

ÍNDICE

CAPÍTULO I

GENERALIDADES E OBJETIVOS

	Pág.
1.1 — Generalidades	11
1.2 — Processo de protensão	13
1.3 — Tipos de ancoragem	15
1.3.1 — Ancoragem ativa	15
1.3.2 — Ancoragem morta	18
1.4 — Ilustrações	18
1.5 — Vantagens da protensão	22
1.6 — Materiais	24
1.6.1 — Concreto	24
1.6.2 — Armadura	27

CAPÍTULO II

EFEITOS PROVENIENTES DA FORÇA DE PROTENSÃO

2.1 — Protensão inicial	29
2.1.1 — Tensões	29
2.1.2 — Deformações	31
2.1.3 — Limites da força de protensão	35
2.2 — Quedas de protensão	36
2.2.1 — Quedas iniciais	36
2.2.2 — Quedras propriamente ditas	38
2.2.3 — Quedas devidas à retração	38
2.2.4 — Quedas devidas à deformação lenta no concreto	39
2.2.5 — Quedas devidas à deformação lenta no aço	42
2.2.6 — Queda total de protensão	42
2.3 — Tensões após as quedas de protensão	43
2.4 — Perdas de protensão devidas ao atrito	44
2.4.1 — Cabos retos	44
2.4.2 — Cabos curvos	45
Exercício nº 2.1	47

2.5 — Quedas devidas à acomodação do cone	47
2.5.1 — Queda de tensão no cabo curvo	47
Exercício nº 2.2	
2.5.2 — Diagrama final das tensões no cabo levando-se em conta o atrito e a acomodação dos cones	50
2.5.3 — Queda de tensão nos cabos retos	53
2.6 — Cálculo do alongamento total dos cabos	54
Exercício nº 2.3	54
2.7 — Nota sobre a medida dos alongamentos quando a protensão é feita nos dois extremos	55
2.8 — Perdas de protensão segundo o CEB	55
Exercício nº 2.4	56

CAPÍTULO III

PROCESSO ELÁSTICO DE DIMENSIONAMENTO
DAS SECÇÕES DE CONCRETO PROTENDIDO

3.1 — Definições — fórmulas das tensões	58
3.2 — Tensões admissíveis	59
3.3 — Dimensionamento elástico das secções	60
3.3.1 — Generalidades	60
3.3.2 — Cálculo direto da força de protensão	65
Exercício nº 3.1	66
3.3.3 — Escolha da secção pelo processo direto	67
3.3.4 — Escolha da secção com o uso de tabelas	69
3.3.5 — Observações finais sobre o dimensionamento das se- cões de concreto protendido	71
3.3.6 — Processo expedito	72
3.4 — Cálculo dos elementos geométricos das secções	74
Exercício nº 3.2	75
Exercício nº 3.3	79
Exercício nº 3.4	86
3.5 — Aplicação às estruturas usuais	89
3.5.1 — Estruturas totalmente premoldadas	89
3.5.2 — Estruturas parcialmente premoldadas	89
3.5.3 — Estruturas moldadas no local	90
Exercício nº 3.5	92
3.6 — Aplicação às estruturas de pontes	95
3.7 — Colocação dos cabos na secção	97
3.8 — Uso de armaduras não protendidas	99
3.9 — Condições de fissuração	105

Exercício nº 3.6	107
Exercício nº 3.7	108
3.10 — O concreto armado protendido	113

CAPÍTULO IV

DISTRIBUIÇÃO LONGITUDINAL DOS CABOS

4.1 — Fórmulas gerais	116
4.2 — Posição do cabo resultante	117
4.3 — Distribuição da armadura no caso de grande número de cabos	120
4.3.1 — Processo das tensões	120
4.3.2 — Processo expedito	123
4.3.3 — Aperfeiçoamento do processo anterior	125

CAPÍTULO V

INFLUÊNCIA DA FORÇA CORTANTE NO ESTADO ELÁSTICO

5.1 — Cálculo da tensão de cisalhamento	128
Exercício nº 5.1	131
5.2 — Crítica e campo de aplicação do estudo anterior	132

