



BELO MONTE

Matéria com o geólogo Nestor Pereira, coordenador geral das atividades de Geologia da UHE Belo Monte p. 5 ▶▶



14º CONGRESSO BRASILEIRO DE GEOLOGIA DE ENGENHARIA E AMBIENTAL p. 15 ▶▶

ABGE 45 anos

A ABGE comemorou seus 45 anos

p. 4 ▶▶



Matéria especial

p. 18 ▶▶



As atividades do Serviço Geológico do Brasil na Setorização de Riscos e Mapeamento de Suscetibilidade em municípios Brasileiros

ENGENHARIA
HIDROGEOLOGIA
MEIO-AMBIENTE
MINERAÇÃO

INVESTIGAÇÕES GEOFÍSICAS

ALTA RESOLUÇÃO
geologia e geofísica
10 ANOS

Somos uma empresa de levantamentos geofísicos focada em atender projetos de geologia e engenharia. Temos a missão de oferecer e executar levantamentos geofísicos com a mais alta competência, tecnologia e agilidade.

A Alta Resolução destaca-se como empresa de ponta, contando com equipamentos de última geração e profissionais altamente qualificados.

Venha nos conhecer ou solicite uma visita técnica que teremos o maior prazer em identificar as alternativas de investigação mais adequadas e econômicas para o seu projeto

ALTA RESOLUÇÃO
geologia e geofísica

AV. COMENDADOR ALBERTO BONFIGLIOLI, 425 - CEP 05593-001 SÃO PAULO, SP - TEL. (11) 3624-5052 / 5046 www.altaresolucao.com.br e-mail altaresolucao@altaresolucao.com.br

Referência Técnica e Liderança

mundial há mais de 130 anos.

Sistemas para estabilização superficial de encostas, contenções e controle de erosão

Sistemas Terramesh® **Sistemas MacRO®**

Com 35 anos de presença na América Latina, a Maccaferri, através de contínuas pesquisas e de constante desenvolvimento técnico, tem investido maciçamente para ampliar seu conjunto de soluções especiais para a engenharia de infraestrutura e ambiental.

MACCAFERRI
www.maccaferri.com.br

RECADO DA DIRETORIA

Prezados colegas,
Muita coisa pode conspirar contra o processo de desenvolvimento do Brasil: o humor dos mercados, as dificuldades externas e internas, os ciclos sazonais da economia -- mas não é possível deixar de acreditar no importante papel dos profissionais e das empresas privadas e públicas, principalmente ao considerar as enormes carências sociais e de obras de infraestrutura em nosso país. Pensando nisto, a ABGE criou um espaço de reflexão sobre o seu futuro e da Geologia de Engenharia e Ambiental: no mês de setembro, comemorando o seu 45º aniversário e, mantendo as suas mais valiosas tradições, realizamos eventos em São Paulo (05/09) e no Rio de Janeiro (19/09). A ABGE vai editar publicação específica sobre os 45 ANOS, que conterá sugestões para ações e trabalhos da entidade para os próximos anos.

Além desta, estamos em fase final de edição de outras publicações: as importantes traduções "A Contribuição da Geologia Urbana ao Desenvolvimento, Recuperação e Conservação de Cidades" e Diretrizes para o Zoneamento da Suscetibilidade, Perigo e Risco de Deslizamentos para Planejamento do Uso do Solo" (em parceria com a ABMS), "Diretrizes de Classificação de Sondagens – 1ª Tentativa" e "Ensaio de Permeabilidade em Solos". Este número especial da "ABGE em Revista" contém artigos sobre duas grandes áreas de atuação de nossa entidade: projeto e construção de obras de infraestrutura e meio ambiente. Em nosso Congresso Nacional (14º CBGE, 01 a 06/12/2013, Rio de Janeiro, vide box de notícias nesta edição) iremos abordar trabalhos sobre essas áreas, cabendo destacar a conferência do Prof. Martin Culshaw sobre Cartografia Geotécnica e Geoambiental - Estado da Arte, e a Mesa Redonda Especial, que reunirá as entidades federais para um balanço e debate com o plenário sobre as políticas e ações realizadas na prevenção de Desastres Naturais.

