

Sumário

Abastecimento de Água para Consumo Humano

VOLUME 1

Prefácio 21

Apresentação da segunda edição 23

Apresentação da primeira edição 25

Capítulo 1

Abastecimento de água, sociedade e ambiente 29

Léo Heller

1.1 Introdução 29

1.2 Contextos sociais 30

1.3 Contexto técnico-científico 33

1.4 Histórico 34

1.5 Necessidades da água 38

1.6 Oferta e demanda de recursos hídricos 42

1.6.1 Oferta 42

1.6.2 Demanda 43

1.6.3 Balanço oferta x demanda 45

1.7 Abastecimento de água e saúde 46

1.7.1 Evidências históricas 46

1.7.2 Mecanismos de transmissão de doenças a partir da água 49

1.7.3 O impacto do abastecimento de água sobre a saúde 50

1.8 Abastecimento de água e meio ambiente 51

1.8.1 Abastecimento de água como usuário dos recursos hídricos 51

1.8.2 Abastecimento de água como atividade impactante 54

1.8.3 Elementos da legislação 55

1.9 A situação atual do abastecimento de água 56

1.10 Considerações finais 61

Capítulo 2

Concepção de instalações para o abastecimento de água 65

Léo Heller

2.1 Introdução 65

2.2 Contextos 67

2.3 Modalidades e abrangência do abastecimento 71

2.4 Unidades componentes de uma instalação de abastecimento de água 73

2.5 Elementos condicionantes na concepção de instalações para o abastecimento de água 79

2.5.1 Porte da localidade 79

2.5.2 Densidade demográfica 82

2.5.3 Mananciais 82

- 2.5.4 Características topográficas 84
- 2.5.5 Características geológicas e geotécnicas 85
- 2.5.6 Instalações existentes 85
- 2.5.7 Energia elétrica 86
- 2.5.8 Recursos humanos 88
- 2.5.9 Condições econômico-financeiras 89
- 2.5.10 Alcance do projeto 91
- 2.6 Normas aplicáveis 92
- 2.7 A sequência do processo de concepção 94
- 2.8 Arranjos de instalações para abastecimento de água 95
- 2.9 Planejamentos e projetos 104

Capítulo 3

Consumo de água 107

Marcelo Libânio, Maria de Lourdes Fernandes Neto, Aloísio de Araújo Prince, Marcos von Sperling, Léo Heller

- 3.1 Demandas em uma instalação para abastecimento de água 107
- 3.2 Capacidade das unidades 108
- 3.3 Estimativas de população 111
 - 3.3.1 Métodos de projeção populacional 111
 - 3.3.2 Estimativa da população de novos loteamentos 121
 - 3.3.3 População flutuante 122
 - 3.3.4 Alcance de projeto 123
- 3.4 Consumo per capita 126
 - 3.4.1 Definição 126
 - 3.4.2 Consumo doméstico 126
 - 3.4.3 Consumo comercial 128
 - 3.4.4 Consumo público 129
 - 3.4.5 Consumo industrial 129
 - 3.4.6 Perdas 131
 - 3.4.7 Fatores intervenientes no consumo per capita de água 133
 - 3.4.8 Valores típicos do consumo per capita de água 138
- 3.5 Coeficientes e fatores de correção de vazão 142
 - 3.5.1 Período de funcionamento da produção 142
 - 3.5.2 Consumo no sistema 142
 - 3.5.3 Coeficiente do dia de maior consumo (k_1) 143
 - 3.5.4 Coeficiente da hora de maior consumo (k_2) 143
- 3.6 Exemplo de aplicação 144

Capítulo 4

Qualidade da água para consumo humano 151

Valter Lúcio de Pádua, Andrea Cristina da Silva Ferreira

- 4.1 Introdução 151
- 4.2 Classificação dos mananciais e usos da água 152
- 4.3 Materiais dissolvidos e em suspensão presentes na água 157
 - 4.3.1 Natureza biológica 158
 - 4.3.2 Natureza química 174
 - 4.3.3 Natureza física 189
 - 4.3.4 Natureza radiológica 193
- 4.4 Caracterização da água 194

