2,00$
ψ_3 PARA VIGAS E LAJES										
1,15 σ_{sd} (MPa)			VIGAS E LAJES NERVURADAS				LAJES MACIÇAS			
250			25				35			
320			22				33			
400			20				30			
500 \rightarrow caso			17				25			
600			15				20			
Extraída da NBR 6118, adaptada por L.M. PINHEIRO e P.R. WOLFENBERGER										
$d \geq \frac{\ell}{\psi_2 \psi_3}$ onde $\ell = \ell_x =$ menor vão										
σ_{sd} = tensão na armadura para solicitação de cálculo										

TABELA 2.1b

VALORES DE ψ_2 DA NBR 6118

TIPO							TIPO
$\gamma = l_a / l_b$	ψ_2 PARA LAJES ARMADAS EM CRUZ						$\gamma = l_a / l_b$
<0,5	-	-	0,50	0,50	-	0,50	<0,5
0,50	0,50	0,50	0,50	0,50	0,50	0,50	0,50
0,55	0,59	0,72	0,61	0,72	0,65	0,66	0,55
0,60	0,67	0,90	0,70	0,90	0,77	0,80	0,60
0,65	0,73	1,05	0,78	1,05	0,87	0,92	0,65
0,70	0,79	1,19	0,84	1,19	0,96	1,01	0,70
0,75	0,83	1,30	0,90	1,30	1,03	1,10	0,75
0,80	0,87	1,40	0,95	1,40	1,10	1,17	0,80
0,85	0,91	1,49	0,99	1,49	1,16	1,24	0,85
0,90	0,94	1,57	1,03	1,57	1,21	1,30	0,90
0,95	0,97	1,64	1,07	1,64	1,26	1,35	0,95
1,00	1,00	1,70	1,10	1,70	1,30	1,40	1,00
1,10	1,00	1,70	1,09	1,70	1,30	1,39	1,10
1,20	1,00	1,70	1,08	1,70	1,30	1,38	1,20
1,30	1,00	1,70	1,07	1,70	1,30	1,37	1,30
1,40	1,00	1,70	1,06	1,70	1,30	1,36	1,40
1,50	1,00	1,70	1,05	1,70	1,30	1,35	1,50
1,60	1,00	1,70	1,04	1,70	1,30	1,34	1,60
1,70	1,00	1,70	1,03	1,70	1,30	1,33	1,70
1,80	1,00	1,70	1,02	1,70	1,30	1,32	1,80
1,90	1,00	1,70	1,01	1,70	1,30	1,31	1,90
2,00	1,00	1,70	1,00	1,70	1,30	1,30	2,00
>2,0	1,00	1,70	1,00	1,70	1,20	1,20	>2,0

Extraída da NBR 6118, adaptada por L.M. PINHEIRO

$$d \geq \frac{l}{\psi_2 \psi_3} \quad \text{onde } l = \text{menor valor entre } l_a \text{ e } l_b$$

$$l_a = \text{vão perpendicular à borda livre}$$

$$\psi_3 \text{ é dado na Tabela 2.1a}$$

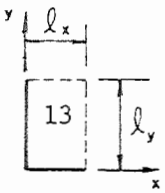
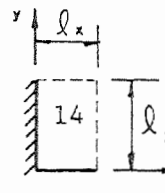
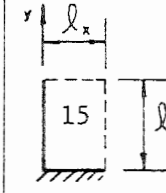
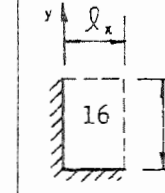

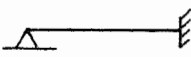
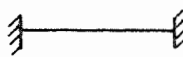
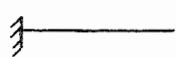
TABELA 2.1c					
VALORES DE ψ_2 DA NBR 6118					
TIPO					TIPO
$\lambda = l_y / l_x$	ψ_2 PARA LAJES ARMADAS EM CRUZ				$\lambda = l_y / l_x$
1,00	0,50	0,60	0,60	0,70	1,00
1,10	0,48	0,59	0,59	0,68	1,10
1,20	0,46	0,58	0,58	0,66	1,20
1,30	0,44	0,57	0,57	0,64	1,30
1,40	0,42	0,56	0,56	0,62	1,40
1,50	0,40	0,55	0,55	0,60	1,50
1,60	0,38	0,54	0,54	0,58	1,60
1,70	0,36	0,53	0,53	0,56	1,70
1,80	0,34	0,52	0,52	0,54	1,80
1,90	0,32	0,51	0,51	0,52	1,90
2,00	0,30	0,50	0,50	0,50	2,00
>2,0	-	0,50	-	0,50	>2,0
ψ_2 PARA VIGAS E LAJES ARMADAS NUMA SÓ DIREÇÃO					
					
1,0	1,2	1,7	0,5		
<p>Extraída da NBR 6118, adaptada por L.M. PINHEIRO</p> <p>$d \geq \frac{l}{\psi_2 \psi_3}$ onde $l = l_x =$ menor vão</p> <p>ψ_3 é dado na Tabela 2.1a</p>					

TABELA 2.2a

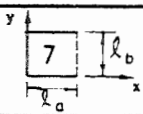
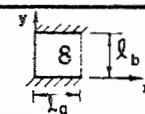
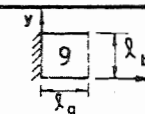
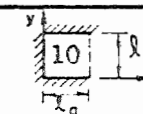
FLECHAS EM LAJES COM CARGA UNIFORME
VALORES DE α

TIPO $\lambda = \frac{l_y}{l_x}$	1	2A	2B	3	4A	4B	5A	5B	6	TIPO $\lambda = \frac{l_y}{l_x}$
1,00	4,76	3,26	3,26	2,46	2,25	2,25	1,84	1,84	1,49	1,00
1,05	5,26	3,68	3,48	2,72	2,60	2,35	2,08	1,96	1,63	1,05
1,10	5,74	4,11	3,70	2,96	2,97	2,45	2,31	2,08	1,77	1,10
1,15	6,20	4,55	3,89	3,18	3,35	2,53	2,54	2,18	1,90	1,15
1,20	6,64	5,00	4,09	3,40	3,74	2,61	2,77	2,28	2,02	1,20
1,25	7,08	5,44	4,26	3,61	4,14	2,68	3,00	2,37	2,14	1,25
1,30	7,49	5,88	4,43	3,80	4,56	2,74	3,22	2,46	2,24	1,30
1,35	7,90	6,32	4,58	3,99	5,01	2,77	3,42	2,53	2,34	1,35
1,40	8,29	6,74	4,73	4,15	5,41	2,80	3,62	2,61	2,41	1,40
1,45	8,67	7,15	4,87	4,31	5,83	2,85	3,80	2,67	2,49	1,45
1,50	9,03	7,55	5,01	4,46	6,25	2,89	3,98	2,73	2,56	1,50
1,55	9,39	7,95	5,09	4,61	6,66	2,91	4,14	2,78	2,62	1,55
1,60	9,71	8,32	5,18	4,73	7,06	2,92	4,30	2,82	2,68	1,60
1,65	10,04	8,68	5,22	4,86	7,46	2,92	4,45	2,83	2,73	1,65
1,70	10,34	9,03	5,26	4,97	7,84	2,93	4,59	2,84	2,77	1,70
1,75	10,62	9,36	5,36	5,06	8,21	2,93	4,71	2,86	2,81	1,75
1,80	10,91	9,69	5,46	5,16	8,58	2,94	4,84	2,88	2,85	1,80
1,85	11,16	10,00	5,53	5,25	8,93	2,94	4,96	2,90	2,88	1,85
1,90	11,41	10,29	5,60	5,33	9,25	2,95	5,07	2,92	2,90	1,90
1,95	11,65	10,58	5,68	5,41	9,58	2,95	5,17	2,94	2,93	1,95
2,00	11,89	10,87	5,76	5,49	9,90	2,96	5,28	2,96	2,96	2,00
∞	15,63	15,63	6,50	6,50	15,63	3,13	6,50	3,13	3,13	∞

Tabelas de Bares, adaptadas por LIBÂNIO M. PINHEIRO E RAPHAEL V. ZUBEN F9

$$a = \frac{\alpha}{100} \cdot \frac{p l_x^4}{E h^3}$$

p = carga uniforme l_x = menor vão l_y = maior vão
 E = módulo de deformação longitudinal h = espessura

TABELA 2.2b									
FLECHAS EM LAJES COM CARGA UNIFORME - VALORES DE α e α_B									
TIPO					TIPO				
$\gamma = l_a / l_b$	α	α_B	α	α_B	α	α_B	α	α_B	$\gamma = l_a / l_b$
<0,3	-	-	-	-	53,13	150,00	53,13	150,00	<0,3
0,30	215,71	412,59	134,64	231,63	41,98	110,02	37,64	97,00	0,30
0,35	163,97	309,59	95,26	164,37	37,48	96,70	31,65	78,05	0,35
0,40	122,22	206,59	55,88	97,11	32,98	83,37	25,65	59,09	0,40
0,45	88,76	160,99	41,73	71,35	29,06	71,61	20,89	46,71	0,45
0,50	65,29	115,39	27,58	45,59	25,14	59,85	16,13	34,33	0,50
0,55	52,96	92,40	21,35	34,38	22,12	51,42	13,22	27,07	0,55
0,60	40,63	69,40	15,11	23,16	19,09	42,98	10,31	19,81	0,60
0,65	33,58	56,48	12,07	18,03	16,80	37,00	8,53	15,96	0,65
0,70	26,52	43,56	9,03	12,89	14,50	31,01	6,74	12,11	0,70
0,75	22,14	35,64	7,41	10,31	12,79	26,67	5,63	9,82	0,75
0,80	17,75	27,71	5,78	7,73	11,08	22,33	4,52	7,53	0,80
0,85	15,23	23,54	4,82	6,32	9,78	19,25	3,84	6,19	0,85
0,90	12,71	19,37	3,86	4,90	8,47	16,16	3,15	4,84	0,90
0,95	10,92	16,48	3,26	4,08	7,49	13,96	2,71	4,04	0,95
1,00	9,13	13,58	2,66	3,25	6,50	11,76	2,26	3,24	1,00
1,05	9,46	13,85	2,71	3,26	6,91	12,19	2,34	3,26	1,05
1,10	9,79	14,11	2,76	3,28	7,32	12,60	2,42	3,27	1,10
1,15	10,12	14,38	2,81	3,29	7,72	13,01	2,49	3,29	1,15
1,20	10,45	14,64	2,86	3,30	8,13	13,46	2,57	3,30	1,20
1,25	10,69	14,77	2,88	3,31	8,46	13,72	2,61	3,31	1,25
1,30	10,93	14,91	2,90	3,31	8,80	13,97	2,64	3,31	1,30
1,35	11,18	15,04	2,93	3,32	9,13	14,23	2,68	3,32	1,35
1,40	11,42	15,17	2,95	3,33	9,46	14,48	2,71	3,33	1,40
1,45	11,66	15,31	2,97	3,33	9,80	14,74	2,75	3,33	1,45
1,50	11,90	15,44	2,99	3,34	10,13	14,99	2,78	3,34	1,50
1,55	12,04	15,50	3,00	3,34	10,35	15,09	2,79	3,34	1,55
1,60	12,18	15,55	3,00	3,34	10,57	15,19	2,80	3,34	1,60
1,65	12,31	15,61	3,01	3,35	10,79	15,29	2,81	3,35	1,65
1,70	12,45	15,66	3,01	3,35	11,01	15,39	2,82	3,35	1,70
1,75	12,59	15,72	3,02	3,35	12,23	15,50	2,83	3,35	1,75
1,80	12,73	15,78	3,02	3,35	11,44	15,60	2,84	3,35	1,80
1,85	12,87	15,83	3,03	3,35	11,66	15,70	2,85	3,35	1,85
1,90	13,00	15,89	3,03	3,36	11,88	15,80	2,86	3,36	1,90
1,95	13,14	15,94	3,04	3,36	12,10	15,90	2,87	3,36	1,95
2,00	13,28	16,00	3,04	3,36	12,32	16,00	2,88	3,36	2,00
∞	15,63	16,00	3,13	3,36	15,63	16,00	3,13	3,36	∞

Tabelas de BARES, adaptadas por LIBÂNIO M. PINHEIRO e RAPHAEL v. ZUBEN Fº

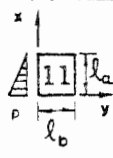
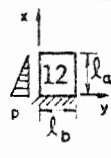
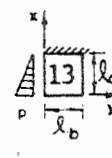
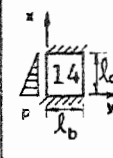

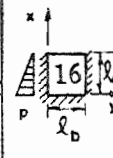
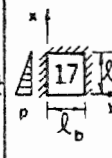
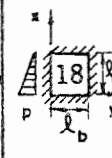
$a = \frac{\alpha p l^4}{100 E h^3}$ $p =$ carga uniforme $l =$ menor valor entre l_a e l_b

$E =$ módulo de deformação longitudinal $h =$ espessura

$\alpha =$ coef. centro da laje $\alpha_B =$ coef. centro da borda livre

TABELA 2.2c

FLECHAS EM LAJES COM CARGA TRIANGULAR - VALORES DE α

TIPO									TIPO
$\gamma = l_a / l_b$									$\gamma = l_a / l_b$
<0,5	7,82	2,87	3,66	1,57	7,82	2,87	3,66	1,57	<0,5
0,50	5,93	2,58	3,32	1,54	4,94	2,38	3,09	1,47	0,50
0,55	5,50	2,48	3,19	1,51	4,37	2,21	2,84	1,42	0,55
0,60	5,07	2,38	3,06	1,47	3,79	2,03	2,59	1,37	0,60
0,65	4,67	2,28	2,91	1,44	3,30	1,87	2,36	1,30	0,65
0,70	4,26	2,17	2,75	1,41	2,80	1,70	2,13	1,22	0,70
0,75	3,90	2,06	2,61	1,38	2,44	1,55	1,94	1,14	0,75
0,80	3,54	1,95	2,46	1,34	2,07	1,40	1,74	1,06	0,80
0,85	3,23	1,85	2,31	1,29	1,80	1,26	1,56	0,98	0,85
0,90	2,92	1,74	2,16	1,24	1,52	1,11	1,37	0,90	0,90
0,95	2,65	1,62	2,02	1,18	1,34	0,99	1,21	0,83	0,95
1,00	2,38	1,50	1,87	1,12	1,15	0,87	1,05	0,75	1,00
1,05	2,62	1,71	2,11	1,30	1,22	0,93	1,14	0,82	1,05
1,10	2,86	1,92	2,35	1,48	1,29	0,99	1,23	0,90	1,10
1,15	3,11	2,13	2,62	1,68	1,36	1,05	1,30	0,96	1,15
1,20	3,35	2,34	2,89	1,88	1,43	1,11	1,37	1,02	1,20
1,25	3,59	2,54	3,15	2,08	1,49	1,17	1,44	1,07	1,25
1,30	3,81	2,74	3,39	2,28	1,52	1,21	1,47	1,11	1,30
1,35	4,03	2,94	3,63	2,48	1,54	1,24	1,50	1,15	1,35
1,40	4,25	3,14	3,86	2,68	1,57	1,27	1,53	1,19	1,40
1,45	4,46	3,33	4,09	2,88	1,60	1,30	1,55	1,22	1,45
1,50	4,64	3,53	4,28	3,09	1,62	1,32	1,57	1,24	1,50
1,55	4,82	3,72	4,48	3,30	1,64	1,34	1,58	1,26	1,55
1,60	5,01	3,91	4,68	3,51	1,67	1,36	1,60	1,28	1,60
1,65	5,19	4,10	4,87	3,71	1,69	1,38	1,62	1,31	1,65
1,70	5,36	4,26	5,05	3,90	1,72	1,43	1,64	1,34	1,70
1,75	5,54	4,41	5,23	4,08	1,75	1,48	1,66	1,38	1,75
1,80	5,71	4,55	5,40	4,25	1,79	1,54	1,68	1,43	1,80
1,85	5,88	4,69	5,57	4,43	1,82	1,59	1,70	1,47	1,85
1,90	6,05	4,83	5,74	4,61	1,85	1,65	1,72	1,51	1,90
1,95	6,23	4,98	5,91	4,78	1,89	1,70	1,74	1,56	1,95
2,00	6,40	5,12	6,08	4,96	1,92	1,76	1,76	1,60	2,00

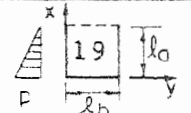
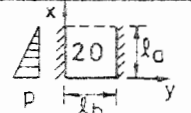
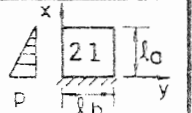
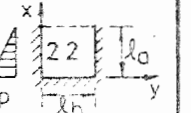
Tabelas de BARES, adaptadas por LIBÂNIO M. PINHEIRO e RAPHAEL v.ZUBEN Fº

$$a = \frac{\alpha}{100} \frac{p l^4}{E h^3}$$

p = carga máxima l = menor valor entre l_a e l_b

E = módulo de deformação longitudinal h = espessura

α = coeficiente relativo à flecha máxima

TABELA 2.2d									
FLECHAS EM LAJES COM CARGA TRIANGULAR - VALORES DE α E α_B									
TIPO									TIPO
	$\gamma = l_a / l_b$	α	α_B	α	α_B	α	α_B	α	
<0,3	-	-	-	-	15,31	40,00	15,31	40,00	<0,3
0,30	73,83	123,05	46,33	75,28	13,03	30,40	11,58	24,61	0,30
0,35	57,30	95,65	33,24	52,53	11,33	26,42	9,46	19,18	0,35
0,40	40,77	68,25	20,15	29,77	9,62	22,44	7,33	13,74	0,40
0,45	32,30	53,08	15,33	21,92	8,75	19,38	6,01	11,00	0,45
0,50	23,83	37,90	10,51	14,07	7,88	16,32	4,69	8,25	0,50
0,55	19,38	30,04	8,47	10,66	7,06	14,13	4,11	6,71	0,55
0,60	14,93	22,17	6,42	7,24	6,24	11,94	3,53	5,16	0,60
0,65	12,45	18,00	5,19	5,58	5,52	10,15	3,09	4,05	0,65
0,70	9,96	13,82	3,96	3,91	4,79	8,35	2,64	2,93	0,70
0,75	8,45	11,31	3,27	3,02	4,29	7,17	2,28	2,31	0,75
0,80	6,93	8,79	2,58	2,12	3,78	5,98	1,92	1,69	0,80
0,85	6,01	7,28	2,17	1,65	3,38	5,13	1,62	1,36	0,85
0,90	5,08	5,77	1,75	1,18	2,97	4,27	1,32	1,02	0,90
0,95	4,37	4,86	1,49	0,93	2,66	3,67	1,14	0,82	0,95
1,00	3,65	3,94	1,23	0,67	2,34	3,06	0,95	0,62	1,00
1,05	3,83	3,96	1,26	0,64	2,55	3,16	1,01	0,60	1,05
1,10	4,02	3,98	1,28	0,62	2,76	3,26	1,08	0,58	1,10
1,15	4,20	4,00	1,31	0,59	2,96	3,36	1,14	0,56	1,15
1,20	4,38	4,02	1,33	0,56	3,17	3,46	1,20	0,54	1,20
1,25	4,52	3,98	1,35	0,53	3,34	3,46	1,23	0,52	1,25
1,30	4,66	3,95	1,36	0,51	3,51	3,45	1,26	0,50	1,30
1,35	4,80	3,91	1,38	0,48	3,68	3,45	1,29	0,47	1,35
1,40	4,94	3,87	1,39	0,46	3,86	3,45	1,31	0,45	1,40
1,45	5,07	3,84	1,41	0,43	4,03	3,44	1,34	0,43	1,45
1,50	5,21	3,80	1,42	0,41	4,20	3,44	1,37	0,41	1,50
1,55	5,31	3,76	1,42	0,40	4,34	3,42	1,38	0,40	1,55
1,60	5,42	3,71	1,42	0,39	4,48	3,39	1,38	0,39	1,60
1,65	5,52	3,67	1,43	0,38	4,62	3,37	1,39	0,38	1,65
1,70	5,62	3,62	1,43	0,37	4,76	3,34	1,40	0,37	1,70
1,75	5,73	3,58	1,43	0,36	4,90	3,32	1,41	0,36	1,75
1,80	5,83	3,54	1,43	0,35	5,04	3,30	1,41	0,35	1,80
1,85	5,93	3,49	1,43	0,35	5,18	3,27	1,42	0,35	1,85
1,90	6,03	3,45	1,44	0,34	5,32	3,25	1,43	0,34	1,90
1,95	6,14	3,40	1,44	0,33	5,46	3,22	1,43	0,33	1,95
2,00	6,24	3,36	1,44	0,32	5,60	3,20	1,44	0,32	2,00

