
Sumário

1	Concreto como um Material Estrutural	1
	O que é o concreto?	2
	O bom concreto	3
	Materiais compósitos	4
	Papel das interfaces	5
	Forma de abordagem do estudo do concreto	6
2	Cimento	8
	Produção do cimento Portland	8
	Química básica de cimento	9
	Hidratação do cimento	12
	Calor de hidratação e resistência	13
	Ensaio em cimento	15
	Finura do cimento	16
	Pasta de consistência normal	18
	Tempo de pega	18
	Expansibilidade	19
	Resistência	20
	Tipos de cimentos Portland	22
	Cimento Portland comum (Tipo I)	25
	Cimento Portland de alta resistência inicial (Tipo III)	27
	Cimentos Portland de alta resistência inicial especiais	27
	Cimento Portland de baixo calor de hidratação (Tipo IV)	27
	Cimento modificado (Tipo II)	28
	Cimento resistente a sulfatos (Tipo V)	28
	Cimento Portland de alto-forno (Tipo IS)	29
	Cimento supersulfatado (cimento de escória)	30
	Cimentos brancos e coloridos	31
	Cimento Portland pozolânico (Tipo IP, P e I(PM))	31
	Outros cimentos Portland	33

Cimentos expansivos	33
Pozolanas	34
Cimento de elevado teor de alumina (HAC)	35
Outras pozolanas	38
Materiais cimentícios	38
Bibliografia	39
Problemas	39
3 Agregados	41
Classificação segundo as dimensões	42
Classificação petrográfica	42
Classificação segundo forma e textura	44
Propriedades mecânicas	47
Aderência	47
Resistência	47
Tenacidade	49
Dureza	50
Propriedades físicas	51
Massa específica	51
Massa unitária	52
Porosidade e absorção	53
Teor de umidade	55
Inchamento da areia	56
Sanidade	56
Propriedades térmicas	57
Substâncias deletérias	57
Impurezas orgânicas	58
Argila e outros materiais finos	58
Contaminação por sais	59
Partículas instáveis	60
Análise granulométrica	61
Curvas granulométricas	62
Módulo de finura	63
Requisitos de granulometria	63
Dimensão máxima do agregado	65
Granulometrias práticas	67
Granulometria descontínua	71
Bibliografia	72
Problemas	72
4 Qualidade da Água	74
Água de amassamento	74
Água de cura	76

Ensaio em água	76
Bibliografia	77
Problemas	77
5 Concreto Fresco	78
Trabalhabilidade	78
Fatores que afetam a trabalhabilidade	79
Coessão e segregação	81
Exsudação	82
Ensaio de trabalhabilidade	83
Abatimento de tronco de cone	83
Ensaio do fator de compactação e outros ensaios de compacidade	86
Ensaio Vebe	88
Ensaio de espalhamento	89
Ensaio de penetração de bola	90
Comparação de ensaios	91
Massa específica do concreto fresco	93
Bibliografia	93
Problemas	94
6 Resistência do Concreto	95
Abordagem segundo a mecânica da fratura	95
Considerações sobre a resistência à tração	96
Comportamento sob tensões de compressão	98
Critério prático de resistência	100
Porosidade	101
Relação gel/espaço	106
Vazios totais no concreto	108
Distribuição dos tamanhos dos poros	111
Microfissuração e relação tensão-deformação	112
Fatores influentes na resistência do concreto	115
Relação água/cimento, grau de adensamento e idade	116
Relação agregado/cimento	117
Propriedades dos agregados	118
Zona de transição	119
Bibliografia	120
Problemas	120
7 Mistura, Transporte, Lançamento e Adensamento do Concreto	122
Betoneiras	122
Carregamento da betoneira	124
Uniformidade da mistura	124