- 4.4.1 Definição dos parâmetros 194
- 4.4.2 Plano de amostragem 195
- 4.4.3 Controle de qualidade em laboratórios 201
- 4.4.4 Processamento de dados e interpretação dos resultados 202
- 4.4.5 Divulgação da informação 204
- 4.5 Padrões de potabilidade 205
- 4.5.1 Parâmetros de caracterização da água destinada ao consumo humano 205
- 4.5.2 Amostragem 208
- 4.5.3 Responsabilidades legais 211

Capítulo 5

Mananciais superficiais: aspectos quantitativos 219

Mauro Naghettini

- 5.1 Introdução 219
- 5.2 O ciclo hidrológico 220
- 5.3 O balanço hídrico 222
- 5.4 Dados hidrológicos 225
- 5.5 A bacia hidrográfica 227
- 5.6 Precipitação 229
- 5.7 Os processos de interceptação, infiltração e evapotranspiração 237
- 5.8 As vazões dos cursos d'água 245
- 5.9 Vazões de enchentes 252
- 5.10 Vazões de estiagens 260

Capítulo 6

Mananciais subterrâneos: aspectos quantitativos 271

Luiz Rafael Palmier

- 6.1 Introdução 271
- 6.2 A evolução do uso de águas subterrâneas e da compreensão dos fenômenos hidrogeológicos 272
- 6.3 Características, importância e vantagens do uso das águas subterrâneas 274
- 6.4 Distribuição vertical das águas subsuperficiais 280
- 6.5 Fluxo de água subterrânea: escala local 283
- 6.6 Formações geológicas e aquíferos 286
- 6.6.1 Aquíferos e aquitardes 286
- 6.6.2 Formações geológicas 286
- 6.6.3 Tipos de aquíferos e superfície potenciométrica 287
- 6.7 Propriedades hidrogeológicas dos aquíferos 289
- 6.7.1 Transmissividade 290
- 6.7.2 Porosidade e vazão específica 290
- 6.7.3 Coeficiente de armazenamento específico 291
- 6.7.4 Coeficiente de armazenamento de aquífero confinado 292
- 6.8 Introdução à hidráulica de poços 293
- 6.8.1 Cone de depressão em aquíferos confinados 294
- 6.8.2 Cone de depressão em aquíferos livres 295

Capítulo 7

Soluções alternativas desprovidas de rede 299

Valter Lúcio de Pádua

- 7.1 Introdução 299
- 7.2 Emprego de soluções alternativas e individuais 300
- 7.3 Tipos de soluções alternativas e individuais 301
 - 7.3.1 Captação 302
 - 7.3.2 Tratamento 206
 - 7.3.3 Reservação 314
 - 7.3.4 Distribuição 316
- 7.4 Cadastro e controle da qualidade da água 319
 - 7.4.1 Cadastro 319
 - 7.4.2 Controle da qualidade da água 321
- 7.5 Considerações finais 322

Capítulo 8

Captação de água de superfície 325

Aloísio de Araújo Prince

- 8.1 Definição e importância 325
- 8.2 Escolha do manancial e do local para implantação de sua captação 325
- 8.3 Tipos de captação de água de superfície 330
- 8.4 Dispositivos constituintes das captações de água de superfície 331
- 8.5 Tomada de água 332
 - 8.5.1 Tubulação de tomada 332
 - 8.5.2 Caixa de tomada 338
 - 8.5.3 Canal de derivação 339
 - 8.5.4 Poço de derivação 340
 - 8.5.5 Tomada de água com estrutura em balanço 342
 - 8.5.6 Captação flutuante 343
 - 8.5.7 Torre de tomada 345
- 8.6 Barragem de nível 347
- 8.7 Grades e telas 354
- 8.8 Desarenador 360
- 8.9 Captações não convencionais 367
- Anexo – Proteção de mananciais 370
- Importância da escolha correta e da proteção dos mananciais 371