Tabelas de BARES, adaptadas por LIBÂNIO M. PINHEIRO e RAPHAEL v. ZUBEN FQ

$$a = \frac{\alpha p l^4}{100 E h^3}$$

p = carga máxima l = menor valor entre l_a e l_b
 E = módulo de deformação longitudinal h = espessura

α = coef. centro da laje α_B = coef. centro da borda livre

TABELA 2.3a

REAÇÕES DE APOIO EM LAJES COM CARGA UNIFORME

T I P O	λ	v_x (*)	v'_x	v_y (*)	v'_y
1	-	$5 - \frac{2,5}{\lambda}$	-	2,5	-
2A	<1,37	$2,5\lambda(\sqrt{3}-1)$	-	$\frac{5\lambda(\sqrt{3}-1) - 5\lambda^2(2-\sqrt{3})}{2,5\lambda\sqrt{3}-1,25\lambda^2(3-\sqrt{3})}$	$\frac{5\lambda(3-\sqrt{3}) - 5\lambda^2(2\sqrt{3}-3)}{2,5\lambda\sqrt{3}-1,25\lambda^2(3-\sqrt{3})}$
	>1,37	$5 - \frac{1,25}{\lambda}(\sqrt{3}+1)$	-	$\frac{2,5}{0,625(3+\sqrt{3})}$	$2,5\sqrt{3}$
2B	-	$\frac{5(\sqrt{3}-1) + \frac{5}{\lambda}(\sqrt{3}-2)}{2,5\sqrt{3} - \frac{1,25}{\lambda}(3-\sqrt{3})}$	$5(3-\sqrt{3}) - \frac{5}{\lambda}(2\sqrt{3}-3)$	$2,5(\sqrt{3}-1)$	-
3	-	$\frac{-5(2-\sqrt{3}) + 2,5\lambda(2-\sqrt{3})}{2,5\sqrt{3} - \frac{1,25}{\lambda}\sqrt{3}}$	$5(3-\sqrt{3}) - \frac{2,5}{\lambda}(3-\sqrt{3})$	$\frac{2,5(\sqrt{3}-1)}{1,25\sqrt{3}}$	$2,5(3-\sqrt{3})$
	-	-	-	-	-
4A	< $\sqrt{3}$	$\frac{5}{6}\lambda\sqrt{3}$	-	-	$5\lambda - \frac{5}{6}\lambda^2\sqrt{3}$
	> $\sqrt{3}$	$5 - \frac{2,5}{\lambda}\sqrt{3}$	-	-	$2,5\sqrt{3}$
4B	-	-	$5 - \frac{5}{6\lambda}\sqrt{3}$	$\frac{5}{6}\sqrt{3}$	-
5A	<1,27	$\frac{5}{6}\lambda\sqrt{3}$ $0,625\lambda(\sqrt{3}+1)$	$2,5\lambda$	-	$5\lambda - \frac{5}{12}\lambda^2(3+\sqrt{3})$
	>1,27	$\frac{5(\sqrt{3}-1) - \frac{5}{\lambda}(2\sqrt{3}-3)}{2,5\sqrt{3} - \frac{3,75}{\lambda}(\sqrt{3}-1)}$	$5(3-\sqrt{3}) - \frac{15}{\lambda}(2-\sqrt{3})$	-	$2,5(3-\sqrt{3})$
5B	-	-	$5 - \frac{5}{12\lambda}(3+\sqrt{3})$	$\frac{5}{6}\sqrt{3}$	$2,5$
	-	-	-	$1,25(\sqrt{3}+1)$	-
6	-	-	$5 - \frac{2,5}{\lambda}$	-	$2,5$

Elaborada por L.M. PINHEIRO e P.R. WOLFENBERGER: item 3.3.2.9 da NBR 6118

$v = v \frac{p\ell}{10}$ $p =$ carga uniforme $\ell = \ell_x =$ menor vão $\lambda = \frac{\ell_y}{\ell_x}$

(*) Expressões inferiores: consideram metade do alívio, prevendo a possibilidade de engastes parciais.

TABELA 2.3b

REAÇÕES DE APOIO EM LAJES COM CARGA UNIFORME

TIPO												TIPO	
	$\lambda = \frac{l_y}{l_x}$	v_x	v_y	v_x	v_y	v'_x	v_x	v'_x	v_y	v_x	v'_x		v_y
1,00	2,50	2,50	1,83	2,75	4,02	2,75	4,02	1,83	2,17	3,17	2,17	3,17	1,00
1,05	2,62	2,50	1,92	2,80	4,10	2,82	4,13	1,83	2,27	3,32	2,17	3,17	1,05
1,10	2,73	2,50	2,01	2,85	4,17	2,89	4,23	1,83	2,36	3,46	2,17	3,17	1,10
1,15	2,83	2,50	2,10	2,88	4,22	2,95	4,32	1,83	2,45	3,58	2,17	3,17	1,15
1,20	2,92	2,50	2,20	2,91	4,27	3,01	4,41	1,83	2,53	3,70	2,17	3,17	1,20
1,25	3,00	2,50	2,29	2,94	4,30	3,06	4,48	1,83	2,60	3,80	2,17	3,17	1,25
1,30	3,08	2,50	2,38	2,95	4,32	3,11	4,55	1,83	2,63	3,90	2,17	3,17	1,30
1,35	3,15	2,50	2,47	2,96	4,33	3,16	4,62	1,83	2,73	3,99	2,17	3,17	1,35
1,40	3,21	2,50	2,56	2,96	4,33	3,20	4,68	1,83	2,78	4,08	2,17	3,17	1,40
1,45	3,28	2,50	2,64	2,96	4,33	3,24	4,74	1,83	2,84	4,15	2,17	3,17	1,45
1,50	3,33	2,50	2,72	2,96	4,33	3,27	4,79	1,83	2,89	4,23	2,17	3,17	1,50
1,55	3,39	2,50	2,80	2,96	4,33	3,31	4,84	1,83	2,93	4,29	2,17	3,17	1,55
1,60	3,44	2,50	2,87	2,96	4,33	3,34	4,89	1,83	2,98	4,36	2,17	3,17	1,60
1,65	3,48	2,50	2,93	2,96	4,33	3,37	4,93	1,83	3,02	4,42	2,17	3,17	1,65
1,70	3,53	2,50	2,99	2,96	4,33	3,40	4,97	1,83	3,06	4,48	2,17	3,17	1,70
1,75	3,57	2,50	3,05	2,96	4,33	3,42	5,01	1,83	3,09	4,53	2,17	3,17	1,75
1,80	3,61	2,50	3,10	2,96	4,33	3,45	5,05	1,83	3,13	4,58	2,17	3,17	1,80
1,85	3,65	2,50	3,15	2,96	4,33	3,47	5,09	1,83	3,16	4,63	2,17	3,17	1,85
1,90	3,68	2,50	3,20	2,96	4,33	3,50	5,12	1,83	3,19	4,67	2,17	3,17	1,90
1,95	3,72	2,50	3,25	2,96	4,33	3,52	5,15	1,83	3,22	4,71	2,17	3,17	1,95
2,00	3,75	2,50	3,29	2,96	4,33	3,54	5,18	1,83	3,25	4,75	2,17	3,17	2,00
>2,0	5,00	2,50	5,00	2,96	4,33	4,38	6,25	1,83	4,38	6,25	2,17	3,17	>2,0

Tabela elaborada por Libânio M. Pinheiro e Paul R. Wolfensberger de acordo com o item 3.3.2.9 da NBR 6118.

$v = v \frac{p \ell}{10}$ onde p = carga uniforme e ℓ = menor vão

(*) os alívios foram considerados pela metade, prevendo a possibilidade de engastes parciais.

TABELA 2.3c

REAÇÕES DE APOIO EM LAJES COM CARGA UNIFORME

TIPO	4A		4B		5A			5B			6		TIPO
	v_x	v'_y	v'_x	v_y	$v_x^{(*)}$	v'_x	v'_y	v'_x	$v_y^{(*)}$	v'_y	v'_x	v'_y	
$\lambda = \frac{l_y}{l_x}$	v_x	v'_y	v'_x	v_y	$v_x^{(*)}$	v'_x	v'_y	v'_x	$v_y^{(*)}$	v'_y	v'_x	v'_y	$\lambda = \frac{l_y}{l_x}$
1,00	1,44	3,56	3,56	1,44	1,71	2,50	3,03	3,03	1,71	2,50	2,50	2,50	1,00
1,05	1,52	3,66	3,63	1,44	1,79	2,63	3,08	3,12	1,71	2,50	2,62	2,50	1,05
1,10	1,59	3,75	3,69	1,44	1,88	2,75	3,11	3,21	1,71	2,50	2,73	2,50	1,10
1,15	1,66	3,84	3,74	1,44	1,96	2,88	3,14	3,29	1,71	2,50	2,83	2,50	1,15
1,20	1,73	3,92	3,80	1,44	2,05	3,00	3,16	3,36	1,71	2,50	2,92	2,50	1,20
1,25	1,80	3,99	3,85	1,44	2,13	3,13	3,17	3,42	1,71	2,50	3,00	2,50	1,25
1,30	1,88	4,06	3,89	1,44	2,22	3,25	3,17	3,48	1,71	2,50	3,08	2,50	1,30
1,35	1,95	4,12	3,93	1,44	2,30	3,36	3,17	3,54	1,71	2,50	3,15	2,50	1,35
1,40	2,02	4,17	3,97	1,44	2,37	3,47	3,17	3,59	1,71	2,50	3,21	2,50	1,40
1,45	2,09	4,22	4,00	1,44	2,44	3,57	3,17	3,64	1,71	2,50	3,28	2,50	1,45
1,50	2,17	4,25	4,04	1,44	2,50	3,66	3,17	3,69	1,71	2,50	3,33	2,50	1,50
1,55	2,24	4,28	4,07	1,44	2,56	3,75	3,17	3,73	1,71	2,50	3,39	2,50	1,55
1,60	2,31	4,30	4,10	1,44	2,61	3,83	3,17	3,77	1,71	2,50	3,44	2,50	1,60
1,65	2,38	4,32	4,13	1,44	2,67	3,90	3,17	3,81	1,71	2,50	3,48	2,50	1,65
1,70	2,45	4,33	4,15	1,44	2,72	3,98	3,17	3,84	1,71	2,50	3,53	2,50	1,70
1,75	2,52	4,33	4,18	1,44	2,76	4,04	3,17	3,87	1,71	2,50	3,57	2,50	1,75
1,80	2,59	4,33	4,20	1,44	2,80	4,11	3,17	3,90	1,71	2,50	3,61	2,50	1,80
1,85	2,63	4,33	4,22	1,44	2,85	4,17	3,17	3,93	1,71	2,50	3,65	2,50	1,85
1,90	2,72	4,33	4,24	1,44	2,89	4,22	3,17	3,96	1,71	2,50	3,68	2,50	1,90
1,95	2,78	4,33	4,26	1,44	2,92	4,28	3,17	3,99	1,71	2,50	3,72	2,50	1,95
2,00	2,83	4,33	4,28	1,44	2,96	4,33	3,17	4,01	1,71	2,50	3,75	2,50	2,00
>2,0	5,00	4,33	5,00	1,44	4,38	6,25	3,17	5,00	1,71	2,50	5,00	2,50	>2,0

Tabela elaborada por Libânio M. Pinheiro e Paul R. Wolfensberger de acordo com o item 3.3.2.9 da NBR 6118.

$v = v \frac{p\ell}{10}$ onde p = carga uniforme e ℓ = menor vão

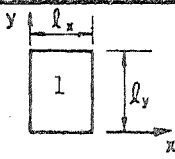
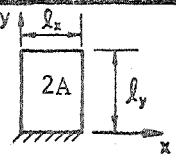
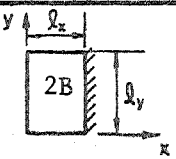
(*) os alívios foram considerados pela metade, prevendo a possibilidade de engastes parciais.

TABELA 2.4											
CISALHAMENTO EM LAJES SEM ARMADURA TRANSVERSAL											
VALORES DE ψ_4											
ρ_1 (%)	h (cm)										ρ_1 (%)
	≤15	20	25	30	35	40	45	50	55	≥ 60	
≤0,10	0,107	0,104	0,101	0,098	0,095	0,092	0,089	0,086	0,083	0,080	≤0,10
0,15	0,118	0,115	0,112	0,108	0,105	0,102	0,098	0,095	0,092	0,089	0,15
0,20	0,127	0,123	0,120	0,116	0,113	0,109	0,106	0,102	0,099	0,095	0,20
0,30	0,140	0,137	0,133	0,129	0,125	0,121	0,117	0,113	0,109	0,105	0,30
0,40	0,151	0,147	0,143	0,138	0,134	0,130	0,126	0,122	0,117	0,113	0,40
0,50	0,160	0,155	0,151	0,146	0,142	0,137	0,133	0,129	0,124	0,120	0,50
0,70	0,174	0,169	0,164	0,159	0,154	0,149	0,145	0,140	0,135	0,130	0,70
0,90	0,185	0,180	0,175	0,169	0,164	0,159	0,154	0,149	0,144	0,139	0,90
1,10	0,194	0,189	0,184	0,178	0,173	0,167	0,162	0,157	0,151	0,146	1,10
1,30	0,203	0,197	0,191	0,186	0,180	0,174	0,169	0,163	0,158	0,152	1,30
≥1,50	0,210	0,204	0,198	0,193	0,187	0,181	0,175	0,169	0,163	0,158	≥1,50
VALORES DE τ_{wul} PARA h ≤ 15cm											
ρ_1 (%)	CONCRETO								ρ_1 (%)		
	C-9	C-12	C-13,5	C-15	C-18	C-21	C-24	C-27			
≤0,10	0,320	0,370	0,392	0,413	0,453	0,489	0,523	0,554	≤0,10		
0,15	0,354	0,409	0,434	0,457	0,501	0,541	0,579	0,614	0,15		
0,20	0,381	0,440	0,466	0,491	0,538	0,582	0,622	0,659	0,20		
0,30	0,421	0,486	0,516	0,544	0,596	0,643	0,688	0,730	0,30		
0,40	0,453	0,523	0,554	0,584	0,640	0,692	0,739	0,784	0,40		
0,50	0,479	0,553	0,586	0,618	0,677	0,731	0,781	0,829	0,50		
0,70	0,521	0,601	0,638	0,672	0,737	0,796	0,850	0,902	0,70		
0,90	0,554	0,640	0,679	0,716	0,784	0,847	0,905	0,960	0,90		
1,10	0,583	0,673	0,714	0,753	0,824	0,890	0,952	1,010	1,10		
1,30	0,608	0,702	0,744	0,785	0,860	0,928	0,993	1,053	1,30		
≥ 1,50	0,630	0,727	0,772	0,813	0,891	0,962	1,029	1,091	≥ 1,50		
Elaborada de acordo com o item 5.3.1.2b da NBR 6118											
$\tau_{wul} = \psi_4 \sqrt{f_{ck}}$ (em MPa) ; $v_u = d \cdot \tau_{wul}$											
Para τ_{wul} em MPa , d em cm e v_u em kN/m, resulta: $v_u = 10 d \tau_{wul}$											
v_u = força cortante última por unidade de comprimento											

Esta tabela deverá ser modificada pelo anexo da NBR 6118; os valores aqui indicados, no caso de lajes com carga uniforme, ficarão a favor da segurança.