Tempo de mistura	125
Mistura prolongada	126
Concreto dosado em central	126
Transporte	127
Concreto bombeado	128
Lançamento e adensamento	131
Vibração do concreto	134
Vibradores internos	136
Vibradores externos	137
Mesas vibratórias	137
Revibração	138
Concreto projetado	138
Concreto com agregado pré-colocado	141
Bibliografia	143
Problemas	143
8 Aditivos	145
Aceleradores	150
Retardadores de pega	152
Redutores de água (plastificantes)	153
Superplastificantes	154
Adições e filers	157
Polímeros	158
Aditivos impermeabilizantes e bactericidas	158
Observações finais	159
Bibliografia	159
Problemas	159
9 Problemas de Temperatura em Concretagem	161
Problemas devido a climas quentes	161
Concretagem em climas quentes	163
Concreto massa	164
Concretagem em clima frio	168
Bibliografia	173
Problemas	173
10 Cura do Concreto	175
Cura normal	175
Métodos de cura	177
Influência da temperatura	180
Maturidade	183
Cura a vapor	185

Bibliografia	188
Problemas	189
11 Outras Propriedades da Resistência do Concreto	190
Relação entre a resistência à compressão e a resistência à tração	190
Fadiga	192
Resistência ao impacto	198
Resistência à abrasão	201
Aderência à armadura	203
Bibliografia	204
Problemas	204
12 Elasticidade e Fluência	206
Elasticidade	206
Fatores que afetam o módulo de elasticidade	211
Coeficiente de Poisson	212
Fluência	212
Fatores que influenciam na fluência	215
Magnitude da fluência	221
Previsão da fluência	223
Efeitos da fluência	228
Bibliografia	229
Problemas	230
13 Deformação e Fissuração Sem Carregamento	232
Retração e expansão	232
Retração por secagem	234
Retração por carbonatação	235
Fatores que influenciam na retração	236
Previsão da retração por secagem e expansão	241
Movimentação térmica	245
Efeitos da restrição e fissuração	248
Tipos de fissuração	250
Bibliografia	253
Problemas	254
14 Permeabilidade e Durabilidade	256
Permeabilidade	256
Ataque por sulfatos	259
Ataque por água do mar	264
Ataque por ácidos	265
Reação álcali-agregado	266

Corrosão da armadura	268
Bibliografia	276
Problemas	276
15 Resistência ao Gelo-Degelo	278
Ação do congelamento	278
Concreto resistente ao congelamento	280
Agentes incorporadores de ar	284
Fatores que influenciam na incorporação de ar	287
Determinação do teor de ar	288
Outros efeitos da incorporação de ar	290
Bibliografia	291
Problemas	291
16 Ensaios	293
Precisão dos ensaios	293
Análise do concreto fresco	295
Ensaios de resistência	296
Resistência à compressão	296
Resistência à tração	302
Ensaios em testemunhos	305
Cura acelerada	307
Esclerômetro Schmidt	311
Resistência à penetração	313
Ensaio de arrancamento (Pull-out Test)	314
Ensaio de velocidade de propagação de onda ultrassônica	314
Outros ensaios	318
Bibliografia	318
Problemas	318
17 Conformidade com as Especificações	320
Variabilidade da resistência	320
Recebimento e conformidade	325
Exigências de conformidade para outras propriedades	328
Gráficos de controle de qualidade	331
Bibliografia	337
Problemas	337
18 Concreto Leve	338
Classificação dos concretos leves	338
Tipos de concreto leve	339

Propriedades do concreto com agregados leves	347
Concreto celular	350
Concreto sem finos	352
Bibliografia	354
Problemas	354
19 Dosagem	356
Fatores a serem considerados	357
Relação água/cimento	357
Tipo de cimento	360
Durabilidade	361
Trabalhabilidade e quantidade de água	362
Escolha do agregado	366
Consumo de cimento	370
Consumo de agregados	371
Misturas experimentais	377
Método americano – exemplos	377
Exemplo I	377
Exemplo II	380
Método britânico – exemplos	382
Exemplo III	382
Exemplo IV	383
Dosagem de concreto com agregados leves	384
Exemplo V	389
Exemplo VI	390
Bibliografia	391
Problemas	392
20 Concretos Especiais	395
Compósitos de concreto polímero	395
Concreto com agregados reciclados	398
Concreto reforçado com fibras	401
Argamassa armada	407
Concreto compacto com rolo	407
Concreto de alto desempenho	408
Concreto autoadensável	409
Bibliografia	410
Problemas	410
21 Uma Visão Geral	411
Problemas	413

Normas brasileiras citadas	414
Normas americanas importantes	424
Normas britânicas importantes	430
Índice	441