Boa leitura! Esperamos os colegas no 14º CBGE no Rio de Janeiro. Abraços a todos

João Jerônimo Monticeli
Presidente da ABGE

EXPEDIENTE

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE GEOLOGIA DE ENGENHARIA E AMBIENTAL - Av. Profº Almeida Prado, 532 – IPT (Prédio 11) – São Paulo – SP - Telefone: (11) 3767-4361 - Email: abge@ipt.br - Home Page: www.abge.com.br
DIRETORIA GESTÃO 2012/2013 - **Presidente:** João Jerônimo Monticeli **Vice Presidente:** Eduardo Soares de Macedo **Diretor Secretário:** Fabrício Araujo Mirandola **Diretor Financeiro:** Jair Santoro **Diretor Financeiro Adjunto:** Adalberto Aurélio Azevedo **Diretor de Eventos:** Luciana Pascarelli dos Santos **Diretor de Eventos Adjunto:** Kátia Canil **Diretor de Comunicação:** Marcelo Fischer Gramani **Diretor de Comunicação Adjunto:** Ivan José Delatim **Diretor de Ensino e Jovem Profissional:** Leandro Eugênio da Silva Cerri
CONSELHO DELIBERATIVO - Adalberto Aurélio Azevedo, Eduardo Soares de Macedo, Fabrício Araujo Mirandola, Fernando FacciollaKertzman, Ivan José Delatim, Jair Santoro, João Jerônimo Monticeli, José Luiz Albuquerque Filho, Kátia Canil, Leandro Eugênio Silva Cerri, Luciana Pascarelli dos Santos, Luis de Almeida Prado Bacellar e Marcelo Fischer Gramani. Suplentes: Aline Freitas Silva, Daniel Augusto Buzzatto de Lima, Ingrid Ferreira Lima, Jacinto Costanzo Junior e Jorge Pimentel.

ÍNDICE

Especial ABGE

4

ABGE COMEMOROU SEUS 45 ANOS

Matéria de Capa

5

BELO MONTE

Artigo Técnico

8

SISTEMA DE MANEJO DE TRONCOS (SMT)
USINA HIDRELÉTRICA SANTO ANTÔNIO

ABGE informa

REVISÃO CRÍTICA DAS SOLUÇÕES DE PROJETO DE BARRAGENS
BRASILEIRAS E SUGESTÕES SOBRE MELHORIAS E INOVAÇÕES 11

14º CONGRESSO BRASILEIRO DE
GEOLOGIA DE ENGENHARIA E AMBIENTAL 15

COMISSÃO DAS ASSOCIAÇÕES DE GEOLOGIA DE ENGENHARIA
E AMBIENTAL SUL AMERICANAS E DO CARIBE (COMGEO) 16

Matéria Especial

17

AS ATIVIDADES DO SERVIÇO GEOLÓGICO DO BRASIL NA
SETORIZAÇÃO DE RISCOS E MAPEAMENTO DE
SUSCETIBILIDADE EM MUNICÍPIOS BRASILEIROS

Espaço do Leitor

21

Artigo Técnico

O DESLIZAMENTO CATASTRÓFICO DE JAMAPARÁ:
CAUSAS E ANÁLISE DO RISCO REMANESCENTE 23

PROGRAMA ESTADUAL DE PREVENÇÃO DE
DESASTRES NATURAIS E DE REDUÇÃO DE RISCOS GEOLÓGICOS 26

Ponto de Vista

30

■ ERRATA

- Na página 4 da última edição, o Prof. Jaime de Azevedo Gusmão Filho recebeu em 1972 o prêmio Viktor Leinz e não Lorenz Dobreiner

- Na página 16 os autores da divulgação técnica são Engº Márcio dos Santos e Geól. Carlos Gonçalves da empresa Fundsolo e Engº Marcos Guimarães da empresa MAG Projesolos"