Capítulo 9

Captação de água subterrânea 375

João César Cardoso do Carmo, Pedro Carlos Garcia Costa

- 9.1 Introdução 375
- 9.2 Seleção de manancial para abastecimento público 375
- 9.3 Seleção de manancial subterrâneo 376
 - 9.3.1 Levantamento de dados 377
 - 9.3.2 Caracterização do tipo de manancial escolhido 377
- 9.4 Fontes de meia encosta 381
- 9.5 Poço manual simples 383
- 9.6 Poço tubular raso 385
- 9.7 Poço amazonas 386
- 9.8 Drenos horizontais 390
- 9.9 Barragem subterrânea 394
- 9.10 Barragem de areia 397
- 9.11 Poços tubulares profundos 397

- 9.11.1 Projeto 398
- 9.11.2 Métodos de perfuração de poços tubulares profundos 405
- 9.11.3 Teste de bombeamento 410
- 9.12 Proteção das captações 415

Sobre os autores 417

VOLUME 2

Capítulo 10

Adução 441

Márcia Maria Lara Pinto Coelho, Márcio Benedito Baptista

- 10.1 Introdução 441
- 10.2 Traçado das adutoras 441
- 10.3 Dimensionamento hidráulico 445
 - 10.3.1 Considerações gerais 445
 - 10.3.2 Equações hidráulicas fundamentais 446
 - 10.3.3 Conduitos forçados 447
 - 10.3.4 Conduitos livres 464
- 10.4 Transientes hidráulicos em conduitos forçados 470
 - 10.4.1 Definição 470
 - 10.4.2 Celeridade 470
 - 10.4.3 Descrição do fenômeno em adutoras por gravidade 472
 - 10.4.4 Processo expedito para avaliação da variação da carga de pressão 474
 - 10.4.5 Métodos para controle de transiente 477

Capítulos 11

Estações elevatórias 483

Márcia Maria Lara Pinto Coelho

- 11.1 Introdução 483
- 11.2 Parâmetros hidráulicos 486
 - 11.2.1 Vazão 486
 - 11.2.2 Altura manométrica 487
 - 11.2.3 Potência e rendimento 488
- 11.3 Bombas utilizadas em sistemas de abastecimento de água 489
- 11.4 Turbobombas 490
 - 11.4.1 Bombas centrífugas 493
 - 11.4.2 Bombas axiais e mistas 495
 - 11.4.3 Influência da rotação nas curvas características das turbobombas 496
 - 11.4.4 Influência dos diâmetros dos rotores nas curvas características das bombas 498
- 11.5 Curvas características do sistema 498
- 11.6 Associação de bombas 501
 - 11.6.1 Bombas em paralelo 501
 - 11.6.2 Bombas em série 503
- 11.7 Cavitação e altura de aspiração das bombas 505
 - 11.7.1 Cavitação 505
 - 11.7.2 Altura de aspiração nas turbobombas 507

- 11.7.3 Escorva das bombas 509
- 11.8 Golpe de aríete em linhas de recalque 509
- 11.9 Projeto de estações elevatórias 511
 - 11.9.1 Poço de sucção 512
 - 11.9.2 Sala de máquinas 515
- 11.10 Bombas utilizadas em situações especiais 516
 - 11.10.1 Bombas volumétricas 517
 - 11.10.2 Carneiro hidráulico 518
 - 11.10.3 Sistema com emulsão de ar 520
- 11.11 Escolha do tipo de bomba 522

Capítulo 12

Introdução ao tratamento de água 531

Valter Lúcio de Pádua

- 12.1 Introdução 531
- 12.2 Processos e operações unitárias de tratamento de água 531
 - 12.2.1 Micropeneiramento 532
 - 12.2.2 Oxidação 535
 - 12.2.3 Adsorção em carvão ativado 537
 - 12.2.4 Coagulação e mistura rápida 539
 - 12.2.5 Floculação 543
 - 12.2.6 Decantação 545
 - 12.2.7 Flotação 547
 - 12.2.8 Filtração rápida 550
 - 12.2.9 Desinfecção 553
 - 12.2.10 Fluoretação 558
 - 12.2.11 Estabilização química 560
- 12.3 Técnicas de tratamento de água 561
 - 12.3.1 Filtração lenta e filtração em múltiplas etapas 563
 - 12.3.2 Filtração direta 569
 - 12.3.3 Tratamento convencional e flotação 572
 - 12.3.4 Filtração em membranas 572
 - 12.3.5 Seleção de técnicas de tratamento 577

