

Sumário

A detecção de problemas técnicos em barragens de concreto através da instrumentação

Apresentação – 1

Prefácio ABGE e AGESC – 3

Prefácio do autor – 5

Prefácio do CONFEA – 6

Sobre o autor – 7

1. Introdução – 8

2. Considerações básicas sobre o plano de observação de subpressões na fundação das barragens – 10

3. Anomalias nas subpressões da fundação de barragens de concreto – 15

3.1 Anomalia em drenos na fundação da tomada d'água da barragem de Marimbondo – 16

3.2 Análise de anomalias na piezometria na fundação da barragem de concreto da UHE Água Vermelha – 17

3.3 Anomalia indicada pela piezometria no contato concreto-rocha na barragem principal de Itaipu – 20

3.4 Piezometria na fundação de barragem em CCR sobre maciço de rochas metamórficas – 28

3.5 Variação de subpressões em seções de um mesmo bloco da barragem – 31

3.6 Anomalia na piezometria na fundação de uma casa de força – 40

4. Aumentos bruscos de subpressão observados na fundação de barragens de concreto – 44

4.1 Avaliação do aumento de subpressão em bloco tipo gravidade-aliviada – 44

4.2 Aumento de subpressão em barragens tipo gravidade – 50

4.3 Aumento brusco de subpressão nos piezômetros na região dos condutos forçados – 52

5. Comportamento cíclico de piezômetros de fundação nas barragens de concreto – 57

6. Fissuras no concreto versus a instrumentação de auscultação – 66

- 6.1 Fissura na cabeça de montante dos blocos F8 e F9 – 67
- 6.2 Fissura cabeça de montante do blocos F-19/20 – 69
- 6.3 Fissura nos contrafortes dos blocos F-33 a F-36 – 70
- 6.4 Fissura no paramento de montante da barragem em CCR – 75

7. Fissuras no concreto motivadas pelos deslocamentos da barragem – 78

8. Fissuras decorrentes da RAA e sua influência sobre as unidades geradoras – 84

- 8.1 A expansão do concreto decorrente da RAA – 84
- 8.2 Fissuras e problemas detectados na casa de força da UHE Moxotó – 88

9. Anomalias nos deslocamentos horizontais de barragens de concreto – 100

- 9.1 Deslocamentos horizontais medidos em uma grande barragem – 104
- 9.2 Distensão junto ao pé de montante do vertedouro I da UHE Itá – 110
- 9.3 A importância dos pêndulos na detecção do acidente com a barragem de Zeuzier – 111

10. Degradação do concreto provocada por ciclos térmicos sazonais – 117

- 10.1 A experiência com envelhecimento de barragens tipo gravidade maciça – 117
- 10.2 Histerese provocada pelas variações internas de temperatura – 119
- 10.3 Relação entre a fissuração e a histerese térmica – 121
- 10.4 A experiência com envelhecimento das barragens tipo gravidade-aliviada – 122
- 10.5 Fissuração e comportamento da barragem – 123

11. Anomalias nos recalques da fundação – 126

- 11.1 Análise dos recalques na fundação da barragem principal de Itaipu – 126
- 11.2 Recalques medidos durante a escavação das chavetadas de concreto em Itaipu – 133
- 11.3 Comparação entre recalques medidos e teóricos na fundação da barragem de Três Irmãos – 138
- 11.4 Análise dos recalques na fundação da barragem em CCR de Dona Francisca – 143
- 11.5 Análise dos recalques na fundação da barragem em CCR de Canoas I – 144
- 11.6 Análise dos recalques na fundação de barragem sobre maciço rochoso de rochas metamórficas – 147
- 11.7 Extensômetros na fundação de uma barragem gravidade de grande porte – 152
- 11.8 Anomalia na medição de deslocamentos na fundação da estrutura de um vertedouro – 157

12. Anomalias nos deslocamentos diferenciais entre blocos – 161

- 12.1 Medição dos recalques diferenciais entre blocos – 161
- 12.2 Recalques diferenciais em barragem sobre uma falha geológica na fundação – 166
- 12.3 Medição dos deslocamentos diferenciais do muro lateral do vertedouro – 168
- 12.4 Deslocamentos diferenciais em barragem em CCR sobre rochas metamórficas – 172
- 12.5 Medidores triortogonais em barragens gravidade – 175

13. Deformação lenta dos maciços rochosos em fundação de barragens de concreto – 179

- 13.1 Estudo da deformação lenta dos maciços rochosos – 179
- 13.2 Previsão de valores de controle para os extensômetros de hastes de duas barragens gravidade em CCR – 181
- 13.3 Acompanhamento das deformações de longo prazo na barragem principal de Itaipu – 185

14. Monitoramento da evolução de fossas de erosão a jusante de vertedores – 189

15. Anomalias nas tensões medidas nas barragens de concreto – 193

- 15.1 Deformímetros e tensômetros nas barragens de Itaipu e Bhakra – 195
- 15.2 Deformímetros e tensômetros na medição de tensões no concreto – 196
- 15.3 Desempenho dos instrumentos na barragem de Bhakra – 197
- 15.4 Desempenho dos instrumentos na barragem de Itaipu (trecho “F”) – 198
- 15.5 A medição de tensões no vertedouro da barragem de Água Vermelha – 202
- 15.6 Medição de tensões nas chavetadas de concreto na fundação de barragens – 203

16. Anomalias nas deformações autógenas do concreto – 212

17. Anomalias no comportamento térmico do concreto – 216

- 17.1 Injeção das juntas entre tomada d’água e casa de força na UHE Água Vermelha – 216
- 17.2 Fissuras junto à fundação provocadas pelo resfriamento do concreto – 219
- 17.3 Termômetros para concreto em barragem gravidade de concreto – 222

18. Anomalias nas infiltrações através do concreto – 225

19. Anomalias nos sistemas de drenagem da fundação – 229

- 19.1 Perda de eficiência dos sistemas de drenagem — casos observados nos Estados Unidos – 231
- 19.2 Perda de eficiência dos sistemas de drenagem — casos observados no Brasil – 234
- 19.3 Principais conclusões na manutenção dos sistemas de drenagem – 244

20. Anomalias no carreamento de materiais sólidos – 248

20.1 Carreamento de argila por junta entre blocos na barragem de Itaipu – 252
20.2 Infiltrações pela galeria de barragem em CCR sobre rochas metamórficas mais permeáveis – 256

21. Experiências com o fechamento em definitivo dos drenos de fundação em barragens de concreto – 260

22. Avaliação da instrumentação da barragem de Gallito Ciego no Peru – 264

23. Avaliação da instrumentação da barragem de Poechos no Peru – 269

24. Breves considerações sobre a vida útil da instrumentação de barragens – 272

Referências bibliográficas – 274