NÚCLEO RIO DE JANEIRO - **Presidente:** Euzébio José Gil **Vice-Presidente:** Maisa Duque Pamplona Green **Diretor Secretário:** Hugo Tavares Machado **Diretor Financeiro:** Victor Seixas
NÚCLEO MINAS GERAIS - **Presidente:** Maria Giovana Parizzi - **Secretário:** Frederico Garcia Sobreira **Tesoureiro:** Luis de Almeida Prado Bacellar **Diretor de Eventos:** Leonardo Andrade de Souza.
GERENTE EXECUTIVO: Renivaldo Campos
EDITORES DA REVISTA ABGE: Marcelo Fischer Gramani, Luiz Ferreira Vaz.
APOIO EDITORIAL: Renivaldo Campos e Nilil Cavalcante
CAPA, PROJETO GRÁFICO E DIAGRAMAÇÃO: Editora Tribo da Ilha - www.editoratrimbo.blogspot.com

As opiniões e conceitos emitidos nas matérias assinadas e nas entrevistas são de exclusiva responsabilidade de seus autores e podem não ser as mesmas da ABGE.



João J. Monticeli, Carla Santos e Claudio Szlafsztain

ABGE 45 ANOS



No dia 05 de setembro, a ABGE comemorou seus 45 anos nas dependências do auditório do prédio 39 do Instituto de Pesquisas Tecnológicas do Estado de São Paulo – IPT em um evento que marcou o encontro de gerações que ajudaram a construir a história da entidade. O evento contou com a cerimônia de entrega do Prêmio ABGE Júnior, honraria recebida pela Geól. Carla de Mattos Santos da Universidade do Pará e menção honrosa para o Geól. Rafael Correa de Melo da Universidade Estadual do Rio de Janeiro.

O Presidente da ABGE coordenou a Mesa Redonda: Perspectivas da Geologia de Engenharia e Ambiental e o papel da ABGE, que contou com diversas intervenções dos presentes, entre eles alguns dos depoentes do livro dos 45 anos, e fomentaram ricas discussões acerca dos rumos da Geologia de Engenharia.

Em seguida, foi exibido um vídeo, com a retrospectiva de passagens marcantes dos 45 anos, produzido a partir de uma pesquisa pelo acervo fotográfico da entidade. O vídeo emocionou os presentes, que puderam rememorar grandes momentos.



Euzébio Gil entrega a Menção honrosa a Rafael Correa de Melo

Ao final os presentes foram brindados com o coquetel de confraternização que rememorou as histórias e “causos” desses 45 anos.



BELO MONTE

Texto elaborado com base em entrevista com o geólogo **Nestor Pereira**, coordenador geral das atividades de Geologia da UHE Belo Monte.

Difícilmente um aproveitamento maior do que a UHE Belo Monte, em construção no rio Xingu, nas proximidades da cidade de Altamira, será feito no decorrer deste século. Com uma potência instalada de 11.233 MW, porém com reservatório limitado à calha do rio Xingu, deverá produzir, aproximadamente, 4.500 MW médios ao longo do ano. Mesmo com essa limitação, essa produção equivale a cerca de 10% do consumo brasileiro. Em termos de potência instalada, a UHE Belo Monte será a terceira maior hidrelétrica do mundo, atrás apenas da chinesa Três Gargantas e de Itaipu. Entretanto, será a maior usina hidroelétrica inteiramente brasileira, ultrapassando a UHE Tucuruí em potência instalada.

Seu custo de construção está estimado em R\$ 26 bilhões. O leilão para construção da usina foi realizado em abril de 2010 e vencido pelo Consórcio Norte Energia. A usina está prevista para entrar em funcionamento em 2015.

