

A DETECÇÃO DE PROBLEMAS TÉCNICOS EM BARRAGENS DE CONCRETO ATRAVÉS DA INSTRUMENTAÇÃO

JOÃO FRANCISCO ALVES SILVEIRA



ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE GEOLOGIA
DE ENGENHARIA E AMBIENTAL



Copyright 2025. Associação Brasileira de Geologia de Engenharia e Ambiental – ABGE

Produção editorial:

Assistência editorial: *Luciana Marques e Denise Amaral*

Projeto gráfico/Diagramação/Capa: *Rita Motta e Ryan Dias*

Dados Internacionais de Catalogação na Publicação (CIP)
(Câmara Brasileira do Livro, SP, Brasil)

Silveira, João Francisco

A detecção de problemas técnicos em barragens
de concreto através da instrumentação / João
Francisco Silveira. -- São Paulo : ABGE, 2025.

Bibliografia.

ISBN 978-65-88460-47-4

1. Auscultação 2. Barragens - Projeto e construção
3. Barragens de concreto - Projetos e construção
4. Concreto I. Título.

25-275041

CDD-624.17

Índices para catálogo sistemático:

1. Barragens de concreto : Instrumentação :
Piezometria : Engenharia de estruturas 624.17

Eliete Marques da Silva - Bibliotecária - CRB-8/9380

A ABGE, os autores, integrantes de equipe, revisores e o editor não possuem
responsabilidade de qualquer natureza por eventuais danos ou perdas a pessoas ou bens
originados do uso desta publicação.

Todos os direitos reservados à ABGE



ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE GEOLOGIA
DE ENGENHARIA E AMBIENTAL

DIRETORIA ABGE GESTÃO 2025/2026

PRESIDENTE: Erik Wunder

VICE-PRESIDENTE: Luiz Alberto Minicucci

DIRETORA SECRETÁRIA: Bruna M. Cruz Fernandes

DIRETOR FINANCEIRO: Delfino Luiz Gouveia Gambetti

DIRETORA DE EVENTOS: Ana Elisa Silva de Abreu

DIRETOR DE COMUNICAÇÃO: Luiz Antonio Pereira de Souza

Conselho Deliberativo: Ana Elisa Silva de Abreu, Álvaro Rodrigues dos Santos, Bruna M. Cruz Fernandes, Camila Milli, Delfino Luiz Gouveia Gambetti, Erik Wunder, Flávio Rogério da Silva, João Antônio Curtis, João Luiz Armelin, José Luis Ridente, José Luiz Albuquerque, Lilian Pimentel, Luiz Alberto Minicucci, Luiz Antonio Pereira de Souza, Malena D'Elia Otero, Márcio Leão, Maria Heloisa B. Oliveira Frasca, Romildo Dias Moreira.

Conselho Consultivo: Fabio Soares Magalhães (Presidente), Adalberto Aurélio Azevedo (in memoriam), Carlos Manoel Nieble (in memoriam), Delfino Luiz Gouveia Gambetti, Fernando Facciola Kertzman, Fernão Paes de Barros (in memoriam), Giacomio Ré, Guido Guidicini, Jayme de Oliveira Campos, João Jerônimo Monticelli, Kenzo Hori, Luiz Ferreira Vaz (in memoriam), Luiz Francisco Saragiotto, Maria Heloisa Barros de Oliveira Frasca, Murillo Dondici Ruiz (in memoriam), Nivaldo José Chiossi, Tarcísio Barreto Celestino e Wilson Shoji Yiomasa.

NÚCLEO RIO DE JANEIRO / ESPÍRITO SANTO

Alano Burity dos Santos, Ana Caroline Duarte Dutra, Ana Paula Cezario da Silva, Giovanna Tristão, Isabella Robert Rodrigues, Jéssica Tiné Pôssa, Raquel Batista M. da Fonseca e Rodrigo Ferreira Franca.