Capítulo 13

Reservação 585

Márcia Maria Lara Pinto Coelho, Marcelo Libânio

- 13.1 Considerações iniciais 585
- 13.2 Tipos de reservatórios 587
 - 13.2.1 Localização no sistema 587
 - 13.2.2 Localização no terreno 589
 - 13.2.3 Formas dos reservatórios 592
 - 13.2.4 Material de construção 592
- 13.3 Volumes de reservação 593
- 13.4 Tubulações e órgãos acessórios 599
 - 13.4.1 Tubulação de entrada 599
 - 13.4.2 Tubulação de saída 600
 - 13.4.3 Descarga de fundo 601
 - 13.4.4 Extravasor 602
 - 13.4.5 Ventilação 604

- 13.4.6 Drenagem subestrutural 605
- 13.5 Qualidade de água nos reservatórios 611

Capítulo 14

Rede de distribuição 615

Aloísio de Araújo Prince

- 14.1 Definição e importância 615
- 14.2 Elementos necessários para a elaboração do projeto 616
- 14.3 Vazões de distribuição 617
- 14.4 Delimitação da área a ser abastecida 619
- 14.5 Delimitação das áreas com mesma densidade populacional ou com mesma vazão específica 620
- 14.6 Análise das instalações de distribuição de água existentes 623
- 14.7 Estabelecimento das zonas de pressão e localização dos reservatórios de distribuição 624
- 14.8 Volume e níveis de água dos reservatórios de distribuição 630
- 14.9 Diâmetro das tubulações 635
- 14.10 Traçado dos condutos 638
 - 14.10.1 Distância máxima de atendimento por uma única tubulação tronco 641
 - 14.10.2 Distância máxima entre tubulações tronco formando grelha 642
 - 14.10.3 Distância máxima entre tubulações tronco formando anel 643
 - 14.10.4 Comprimento máximo de tubulações secundárias com diâmetro mínimo de 50mm 647
 - 14.10.5 Comprimento máximo de tubulações secundárias com diâmetro inferior a 50mm 648
- 14.11 Estabelecimento dos setores de manobra e dos setores de medição 650
 - 14.11.1 Setor de manobra 653
 - 14.11.2 Setor de medição 655
- 14.12 Localização e dimensionamento dos órgãos acessórios da rede de distribuição 657
 - 14.12.1 Hidrantes 657
 - 14.12.2 Válvula de manobra 658
 - 14.12.3 Válvula de descarga 660
 - 14.12.4 Válvula redutora de pressão 661
- 14.13 Dimensionamento dos condutos 662
 - 14.13.1 Método de dimensionamento trecho a trecho 663
 - 14.13.2 Método de dimensionamento por áreas de influência 672

Capítulo 15

Tubulações e acessórios 693

Emília Kiyomi Kuroda, Valter Lúcio de Pádua

- 15.1 Introdução 693
- 15.2 Critérios para escolha de tubulações 694
- 15.3 Tipos de tubulações 697
 - 15.3.1 Tubulações de ferro fundido 699
 - 15.3.2 Tubos de aço carbono 707
 - 15.3.3 Tubos de PVC 713
 - 15.3.4 Tubos de polietileno e polipropileno 717
 - 15.3.5 Tubulações reforçadas com fibra de vidro 725
- 15.4 Acessórios 727
 - 15.4.1 Válvulas de regulação de vazão 727
 - 15.4.2 Comportas e adufas 729
 - 15.4.3 Válvulas de descarga 730
 - 15.4.4 Ventosas 731