A UHE Belo Monte é constituída por um conjunto de diversas barragens e diques, dois vertedouros e duas casas de força. Este conjunto está distribuído em quatro áreas principais, denominadas sítios. Cada um desses sítios constitui, por si só, numa obra de grande tamanho e expressão. Esses quatro sítios são:

- Sítio Pimental, implantado no rio Xingu a cerca de 50 km a jusante de Altamira, aproximadamente no trecho médio da Volta Grande do Xingu, o qual é responsável pela formação do reservatório;
- Sítio do Canal de Derivação responsável pela captação das águas represadas e pela adução até o Reservatório Intermediário;
- Sítio Reservatório Intermediário, constituído por um conjunto de diques destinado à adução da água para a casa de força principal e
- Sítio Belo Monte, correspondente à casa de força principal, cuja restituição retorna a água ao canal do rio Xingu, no trecho final da Volta Grande do Xingu.

O **Sítio Pimental** será composto por uma barragem de concreto, que abrigará a Casa de Força Complementar e o Vertedouro. A Casa de Força Complementar possui um comprimento de 175,0 m, com potência instalada de 233,1 MW, distribuídos em 6 máquinas Bulbo, com queda nominal de 11,4m e vazão unitária de 380 m³/s.

O Vertedouro tem comprimento de 445,0 m, compartimentado em 18 vãos de 20,0 x 22,0m conferindo-lhe a capacidade de dissipação de 62.000 m³/s.



Sítio Pimental com escavações da casa de força e vertedouro



Canal com parte em escavação e parte com enrocamento

A Barragem Lateral Esquerda será construída em aterro de solo, com 5 100 m de comprimento e altura máxima de 14,0m. A Barragem do Canal Direito/ Ilha da Serra será construída com enrocamento e núcleo argiloso, com cerca de 1.100 m de comprimento e 34,0 de altura máxima.

Complementando este sítio serão implantados ainda os Sistemas de Transposição de Peixes no corpo da barragem e o Sistema de Transposição de Embarcações na margem direita.

O **Sítio Canal de Derivação** apresenta um comprimento de cerca de 16.200 m escavado, ora em rocha, ora em solo, com 200 m de largura na base, na cota 75m e coroamento na cota 100m. Quando em solo suas margens serão protegidas por enrocamento. O seu fundo será protegido por uma camada de enrocamento compactado, com cerca de 0,60 m de espessura.



Escavações para a casa de força do Sítio Belo Monte

O **Sítio Reservatório Intermediário** será composto por um conjunto de canais de transposição para auxiliar no direcionamento do fluxo interno e 30 diques os quais possibilitarão o acúmulo das águas. As principais características desses diques são:

- 6 diques apresentam volume entre 2.500.000 e 7.780.000 m³
- 6 diques possuem alturas entre 40,0 e 65,0 m
- 5 diques tem comprimentos de crista entre 1.200,0 e 2.100,0 m

Outras características dos diques são:

- os 3 maiores comprimentos: Diques 7 B, 19 B e 13 tem respectivamente 1300, 1600 e 2100 m;
- os 3 menores comprimentos: Diques 1, 1A e 18 tem respectivamente 100, 120 e 220 m;
- as 3 maiores alturas : Diques 6C , 8A e 7B tem respectivamente 65, 60 e 50 m;

- as 3 menores alturas : Diques 12 , 1B e 6B tem respectivamente 5, 7 e 8 m;
- os 3 maiores volumes: Diques 6C, 19B e 13 tem respectivamente 4.279.630; 5.131.870 e 7.782.500 m³
- os 3 menores volumes: Diques 12, 1B e 19C tem respectivamente 1.850; 8.900 e 27.600 m³.

O **Sítio Belo Monte** será composto pela Casa de Força Principal, com comprimento de 850,0 m abrigando 18 unidades Kaplan, com capacidade nominal de 620,40 MW o que resultará na potencia instalada de 11.100 MW, com uma queda nominal de 87,0m.

Complementando este sitio ainda temos a Barragem de Fechamento Esquerda, em terra e enrocamento, com comprimento de 1.085,0 m, altura máxima de 88,0 m e crista na elevação 100; a Barragem da Vertente do Santo Antônio em terra e enrocamento, com comprimento de 1310,0 m, altura máxima de 70,0 m e a Barragem de Fechamento Direita em terra e enrocamento, com comprimento de 790,0 m, altura máxima de 55,0 m.