NÚCLEO MINAS GERAIS

Alberto Ferreira do Amaral Junior, Ângelo Almeida Zenóbio, Denise Silva, Diego Moreira da Silva, Ellen Delgado Fernandes, Frederico Nascimento Mendes Bezerra, Giovana Parizzi, Michele Aparecida Flores Costa, Walter dos Reis Junior e Yan Lucas de O. P. Santos.

NÚCLEO SUL

Andréa Nummer, Cezar Augusto B. Bastos, Débora Lamberty, Karina R. Camargo, Malva Andrea Mancuso, Marcos A. Musso Laespiga e Nicole Borchardt.

NÚCLEO CENTRO OESTE

Bruno Presley, Caiubi Emanuel Souza Kuhn, Ingrid Ferreira Lima, Patrícia de Araújo Romão e Ricardo Vilhena.

NÚCLEO NORTE

Claudio Fabian, Dianne D. F. Fonseca, Elton Rodrigo de Andretta, Iris Celeste N. Bandeira, José Sidney Barros e Sheila G. Teixeira.

SECRETARIA ABGE

Gerente Executiva: Luciana Marques

Assistente Editorial: Denise Amaral

Assistente Administrativo: Kauany Santos

Assistente Administrativo: Vanessa Oliveira

Auxiliar Administrativo: Emilly Mendes

Auxiliar De Comunicação: Gabrielle Lima

Av. Prof. Almeida Prado, 532 - IPT (Prédio 59) - Cidade Universitária - São Paulo - SP

Fone: (11) 98687-6560

E-mail: abge@abge.org.br | Site: abge.org.br

Contrate um profissional registrado.

confea.org.br



**Quando
um profissional
das geociências
entra na história,
tudo melhora.
Até para os
Sete Anões.**

O profissional das geociências muda a história.

CONFEA
Conselho Federal de Engenharia
e Agronomia



CREA
Conselhos Regionais de Engenharia
e Agronomia



mutua
Caixa de Assistência dos Profissionais do Crea



AGRADECIMENTOS

Gostaria de expressar os meus agradecimentos à empresa Promon Engenharia, SP, onde exerci minhas atividades na área de barragens entre 1971/1972 e 1975 até 1994, tendo sido o responsável pela elaboração do projeto de instrumentação da Barragem Principal de Itaipu, envolvendo blocos de concreto com até 180 m de altura.

Meus agradecimentos também à Área de Minas e Geologia Aplicada do IPT, entre 1972 e 1975, quando tive oportunidade de acompanhar, em março/1973, de acompanhar o comportamento da UHE Ilha Solteira, durante uma importante etapa do enchimento do resertório.

À Itaipu Binacional na qual tive oportunidade de acompanhar “*in loco*” a instalação da instrumentação entre 1978 e 2012, tendo realizado cerca de 90 (noventa) viagens entre São Paulo e Foz do Iguaçu, para participar de reuniões da Junta de Consultores Cíveis, realizar inspeções periódicas de campo e analisar os dados da instrumentação ao longo de mais de trinta anos, o que me permitiu uma experiência fantástica tanto na instrumentação de barragens de concreto, quanto dos maciços de terra-enrocamento.

Não poderia deixar de agradecer à ABGE - Associação Brasileira de Geologia de Engenharia e Ambiental, a qual tem patrocinado nestes últimos anos a publicação de uma série de livros de grande interesse técnico, dentre os quais se inclui mais esta publicação.

SUMÁRIO

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 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 BARRAGENS EM CCR	75
7. FISSURAS NO CONCRETO MOTIVADAS PELOS DESLOCAMENTOS DA BARRAGEM	78

8. FISSURAS DECORRENTES DA RAA E SUA INFLUÊNCIA SOBRE AS UNIDADES GERADORES	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 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
10.1 HISTERESE PROVOCADA PELAS VARIAÇÕES INTERNAS DE TEMPERATURA	119
10.2 RELAÇÃO ENTRE A FISSURAÇÃO E A HISTERESE TÉRMICA	121
10.3 A EXPERIÊNCIA COM ENVELHECIMENTO DAS BARRAGENS TIPO GRAVIDADE-ALIVIADA	122
10.4 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 CHAVETAS 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
11.5 ANÁLISE DOS RECALQUES NA FUNDAÇÃO DE BARRAGEM SOBRE UM MACIÇO ROCHOSO DE ROCHAS METAMÓRFICAS	147
11.6 EXTENSÔMETROS NA FUNDAÇÃO DE UMA BARRAGEM GRAVIDADE DE GRANDE PORTE	152
11.7 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 CHAVETAS DE CONCRETO NA FUNDAÇÃO DE BARRAGENS	203
16. ANOMALIAS NAS DEFORMAÇÕES AUTOGENAS 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