TABELA 2.5a

MOMENTOS EM LAJES COM CARGA UNIFORME

TIPO									TIPO
	$\lambda = \frac{l_y}{l_x}$	μ_x	μ_y	μ_x	μ_y	μ_y'	μ_x	μ_x'	
1,00	4,23	4,23	2,91	3,54	8,40	3,54	8,40	2,91	1,00
1,05	4,62	4,25	3,26	3,64	8,79	3,77	8,79	2,84	1,05
1,10	5,00	4,27	3,61	3,74	9,18	3,99	9,17	2,76	1,10
1,15	5,38	4,25	3,98	3,80	9,53	4,19	9,49	2,68	1,15
1,20	5,75	4,22	4,35	3,86	9,88	4,38	9,80	2,59	1,20
1,25	6,10	4,17	4,72	3,89	10,16	4,55	10,06	2,51	1,25
1,30	6,44	4,12	5,09	3,92	10,41	4,71	10,32	2,42	1,30
1,35	6,77	4,06	5,44	3,93	10,64	4,86	10,54	2,34	1,35
1,40	7,10	4,00	5,79	3,94	10,86	5,00	10,75	2,25	1,40
1,45	7,41	3,95	6,12	3,91	11,05	5,12	10,92	2,19	1,45
1,50	7,72	3,89	6,45	3,88	11,23	5,24	11,09	2,12	1,50
1,55	7,99	3,82	6,76	3,85	11,39	5,34	11,23	2,04	1,55
1,60	8,26	3,74	7,07	3,81	11,55	5,44	11,36	1,95	1,60
1,65	8,50	3,66	7,28	3,78	11,67	5,53	11,48	1,87	1,65
1,70	8,74	3,58	7,49	3,74	11,79	5,61	11,60	1,79	1,70
1,75	8,95	3,53	7,53	3,69	11,88	5,68	11,72	1,74	1,75
1,80	9,16	3,47	7,56	3,63	11,96	5,75	11,84	1,68	1,80
1,85	9,35	3,38	8,10	3,58	12,05	5,81	11,94	1,64	1,85
1,90	9,54	3,29	8,63	3,53	12,14	5,86	12,03	1,59	1,90
1,95	9,73	3,23	8,86	3,45	12,17	5,90	12,08	1,54	1,95
2,00	9,91	3,16	9,08	3,36	12,20	5,94	12,13	1,48	2,00
>2,0	12,50	3,16	12,50	3,36	12,20	7,03	12,50	1,48	>2,0

Extraída de BARES (1972), adaptada por L.M. PINHEIRO e P.R. WOLFENSBERGER

$$m = \mu \frac{p l^2}{100}$$

p = carga uniforme

$l = l_x$ = menor vão

TABELA 2.5b											
MOMENTOS EM LAJES COM CARGA UNIFORME											
TIPO											TIPO
$\lambda = \frac{l_y}{l_x}$	μ_x	(*) μ'_x	μ_y	(*) μ'_y	μ_x	μ_y	μ'_y	μ_x	μ'_x	μ_y	$\lambda = \frac{l_y}{l_x}$
1,00	2,69	6,99	2,69	6,99	2,01	3,09	6,99	3,09	6,99	2,01	1,00
1,05	2,94	7,43	2,68	7,18	2,32	3,23	7,43	3,22	7,20	1,92	1,05
1,10	3,19	7,87	2,67	7,36	2,63	3,36	7,87	3,35	7,41	1,83	1,10
1,15	3,42	8,28	2,65	7,50	2,93	3,46	8,26	3,46	7,56	1,73	1,15
1,20	3,65	8,69	2,62	7,63	3,22	3,56	8,65	3,57	7,70	1,63	1,20
1,25	3,86	9,03	2,56	7,72	3,63	3,64	9,03	3,66	7,82	1,56	1,25
1,30	4,06	9,37	2,50	7,81	3,99	3,72	9,33	3,74	7,93	1,49	1,30
1,35	4,24	9,65	2,45	7,88	4,34	3,77	9,69	3,80	8,02	1,41	1,35
1,40	4,42	9,93	2,39	7,94	4,69	3,82	10,00	3,86	8,11	1,33	1,40
1,45	4,58	10,17	2,32	8,00	5,03	3,86	10,25	3,91	8,13	1,26	1,45
1,50	4,73	10,41	2,25	8,06	5,37	3,90	10,49	3,96	8,15	1,19	1,50
1,55	4,86	10,62	2,16	8,09	5,70	3,90	10,70	4,00	8,20	1,14	1,55
1,60	4,99	10,82	2,07	8,12	6,03	3,89	10,91	4,04	8,25	1,08	1,60
1,65	5,10	10,99	1,99	8,14	6,35	3,85	11,08	4,07	8,28	1,03	1,65
1,70	5,21	11,16	1,91	8,15	6,67	3,81	11,24	4,10	8,30	0,98	1,70
1,75	5,31	11,30	1,85	8,16	6,97	3,79	11,39	4,12	8,31	0,95	1,75
1,80	5,40	11,43	1,78	8,17	7,27	3,76	11,53	4,14	8,32	0,91	1,80
1,85	5,48	11,55	1,72	8,17	7,55	3,72	11,65	4,15	8,33	0,87	1,85
1,90	5,56	11,67	1,66	8,18	7,82	3,67	11,77	4,16	8,33	0,83	1,90
1,95	5,63	11,78	1,63	8,19	8,09	3,60	11,83	4,16	8,33	0,80	1,95
2,00	5,70	11,89	1,60	8,20	8,35	3,52	11,88	4,17	8,33	0,76	2,00
>2,0	7,03	12,50	1,60	8,20	12,50	3,52	11,88	4,17	8,33	0,76	>2,0

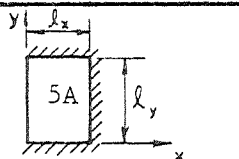
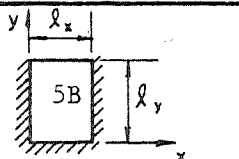
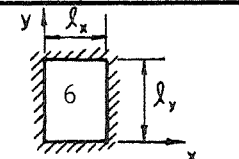
Extraída de BARES (1972), adaptada por L.M. PINHEIRO e P.R. WOLFENSBERGER

$m = \mu \frac{pl^2}{100}$ $p =$ carga uniforme $l = l_x =$ menor vão

(*) Valores máximos; não se encontram necessariamente no meio

TABELA 2.5c

MOMENTOS EM LAJES COM CARGA UNIFORME

TIPO													TIPO
	$\lambda = \frac{l_y}{l_x}$	μ_x	μ'_x	μ_y	(*) μ'_y	μ_x	μ'_x	μ_y	μ'_y	μ_x	μ'_x	μ_y	
1,00	2,02	5,46	2,52	6,17	2,52	6,17	2,02	5,46	2,02	5,15	2,02	5,15	1,00
1,05	2,27	5,98	2,56	6,46	2,70	6,47	1,97	5,56	2,22	5,50	2,00	5,29	1,05
1,10	2,52	6,50	2,60	6,75	2,87	6,76	1,91	5,65	2,42	5,85	1,98	5,43	1,10
1,15	2,76	7,11	2,63	6,97	3,02	6,99	1,84	5,70	2,65	6,14	1,94	5,51	1,15
1,20	3,00	7,72	2,65	7,19	3,16	7,22	1,77	5,75	2,87	6,43	1,89	5,59	1,20
1,25	3,23	8,31	2,64	7,36	3,28	7,40	1,70	5,75	2,97	6,67	1,83	5,64	1,25
1,30	3,45	8,89	2,61	7,51	3,40	7,57	1,62	5,76	3,06	6,90	1,77	5,68	1,30
1,35	3,66	9,47	2,57	7,63	3,50	7,70	1,55	5,75	3,19	7,09	1,71	5,69	1,35
1,40	3,86	10,05	2,53	7,74	3,59	7,82	1,47	5,74	3,32	7,28	1,65	5,70	1,40
1,45	4,05	10,63	2,48	7,83	3,67	7,91	1,41	5,73	3,43	7,43	1,57	5,71	1,45
1,50	4,23	11,21	2,43	7,91	3,74	8,00	1,35	5,72	3,53	7,57	1,49	5,72	1,50
1,55	4,39	11,79	2,39	7,98	3,80	8,07	1,29	5,69	3,61	7,68	1,43	5,72	1,55
1,60	4,55	12,37	2,34	8,02	3,86	8,14	1,23	5,66	3,69	7,79	1,36	5,72	1,60
1,65	4,70	12,95	2,28	8,03	3,91	8,20	1,18	5,62	3,76	7,88	1,29	5,72	1,65
1,70	4,84	13,53	2,22	8,10	3,95	8,25	1,13	5,58	3,83	7,97	1,21	5,72	1,70
1,75	4,97	14,11	2,15	8,13	3,99	8,30	1,07	5,56	3,88	8,05	1,17	5,72	1,75
1,80	5,10	14,69	2,08	8,17	4,02	8,34	1,00	5,54	3,92	8,12	1,13	5,72	1,80
1,85	5,20	15,27	2,02	8,16	4,05	8,38	0,97	5,55	3,96	8,18	1,07	5,72	1,85
1,90	5,30	15,85	1,96	8,14	4,08	8,42	0,94	5,56	3,99	8,24	1,01	5,72	1,90
1,95	5,40	16,43	1,88	8,13	4,10	8,45	0,91	5,60	4,02	8,29	0,99	5,72	1,95
2,00	5,50	17,01	1,80	8,12	4,12	8,47	0,88	5,64	4,05	8,33	0,96	5,72	2,00
>2,0	7,03	12,50	1,80	8,12	4,17	8,33	0,86	5,64	4,17	8,33	0,96	5,72	>2,0

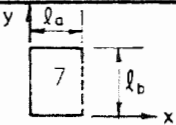
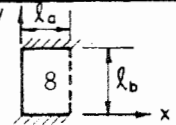
Extraída de BARES (1972), adaptada por L.M. PINHEIRO e P.R. WOLFENBERGER

$$m = \mu \frac{p l^2}{100}$$

p = carga uniforme

$l = l_x =$ menor vão

(*) Valores máximos; não se encontram necessariamente no meio

TABELA 2.5d									
MOMENTOS EM LAJES COM CARGA UNIFORME									
TIPO							TIPO		
$\gamma = \frac{l_a}{l_b}$	μ_x	μ_y	μ_{yb}	μ_x	μ_y	μ_{yb}	μ'_y	μ'_{yb}	$\gamma = \frac{l_a}{l_b}$
0,30	11,33	15,89	28,44	10,44	14,22	25,55	41,89	77,00	0,30
0,35	10,63	15,60	27,19	8,85	12,86	22,37	35,69	62,94	0,35
0,40	9,94	15,31	25,94	7,25	11,50	19,19	29,50	48,88	0,40
0,45	9,13	14,48	24,47	6,22	10,39	16,82	25,89	41,36	0,45
0,50	8,32	13,64	23,00	5,20	9,28	14,44	22,28	33,84	0,50
0,55	7,58	12,95	21,56	4,57	8,35	12,82	19,64	28,76	0,55
0,60	6,83	12,25	20,11	3,94	7,42	11,19	17,00	23,67	0,60
0,65	6,21	11,59	18,71	3,46	6,76	9,94	15,26	20,55	0,65
0,70	5,59	10,92	17,31	2,98	6,10	8,69	13,51	17,43	0,70
0,75	5,09	10,24	15,86	2,61	5,54	7,77	12,28	15,38	0,75
0,80	4,59	9,55	14,41	2,23	4,98	6,84	11,05	13,33	0,80
0,85	4,16	9,09	13,61	1,96	4,65	6,15	10,12	11,91	0,85
0,90	3,73	8,63	12,80	1,68	4,31	5,46	9,19	10,49	0,90
0,95	3,39	8,14	11,94	1,47	3,97	4,96	8,45	9,49	0,95
1,00	3,05	7,64	11,08	1,26	3,62	4,45	7,71	8,48	1,00
1,05	3,05	7,94	11,31	1,23	3,68	4,45	7,80	8,48	1,05
1,10	3,06	8,24	11,55	1,19	3,74	4,46	7,88	8,47	1,10
1,15	3,06	8,53	11,78	1,16	3,80	4,47	7,97	8,46	1,15
1,20	3,07	8,83	12,01	1,12	3,86	4,47	8,05	8,46	1,20
1,25	3,03	9,01	12,12	1,09	3,90	4,47	8,09	8,46	1,25
1,30	3,00	9,19	12,22	1,06	3,93	4,47	8,13	8,46	1,30
1,35	2,97	9,38	12,33	1,03	3,97	4,48	8,17	8,46	1,35
1,40	2,94	9,56	12,43	0,99	4,01	4,48	8,20	8,45	1,40
1,45	2,91	9,74	12,54	0,96	4,05	4,49	8,24	8,45	1,45
1,50	2,88	9,92	12,64	0,92	4,08	4,49	8,28	8,45	1,50
1,55	2,84	10,04	12,69	0,90	4,09	4,49	8,29	8,45	1,55
1,60	2,81	10,16	12,74	0,88	4,10	4,49	8,29	8,45	1,60
1,65	2,77	10,29	12,80	0,86	4,11	4,49	8,30	8,45	1,65
1,70	2,74	10,41	12,85	0,84	4,12	4,49	8,30	8,45	1,70
1,75	2,70	10,53	12,90	0,82	4,13	4,50	8,31	8,45	1,75
1,80	2,66	10,65	12,95	0,80	4,13	4,50	8,31	8,45	1,80
1,85	2,63	10,77	13,00	0,78	4,14	4,50	8,32	8,45	1,85
1,90	2,59	10,90	13,06	0,76	4,15	4,50	8,32	8,45	1,90
1,95	2,56	11,02	13,11	0,74	4,16	4,50	8,33	8,45	1,95
2,00	2,52	11,14	13,16	0,72	4,17	4,50	8,33	8,45	2,00
>2,0	2,52	12,50	13,16	0,72	4,17	4,50	8,33	8,45	>2,0

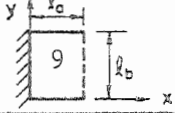
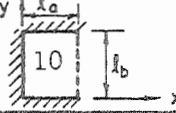
Extraída de BARES (1972), adaptada por L.M. PINHEIRO e P.R. WOLFENSBERGER

$m = \mu \frac{p l^2}{100}$ $p =$ carga uniforme $l =$ menor valor entre l_a e l_b

$m_b =$ momento ao longo da borda livre

TABELA 2.5e

MOMENTOS EM LAJES COM CARGA UNIFORME

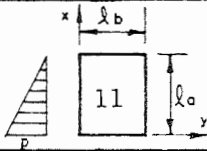
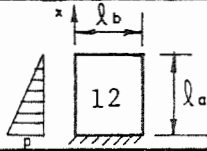
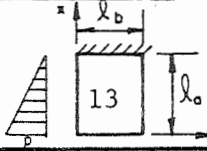
TIPO									TIPO		
	$\gamma = \frac{l_a}{l_b}$	μ_x	μ'_x	μ_y	μ_{yb}	μ_x	μ'_x	μ_y		μ_{yb}	μ'_y
<0,3	-12,50	50,00	0,78	6,22	-12,50	50,00	2,11	8,67	14,56	37,00	<0,3
0,30	-7,33	43,08	0,78	6,22	-4,89	38,33	2,11	8,67	14,56	37,00	0,30
0,35	-5,17	39,98	1,89	7,89	-2,57	33,08	3,18	9,74	14,84	35,53	0,35
0,40	-3,00	36,87	3,00	9,56	-0,25	27,83	4,25	10,81	15,13	34,06	0,40
0,45	-1,78	33,89	3,62	10,54	0,54	23,94	4,53	10,77	14,26	31,21	0,45
0,50	-0,56	30,91	4,24	11,52	1,32	20,04	4,80	10,72	13,40	28,36	0,50
0,55	0,25	28,02	4,62	11,82	1,62	17,40	4,86	9,99	12,48	25,26	0,55
0,60	1,06	25,13	5,00	12,11	1,92	14,76	4,92	9,25	11,56	22,17	0,60
0,65	1,47	22,90	5,25	12,12	1,91	12,91	4,68	8,55	10,81	19,63	0,65
0,70	1,88	20,66	5,49	12,12	1,90	11,06	4,43	7,84	10,06	17,08	0,70
0,75	2,06	18,84	5,61	11,81	1,82	9,86	4,14	7,15	9,42	15,17	0,75
0,80	2,23	17,02	5,72	11,50	1,73	8,65	3,86	6,45	8,77	13,25	0,80
0,85	2,26	15,59	5,66	11,05	1,64	7,78	3,59	5,86	8,19	11,87	0,85
0,90	2,28	14,16	5,60	10,59	1,54	6,91	3,33	5,26	7,60	10,49	0,90
0,95	2,25	12,99	5,48	10,07	1,40	6,25	3,11	4,81	7,12	9,50	0,95
1,00	2,21	11,82	5,36	9,55	1,25	5,59	2,88	4,35	6,64	8,51	1,00
1,05	2,33	11,91	5,72	9,91	1,25	5,59	2,98	4,37	6,82	8,50	1,05
1,10	2,45	12,00	6,08	10,27	1,24	5,58	3,08	4,39	6,99	8,50	1,10
1,15	2,57	12,08	6,44	10,62	1,24	5,58	3,18	4,41	7,17	8,49	1,15
1,20	2,69	12,17	6,80	10,98	1,24	5,57	3,27	4,43	7,34	8,48	1,20
1,25	2,67	12,20	7,09	11,20	1,20	5,57	3,34	4,44	7,44	8,48	1,25
1,30	2,64	12,22	7,37	11,42	1,17	5,57	3,41	4,45	7,54	8,47	1,30
1,35	2,62	12,25	7,55	11,64	1,14	5,57	3,49	4,46	7,64	8,47	1,35
1,40	2,59	12,28	7,93	11,85	1,11	5,58	3,56	4,47	7,73	8,47	1,40
1,45	2,57	12,31	8,22	12,07	1,09	5,58	3,63	4,48	7,83	8,46	1,45
1,50	2,54	12,33	8,50	12,29	1,06	5,58	3,70	4,49	7,93	8,46	1,50
1,55	2,56	12,35	8,68	12,37	1,04	5,58	3,74	4,49	7,97	8,46	1,55
1,60	2,58	12,36	8,86	12,45	1,01	5,58	3,77	4,49	8,00	8,46	1,60
1,65	2,59	12,38	9,04	12,53	0,99	5,57	3,81	4,49	8,04	8,46	1,65
1,70	2,61	12,39	9,22	12,61	0,97	5,57	3,84	4,49	8,08	8,46	1,70
1,75	2,63	12,41	9,41	12,68	0,95	5,57	3,88	4,50	8,12	8,46	1,75
1,80	2,65	12,42	9,59	12,76	0,93	5,57	3,92	4,50	8,15	8,45	1,80
1,85	2,67	12,44	9,76	12,84	0,91	5,57	3,95	4,50	8,19	8,45	1,85
1,90	2,68	12,45	9,94	12,92	0,88	5,56	3,99	4,50	8,23	8,45	1,90
1,95	2,70	12,47	10,13	13,00	0,86	5,56	4,02	4,50	8,26	8,45	1,95
2,00	2,72	12,48	10,31	13,08	0,84	5,56	4,06	4,50	8,30	8,45	2,00
>2,0	2,72	12,48	12,50	13,08	0,84	5,56	4,17	4,50	8,33	8,45	>2,0