- 15.4.5 Válvulas redutoras de pressão 732
- 15.4.6 Válvulas de retenção 732
- 15.4.7 Válvulas antigolpe 733
- 15.4.8 Medidores de vazão 734
- 15.5 Instalação e assentamento de tubos 740
- 15.6 Obras complementares 743
- 15.7 Limpeza e reabilitação de tubulações 745
 - 15.7.1 Considerações iniciais 745
 - 15.7.2 Limpeza das tubulações 746
 - 15.7.3 Reabilitação de tubulações 747

Capítulo 16

Mecânica computacional aplicada ao abastecimento de água 751

Marcelo Monachesi Gaio

- 16.1 Introdução 751
- 16.2 Os modelos computacionais 752
- 16.3 Histórico 753
- 16.4 Os modelos disponíveis no mercado 754
- 16.5 Tipos clássicos de aplicação dos modelos 754
- 16.6 Como os modelos funcionam 756
- 16.7 Como trabalhar com os modelos 758
- 16.8 Bases para o trabalho 760
- 16.9 Construção e uso dos modelos 763
 - 16.9.1 Identificação clara da finalidade do modelo 763
 - 16.9.2 Simplificação 764
 - 16.9.3 Análise dos resultados 765
 - 16.9.4 Documentação 765
- 16.10 Quem deve utilizar os modelos 765
- 16.11 Como começar? 766
- 16.12 Exemplos numéricos 766
 - 16.12.1 Exemplo 1 766
 - 16.12.2 Exemplo 2 773
 - 16.12.3 Exemplo 3 (continuação do Exemplo 2) 775
 - 16.12.4 Exemplo 4 778
- 16.13 Dados utilizados nos modelos 779
- 16.14 Outros exemplos de aplicação de modelos 780
 - 16.14.1 Rede de distribuição de água 780
 - 16.14.2 Continuação do Exercício 16.14.1 783
 - 16.14.3 Automação 785
- 16.15 Redução de perdas 788
- 16.16 Calibração dos modelos 790
 - 16.16.1 A importância da calibração de um modelo 790
 - 16.16.2 O processo de calibração 791
 - 16.16.3 O que fazer para aproximar o modelo da realidade 794
- 16.17 Simulação da qualidade da água 795
- 16.18 Considerações finais 798

Capítulo 17

Gerenciamento de perdas de água 801

Ernaci Ciriaco de Miranda

- 17.1 Introdução 801
- 17.2 Componentes das perdas de água 803
- 17.3 Avaliação e controle das perdas de água 805
- 17.4 Indicadores de perdas 808
- 17.5 Análise de credibilidade 816
- 17.6 Ações de combate às perdas de água 818
- Apêndice – Glossário 821

Capítulo 18

Gestão dos serviços 829

Léo Heller

- 18.1 Introdução 829
- 18.2 Modelos de gestão 830
 - 18.2.1 Breve histórico da gestão dos serviços de saneamento no Brasil 830
 - 18.2.2 Quadro legal e institucional 833
 - 18.2.3 Modelos de gestão aplicáveis 841
- 18.3 Práticas de gestão 846
 - 18.3.1 A organização dos serviços 846
 - 18.3.2 Participação da comunidade e integração com outras políticas públicas 853
- 18.4 Considerações finais 855

Anexos

Anexo A – Hidráulica 859

- A.1 Algumas propriedades físicas da água 859
- A.2 Equações fundamentais do escoamento permanente 860
 - A.2.1 Equação da continuidade 860
 - A.2.2 Equação da quantidade de movimento 860
 - A.2.3 Equação de energia – Bernoulli 861
- A.3 Adutoras em condutos forçados 862
 - A.3.1 Perda de carga contínua 862
 - A.3.2 Perda de carga localizada 864
- A.4 Adutoras em escoamento livre 866
 - A.4.1 Cálculo do escoamento uniforme com o uso de gráficos auxiliares 866
 - A.4.2 Escoamento uniforme – Sistemática de cálculo de seções circulares 866
 - A.4.3 Coeficientes de rugosidade para canais artificiais 867
 - A.4.4 Velocidades máximas e mínimas admissíveis em condutos 868
 - A.4.5 Seções de máxima eficiência hidráulica 869

Sobre os autores 871