APRESENTAÇÃO

A ABGE – ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE GEOLOGIA DE ENGENHARIA E AMBIENTAL tem a grata satisfação de apresentar o livro **“A Detecção de Problemas Técnicos em Barragens de Concreto Através da Instrumentação”**, produzido pelo meu amigo de longa data, João Francisco Alves Silveira.

Um dos mais renomados profissionais da área de auscultação de barragens a nível mundial, o João Francisco conseguiu neste trabalho aglutinar história, aspectos construtivos para uma boa instalação, conceitos para detectar o comportamento das estruturas, vida útil da instrumentação e por fim os diagnósticos obtidos com a instrumentação instalada, evitando assim inúmeros acidentes em curso ou mesmo gerando economia aos empreendedores destas magníficas obras de engenharia, que são as Usinas Hidrelétricas, em especial suas estruturas de concreto.

A Geologia de Engenharia é sempre lembrada quando se trata de fundações de barragens e este comportamento é tratado nas questões de recalques (como na Usina de Canoas I por exemplo), deslocamentos diferenciais em rochas metamórficas, infiltrações, evoluções de fossas de erosão a jusante de Vertedores e subpressões excessivas ou fora do nível de projeto.

Esta parceria entre a ABGE e o João Francisco mostra a importância da auscultação através da instrumentação que caminhou nestes 56 anos de criação da ABGE, pois assim como a Geologia de Engenharia e ambiental, este foi o período para mostrar a importância do bom trato com a observação e o tratamento de dados de forma imediata dos dados fornecidos pelos equipamentos e sempre com um profissional com conhecimento para coletar, analisar e propor soluções imediatas para possíveis problemas detectados.

Sem dúvida, um livro dos mais gabaritados publicados pela nossa associação dará a todos um conhecimento inquestionável sobre o tema, nas suas mais de 200 páginas ricamente ilustrada e finamente escrita com esmero e técnica apurada pelo autor.

Nem houve necessidade de pedir licença ao autor para fazer esta apresentação e à ABGE, devido ao nosso extenso tempo de trabalho em várias empresas ao longo da nossa jornada profissional, gostaria que soubessem todas as amigas e amigos da ABGE, que em qualquer situação de projeto e análise de instrumentação de barragens este material deverá ser sempre consultado.

