

CONTEÚDO

Agradecimentos	11
Prefácio	13
Conversão de unidades	15
I Referencial teórico	17
1 Introdução	19
1.1 Definições	19
1.2 Tipos de seções transversais	22
1.2.1 Seções maciças	22
1.2.2 Seções vazadas	23
1.2.3 Seções T	23
1.2.4 Seções celulares	25
1.3 Sistemas estruturais	26
1.3.1 Pontes em laje	26
1.3.2 Pontes em viga	28
1.3.3 Pontes em pórtico	30
1.4 Linhas de influência	32
1.4.1 Método das longarinas indeslocáveis	32
1.4.2 Método de Engesser-Courbon	34
1.4.3 Método de Leonhardt	35
1.4.4 Método de Guyon-Massonet-Bares	38
1.5 Aparelhos de apoio elastoméricos	45
Referências e bibliografia recomendada	52
2 Dimensionamento de vigas e lajes	55
2.1 Dimensionamento de armaduras longitudinais	55
2.1.1 Dimensionamento de seções retangulares	58
2.1.2 Dimensionamento de seções T	64

2.1.3	Dimensionamento de armaduras de pele	70
2.2	Dimensionamento de armaduras transversais	71
2.3	Verificação de dispensa de estribos	75
	Referências e bibliografia recomendada	76
3	Verificação de fadiga	79
3.1	Ruptura das armaduras longitudinais	79
3.2	Ruptura das armaduras transversais	85
3.3	Esmagamento do concreto	87
3.4	Ruptura do concreto em tração	88
	Referências e bibliografia recomendada	89
4	Verificação de fissuração e flechas	91
4.1	Formação de fissuras	92
4.2	Abertura de fissuras	93
4.3	Flecha elástica imediata no estágio I	97
4.4	Flecha elástica imediata no estágio II	99
4.5	Flecha diferida no tempo	101
	Referências e bibliografia recomendada	105
5	Análise de efeitos de segunda ordem	107
5.1	Não linearidades	107
5.2	Efeitos de segunda ordem	108
5.2.1	Efeitos globais de segunda ordem	110
5.2.2	Imperfeições geométricas	115
5.2.3	Efeitos locais de segunda ordem	124
	Referências e bibliografia recomendada	133
6	Dimensionamento de pilares	135
6.1	Flexão composta normal	135
6.2	Flexão composta oblíqua	141
6.3	Momentos fletores mínimos de primeira ordem	148
6.4	Detalhamento	148
6.4.1	Coefficientes de segurança para pilares esbeltos	148
6.4.2	Dimensões mínimas	149
6.4.3	Diâmetros e taxas de aço mínimos	149
6.4.4	Armaduras transversais	150
6.4.5	Proteção contra flambagem das barras	151
	Referências e bibliografia recomendada	151
7	Dimensionamento de aparelhos de apoio	153
7.1	Verificação de deformação por cisalhamento	154
7.2	Verificação das tensões normais	155
7.3	Verificação das tensões de cisalhamento	157

7.4	Verificação dos recalques por deformação	158
7.5	Verificação de espessura mínima e estabilidade	159
7.6	Verificação de segurança contra o deslizamento	160
7.7	Verificação de levantamento da borda menos carregada	161
7.8	Verificação das chapas de aço	162
	Referências e bibliografia recomendada	162
II Análise e dimensionamento da ponte		165
8	Caracterização geométrica e física da ponte	167
8.1	Propriedades físicas dos materiais	167
8.2	Caracterização geométrica da ponte	168
	Referências e bibliografia recomendada	173
9	Ações e combinações	175
9.1	Cargas permanentes	175
9.2	Carga móvel	177
9.3	Carga de frenagem e/ou aceleração	181
9.4	Carga de vento	182
9.5	Estados-limite	189
9.5.1	Estado-limite último	190
9.5.2	Estado-limite de serviço	190
9.5.3	Combinações de ações	191
	Referências e bibliografia recomendada	196
10	Dimensionamento das lajes	199
10.1	Dimensionamento à flexão simples	199
10.1.1	Obtenção dos esforços	199
10.1.2	Dimensionamento no estado-limite último	214
10.1.3	Verificação de fadiga	217
10.2	Dimensionamento quanto às forças cortantes	225
10.2.1	Obtenção dos esforços	225
10.2.2	Resumo dos esforços cortantes	230
10.2.3	Verificação de dispensa de estribos	230
10.3	Verificações nos estados-limite de serviço	232
10.3.1	Flecha elástica imediata	233
10.3.2	Formação de fissuras	236
10.3.3	Abertura de fissuras	238
10.3.4	Flecha imediata no estágio II	242
10.3.5	Flecha diferida no tempo	245
	Referências e bibliografia recomendada	247
11	Dimensionamento das defensas	249