CAPÍTULO VI

ESTRUTURAS HIPERESTÁTICAS PROTENDIDAS
PELO PROCESSO ELÁSTICO

6.1 — Efeito de protensão	134
6.2 — Cabos concordantes	136
6.3 — Projeto dos cabos	138
6.3.1 — Caso de pequenas sobrecargas	138
6.3.2 — Caso de grandes sobrecargas	139
6.4 — Crítica do cálculo elástico das estruturas hiperestáticas	145
6.5 — Segurança à rutura	146
Exercício nº 6.1	147

CAPÍTULO VII

DIMENSIONAMENTO À RUTURA DO CONCRETO PROTENDIDO

7.1 — Generalidades	151
7.2 — Dimensionamento das secções pelo método de rutura	154
7.2.1 — Generalidades	154
7.3 — Processo geral	155
7.3.1 — Conceituação	155
7.3.2 — Cálculo do alongamento	156

7.3.3 — Roteiro do processo geral para o cálculo do concreto protendido no estádio III	158
7.3.4 — Processos expeditos	162
Exercício nº 7.1	164
Exercício nº 7.2	167
7.4 — Dimensionamento direto pelo método de rutura	170
7.4.1 — Apresentação	170
7.4.2 — Fixação das dimensões da secção transversal	171
7.4.3 — Cálculo das armaduras	172
Exercício nº 7.3	173

CAPÍTULO VIII

INFLUENCIA DA FÔRÇA CORTANTE PELO MÉTODO DE RUTURA

8.1 — Generalidades	175
8.2 — Caso AB	176
8.2.1 — Verificação das tensões	176
Exercício nº 8.1	177
Exercício nº 8.2	178
8.2.2 — Cálculo das armaduras	178
Exercício nº 8.3	181
8.2.3 — Armadura mínima	182
Exercício nº 8.4	183
8.2.4 — Considerações finais sôbre armadura mínima	184
Exercício nº 8.5	184
Exercício nº 8.6	185
8.3 — Tensões limites no Caso C	185
Exercício nº 8.7	186
8.4 — Cálculo da armadura de combate ao cisalhamento no caso C ..	187
8.4.1 — Teoria da rutura e da treliça de Mörch	187
8.4.2 — Correção da teoria de Mörch	190
Exercício nº 8.8	191
8.5 — Prescrições suplementares do CEB	193
8.6 — Roteiro prático para o cálculo das armaduras de cisalhamento ..	194

CAPÍTULO IX

CALCULO DAS LAJES

9.1 — Generalidades	196
9.2 — Lajes com armadura excêntrica	198
9.2.1 — Caso da laje simplesmente apoiada	198
Exercício nº 9.1	202
9.2.2 — Caso da laje contínua	206
9.3 — Lajes com armadura centrada	211
Exercício nº 9.2	214
Exercício nº 9.3	215

ÍNDICE

323

9.4 — Lajes com altura variável	220
Exercício nº 9.4	226
9.5 — Lajes armadas em duas direcções	235
Exercício nº 9.5	237

CAPÍTULO X

MÉTODOS PLÁSTICOS PARA CÁLCULO DE LAJES E VIGAS

10.1 — Generalidades	239
10.2 — Processo plástico para as vigas usuais	241
10.2.1 — Generalidades	241
10.2.2 — Fórmula básica	244
10.2.3 — Aplicação às vigas contínuas	246
10.2.4 — Método proposto pelo autor	247
10.2.5 — Capacidade de rotação das rótulas plásticas	249
10.2.6 — Caso de vigas com momentos negativos no centro dos vãos	253
10.2.7 — Comprimento da armadura negativa. Detalhes de execução	255
Exercício nº 10.1	257
Exercício nº 10.2	264
10.3 — Cálculo das lajes no regime de rutura	264
10.3.1 — Lajes armadas numa só direcção	264
Exercício nº 10.3	267
10.3.2 — Processo das bielas de Guyon	272
10.3.3 — Lajes armadas em cruz	274
Projeto e execução de obra de concreto protendido (NB-116)	275
Tabelas	301
Errata e correções do 1º vol.	310
Errata e correções do 2º vol.	312