Extraída de BARES (1972), adaptada por L.M. PINHEIRO e P.R. WOLFENBERGER

$$m = \mu \frac{p \cdot l^2}{100} \quad p = \text{carga uniforme} \quad l = \text{menor valor entre } l_a \text{ e } l_b$$

m_b = momento ao longo da borda livre

97-5-101-xa

TABELA 2.6a									
MOMENTOS EM LAJES COM CARGA TRIANGULAR									
TIPO									TIPO
$\gamma = \frac{l_a}{l_b}$	$\mu_x^{(*)}$	$\mu_y^{(*)}$	$\mu_x^{(*)}$	μ_x'	$\mu_y^{(*)}$	$\mu_x^{(*)}$	μ_x'	$\mu_y^{(*)}$	$\gamma = \frac{l_a}{l_b}$
<0,5	6,41	1,60	2,98	6,67	0,92	4,23	5,83	1,28	<0,5
0,50	5,14	1,60	2,81	6,53	0,92	3,94	5,60	1,28	0,50
0,55	4,83	1,72	2,73	6,41	0,99	3,80	5,46	1,31	0,55
0,60	4,52	1,83	2,65	6,29	1,06	3,66	5,31	1,33	0,60
0,65	4,21	1,92	2,54	6,13	1,12	3,49	5,11	1,39	0,65
0,70	3,90	2,00	2,43	5,97	1,16	3,32	4,90	1,45	0,70
0,75	3,63	2,05	2,31	5,79	1,21	3,15	4,68	1,50	0,75
0,80	3,35	2,09	2,19	5,61	1,23	2,98	4,46	1,55	0,80
0,85	3,11	2,12	2,07	5,42	1,26	2,83	4,24	1,59	0,85
0,90	2,86	2,14	1,94	5,23	1,28	2,67	4,02	1,63	0,90
0,95	2,64	2,13	1,83	5,09	1,31	2,52	3,77	1,67	0,95
1,00	2,41	2,12	1,72	4,95	1,34	2,36	3,52	1,70	1,00
1,05	2,47	2,32	1,78	5,20	1,51	2,44	3,64	1,92	1,05
1,10	2,53	2,51	1,84	5,44	1,68	2,53	3,75	2,13	1,10
1,15	2,58	2,71	1,90	5,68	1,87	2,60	3,86	2,34	1,15
1,20	2,64	2,90	1,96	5,92	2,05	2,68	3,96	2,55	1,20
1,25	2,66	3,10	2,00	6,13	2,23	2,73	4,02	2,76	1,25
1,30	2,70	3,28	2,06	6,37	2,40	2,79	4,07	2,96	1,30
1,35	2,73	3,46	2,10	6,59	2,58	2,83	4,09	3,17	1,35
1,40	2,76	3,64	2,14	6,80	2,75	2,86	4,12	3,37	1,40
1,45	2,79	3,81	2,17	7,00	2,92	2,89	4,14	3,56	1,45
1,50	2,81	3,97	2,21	7,20	3,08	2,93	4,16	3,74	1,50
1,55	2,84	4,12	2,23	7,38	3,24	2,95	4,17	3,92	1,55
1,60	2,87	4,27	2,25	7,55	3,39	2,97	4,17	4,09	1,60
1,65	2,85	4,43	2,25	7,66	3,56	2,95	4,12	4,27	1,65
1,70	2,83	4,59	2,25	7,76	3,72	2,94	4,08	4,46	1,70
1,75	2,84	4,72	2,27	7,92	3,85	2,96	4,06	4,60	1,75
1,80	2,85	4,85	2,30	8,07	3,98	2,98	4,05	4,74	1,80
1,85	2,84	4,98	2,33	8,18	4,11	2,97	4,01	4,89	1,85
1,90	2,84	5,11	2,35	8,29	4,23	2,96	3,97	5,03	1,90
1,95	2,80	5,24	2,34	8,34	4,36	2,92	3,87	5,18	1,95
2,00	2,78	5,36	2,32	8,40	4,48	2,88	3,76	5,32	2,00

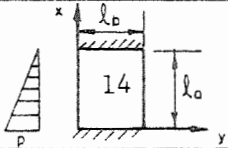
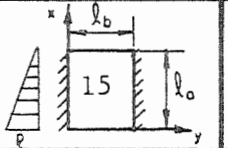
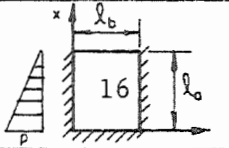
Extraída de BARES (1972), adaptada por L.M. PINHEIRO e P.R. WOLFENSBERGER

$m = \mu \frac{p l^2}{100}$ $p =$ carga máxima $l =$ menor valor entre l_a e l_b

(*) Valores máximos; não se encontram necessariamente no meio.

TABELA 2.6b

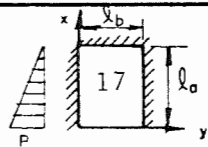
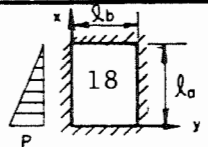
MOMENTOS EM LAJES COM CARGA TRIANGULAR

TIPO													TIPO
	$\gamma = \frac{l_a}{l_b}$	(*) μ_x	μ'_{xi}	μ'_{xs}	(*) μ_y	(*) μ_x	(*) μ_y	(*) μ'_y	(*) μ_x	μ'_x	(*) μ_y	(*) μ'_y	
<0,5	2,15	5,00	3,33	0,68	6,41	1,80	6,12	2,98	6,67	0,96	3,60	<0,5	
0,50	2,13	5,12	3,36	0,68	4,42	1,80	6,12	2,59	6,14	0,96	3,60	0,50	
0,55	2,11	5,09	3,35	0,73	3,97	1,87	5,87	2,43	5,90	0,93	3,59	0,55	
0,60	2,08	5,06	3,33	0,78	3,52	1,94	5,61	2,27	5,65	0,89	3,58	0,60	
0,65	2,04	5,00	3,29	0,83	3,15	1,96	5,42	2,10	5,35	1,03	3,53	0,65	
0,70	1,99	4,93	3,24	0,88	2,78	1,98	5,22	1,92	5,05	1,16	3,47	0,70	
0,75	1,93	4,83	3,17	0,92	2,52	1,94	4,99	1,75	4,75	1,21	3,38	0,75	
0,80	1,87	4,72	3,09	0,95	2,26	1,89	4,75	1,57	4,45	1,25	3,28	0,80	
0,85	1,81	4,64	3,00	0,97	2,08	1,83	4,49	1,45	4,17	1,24	3,17	0,85	
0,90	1,74	4,56	2,90	0,99	1,86	1,77	4,23	1,33	3,89	1,23	3,06	0,90	
0,95	1,67	4,44	2,79	1,00	1,69	1,69	3,99	1,22	3,65	1,21	2,96	0,95	
1,00	1,60	4,32	2,67	1,01	1,51	1,62	3,75	1,11	3,40	1,19	2,85	1,00	
1,05	1,70	4,64	2,81	1,18	1,52	1,72	3,89	1,13	3,50	1,29	3,03	1,05	
1,10	1,79	4,96	2,94	1,34	1,54	1,81	4,02	1,15	3,60	1,38	3,20	1,10	
1,15	1,87	5,23	3,03	1,51	1,55	1,89	4,14	1,15	3,69	1,47	3,36	1,15	
1,20	1,94	5,50	3,15	1,67	1,56	1,97	4,26	1,16	3,78	1,54	3,51	1,20	
1,25	2,02	5,75	3,23	1,84	1,53	2,04	4,38	1,16	3,84	1,61	3,66	1,25	
1,30	2,06	6,05	3,31	2,02	1,52	2,10	4,46	1,17	3,94	1,67	3,78	1,30	
1,35	2,11	6,33	3,35	2,21	1,50	2,17	4,57	1,18	3,99	1,73	3,92	1,35	
1,40	2,15	6,61	3,39	2,39	1,47	2,23	4,67	1,19	4,05	1,79	4,05	1,40	
1,45	2,18	6,82	3,45	2,56	1,46	2,28	4,75	1,20	4,11	1,84	4,16	1,45	
1,50	2,21	7,04	3,51	2,72	1,44	2,32	4,82	1,21	4,18	1,90	4,27	1,50	
1,55	2,22	7,21	3,56	2,88	1,42	2,36	4,94	1,22	4,22	1,96	4,36	1,55	
1,60	2,23	7,37	3,61	3,03	1,41	2,40	5,06	1,23	4,27	2,02	4,46	1,60	
1,65	2,22	7,49	3,63	3,20	1,37	2,44	5,15	1,23	4,30	2,08	4,55	1,65	
1,70	2,22	7,60	3,64	3,37	1,33	2,47	5,23	1,23	4,33	2,13	4,63	1,70	
1,75	2,24	7,77	3,68	3,51	1,31	2,49	5,32	1,25	4,38	2,18	4,69	1,75	
1,80	2,27	7,94	3,73	3,66	1,30	2,51	5,41	1,26	4,44	2,23	4,75	1,80	
1,85	2,29	8,08	3,74	3,81	1,26	2,53	5,49	1,26	4,48	2,28	4,81	1,85	
1,90	2,31	8,23	3,75	3,95	1,23	2,54	5,57	1,26	4,51	2,33	4,86	1,90	
1,95	2,30	8,32	3,74	4,10	1,17	2,56	5,65	1,25	4,50	2,38	4,92	1,95	
2,00	2,28	8,40	3,72	4,24	1,12	2,58	5,72	1,24	4,48	2,43	4,98	2,00	

Extraída de BARES (1972), adaptada por L.M. PINHEIRO e P.R. WOLFENBERGER.

$m = \mu \frac{pl^2}{100}$ p = carga máxima l = menor vão i = inferior s = superior

(*) Valores máximos; não se encontram necessariamente no meio.

TABELA 2.6c										
MOMENTOS EM LAJES COM CARGA TRIANGULAR										
TIPO									TIPO	
$\gamma = \frac{l_a}{l_b}$	(*) μ_x	μ'_x	(*) μ_y	(*) μ'_y	(*) μ_x	μ'_{xi}	μ'_{xs}	(*) μ_y	(*) μ'_y	$\gamma = \frac{l_a}{l_b}$
<0,5	4,23	5,83	1,16	4,64	2,15	5,00	3,33	0,80	2,92	<0,5
0,50	3,62	5,12	1,16	4,64	2,07	4,94	3,23	0,80	2,92	0,50
0,55	3,38	4,83	1,23	4,61	1,99	4,84	3,16	0,79	2,95	0,55
0,60	3,13	4,53	1,31	4,58	1,91	4,74	3,08	0,78	2,97	0,60
0,65	2,90	4,18	1,39	4,53	1,81	4,59	2,93	0,80	2,98	0,65
0,70	2,67	3,82	1,47	4,47	1,70	4,44	2,78	0,82	2,98	0,70
0,75	2,47	3,48	1,52	4,33	1,62	4,26	2,62	0,87	2,94	0,75
0,80	2,27	3,13	1,56	4,19	1,53	4,08	2,45	0,92	2,91	0,80
0,85	2,08	2,84	1,55	4,02	1,44	3,89	2,28	0,97	2,89	0,85
0,90	1,88	2,55	1,54	3,85	1,34	3,70	2,11	1,01	2,86	0,90
0,95	1,72	2,30	1,52	3,73	1,24	3,50	1,94	1,02	2,78	0,95
1,00	1,55	2,05	1,49	3,61	1,14	3,30	1,76	1,03	2,70	1,00
1,05	1,58	1,99	1,60	3,75	1,17	3,43	1,75	1,14	2,90	1,05
1,10	1,60	1,93	1,71	3,89	1,20	3,56	1,75	1,25	3,09	1,10
1,15	1,60	1,90	1,80	4,03	1,21	3,66	1,73	1,34	3,26	1,15
1,20	1,59	1,86	1,89	4,18	1,22	3,76	1,73	1,42	3,43	1,20
1,25	1,56	1,80	1,98	4,32	1,20	3,83	1,69	1,51	3,59	1,25
1,30	1,57	1,76	2,05	4,46	1,22	3,92	1,67	1,58	3,74	1,30
1,35	1,56	1,69	2,12	4,61	1,21	3,98	1,63	1,66	3,90	1,35
1,40	1,55	1,63	2,19	4,75	1,20	4,04	1,59	1,74	4,05	1,40
1,45	1,55	1,58	2,25	4,87	1,21	4,11	1,56	1,81	4,17	1,45
1,50	1,55	1,54	2,30	4,98	1,22	4,18	1,53	1,88	4,28	1,50
1,55	1,55	1,49	2,35	5,08	1,22	4,22	1,49	1,95	4,38	1,55
1,60	1,55	1,43	2,40	5,18	1,23	4,27	1,45	2,01	4,48	1,60
1,65	1,54	1,38	2,44	5,28	1,23	4,30	1,40	2,07	4,56	1,65
1,70	1,53	1,33	2,49	5,38	1,23	4,33	1,35	2,13	4,65	1,70
1,75	1,53	1,31	2,51	5,47	1,25	4,38	1,33	2,17	4,71	1,75
1,80	1,52	1,30	2,53	5,55	1,26	4,44	1,30	2,21	4,77	1,80
1,85	1,48	1,26	2,56	5,64	1,26	4,48	1,26	2,25	4,83	1,85
1,90	1,44	1,23	2,58	5,73	1,26	4,51	1,23	2,29	4,88	1,90
1,95	1,40	1,17	2,61	5,82	1,25	4,50	1,15	2,33	4,94	1,95
2,00	1,36	1,12	2,63	5,91	1,24	4,48	1,08	2,37	5,00	2,00

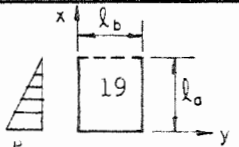
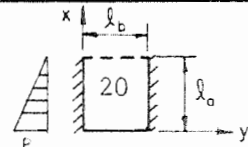
Extraída de BARES (1972), adaptada por L.M. PINHEIRO e P.R. WOLFENSBERGER.

$m = \mu \frac{p l^2}{100}$ p = carga máxima l = menor vão i = inferior s = superior

(*) Valores máximos; não se encontram necessariamente no meio.

TABELA 2.6d

MOMENTOS EM LAJES COM CARGA TRIANGULAR

TIPO									TIPO
	$\gamma = \frac{l_a}{l_b}$	μ_x	μ_y	μ_{yb}	μ_x	μ_y	μ_{yb}	μ'_y	
0,30	5,78	5,78	9,56	5,89	5,00	8,11	15,33	23,56	0,30
0,35	5,49	5,67	9,09	5,32	4,66	7,15	13,48	18,87	0,35
0,40	5,19	5,56	8,63	4,75	4,31	6,19	11,63	14,19	0,40
0,45	4,80	5,30	8,11	4,16	3,96	5,39	10,35	11,65	0,45
0,50	4,40	5,04	7,60	3,56	3,60	4,60	9,08	9,12	0,50
0,55	4,05	4,97	7,05	3,09	3,33	3,95	8,16	7,37	0,55
0,60	3,69	4,89	6,50	2,61	3,06	3,31	7,28	5,61	0,60
0,65	3,39	4,54	6,02	2,28	2,82	2,86	6,64	4,62	0,65
0,70	3,08	4,18	5,53	1,94	2,59	2,41	6,00	3,63	0,70
0,75	2,83	4,01	5,09	1,72	2,41	2,09	5,52	3,03	0,75
0,80	2,58	3,83	4,64	1,50	2,22	1,77	5,03	2,42	0,80
0,85	2,36	3,63	4,25	1,31	2,07	1,54	4,64	2,03	0,85
0,90	2,13	3,43	3,86	1,12	1,91	1,31	4,25	1,63	0,90
0,95	1,95	3,27	3,57	1,00	1,79	1,14	3,95	1,38	0,95
1,00	1,76	3,10	3,27	0,87	1,67	0,96	3,65	1,13	1,00
1,05	1,77	3,25	3,29	0,84	1,72	0,93	3,72	1,08	1,05
1,10	1,77	3,40	3,31	0,82	1,77	0,90	3,79	1,03	1,10
1,15	1,78	3,55	3,32	0,79	1,82	0,86	3,86	0,97	1,15
1,20	1,79	3,70	3,34	0,76	1,87	0,83	3,93	0,92	1,20
1,25	1,77	3,82	3,31	0,74	1,90	0,80	3,97	0,88	1,25
1,30	1,75	3,93	3,27	0,71	1,92	0,77	4,00	0,85	1,30
1,35	1,74	4,05	3,24	0,69	1,95	0,74	4,04	0,81	1,35
1,40	1,72	4,17	3,21	0,66	1,98	0,70	4,07	0,77	1,40
1,45	1,70	4,26	3,17	0,63	2,00	0,67	4,11	0,74	1,45
1,50	1,69	4,40	3,14	0,61	2,03	0,64	4,14	0,70	1,50
1,55	1,66	4,48	3,10	0,59	2,04	0,62	4,15	0,68	1,55
1,60	1,64	4,56	3,06	0,57	2,04	0,60	4,16	0,65	1,60
1,65	1,61	4,64	3,02	0,55	2,05	0,57	4,17	0,63	1,65
1,70	1,59	4,72	2,98	0,53	2,05	0,55	4,18	0,60	1,70
1,75	1,56	4,80	2,95	0,50	2,06	0,53	4,20	0,58	1,75
1,80	1,54	4,88	2,91	0,48	2,07	0,51	4,21	0,56	1,80
1,85	1,51	4,96	2,87	0,46	2,07	0,49	4,22	0,53	1,85
1,90	1,50	5,04	2,83	0,44	2,08	0,46	4,23	0,51	1,90
1,95	1,47	5,12	2,79	0,42	2,08	0,44	4,24	0,48	1,95
2,00	1,44	5,20	2,75	0,40	2,09	0,42	4,25	0,46	2,00

Extraída de BARES (1972), adaptada por L.M. PINHEIRO e P.R. WOLFENBERGER.

$$m = \mu \frac{pl^2}{100}$$

p = carga máxima

l = menor valor entre l_a e l_b .

m_b = momento ao longo da borda livre.