Delfino Luiz Gouveia Gambetti

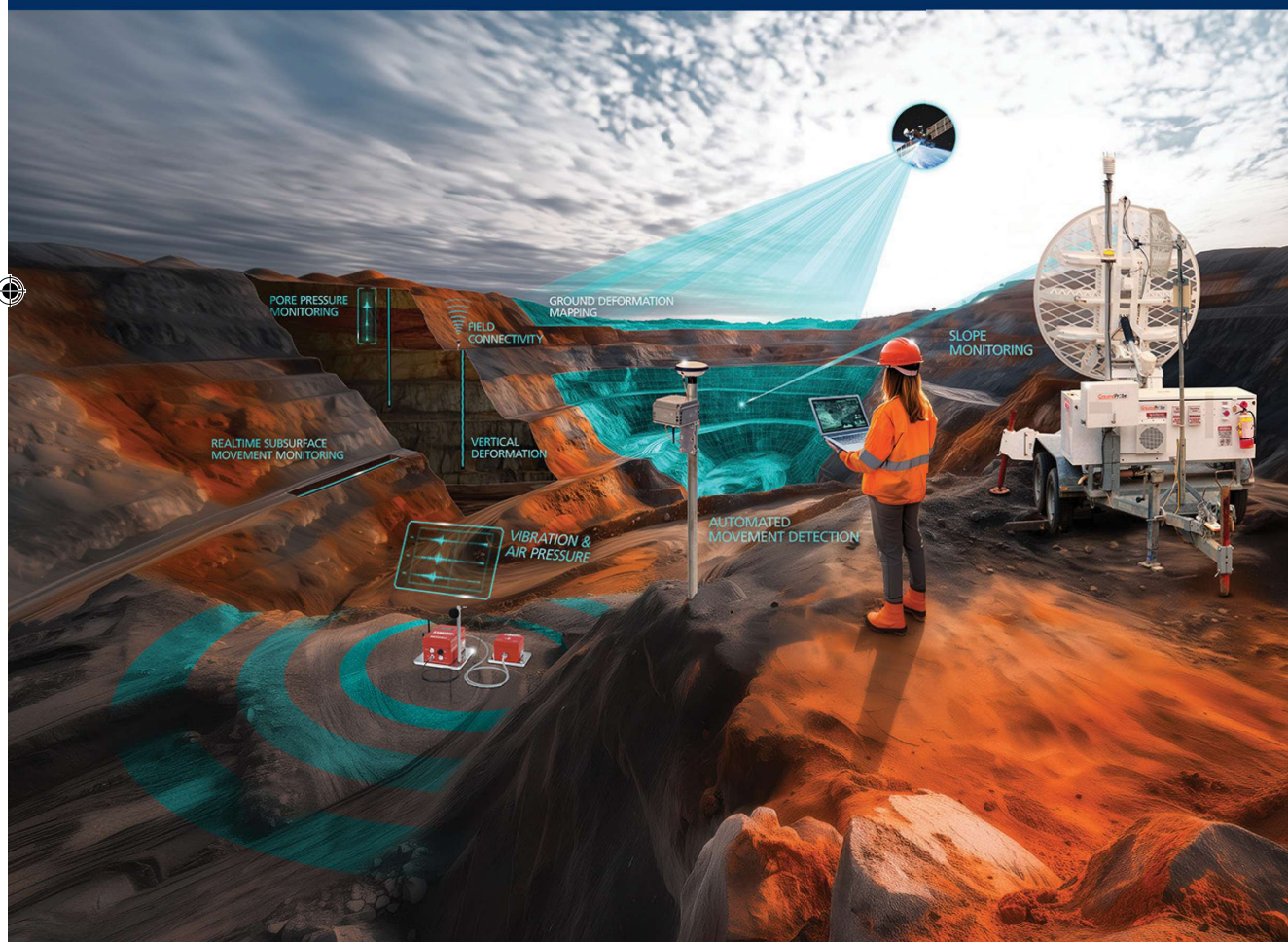
Diretor Financeiro da ABGE

GEOSOLUTIONS

**FORNECER AS MELHORES
SOLUÇÕES DE PONTA A
PONTA EM MONITORAMENTO
GEOTÉCNICO, GEOESPACIAL
E ESTRUTURAL NAS
INDÚSTRIAS DE MINERAÇÃO E
INFRAESTRUTURA CIVIL**

O grupo Geosolutions reúne seis das principais marcas de monitoramento do mundo - GroundProbe, RST Instruments, Measurand, 3vGeomatics, Syscom Instruments e NavStar.

Como parte da Orica Digital Solutions, o grupo é apoiado por uma equipe com experiência conhecida e alcance global, fundamentada nos 150 anos de experiência da Orica.



 **ORICA** Digital Solutions

GroundProbe

rst
INSTRUMENTS



MEASURAND

3vGeomatics

SYSKOM
INSTRUMENTS

NAVSTAR

PREFÁCIO ABGE E AGESC

Mais uma vez, a ABGE, sempre atuante nas áreas da geologia e do meio ambiente, nos presenteia com uma valiosa publicação. Desta vez, trata-se da obra do associado João Francisco Alves Silveira, que nos conduz por meio de experiências e conhecimentos adquiridos ao longo de sua trajetória, abordando instrumentos utilizados em estruturas geotécnicas no mundo todo e suas soluções para mitigação de problemas. Tudo isso fundamentado na observação, medição, monitoramento contínuo e, principalmente, na atenção aos pequenos sinais emitidos por estruturas adjacentes àquelas que apresentam manifestações mais evidentes.