11.1	Dimensionamento e detalhamento das armaduras	250
11.1.1	Combinações últimas excepcionais	250
11.1.2	Dimensionamento das armaduras	251
11.1.3	Detalhamento das armaduras	252
11.2	Verificação de dispensa de estribos	253
11.2.1	Combinações últimas excepcionais	253
11.2.2	Verificação de dispensa de estribos	253
	Referências e bibliografia recomendada	254
12	Dimensionamento das transversinas	255
12.1	Obtenção dos esforços internos solicitantes	255
12.2	Dimensionamento no estado-limite último	256
12.2.1	Combinações últimas normais	256
12.2.2	Dimensionamento das armaduras longitudinais	256
12.2.3	Dimensionamento das armaduras transversais	258
12.3	Verificações nos estados-limite de serviço	260
12.3.1	Flecha elástica imediata no estágio I	261
12.3.2	Formação de fissuras	262
12.3.3	Flecha diferida no tempo	262
	Referências e bibliografia recomendada	263
13	Dimensionamento das longarinas	265
13.1	Obtenção das reações de apoio	265
13.1.1	Cargas permanentes	265
13.1.2	Carga móvel	269
13.2	Obtenção dos esforços internos solicitantes	277
13.2.1	Cargas permanentes	277
13.2.2	Carga móvel	279
13.2.3	Resumo dos esforços internos solicitantes	280
13.3	Dimensionamento no estado-limite último	285
13.3.1	Dimensionamento das armaduras negativas	287
13.3.2	Dimensionamento das armaduras positivas	290
13.3.3	Dimensionamento das armaduras de pele	294
13.3.4	Dimensionamento das armaduras transversais	295
13.4	Verificação de fadiga	298
13.4.1	Verificação das armaduras negativas	301
13.4.2	Verificação das armaduras positivas	303
13.4.3	Verificação das armaduras transversais	305
13.4.4	Verificação de esmagamento do concreto	308
13.4.5	Verificação de ruptura do concreto em tração	309
13.5	Verificações nos estados-limite de serviço	310
13.5.1	Flecha elástica imediata	310
13.5.2	Formação de fissuras	313
13.5.3	Abertura de fissuras	315

13.5.4 Flecha imediata no estádio II	320
13.5.5 Flecha diferida no tempo	325
Referências e bibliografia recomendada	326
14 Dimensionamento dos aparelhos de apoio	329
14.1 Obtenção dos esforços	330
14.1.1 Forças verticais	330
14.1.2 Rotações	331
14.1.3 Forças horizontais	333
14.2 Verificações dos aparelhos de apoio	335
14.2.1 Verificação de deformação por cisalhamento	335
14.2.2 Verificação das tensões normais	336
14.2.3 Verificação das tensões de cisalhamento	337
14.2.4 Verificação dos recalques por deformação	338
14.2.5 Verificação de espessura mínima e estabilidade	338
14.2.6 Verificação de segurança contra deslizamento	339
14.2.7 Verificação de levantamento da borda menos carregada	339
14.2.8 Verificação das chapas de aço	340
Referências e bibliografia recomendada	341
15 Dimensionamento dos pilares	343
15.1 Obtenção de esforços e combinações	343
15.1.1 Efeitos globais de segunda ordem	346
15.1.2 Efeitos locais de segunda ordem	351
15.2 Dimensionamento das armaduras longitudinais	353
15.3 Dimensionamento das armaduras transversais	356
15.4 Proteção contra a flambagem das barras	357
Referências e bibliografia recomendada	357
A Tabelas de flechas e rotações	359
B Tabelas de Leonhardt	361
C Tabelas de Rüsch	367
D Tabelas de flexão composta normal	409
E Linhas de influência de longarinas isostáticas	417
F Lajes com continuidade	423
G Transversinas acopladas ao tabuleiro	441
i Exercícios propostos	451
ii Projetos propostos	459