TABELA 2.6e

MOMENTOS EM LAJES COM CARGA TRIANGULAR												
TIPO											TIPO	
$\gamma = \frac{l_a}{l_b}$	μ_x	μ'_x	μ_y	μ_{yb}	μ_x	μ'_x	μ_y	μ_{yb}	μ'_y	μ'_{yb}	$\gamma = \frac{l_a}{l_b}$	
<0,3	-4,17	16,67	0,33	1,67	-4,17	16,67	0,78	2,67	5,33	9,22	<0,3	
0,30	-1,67	15,04	0,33	1,67	-0,89	13,69	0,78	2,67	5,33	9,22	0,30	
0,35	-0,81	14,23	0,64	2,12	-0,32	12,58	1,05	2,83	5,14	8,71	0,35	
0,40	0,06	13,42	0,94	2,56	0,25	11,47	1,31	3,00	4,94	8,19	0,40	
0,45	0,49	12,50	1,17	2,82	0,53	10,32	1,42	2,86	4,81	7,25	0,45	
0,50	0,92	11,58	1,40	3,08	0,80	9,16	1,52	2,72	4,68	6,23	0,50	
0,55	1,10	10,81	1,58	3,24	0,97	8,22	1,58	2,51	4,56	5,47	0,55	
0,60	1,28	10,03	1,75	3,39	1,14	7,28	1,64	2,31	4,44	4,61	0,60	
0,65	1,37	9,34	1,86	3,35	1,18	6,47	1,65	2,09	4,28	3,98	0,65	
0,70	1,45	8,64	1,96	3,31	1,22	5,65	1,65	1,88	4,12	3,35	0,70	
0,75	1,48	8,05	2,01	3,22	1,22	5,09	1,64	1,71	3,94	2,89	0,75	
0,80	1,50	7,46	2,07	3,13	1,22	4,53	1,63	1,55	3,77	2,44	0,80	
0,85	1,47	7,01	2,05	2,98	1,16	4,22	1,55	1,39	3,56	2,07	0,85	
0,90	1,43	6,55	2,03	2,83	1,10	3,90	1,47	1,22	3,36	1,70	0,90	
0,95	1,39	6,15	2,00	2,67	1,01	3,68	1,38	1,09	3,18	1,45	0,95	
1,00	1,35	5,74	1,97	2,51	0,91	3,45	1,29	0,95	3,01	1,19	1,00	
1,05	1,40	5,93	2,14	2,60	0,90	3,52	1,34	0,92	3,13	1,14	1,05	
1,10	1,45	6,12	2,31	2,70	0,89	3,50	1,39	0,89	3,24	1,10	1,10	
1,15	1,49	6,30	2,48	2,79	0,88	3,67	1,43	0,85	3,36	1,05	1,15	
1,20	1,54	6,49	2,65	2,88	0,86	3,74	1,48	0,82	3,47	1,00	1,20	
1,25	1,57	6,65	2,78	2,88	0,83	3,80	1,52	0,79	3,53	0,96	1,25	
1,30	1,59	6,80	2,95	2,88	0,80	3,86	1,55	0,76	3,59	0,91	1,30	
1,35	1,61	6,96	3,10	2,88	0,77	3,92	1,59	0,73	3,65	0,87	1,35	
1,40	1,64	7,11	3,24	2,88	0,74	3,98	1,62	0,69	3,70	0,83	1,40	
1,45	1,66	7,27	3,39	2,88	0,71	4,04	1,66	0,66	3,76	0,78	1,45	
1,50	1,69	7,43	3,54	2,88	0,68	4,10	1,69	0,63	3,82	0,74	1,50	
1,55	1,68	7,53	3,65	2,86	0,66	4,13	1,72	0,61	3,85	0,71	1,55	
1,60	1,67	7,64	3,76	2,84	0,64	4,17	1,75	0,59	3,88	0,68	1,60	
1,65	1,66	7,74	3,87	2,82	0,62	4,21	1,76	0,56	3,91	0,66	1,65	
1,70	1,65	7,85	3,98	2,80	0,60	4,25	1,78	0,54	3,94	0,63	1,70	
1,75	1,64	7,95	4,09	2,78	0,58	4,29	1,80	0,52	3,97	0,60	1,75	
1,80	1,64	8,06	4,19	2,75	0,56	4,33	1,82	0,50	4,00	0,57	1,80	
1,85	1,63	8,16	4,30	2,73	0,54	4,37	1,84	0,48	4,03	0,54	1,85	
1,90	1,62	8,27	4,41	2,71	0,52	4,40	1,87	0,45	4,06	0,52	1,90	
1,95	1,61	8,38	4,52	2,69	0,50	4,44	1,89	0,43	4,09	0,49	1,95	
2,00	1,60	8,48	4,63	2,67	0,48	4,48	1,91	0,41	4,12	0,46	2,00	

Extraída de BARES (1972), adaptada por L.M. PINHEIRO e P.R. WOLFENSBERGER.

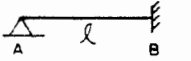
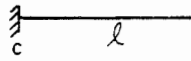
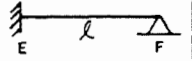
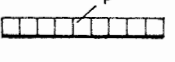
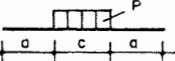
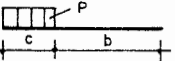
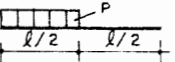
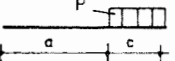
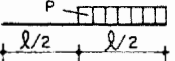
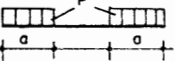
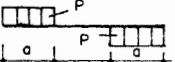
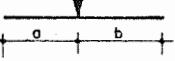
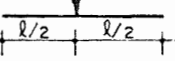
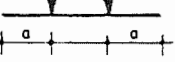
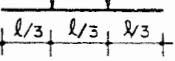
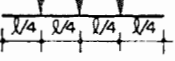
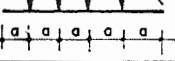
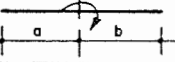
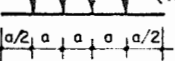
$m = \mu \frac{p l^2}{100}$ $p =$ carga máxima $l =$ menor valor entre l_a e l_b .

$m_b =$ momento ao longo da borda livre.



CAPÍTULO 3

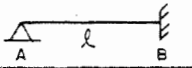
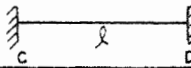
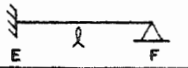


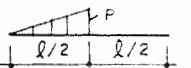
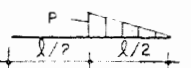
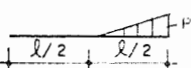
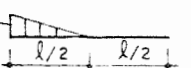

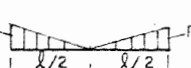



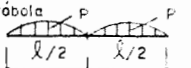

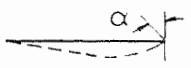
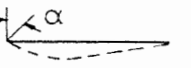
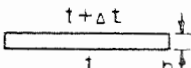
V I G A S

TABELA 3.1a				
MOMENTOS DE ENGASTAMENTO PERFEITO				
CARREGAMENTO				
	M_{BA}	M_{CD}	M_{DC}	M_{EF}
1 	$-\frac{Pl^2}{8}$	$\frac{Pl^2}{12}$	$-\frac{Pl^2}{12}$	$\frac{Pl^2}{8}$
2 	$-\frac{pc}{16l}(3l^2-c^2)$	$\frac{pc}{24l}(3l^2-c^2)$	$-\frac{pc}{24l}(3l^2-c^2)$	$\frac{pc}{16l}(3l^2-c^2)$
3 	$-\frac{pc^2}{8l^2}(2l^2-c^2)$	$\frac{pc^2}{12l^2}(6b^2+4bc+c^2)$	$-\frac{pc^2}{12l^2}(4bc+c^2)$	$\frac{pc^2}{8l^2}(l+b)^2$
4 	$-\frac{7}{128}Pl^2$	$\frac{11}{192}Pl^2$	$-\frac{5}{192}Pl^2$	$\frac{9}{128}Pl^2$
5 	$-\frac{pc}{8l^2}(l+a)^2$	$\frac{pc^2}{12l^2}(4ac+c^2)$	$-\frac{pc^2}{12l^2}(6a^2+4ac+c^2)$	$\frac{pc^2}{8l^2}(2l^2-c^2)$
6 	$-\frac{9}{128}Pl^2$	$\frac{5}{192}Pl^2$	$-\frac{11}{192}Pl^2$	$\frac{7}{128}Pl^2$
7 	$-\frac{pa^2}{4l}(3l-2a)$	$\frac{pa^2}{6l}(3l-2a)$	$-\frac{pa^2}{6l}(3l-2a)$	$\frac{pa^2}{4l}(3l-2a)$
8 	$-\frac{pa^2}{4l}(3l-2a)$	$\frac{pa^2}{2l^2}(l-a)^2$	$-\frac{pa^2}{2l^2}(l-a)^2$	$\frac{pa^2}{4l}(3l-2a)$
9 	$-\frac{Pab}{2l^2}(l+a)$	$\frac{Pab^2}{l^2}$	$-\frac{Pa^2b}{l^2}$	$\frac{Pab}{2l^2}(l+b)$
10 	$-\frac{3Pl}{16}$	$\frac{Pl}{8}$	$-\frac{Pl}{8}$	$\frac{3Pl}{16}$
11 	$-\frac{3Pa}{2l}(l-a)$	$\frac{Pa}{l}(l-a)$	$-\frac{Pa}{l}(l-a)$	$\frac{3Pa}{2l}(l-a)$
12 	$-\frac{Pl}{3}$	$\frac{2Pl}{9}$	$-\frac{2Pl}{9}$	$\frac{Pl}{3}$
13 	$-\frac{15Pl}{32}$	$\frac{5Pl}{16}$	$-\frac{5Pl}{16}$	$\frac{15Pl}{32}$
14 	$-\frac{Pl}{8n}(n^2-1)$	$\frac{Pl}{12n}(n^2-1)$	$-\frac{Pl}{12n}(n^2-1)$	$\frac{Pl}{8n}(n^2-1)$
15 	$-\frac{M}{2l^2}(l^2-3a^2)$	$\frac{Mb}{l^2}(3b-2l)$	$-\frac{Ma}{l^2}(2l-3a)$	$\frac{M}{2l^2}(3b^2-l^2)$
16 	$-\frac{Pl}{16n}(2n^2+1)$	$\frac{Pl}{24n}(2n^2+1)$	$-\frac{Pl}{24n}(2n^2+1)$	$\frac{Pl}{16n}(2n^2+1)$

Extraída de SOUZA (1983), JIMENEZ MONTOYA (1973) e SCHREYER (1965).
 Revista e adaptada por LIBÂNIO M. PINHEIRO. Convenção de GRINTER.
 (*) $n = l/a$

TABELA 3.1b

MOMENTOS DE ENGASTAMENTO PERFEITO

CARREGAMENTO				
	M_{BA}	M_{CD}	M_{DC}	M_{EF}
17 	$-\frac{pl^2}{15}$	$\frac{pl^2}{30}$	$-\frac{pl^2}{20}$	$\frac{7pl^2}{120}$
18 	$-\frac{7pl^2}{120}$	$\frac{pl^2}{20}$	$-\frac{pl^2}{30}$	$\frac{pl^2}{15}$
19 	$-\frac{17}{480} pl^2$	$\frac{pl^2}{30}$	$-\frac{3}{160} pl^2$	$\frac{41}{960} pl^2$
20 	$-\frac{41}{960} pl^2$	$\frac{3}{160} pl^2$	$-\frac{pl^2}{30}$	$\frac{17}{480} pl^2$
21 	$-\frac{53}{1920} pl^2$	$\frac{7}{960} pl^2$	$-\frac{23}{960} pl^2$	$\frac{37}{1920} pl^2$
22 	$-\frac{37}{1920} pl^2$	$\frac{23}{960} pl^2$	$-\frac{7}{960} pl^2$	$\frac{53}{1920} pl^2$
23 	$-\frac{5}{64} pl^2$	$\frac{5}{96} pl^2$	$-\frac{5}{96} pl^2$	$\frac{5}{64} pl^2$
24 	$-\frac{3}{64} pl^2$	$\frac{pl^2}{32}$	$-\frac{pl^2}{32}$	$\frac{3}{64} pl^2$
25 	$-\frac{11}{120} pl^2$	$\frac{pl^2}{20}$	$-\frac{pl^2}{15}$	$\frac{pl^2}{12}$
26 	$-\frac{pl^2}{24}$	$\frac{pl^2}{60}$	$-\frac{pl^2}{30}$	$\frac{pl^2}{30}$
27 	$-\frac{pl^2}{10}$	$\frac{pl^2}{15}$	$-\frac{pl^2}{15}$	$\frac{pl^2}{10}$
28 	$-\frac{7}{80} pl^2$	$\frac{7}{120} pl^2$	$-\frac{7}{120} pl^2$	$\frac{7}{80} pl^2$
29 	$+\frac{3a}{l^2} EI$	$+\frac{6a}{l^2} EI$	$+\frac{6a}{l^2} EI$	$+\frac{3a}{l^2} EI$
30 	$+\frac{3\alpha}{l} EI$	$+\frac{2\alpha}{l} EI$	$+\frac{4\alpha}{l} EI$	-
31 	-	$-\frac{4\alpha}{l} EI$	$-\frac{2\alpha}{l} EI$	$-\frac{3\alpha}{l} EI$
32 	$\frac{3EI}{2h} \alpha \Delta t$	$-\frac{EI}{h} \alpha \Delta t$	$+\frac{EI}{h} \alpha \Delta t$	$-\frac{3EI}{2h} \alpha \Delta t$

Extraída de SOUZA (1983), JIMENEZ MONTOYA (1973) e SCHREYER (1965)

Revista e adaptada por LIBÂNIO M. PINHEIRO. Convenção de GRINTER.

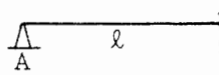
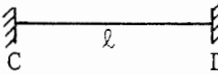
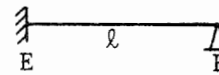
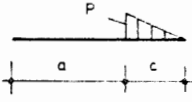
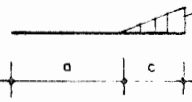
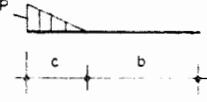
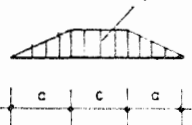
TABELA 3.1c	
MOMENTOS DE ENGASTAMENTO PERFEITO	
CARREGAMENTO	
33 	$M_{BA} = -\frac{P}{8\ell^2} \left[a^4 - (a+c)^4 + 2c\ell^2(2a+c) \right]$
	$M_{CD} = \frac{P}{12\ell^2} \left\{ 4\ell \left[(b+c)^3 - b^3 \right] - 3 \left[(b+c)^4 - b^4 \right] \right\}$
	$M_{DC} = -\frac{P}{12\ell^2} \left\{ 4\ell \left[(a+c)^3 - a^3 \right] - 3 \left[(a+c)^4 - a^4 \right] \right\}$
	$M_{EF} = \frac{P}{8\ell^2} \left[b^4 - (b+c)^4 + 2c\ell^2(2b+c) \right]$
34 	$M_{BA} = -\frac{pc}{108\ell^2} (3a+2c) \left[9(\ell^2 - a^2) - 12ac - c^2 \left(4 + \frac{45a+28c}{30a+20c} \right) \right]$
	$M_{CD} = \frac{pc}{540\ell^2} \left[10(3b+c)^2(3a+2c) - 15c^2(3b-\ell) - 17c^3 \right]$
	$M_{DC} = -\frac{pc}{540\ell^2} \left[10(3b+c)(3a+2c)^2 - 15c^2(3a-\ell) - 28c^3 \right]$
	$M_{EF} = \frac{pc}{108\ell^2} (3b+c) \left[9(\ell^2 - b^2) - 6bc - c^2 \left(1 + 9 \frac{45b+17c}{270b+90c} \right) \right]$
35 	$M_{BA} = -\frac{pc}{108\ell^2} (3a+c) \left[9(\ell^2 - a^2) - 6ac - c^2 \left(1 + 9 \frac{45a+17c}{270a+90c} \right) \right]$
	$M_{CD} = \frac{pc}{540\ell^2} \left[10(3a+c)(3b+2c)^2 - 15c^2(3b-\ell) - 28c^3 \right]$
	$M_{DC} = -\frac{pc}{540\ell^2} \left[10(3a+c)^2(3b+2c) - 15c^2(3a-\ell) - 17c^3 \right]$
	$M_{EF} = \frac{pc}{108\ell^2} (3b+2c) \left[9(\ell^2 - b^2) - 12bc - c^2 \left(4 + \frac{45b+28c}{30b+20c} \right) \right]$
36 	$M_{BA} = -\frac{P}{30\ell^2} c^2 (5\ell^2 - 3c^2)$
	$M_{CD} = \frac{P}{30\ell^2} c^2 (10\ell^2 - 15c\ell + 6c^2)$
	$M_{DC} = -\frac{P}{20\ell^2} c^2 (5c\ell - 4c^2)$
	$M_{EF} = \frac{P}{120\ell^2} c^2 (40\ell^2 - 45c\ell + 12c^2)$

Extraída de SCHREYER (1965). Convenção de GRINTER.

Revista e adaptada por LIBÂNIO M. PINHEIRO.

TABELA 3.1d

MOMENTOS DE ENGASTAMENTO PERFEITO

CARREGAMENTO				
37		$M_{BA} = -\frac{P}{120l^2} c^2 (40l^2 - 45cl + 12c^2)$		
		$M_{CD} = \frac{P}{20l^2} c^2 (5cl - 4c^2)$		
		$M_{DC} = -\frac{P}{30l^2} c^2 (10l^2 - 15cl + 6c^2)$		
		$M_{EF} = \frac{P}{30l^2} c^2 (5l^2 - 3c^2)$		
38		$M_{BA} = -\frac{P}{120l^2} c^2 (20l^2 - 15cl + 3c^2)$		
		$M_{CD} = \frac{P}{60l^2} c^2 (5cl - 3c^2)$		
		$M_{DC} = -\frac{P}{60l^2} c^2 (10al + 3c^2)$		
		$M_{EF} = \frac{P}{120l^2} c^2 (10l^2 - 3c^2)$		
39		$M_{BA} = -\frac{P}{120l^2} c^2 (10l^2 - 3c^2)$		
		$M_{CD} = \frac{P}{60l^2} c^2 (10bl + 3c^2)$		
		$M_{DC} = -\frac{P}{60l^2} c^2 (5cl - 3c^2)$		
		$M_{EF} = \frac{P}{120l^2} (20l^2 - 15cl + 3c^2)$		
40		$M_{BA} = -\frac{P}{8l} (l^3 - 2a^2l + a^3)$		
		$M_{CD} = \frac{P}{12l} (l^3 - 2a^2l + a^3)$		
		$M_{DC} = -\frac{P}{12l} (l^3 - 2a^2l + a^3)$		
		$M_{EF} = \frac{P}{8l} (l^3 - 2a^2l + a^3)$		

Extraída de SCHREYER (1965). Convenção de GRINTER.

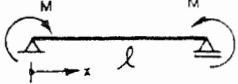
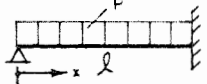
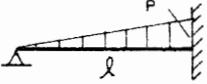

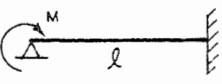
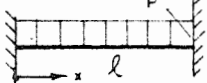
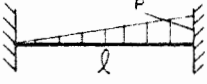
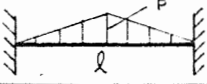

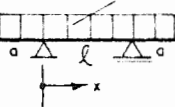
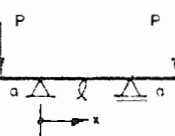
Revista e adaptada por LIBÂNIO M. PINHEIRO.