Essa ciência, que evolui há décadas, contou com a companhia constante do nosso colega João Francisco. Hoje, conta com diversos parceiros tecnológicos que, mesmo oferecendo informações em tempo real e utilizando equipamentos de última geração, ainda vemos acidentes acontecerem, como demonstram casos recentes no transporte urbano.

A relação entre detecção e ação melhorou muito ao longo do tempo, mas continua sendo um desafio constante.

É com alegria que a ABGE, conjuntamente à Associação Profissional de Geólogos de Santa Catarina - AGESC - disponibilizam esta publicação do colega João Francisco Silveira, reforçando seu compromisso com todas as áreas da engenharia, da geologia de engenharia e da geologia ambiental.

Agradecemos, com carinho e reconhecimento, a dedicação de nossas colaboradoras Luciana Marques, Denise Amaral, Emilly Mendes, Gabrielle Lima, Kauany Santos e Vanessa Oliveira — sem as quais este trabalho não teria sido possível.

Erik Wunder

Presidente do Conselho Deliberativo ABGE

Edes Marcondes do Nascimento

Presidente da AGESC

PIMENTA DE AVILA CONSULTORIA LTDA

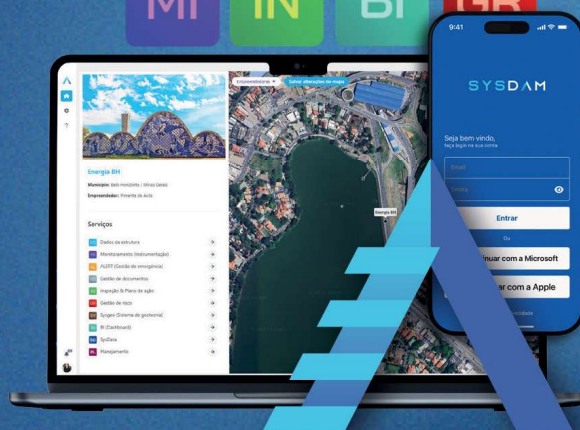
*Nosso propósito é
engenhara soluções para o
desenvolvimento sustentável.*

A Pimenta de Ávila atua como referência em engenharia e consultoria desenvolvendo soluções para estruturas geotécnicas e de concreto. Unimos conhecimento técnico, experiência de campo e compromisso com a qualidade para oferecer soluções que contribuem para a **integridade estrutural, conformidade legal e proteção ambiental.**

SYSDAM

*Segurança e eficiência
na palma da sua mão!*

O **SYSDAM** é um sistema inteligente que possibilita a gestão eficiente de estruturas geotécnicas ou de concreto, permitindo monitoramento em tempo real e facilitando a tomada de decisão.



Leia o QR Code ao lado e conheça
mais sobre a PdA e o SYSDAM!

www.pimentadeavila.com.br
www.sysdam.com.br



PREFÁCIO DO AUTOR

Dos vários tipos de barragens de concreto aborda-se aqui em particular aquelas do tipo gravidade maciça, tipo gravidade-aliviada e tipo contraforte, por serem as mais frequentes em nosso país. São apresentados vários casos de anomalias observadas nestes três tipos de barragens de concreto, tanto daquelas confeccionadas em CCV – concreto convencional, quanto daquelas em CCR – concreto compactado a rolo.

Apresentam-se de início algumas considerações sobre o plano de monitoramento das barragens de concreto, destacando-se a importância da observação das subpressões na fundação, apresentando-se algumas recomendações básicas sobre a concepção do plano de instrumentação e sobre quais os tipos de piezômetros mais adequados para cada caso.

Com relação às anomalias indicadas pela observação das subpressões na fundação das barragens, apresentam-se casos de anomalias constatadas na instalação dos piezômetros, anomalias devido a constatação de aumentos súbitos de subpressão, anomalias decorrentes da deposição de crostas de carbonato e, também, aquelas decorrentes de variações térmicas ambientais.

