

Sumário

INTRODUÇÃO, 23

1 A HISTÓRIA DAS USINAS HIDRELÉTRICAS, 25

- 1.1 As usinas hidrelétricas no Brasil, 27
- 1.2 O desenvolvimento das hidrelétricas – eventos marcantes, 36
- 1.3 Transformação da energia potencial em energia elétrica, 38
- 1.4 Componentes de uma usina hidrelétrica, 40
- 1.5 Grandes hidrelétricas do mundo, 41

2 O PLANEJAMENTO DA GERAÇÃO E AS FASES DE ESTUDOS E PROJETOS, 44

- 2.1 As bacias hidrográficas e os usos múltiplos da água, 44
- 2.2 Planejamento da expansão da geração de energia, 47
- 2.3 Etapas de estudos e projetos, 51
- 2.4 Estimativa de custo e avaliação técnico-econômica da usina, 66

Anexo A1: Aproveitamento ótimo do potencial, 70

3 TIPOS DE USINA E TIPOS DE ARRANJO DE OBRAS, 74

- 3.1 Tipos de usina hidrelétrica, 74
- 3.2 Tipos de arranjo das obras, 77

Anexo A2: Exemplos adicionais de arranjos gerais de obras de usinas hidrelétricas, 88

4 ESTUDOS HIDROLÓGICOS E ENERGÉTICOS, 119

- 4.1 Estudos hidrológicos, 120
- 4.2 Estudos energéticos e econômicos, 146

5 ESTUDOS GEOLÓGICOS E GEOTÉCNICOS, 155

- 5.1 Sondagens, ensaios, classificações e modelos geológicos, 157
- 5.2 Parâmetros característicos dos materiais, 175
- 5.3 Tratamentos das fundações, 179
- 5.4 Sistemas de drenagem, 182
- 5.5 Instrumentação das fundações, 185
- 5.6 Materiais naturais de construção, 186

6 BARRAGENS, 188

- 6.1 Tipos de barragem, 188
- 6.2 Barragens de terra, 188
- 6.3 Barragens de enrocamento, 201
- 6.4 Barragem de concreto gravidade, 218
- 6.5 Barragens de concreto em arco, 228

7 VERTEDOUROS, 237

- 7.1 Tipos de vertedouro e critérios de escolha, 237
- 7.2 Dimensionamento hidráulico, 244
- 7.3 Dissipação de energia, 251
- 7.4 Cavitação, 271
- 7.5 Aeração, 283
- 7.6 Aspectos operativos de vertedouros e monitoramento, 293

8 CIRCUITO DE ADUÇÃO E GERAÇÃO, 298

- 8.1 Canal de adução, 298
- 8.2 Tomada de água, 300
- 8.3 Conduitos forçados, 305
- 8.4 Túnel de adução, 318
- 8.5 Chaminés de equilíbrio, 332
- 8.6 Casa de força, 340
- 8.7 Canal de fuga, 353

9 EQUIPAMENTOS MECÂNICOS PRINCIPAIS, 357

- 9.1 Comportas e válvulas, 357
- 9.2 Turbinas, 374
- 9.3 Turbinas Pelton – de ação, 390
- 9.4 Turbinas Francis, 392
- 9.5 Turbinas Kaplan, 395
- 9.6 Turbinas bulbo, 398
- 9.7 Turbina tubular, 401
- 9.8 Turbina straflo, 402
- 9.9 Instalação de turbina em canal aberto (*open flume*), 402
- 9.10 Testes de desempenho da turbina, 403
- 9.11 Controle da turbina, 404
- 9.12 Equipamentos e sistemas auxiliares mecânicos, 405

- 10 EQUIPAMENTOS E SISTEMAS ELÉTRICOS, ARRANJO GERAL DA UNIDADE, SUBESTAÇÃO E INTERLIGAÇÃO, OPERAÇÃO E MANUTENÇÃO DA USINA, 407**
 - 10.1 Gerador síncrono, 407
 - 10.2 Arranjo geral da unidade geradora, 422
 - 10.3 Transformadores principais, 426
 - 10.4 Sistemas auxiliares elétricos, 429
 - 10.5 Sistemas de proteção, 432
 - 10.6 Subestação e interligação da usina ao sistema, 438
 - 10.7 Operação e manutenção da usina, 449
- 11 ASPECTOS CONSTRUTIVOS, 451**
 - 11.1 Etapas de construção, 451
 - 11.2 Projeto do desvio do rio, 452
 - 11.3 Planejamento da construção, 462
 - 11.4 Planejamento da montagem, 467
 - 11.5 Acessos e canteiro de obras, 467
 - 11.6 Modalidades de contratação, 467
- 12 RISCOS E GESTÃO DO PATRIMÔNIO, 475**
 - 12.1 Resumo dos principais acidentes com barragens, 475
 - 12.2 Riscos associados aos aproveitamentos hidrelétricos, 489
 - 12.3 Gestão do patrimônio de instalações hidrelétricas, 496