

ÍNDICE

CAPITULO 1

PISOS DE GRANDES VÃOS SEM VIGAS APARENTES

1.1 — Classificação e generalidades	9
1.2 — Lajes cogumelos	10
1.2.1 — Generalidades	10
1.2.2 — Lajes cogumelos sem capiteis	11
a) Processo da NB-1	11
b) Cálculo como viga contínua	14
c) Caso de apoio rígido no contorno	18
1.2.3 — Laje cogumelo com capiteis	23
a) Processo da NB-1	23
b) Crítica do processo da NB-1	25
c) Processo expedito	26
1.2.4 — Dimensionamento e detalhe das lajes cogumelos	28
1.3 — Lajes mistas	
1.3.1 — Definição e prescrições da NB-4	31
1.3.2 — Cálculo da laje mista pela NB-4	32
1.3.3 — Lajes executadas com tijolos de alvenaria comum	34
a) Cálculo como laje mista	34
b) Cálculo como laje nervurada	35
c) Caso em que o cálculo não se enquadra nas condições das normas brasileiras	36
d) Considerações finais sobre o cálculo de lajes executadas com tijolos comuns	40
1.3.4 — Lajes mistas com nervuras inclinadas	40
1.3.5 — Recurso ao emprego de faixas maciças no projeto de lajes mistas ou nervuradas	42
1.4 — Lajes duplas — Grelhas	47
1.4.1 — Generalidades	47
1.4.2 — Estudo das grelhas	48
a) Generalidades	48
b) Lajes com nervuras paralelas aos lados	49
c) Lajes com nervuras inclinadas	50
c1) Lajes simplesmente apoiadas no contorno	50
c2) Lajes engastadas no contorno	51
c3) Nota sobre as lajes com nervuras inclinadas	56
c4) Recurso das nervuras inclinadas para lajes irregulares	57
1.5 — Estudo comparativo dos vários tipos de tetos lisos — Novos sistemas construtivos	58
1.5.1 — Estudo comparativo	58
1.5.2 — Novos sistemas construtivos	61

ÍNDICE

CAPITULO II

LAJES DE FORMA ESPECIAL

2.1	— Lajes circulares	63
	2.1.1 — Generalidades	63
	2.1.2 — Carga uniforme total	63
	a) Caso de apoio no contórno	63
	b) Caso de laje engastada no contórno	65
	2.1.3 — Carga uniforme parcial em uma superfície circular	66
	2.1.4 — Carga aplicada em uma circunferência	67
2.2	— Lajes anelares	67
	2.2.1 — Casos usuais	67
	2.2.2 — Outros casos de lajes anelares e circulares	70
2.3	— Lajes triangulares	70
	2.3.1 — Caso de um triângulo equilátero	70
	2.3.2 — Caso de um triângulo retângulo isósceles	72
	2.3.3 — Tabelas para cálculo de lajes triangulares	73
	a) Laje uniforme em triângulos isósceles	73
	a1) Apoio simples nos três lados	73
	a2) Engastes nos lados	75
	2.4 — Lajes de forma elíptica	76
2.5	— Lajes trapezoidais	76
2.6	— Casos especiais de lajes retangulares	77
	2.6.1 — Carga triangular em laje sobre 4 apoios	77
	2.6.2 — Cargas retangulares e triangulares em lajes sobre 3 apoios	78
	2.6.3 — Lajes apoiadas em pontos	79
	2.6.4 — Lajes muito esbeltas	81
	a) Generalidades	81
	b) Lajes retangulares	81
	c) Lajes contínuas	84
2.7	— Lajes em forma de sector circular	85

CAPITULO III

COBERTURAS E GALPÕES

3.1	— Cálculo das peças secundárias	86
	3.1.1 — Cargas sobre os telhados	86
	a) Peso próprio da cobertura	86
	b) Ação do vento	87
	c) Sobrecarga	88
	3.1.2 — Cálculos das ripas	90
	3.1.3 — Cálculo dos caibros	91
	3.1.4 — Cálculo das terças de madeira	94
3.2	— Flexão oblíqua de seções retangulares no estádio II	99
3.3	— Flexão simples oblíqua na ruptura	100
	3.3.1 — Objetivo	100
	3.3.2 — Hipóteses adotadas	100
	3.3.3 — Caso da área comprimida trapezoidal	102
	3.3.4 — Caso da área comprimida triangular	107
	3.3.5 — Nota sobre a disposição das armaduras	112
	3.3.6 — Momento máximo com armadura simples	113
	3.3.7 — Limite de alongamento da armadura	115
3.4	— Flexão composta oblíqua	123
3.5	— Terças em L sujeitas à flexão oblíqua	125
3.6	— Cisalhamento de peças sujeitas à flexão oblíqua	128
3.7	— Considerações práticas sobre o projeto das terças correntes	130