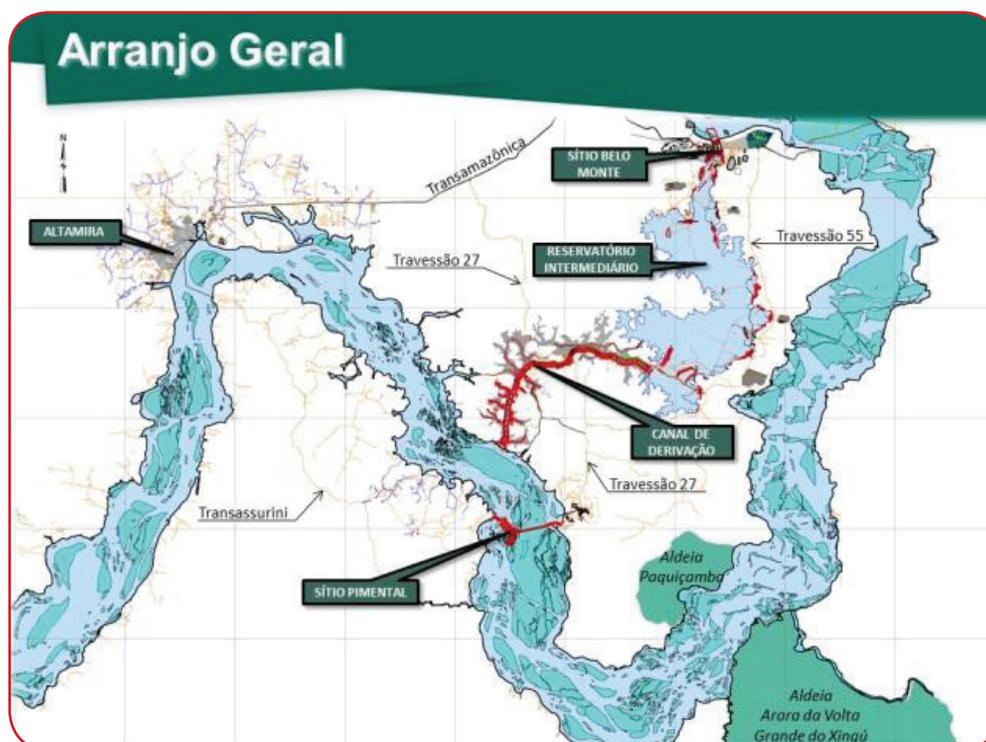
Como obras de infraestrutura foram implantados cerca de 130 km de vias de acesso, um porto e uma vila residencial com cerca de 2.500 casas.

1. O arcabouço geológico

A grosso modo pode-se considerar que o local de implantação da Hidroelétrica de Belo Monte é constituído por duas grandes unidades geológicas: a Bacia Sedimentar do Amazonas (BSA) e o Complexo Xingu.

Essas unidades são conhecidas de longa data, sendo a BSA representada pelas Formações Trombetas (Si), Maecuru (Dm), Penatecaua (Ju/Cr) e Alter do Chão (Te) O Complexo Xingu é constituído por migmatitos (gnáissicos/graníticos) e, para efeitos do projeto, foi subdividido em quatro unidades conforme as suas características estruturais e forma de ocorrência.

Nos estudos atuais do projeto, foi confirmada a existências de uma significativa estrutura, denominada Graben do Macacão, constituída por grandes blocos de rochas sedimentares (folhelho e ritmitos da BSA) alternados com blocos de rochas migmatíticas. Esta região, localizada na margem direita do Reservatório Intermediário, envolvendo os Dique 6C, 8B e 8A está sendo motivo de investigações e estudos especiais destinados a esclarecer as características estruturais do graben.



Outro aspecto que requereu atenção especial foi a ocorrência, na área das rochas migmatíticas, de terraços aluvionares quando eram esperados apenas solos residuais de migmatitos e colúvio.