A fissuração em barragens de concreto é analisada, procurando-se discorrer sobre os diversos tipos de fissuras, suas causas, diagnóstico e medidas corretivas mais eficientes. A existência de instrumentação nos blocos fissurados, conforme se teve oportunidade de observar em um bloco “chave” instrumentado na Barragem Principal de Itaipu, foram de relevante importância para o correto diagnóstico do problema.

A fissuração decorrente da RAA – Reatividade Alkali-Agregado, ou provocadas pela ocorrência de recalques diferenciais da fundação nas barragens de concreto, são também analisados, ilustrando-se com diversos casos vivenciados pelo autor.

Anomalias no comportamento da drenagem da fundação das barragens de concreto, provocadas por aumentos consideráveis das infiltrações, ou pela rápida carbonatação do sistema de drenagem de fundação, são também analisadas.

Apresentam-se, ainda, algumas considerações sobre o monitoramento da evolução de fossas de erosão a jusante de vertedores, particularmente naqueles do tipo salto de esqui.

Ao final, apresentam-se ainda algumas breves considerações sobre a vida útil dos instrumentos empregados na auscultação das barragens de concreto, ressaltando-se que esta vida útil deveria ser compatível com a vida útil da barragem, avaliada em pelo menos 50 anos, em termos financeiros.

PREFÁCIO DO CONFEA

GEOLOGIA E SEGURANÇA: ALICERCES DAS GRANDES OBRAS

A solidez de uma barragem não depende apenas do concreto que a sustenta, mas do conhecimento que a embasa. A obra que o leitor tem em mãos é uma contribuição técnica valiosa para engenheiros, geólogos e demais profissionais que atuam na linha de frente das grandes construções do país. Ao tratar da detecção de problemas técnicos em barragens de concreto por meio da instrumentação, este livro reforça a importância da geologia aplicada como ciência estratégica para garantir a segurança de obras de infraestrutura.

A geotecnia, a análise de fundações e o monitoramento de estruturas são hoje campos indispensáveis para a sustentabilidade e longevidade de empreendimentos de alto impacto. Com linguagem acessível e rigor técnico, o autor compartilha experiências acumuladas em projetos emblemáticos como Itaipu e Moxotó, oferecendo à comunidade técnica um referencial atualizado e imprescindível.

O Conselho Federal de Engenharia e Agronomia se orgulha de apoiar essa publicação, que dialoga com os compromissos do Sistema Confea/Crea e Mútua com a inovação, a ética e o desenvolvimento sustentável.

Vinicius Marchese

Presidente do Confea



SOBRE O AUTOR

JOÃO FRANCISCO ALVES SILVEIRA atua na área de Instrumentação e Segurança de Barragens desde 1973, e atualmente como consultor nas Áreas de Instrumentação e Segurança de Barragens.

Responsável pelo projeto de instrumentação da Barragem Principal de Itaipu, pela Promon-GCAP, teve a oportunidade de acompanhar seu comportamento entre 1978 e 2012.

Responsável pelo projeto de instrumentação das estruturas de concreto e terra-enrocamento das Usinas Hidrelétricas de Água Vermelha, Três Irmãos, Xingó, Itá, Itapebi, no Brasil, da barragem de Dahmouni, na Argélia e de Misbaque, no Equador.

Presidiu a Comissão Internacional da ICOLD: “*Ad Hoc Committee on Small Dams*” entre 2005 e 2011, publicando os Boletins N^{os} 143 e 157. Participou até Maio/24 da atual Comissão “*Operation, Maintenance and Rehabilitation of Dams*” da ICOLD.

Autor de dois livros técnicos sobre Instrumentação e Segurança de Barragens de Concreto e Terra, editados em 2003 e 2006, assim como de 135 trabalhos técnicos publicados.

Em 2017 foi agraciado pela ICOLD como Membro Honorário, durante o Congresso em Praga, na República Tcheca.