3.8 — Cálculo da estrutura principal	133
3.8.1 — Generalidades	133
3.8.2 — Cálculo das cargas	133
a) Cargas permanentes	135
b) Cargas acidentais	137
b1) Ação do vento	137
b2) Sobrecarga	138
3.8.3 — Vigas maciças	139
3.8.4 — Vigas Vierendel	140
3.8.5 — Tesouras	145
a) Cálculo gráfico dos esforços em treliças	145
b) Processo analítico	145
3.8.6 — Dimensionamento das tesouras de concreto armado	153
3.8.7 — Estruturas principais em quadros rígidos	157
a) Sistema principal	157
b) Equação para resolução dos hiperestáticos	158
c) Cálculo dos coeficientes das equações	159
d) Momentos finais	163
e) Simplificação dos diagramas	164
f) Roteiro para o cálculo dos quadros simples	165
3.8.8 — Quadros poligonais	166
3.8.9 — Estruturas principais em arco	171

CAPÍTULO IV

4.1 — Cálculo das grelhas hiperestáticas	185
4.1.1 — Generalidades	185
4.1.2 — O problema hiperestático	185
a) Caso de duas vigas	185
b) Casos mais complexos	188
c) Influência da resistência à torção	190
d) Simplificações devidas a disposições simétricas	190
e) Resolução de matrizes	191
4.1.3 — Cálculo das flechas	194
a) Caso Geral	194
4.1.4 — Simplificação dos cálculos pela consideração das cargas aplicadas nos nós	196
4.2 — Grelhas de painéis iguais	202
4.2.1 — Cálculos dos coeficientes das matrizes	202
4.2.2 — Cálculo das cargas	205

CAPÍTULO V

5.1 — Projetos completos de tetos lisos	215
---	-----

CAPÍTULO VI

Coberturas curvas, estudo das cascas de revolução pela teoria de membrana.

6.1 — Introdução	225
6.2 — Esforços e deformações da diretoria da membrana	225
6.2.1 — Definições	225
6.2.2 — Validade da teoria da membrana	227
6.3 — Caso Geral	228
6.4 — Cascas esféricas	228
6.4 — Cascas esféricas	230
6.5 — Cascas cônicas	233
6.6 — Cascas cilíndricas	235
6.7 — Apresentação de fórmulas particulares — Exercícios numéricos ..	236
6.7.1 — Casca esférica completa	236
6.7.2 — Casca esférica invertida	241
6.7.3 — Outros tipos de cascas	242

CAPÍTULO VII

Casca de revolução hiperestáticas

7.1	— Perturbações de bordo	243
	7.1.1 — Generalidades	243
	7.1.2 — Elementos de apoio de uma casca de rotação	244
7.2	— Casca sem elemento adicional nos bordos	244
7.3	— Cascas hiperestáticas	245
	7.3.1 — Sistema principal e incógnitas	245
	7.3.2 — Deslocamento no sistema principal proveniente das cargas aplicadas	246
	7.3.3 — Esforços provenientes de esforços unitários aplicados nos extremos da casca	248
	7.3.4 — Deslocamentos para esforços unitários no extremo da casca	250
	7.3.5 — Resumo das fórmulas	251
7.4	— Cascas ligadas a anéis	252
	7.4.1 — Apresentação	252
	7.4.2 — Esforços e deslocamento na casca isolada	253
	7.4.3.1 — Carga aplicada	253
	7.4.3.2 — Deslocamento radial p/ área radial $H = 1$	253
	7.4.3.3 — Deformação angular para $M_t = 1$	253
	7.4.3.4 — Deformação radial para $M_r = 1$ e deformação angular para $H = 1$	254
	7.4.3.5 — Deformações provenientes das cargas	254
	7.4.4 — Sistema principal	254
	7.4.5 — Esforços finais	254
7.5	— Cascas múltiplas	269
	7.5.1 — Generalidades	270
7.6	— Cálculo de cascas ligadas à laje circular	271
7.7	— Caso da casca cilíndrica	271
7.8	— Exemplo de cascas múltiplas	272
7.9	— Norma NB-1	287
	Índice da NB-1	375
	Norma NB-5	385
	Tabelas	393