TABELA 3.2a				
FLECHAS ELÁSTICAS EM VIGAS				
CASO	VINCULAÇÃO E CARREGAMENTO	FLECHA MÁXIMA		EQUAÇÃO DA ELÁSTICA
		w_{\max}	x	
1		$\frac{1}{8} \frac{p\ell^4}{EI}$	0	$\frac{p\ell^4}{24EI} (\alpha^4 - 4\alpha + 3)$
2		$\frac{1}{30} \frac{p\ell^4}{EI}$	0	$\frac{p\ell^4}{120EI} (\alpha^5 - 5\alpha + 4)$
3		$\frac{11}{120} \frac{p\ell^4}{EI}$	0	$\frac{p\ell^4}{120EI} (-\alpha^5 + 5\alpha^4 - 15\alpha + 11)$
4		$\frac{1}{3} \frac{P\ell^3}{EI}$	0	$\frac{P\ell^3}{6EI} (\alpha^3 - 3\alpha + 2)$
5		$\frac{1}{2} \frac{M\ell^2}{EI}$	0	$\frac{M\ell^2}{2EI} (1 - \alpha)^2$
6		$\frac{5}{384} \frac{p\ell^4}{EI}$	0,5\ell	$\frac{p\ell^4 \alpha}{24EI} (\alpha^3 - 2\alpha^2 + 1)$
7		$\frac{3}{460} \frac{p\ell^4}{EI} (*)$	0,519\ell	$\frac{p\ell^4 \alpha}{360EI} (3\alpha^4 - 10\alpha^2 + 7)$
8		$\frac{1}{120} \frac{p\ell^4}{EI}$	0,5\ell	$\frac{p\ell^4 \alpha}{960EI} (16\alpha^4 - 40\alpha^2 + 25) (**)$
9		$\frac{1}{48} \frac{P\ell^3}{EI}$	0,5\ell	$\frac{P\ell^3 \alpha}{48EI} (-4\alpha^2 + 3) (**)$
10		(a ≥ b) $\frac{Pb}{3EI\ell} \sqrt{\left(\frac{\ell^2 - b^2}{3}\right)^3} \sqrt{\frac{\ell^2 - b^2}{3}}$	$\sqrt{\frac{\ell^2 - b^2}{3}}$	$x < a : \frac{Pbx}{6EI\ell} (\ell^2 - b^2 - x^2)$ $x = a : \frac{Pa^2 b^2}{3EI\ell}$ $x > a : \frac{Pa(\ell - x)}{6EI\ell} (2\ell x - a^2 - x^2)$
11		$\frac{1}{9\sqrt{3}} \frac{M\ell^2}{EI}$	0,423\ell	$\frac{M\ell^2 \alpha}{6EI} (\alpha^2 - 3\alpha + 2)$
12		(a ≥ 0,423\ell) $\frac{M}{3EI\ell} \sqrt{\left(\frac{\ell^2}{3} - b^2\right)^3} \sqrt{\frac{\ell^2}{3} - b^2}$	$\sqrt{\frac{\ell^2}{3} - b^2}$	$x < a : \frac{Mx}{6EI\ell} (\ell^2 - 3b^2 - x^2)$ $x > a : \frac{M(\ell - x)}{6EI} (x^2 + 3a^2 - 2\ell x)$

Extraída de ISNARD (1971) e de SCHIEL (1976).
 Revista e adaptada por LIBÂNIO M. PINHEIRO.
 $\alpha = x/\ell$ (*) Valor aproximado (***) $\alpha \leq 0,5$

TABELA 3.2b

FLECHAS ELÁSTICAS EM VIGAS

CASO	VINCULAÇÃO E CARREGAMENTO	FLECHA MÁXIMA		EQUAÇÃO DA ELÁSTICA
		w_{\max}	x	
13		$\frac{Ml^2}{8EI}$	0,5l	$\frac{Ml^2}{2EI} (1-\alpha)$
14		$\frac{3}{554} \frac{pl^4}{EI} (*)$	0,422l	$\frac{pl^4}{48EI} (2\alpha^4 - 3\alpha^3 + \alpha)$
15		$\frac{3}{1258} \frac{pl^4}{EI} (*)$	0,447l	$\frac{pl^4}{120EI} (\alpha^5 - 2\alpha^3 + \alpha)$
16		$\frac{1}{328} \frac{pl^4}{EI} (*)$	0,402l	$\frac{pl^4}{240EI} (-2\alpha^5 + 10\alpha^4 - 11\alpha^3 + 3\alpha)$
17		$\frac{Ml^2}{27EI}$	$\frac{1}{3} l$	$\frac{Ml^2}{4EI} (\alpha^3 - 2\alpha^2 + \alpha)$
18		$\frac{1}{384} \frac{pl^4}{EI}$	0,5l	$\frac{pl^4}{24EI} (\alpha^4 - 2\alpha^3 + \alpha^2)$
19		$\frac{1}{764} \frac{pl^4}{EI} (*)$	0,525l	$\frac{pl^4}{120EI} (\alpha^5 - 3\alpha^3 + 2\alpha^2)$
20		$\frac{7}{3840} \frac{pl^4}{EI}$	0,5l	$\frac{pl^4}{960EI} (16\alpha^5 - 40\alpha^3 + 25\alpha^2) (**)$
21		$\frac{1}{192} \frac{Pl^3}{EI}$	0,5l	$\frac{Pl^3}{48EI} (-4\alpha^3 + 3\alpha^2) (**)$
22		$\frac{pa}{24EI} (6a^2l + 3a^3 - l^3)$ $\frac{pl^2}{384EI} (5l^2 - 24a^2)$	-a 0,5l	$x < 0 :$ $\frac{px}{24EI} (x^3 + 4ax^2 + 6a^2x + l^3 - 6a^2l)$ $0 < x < l :$ $\frac{px}{24EI} (x^3 - 2lx^2 + 6a^2x - 6a^2l + l^3)$
23		$\frac{Pa^2}{6EI} (2a + 3l)$ $-\frac{Pal^2}{8EI}$	-a 0,5l	$x < 0 :$ $\frac{Px}{6EI} (x^2 + 3ax - 3al)$ $0 < x < l :$ $\frac{Pa}{2EI} x (x - l)$

Extraída de ISNARD (1971) e de SCHIEL (1976).

Revista e adaptada por LIBÂNIO M. PINHEIRO.

$\alpha = x/l$

(*) Valores aproximados

(**) $\alpha \leq 0,5$

TABELA 3.2c			
FLECHAS ELÁSTICAS EM VIGAS			
CASO	VINCULAÇÃO E CARREGAMENTO	FLECHA MÁXIMA	
		w_{\max}	x
24		$\frac{p}{24EI} (3l^4 - 4b^3l + b^4)$	0
25		$\frac{pa}{120EI} (20l^3 - 10al^2 + a^3)$	0
26		$\frac{pc}{6EI} \left[\frac{ab}{l} (2al - 2a^2 - \frac{c}{4}) \right] + \frac{c^3}{64} (*)$	a
27		$\frac{Pa}{24EI} (3l^2 - 4a^2)$	0,5l
28		$\frac{23}{603} \frac{Pl^3}{EI}$	0,5l
29		$\frac{19}{384} \frac{Pl^3}{EI}$	0,5l
30		$\frac{63}{1000} \frac{Pl^3}{EI}$	0,5l
31		$\frac{\sqrt{5}}{240} \frac{Pl^3}{EI}$	0,447l
32		$\frac{1}{24} \frac{Pa^2b^2}{EI}$	0,5l
33		$\frac{pa}{24EI} (3a^3 + 4a^2l - l^3)$	-a
34		$\frac{pl}{360EI(a+l)} (20a^4 - 15a^2l^2 - 7al^3 + 12)$	-a
35		$\frac{Pa^2}{3EI} (a+l)$	-a
36		$\frac{pa}{48EI} (6a^3 + 6a^2l - l^3)$	-a
37		$\frac{Pa^2}{6EI} (4a+3)$	-a
38		$\frac{Ma}{4EI} (l+2a)$	-a

Extraída de ISNARD (1971)

Revista e adaptada por LIBÂNIO M. PINHEIRO

(*) Não corresponde necessariamente à flecha máxima

TABELA 3.3a

MOMENTO ADMISSÍVEL POR BARRA - AÇO CA-50A

h (cm)	d (cm)	ϕ								h (cm)
		6,3	8	10	12,5	16	20	22,2	25	
15	12	1,2	1,9	3,1	4,8	7,7	12,2	15,0	19,4	15
20	17	1,7	2,7	4,4	6,9	11,0	17,3	21,3	27,4	20
25	22	2,2	3,5	5,7	8,9	14,2	22,4	27,5	35,5	25
30	27	2,7	4,4	7,0	10,9	17,4	27,4	33,8	43,5	30
35	32	3,3	5,2	8,3	12,9	20,6	32,5	40,1	51,6	35
40	37	3,8	6,0	9,5	14,9	23,9	37,6	46,3	59,7	40
45	42	4,3	6,8	10,8	16,9	27,1	42,7	52,6	67,7	45
50	47	4,8	7,6	12,1	19,0	30,3	47,8	58,8	75,8	50
55	52	5,3	8,4	13,4	21,0	33,5	52,8	65,1	83,9	55
60	57	5,8	9,2	14,7	23,0	36,8	57,9	71,3	91,9	60
65	61	6,2	9,8	15,7	24,6	39,4	62,0	76,3	98,4	65
70	66	6,7	10,6	17,0	26,6	42,6	67,1	82,6	106,5	70
75	71	7,2	11,5	18,3	28,6	45,8	72,1	88,9	114,5	75
80	76	7,7	12,3	19,6	30,6	49,0	77,2	95,1	122,6	80
85	81	8,2	13,1	20,9	32,7	52,3	82,3	101,4	130,6	85
90	86	8,7	13,9	22,2	34,7	55,5	87,4	107,6	138,7	90
95	91	9,2	14,7	23,5	36,7	58,7	92,5	113,9	146,8	95
100	95	9,7	15,3	24,5	38,3	61,3	96,5	118,9	153,2	100
110	105	10,7	16,9	27,1	42,3	67,7	106,7	131,4	169,4	110
120	115	11,7	18,5	29,7	46,4	74,2	116,9	143,9	185,5	120
130	125	12,7	20,2	32,3	50,4	80,6	127,0	156,5	201,6	130
140	135	13,7	21,8	34,8	54,4	87,1	137,2	169,0	217,7	140
150	145	14,7	23,4	37,4	58,5	93,5	147,3	181,5	233,9	150

Momento admissível em kN.m ; $k_s = 0,031$ obtido na Tabela 1.1, correspondente ao limite entre os domínios 3 e 4.

$\phi 22,2$: Bitola não especificada pela NBR 7480.

TABELA 3.3b										
MOMENTO ADMISSÍVEL POR BARRA - AÇO CA-50B										
h (cm)	d (cm)	φ								h (cm)
		6,3	8	10	12,5	16	20	22,2	25	
15	12	1,3	2,1	3,4	5,4	8,6	13,5	16,6	21,4	15
20	17	1,9	3,0	4,9	7,6	12,1	19,1	23,6	30,4	20
25	22	2,5	3,9	6,3	9,8	15,7	24,7	30,5	39,3	25
30	27	3,0	4,8	7,7	12,1	19,3	30,4	37,4	48,2	30
35	32	3,6	5,7	9,1	14,3	22,9	36,0	44,3	57,1	35
40	37	4,2	6,6	10,6	16,5	26,4	41,6	51,3	66,1	40
45	42	4,7	7,5	12,0	18,7	30,0	47,2	58,2	75,0	45
50	47	5,3	8,4	13,4	21,0	33,6	52,9	65,1	83,9	50
55	52	5,8	9,3	14,9	23,2	37,1	58,5	72,1	92,9	55
60	57	6,4	10,2	16,3	25,4	40,7	64,1	79,0	101,8	60
65	61	6,9	10,9	17,4	27,2	43,6	68,6	84,5	108,9	65
70	66	7,4	11,8	18,9	29,5	47,1	74,2	91,5	117,9	70
75	71	8,0	12,7	20,3	31,7	50,7	79,9	98,4	126,8	75
80	76	8,5	13,6	21,7	33,9	54,3	85,5	105,3	135,7	80
85	81	9,1	14,5	23,1	36,2	57,9	91,1	112,2	144,6	85
90	86	9,7	15,4	24,6	38,4	61,4	96,7	119,2	153,6	90
95	91	10,2	16,2	26,0	40,6	65,0	102,4	126,1	162,5	95
100	95	10,7	17,0	27,1	42,4	67,9	106,9	131,6	169,6	100
110	105	11,8	18,7	30,0	46,9	75,0	118,1	145,5	187,5	110
120	115	12,9	20,5	32,9	51,3	82,1	129,4	159,4	205,4	120
130	125	14,1	22,3	35,7	55,8	89,3	140,6	173,2	223,2	130
140	135	15,2	24,1	38,6	60,3	96,4	151,9	187,1	241,1	140
150	145	16,3	25,9	41,4	64,7	103,6	163,1	200,9	258,9	150

Momento admissível em kN.m ; $k_s = 0,028$ obtido na Tabela 1.1, correspondente ao limite entre os domínios 3 e 4.
φ22,2: Bitola não especificada pela NBR 7480.

TABELA 3.4

CISALHAMENTO EM VIGAS

VALORES DE τ_c EM MPa

ρ_1 (%)	CONCRETO								ρ_1 (%)
	C-9	C-12	C-13,5	C-15	C-18	C-21	C-24	C-27	
≤0,10	0,210	0,242	0,257	0,271	0,297	0,321	0,343	0,364	≤0,10
0,15	0,217	0,251	0,266	0,281	0,308	0,332	0,355	0,377	0,15
0,20	0,225	0,260	0,276	0,290	0,318	0,344	0,367	0,390	0,20
0,25	0,232	0,268	0,285	0,300	0,329	0,355	0,380	0,403	0,25
0,30	0,240	0,277	0,294	0,310	0,339	0,367	0,392	0,416	0,30
0,35	0,247	0,286	0,303	0,320	0,350	0,378	0,404	0,429	0,35
0,40	0,255	0,294	0,312	0,329	0,361	0,390	0,416	0,442	0,40
0,45	0,262	0,303	0,321	0,339	0,371	0,401	0,429	0,455	0,45
0,50	0,270	0,312	0,331	0,349	0,382	0,412	0,441	0,468	0,50
0,55	0,277	0,320	0,340	0,358	0,392	0,424	0,453	0,481	0,55
0,60	0,285	0,329	0,349	0,368	0,403	0,435	0,465	0,494	0,60
0,70	0,300	0,346	0,367	0,387	0,424	0,458	0,490	0,520	0,70
0,80	0,315	0,364	0,386	0,407	0,445	0,481	0,514	0,546	0,80
0,90	0,330	0,381	0,404	0,426	0,467	0,504	0,539	0,572	0,90
1,00	0,345	0,398	0,423	0,445	0,488	0,527	0,563	0,598	1,00
1,10	0,360	0,416	0,441	0,465	0,509	0,550	0,588	0,624	1,10
1,20	0,375	0,433	0,459	0,484	0,530	0,573	0,612	0,650	1,20
1,30	0,390	0,450	0,478	0,503	0,552	0,596	0,637	0,675	1,30
1,40	0,405	0,468	0,496	0,523	0,573	0,619	0,661	0,701	1,40
≥1,50	0,420	0,485	0,514	0,542	0,594	0,642	0,686	0,727	≥1,50

VALORES DE τ_{wmin} E DE τ_{wu} EM MPa

CONCRETO	C-9	C-12	C-13,5	C-15	C-18	C-21	C-24	C-27	CONCRETO
τ_{wmin}	0,718	0,748	0,761	0,773	0,797	0,818	0,838	0,857	τ_{wmin}
τ_{wu}	1,607	2,143	2,411	2,679	3,214	3,750	4,286	4,500	τ_{wu}

Elaborada por L.M. PINHEIRO.

De acordo com os itens 4.1.4.2 e 5.3.1.2b da NBR 6118

$$\tau_c = (0,05\rho_1 + 0,065) \sqrt{f_{ck}} \quad (\text{em MPa}) ; \rho_1 \text{ em } \%$$

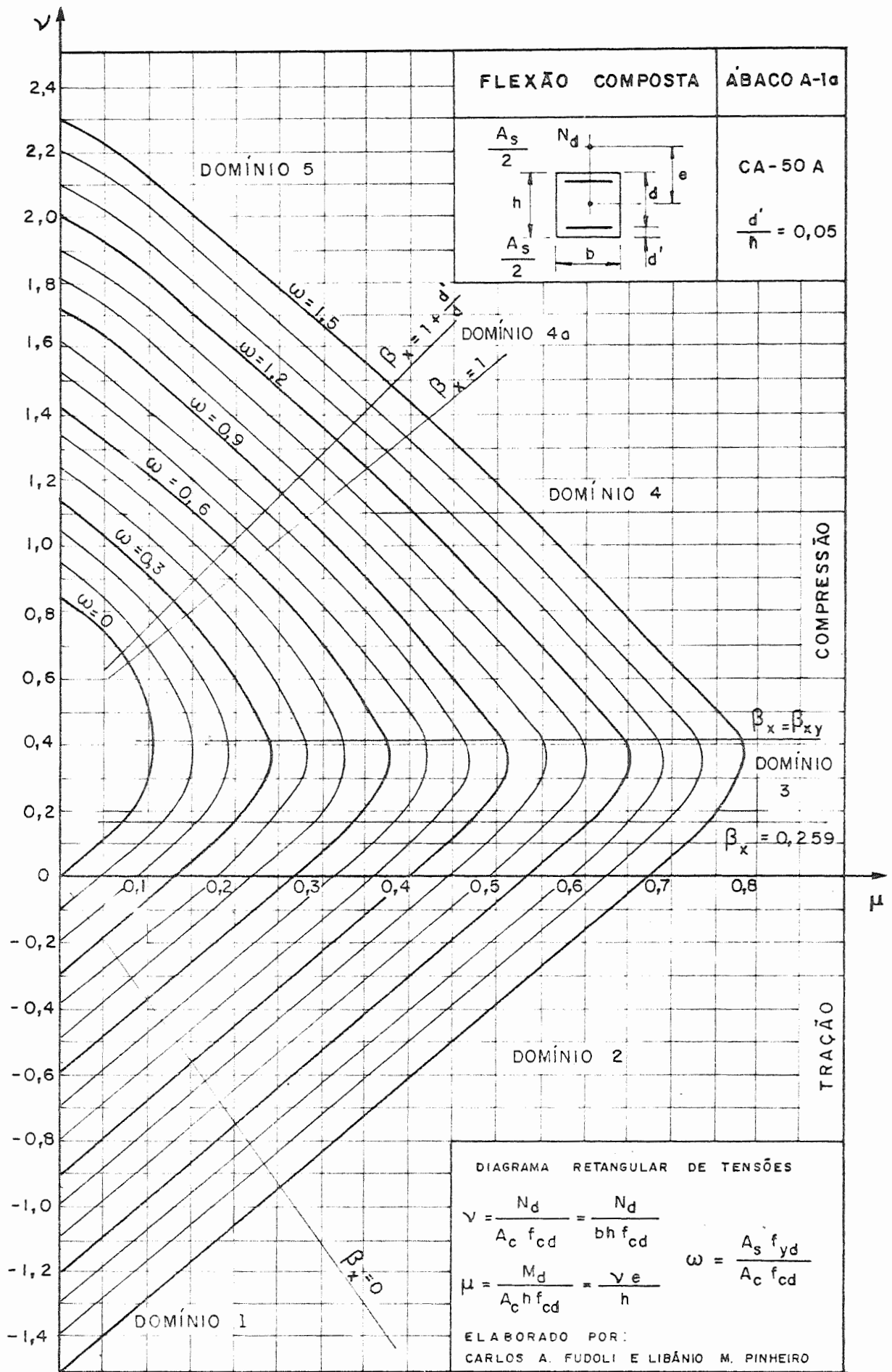
τ_{wmin} = valor de τ_{wd} correspondente a $\rho_1 = 0,15\%$, $\rho_w = 0,14\%$ (aços CA-50 e CA-60) e $\gamma_s = 1,15$.

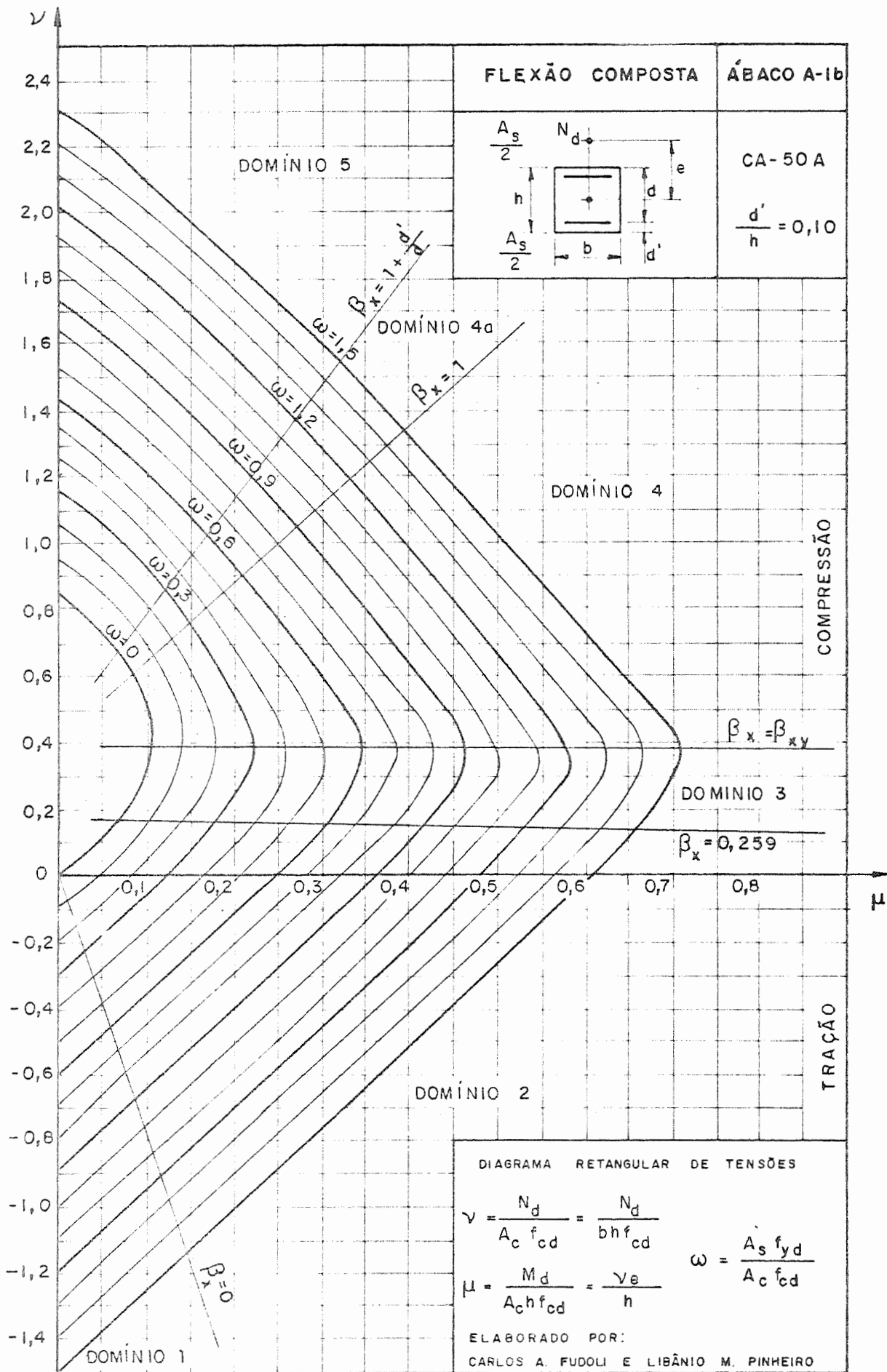
C-13,5: Classe não especificada pela NBR 8953

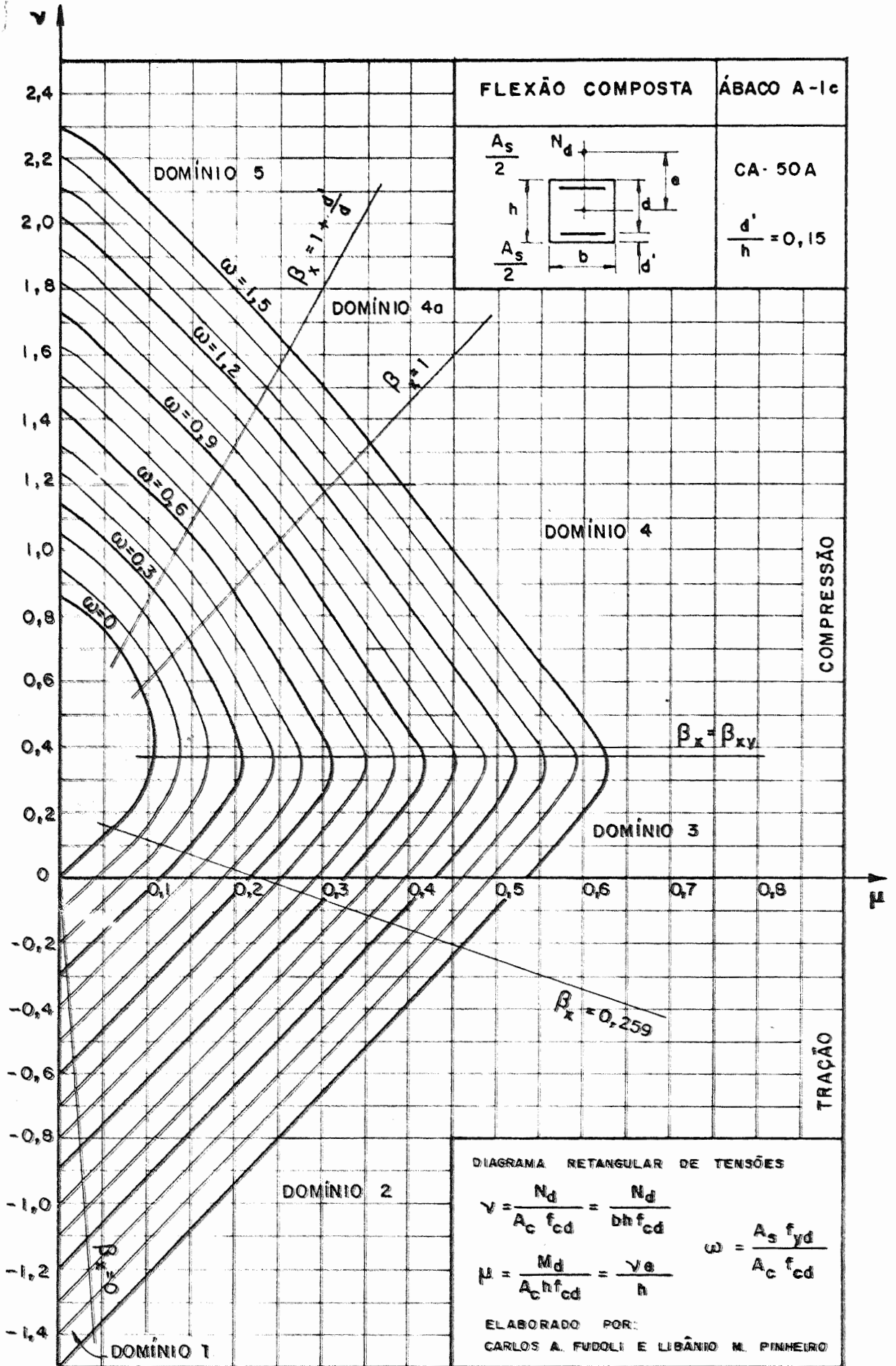
Esta tabela deverá ser modificada pelo anexo da NBR 6118; os valores aqui indicados ficarão, em geral, a favor da segurança.

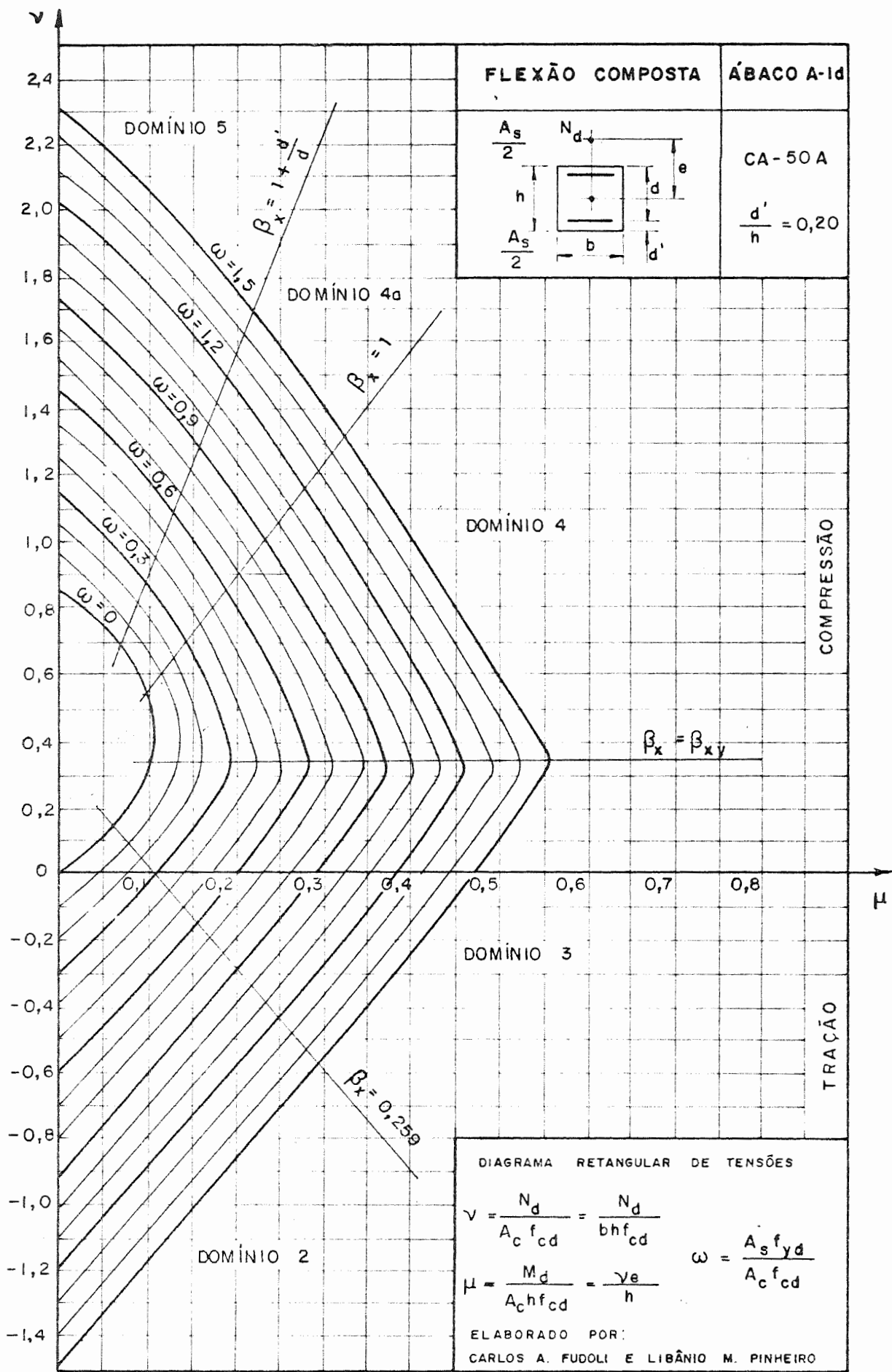
7

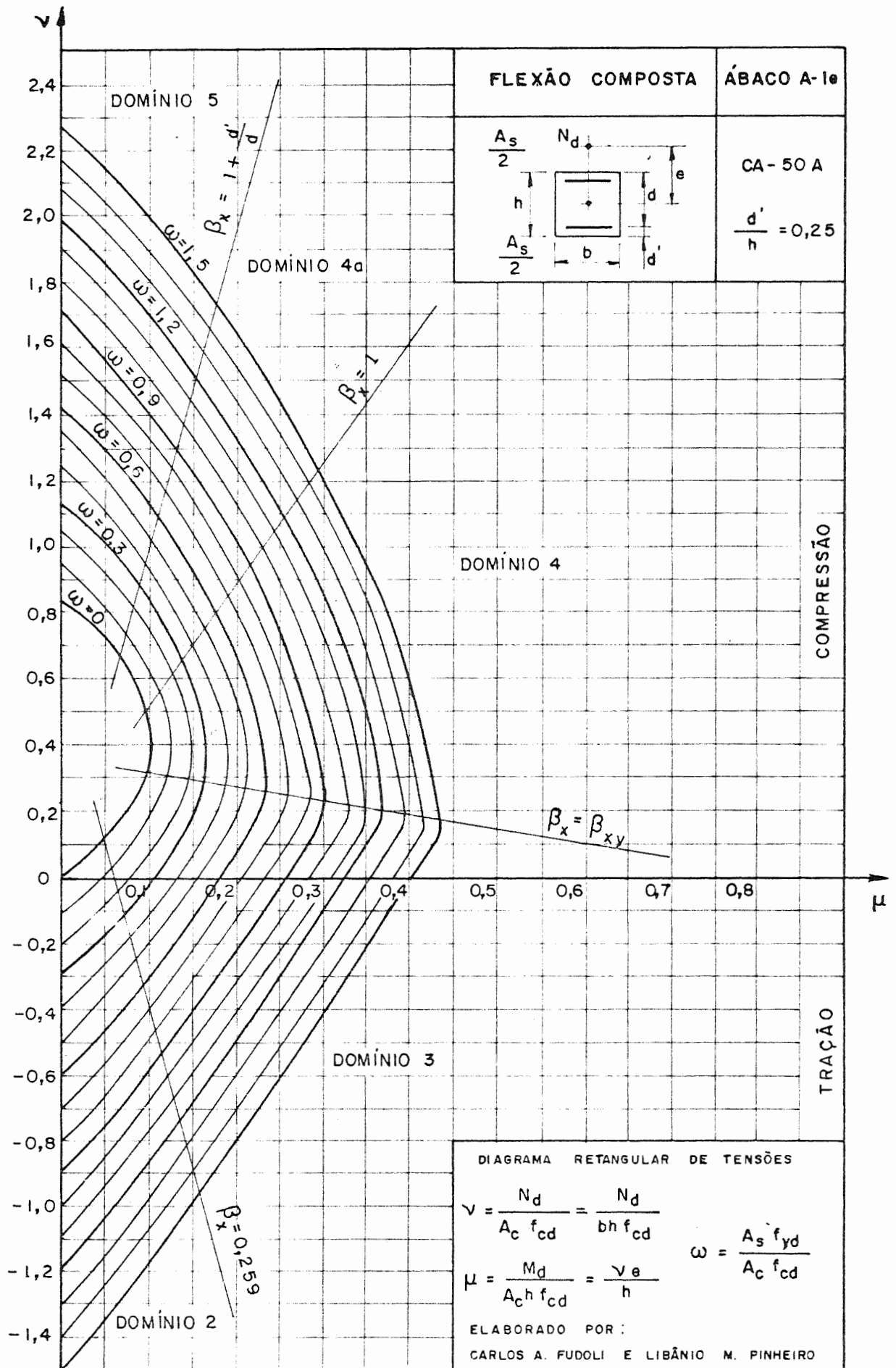
ÁBACOS PARA FLEXÃO COMPOSTA EM SEÇÃO RETANGULAR
COM ARMADURA BILATERAL SIMÉTRICA

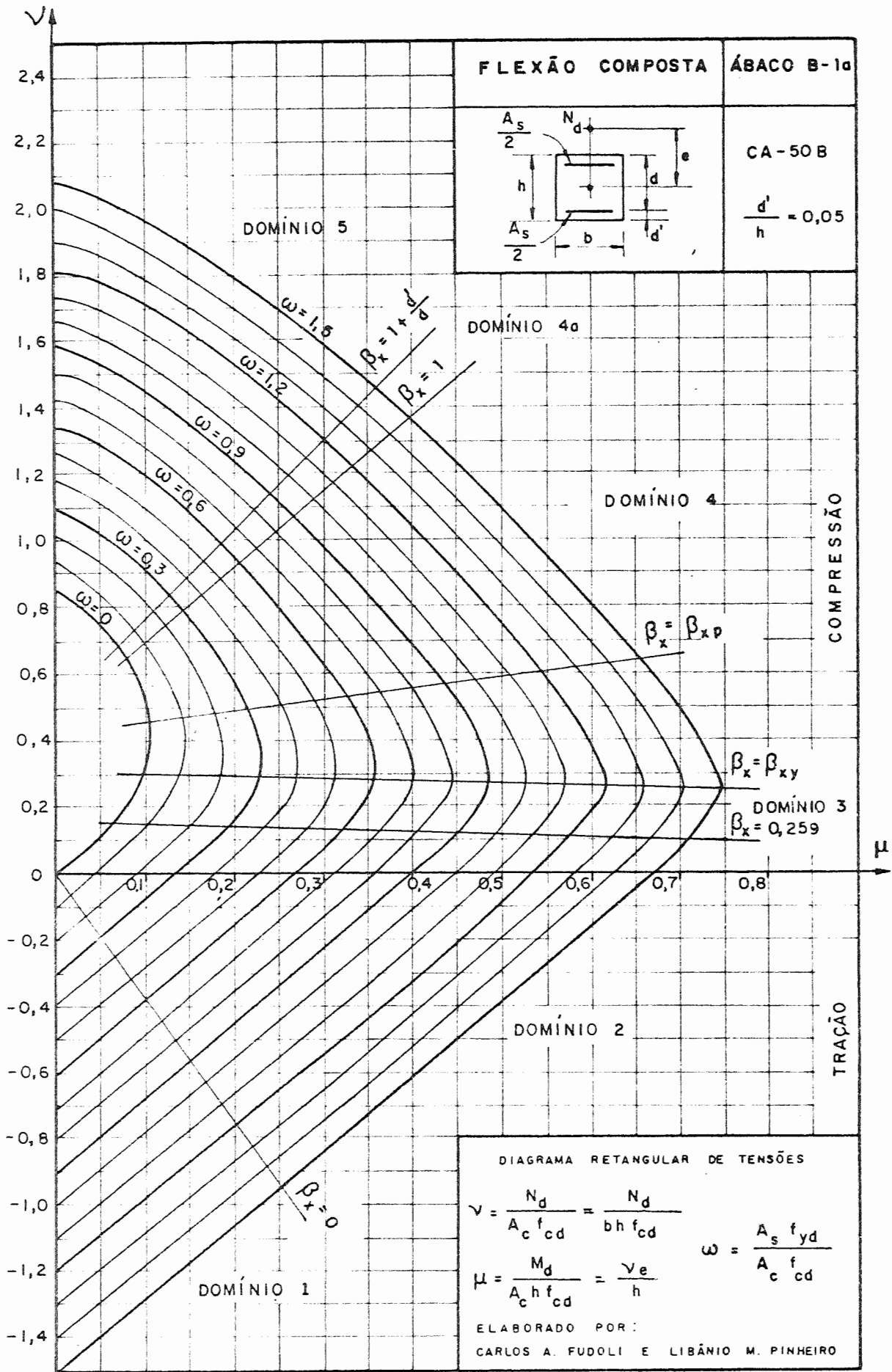


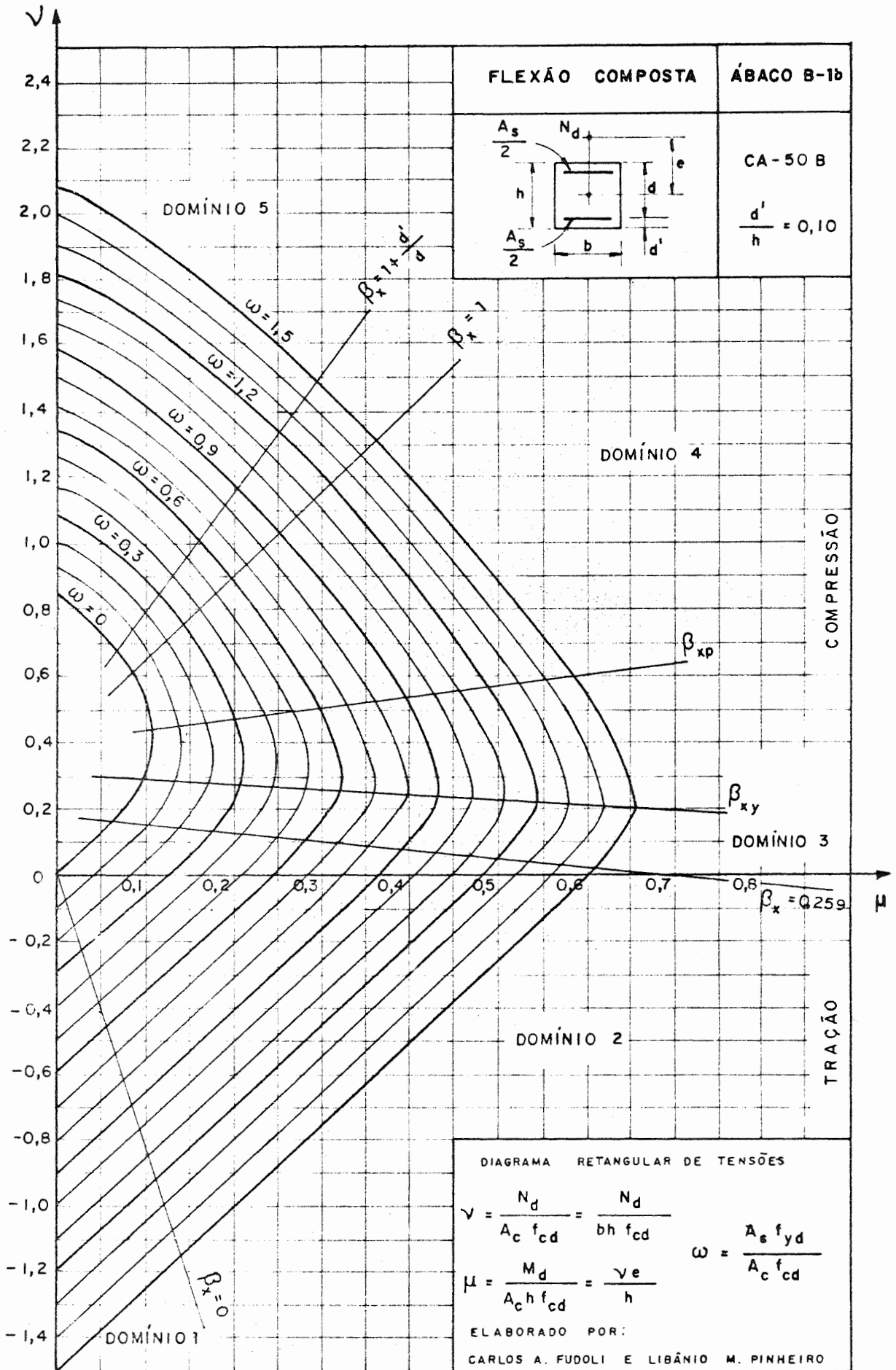


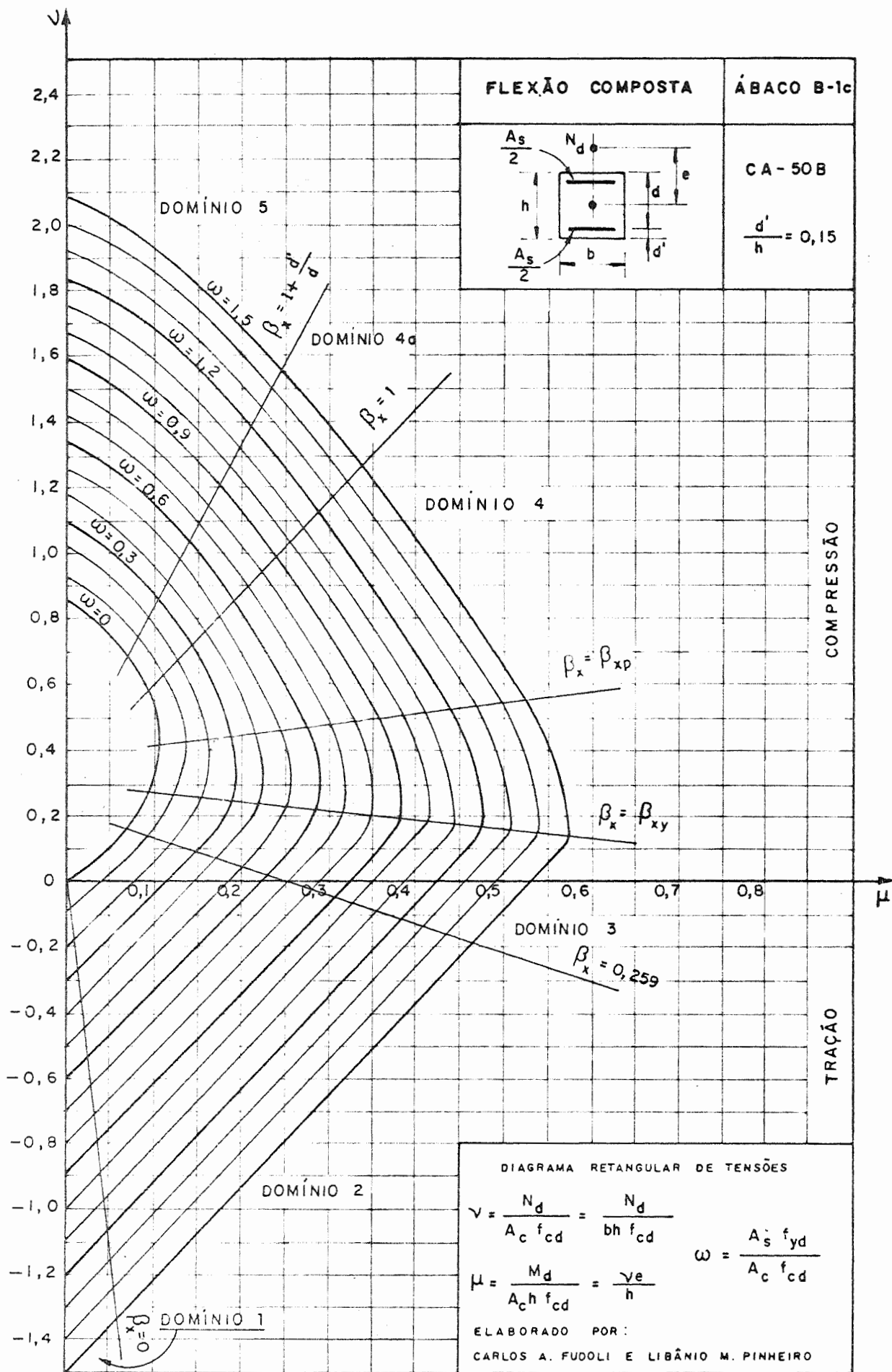


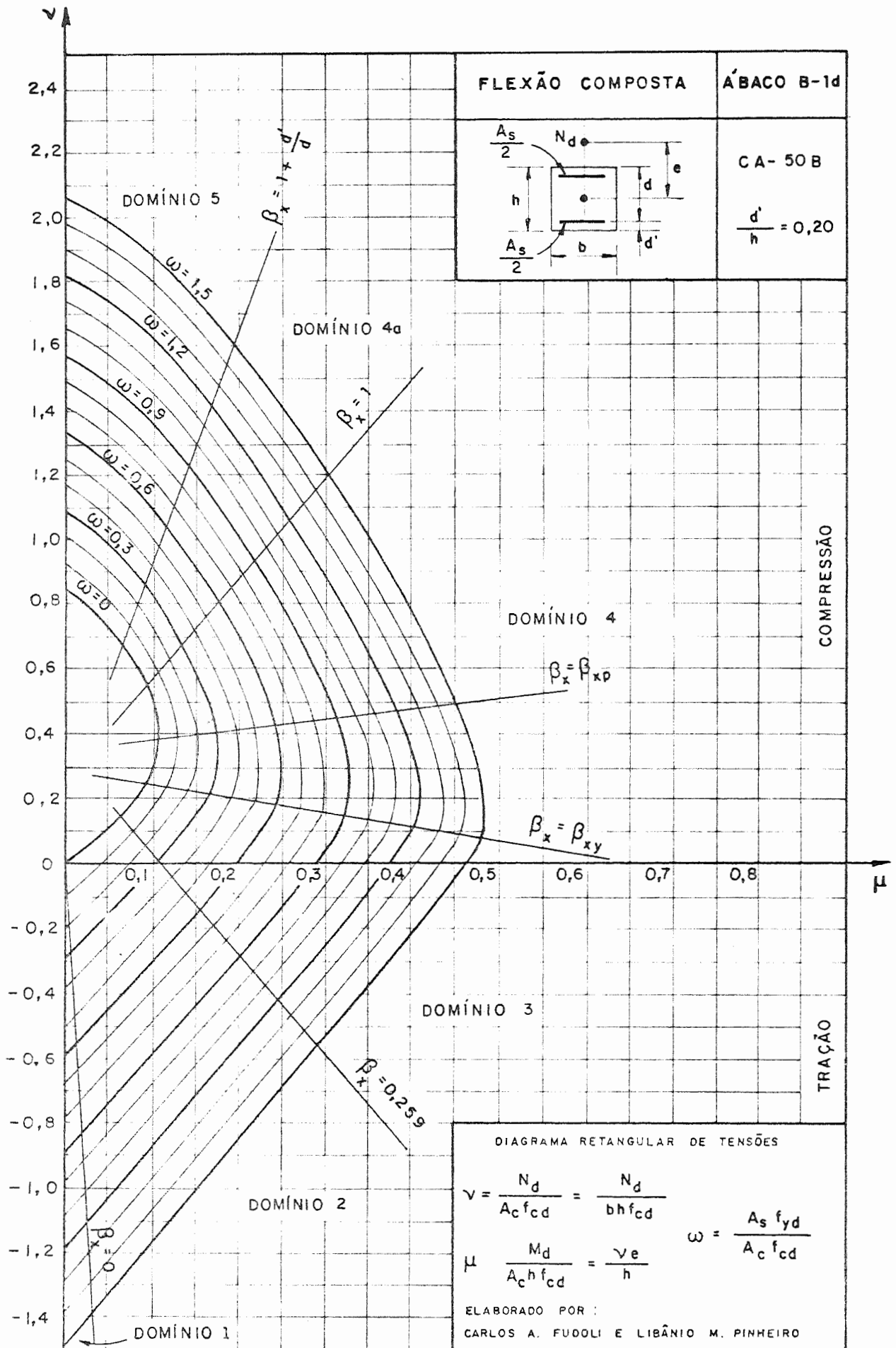


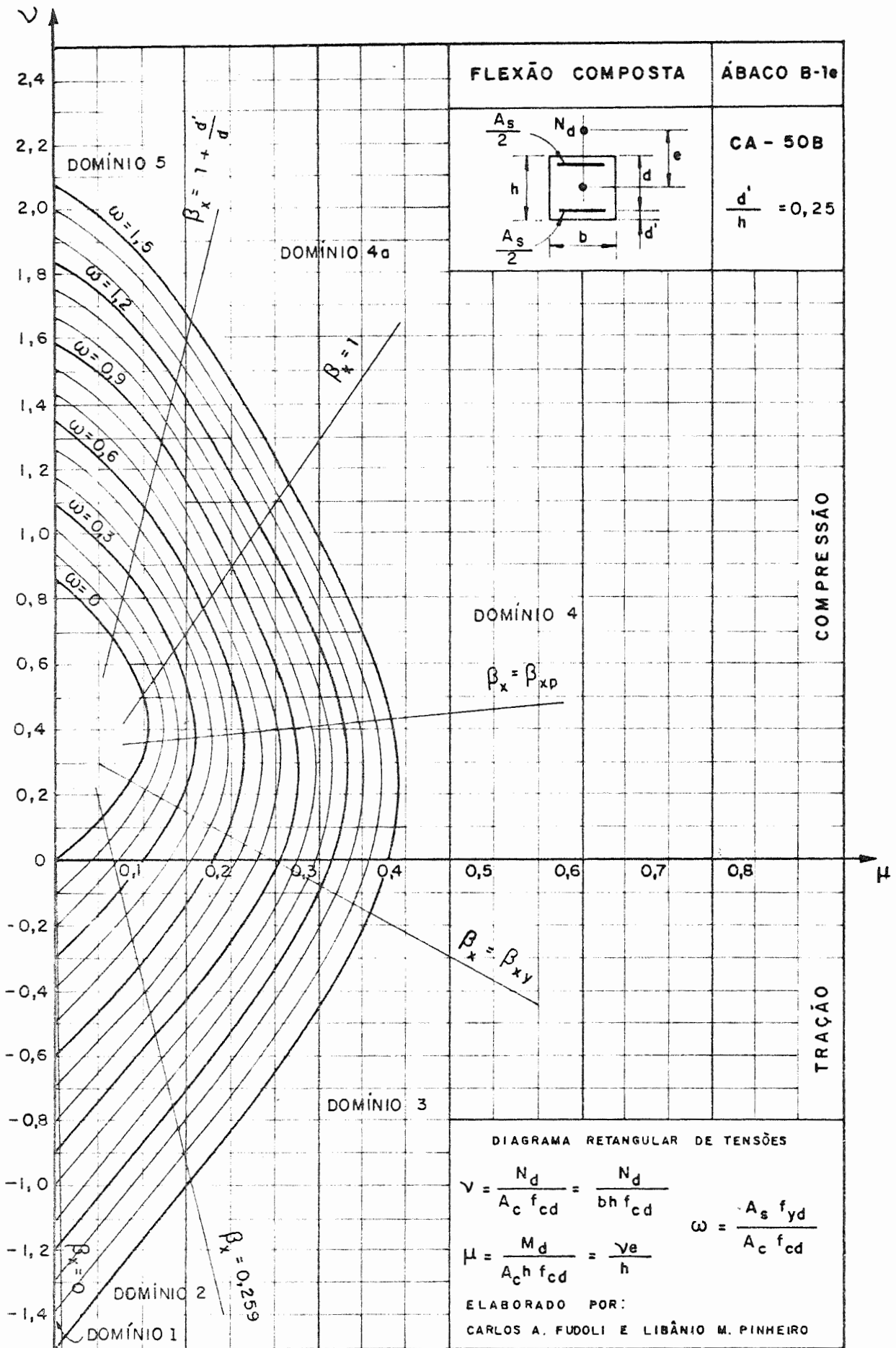






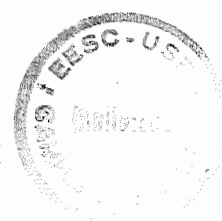






BIBLIOGRAFIA

- ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS - Projeto e execução de obras de concreto armado - NBR 6118. Rio de Janeiro, ABNT, 1978.
- ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS - Barras e fios de aço destinados a armaduras para concreto armado - NBR 7480. Rio de Janeiro, ABNT, 1978.
- ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS - Concreto: classificação pela resistência a compressão de concreto para fins estruturais - NBR 8953. São Paulo, ABNT, 1985.
- BARES, R. - Tablas para el calculo de placas y vigas pared. Barcelona, Editorial Gustavo Gili, 1972.
- FERNANDES, G.B. - Flexão normal simples e composta: âbacos para dimensionamento conforme a NB-1 (1976). Limeira, Faculdade de Engenharia de Limeira, 1977.
- FUSCO, P.B. - Estruturas de concreto: solicitações normais. Rio de Janeiro, Editora Guanabara Dois, 1981.
- ISNARD, V.; GREKOW, A.; MROZOWICZ, P. - Formulario del ingeniero: metodos practicos de calculo de obras de ingenieria. Bilbao, Ediciones Urmo, 1971.
- JIMENEZ MONTOYA, P.; GARCIA MESEGUER, A.; MORAN CABRE, F. - Hor migon armado. 7. ed. Barcelona, Editorial Gustavo Gili, 1973. 2 v.



PINHEIRO, L.M. & GIONGO, J.S. - Concreto armado: propriedades dos materiais. São Carlos, Escola de Engenharia de São Carlos, 1986.

PROMON - ENGENHARIA - Tabelas para dimensionamento de concreto armado: segundo a NB-1/76. São Paulo, Editora Mc Graw-Hill, 1976.

SCHIEL, F. - Introdução à resistência dos materiais. 6. ed. São Carlos, Escola de Engenharia de São Carlos, 1976. v. 1.

SCHREYER, H. - Estática das construções. Porto Alegre, Editora Globo, 1965. v. 2.

SOUZA, J.C.A.O. & ANTUNES, H.M.C. - Estática das estruturas: temas complementares. São Carlos, Escola de Engenharia de São Carlos, 1983.