Como em outras obras na região amazônica, em Belo Monte também foram encontrados canalículos nos diversos tipos de solos, porém com bem mais acanhadas do que os que ocorreram em Samuel e Tucuruí.

2.0 volume das investigações geológico-geotécnicas

Considerando as várias fases de estudos, desde os realizados na década de 80, passando pelos estudos de viabilidade em 2002 e pelos estudos dos projetos Básico e Executivo foram executadas cerca de 2.160 sondagens e poços de inspeção (dados de junho de 2013) conforme resumido a seguir:

- Sítio Pimental: (SR/SM = 67); (SP= 55), (PI = 8) e (ST 164) = Total de 294;
- Sítio Canal de Derivação: (SR/SM = 282), (SP = 261), (PI = 36) e (ST = 181) = Total de 760;
- Sítio Reservatório Intermediário: (SR/SM = 179), (SP =232), (PI=99) e (ST = 314) = Total de 824;
- Sítio Belo Monte: (SR/SM = 136), (SP = 67), (PI= 32) e (ST =158) = Total de 393

A metragem correspondente a esses serviços de investigação foram:

- SR/ SM em solo e rocha= 16.732 m
- SP = 9.862 m
- PI = 1.275 m
- ST = 3.685 m.

Além destes serviços foram executados cerca de 101,0 km de sísmica de refração, 50 km de sísmica de reflexão, 83,4 km de seções sísmicas, 224 sondagens elétricas e 3,7 km de caminhada elétrica. Esses dados são de junho de 2013, porém, considerando o andamento do projeto executivo e da construção ainda continuam sendo necessários vários trabalhos de investigação.

Os trabalhos desenvolvidos na Hidroelétrica Belo Monte são desempenhados por profissionais pertencentes à Norte Energia e a suas contratadas, a Engenharia do Proprietário de Belo Monte (EPBM) e o consórcio de empresas projetistas (IEP).

Em junho de 2013 estavam envolvidos nos trabalhos de campo cerca de 20 geólogos, sendo 14 atuando diretamente no campo, liderados por 6 geólogos trabalhando nos escritórios. Além dos geólogos atua também um grupo de 20 engenheiros geotécnicos, sendo que 8 são líderes que trabalham, principalmente, nos escritórios.

SISTEMA DE MANEJO DE TRONCOS (SMT)

Usina Hidrelétrica Santo Antônio

O Rio Madeira recebe este nome, pois no período de chuvas seu nível sobe e inunda grandes porções da planície florestal, trazendo troncos e restos de madeira da floresta. Este fato pode ocasionar danos graves nas usinas que estão sendo instaladas nesse rio. (FIGURA 1)



FIGURA 1 - Troncos transportados pelo Rio Madeira

Desde a fase de Estudos de Viabilidade da Usina Hidrelétrica de Santo Antônio já se fazia menção à necessidade de um Sistema de Manejo de Troncos (SMT) para evitar interferências destes na operação das usinas que seriam instaladas (Santo Antônio e Jirau).

O projeto do SMT foi desenvolvido atendendo a uma resolução da Licença de Instalação - LI 540/2008, tendo como premissa a interceptação e o direcionamento desses elementos naturais, para garantir que os mesmos transponham o barramento e continuem a sua trajetória pelo rio.

Antes da elaboração do projeto, surgiu-se a necessidade de detalhamento das estruturas e procedimentos relativos ao transporte de troncos do Rio Madeira, e para isso criaram-se campanhas de quantificação dos troncos transportados pelo rio em sua superfície, numa seção próxima a Porto Velho.

Os trabalhos de contagem foram iniciados em março de 2008 e, após dezenove campanhas, foram concluídos em novembro de 2009, sendo que neste período as vazões variaram de 4.700 a 40.400 m³/s. A seção de controle está localizada entre Porto Velho e Santo Antônio, numa posição livre dos efeitos da cachoeira. Cada campanha durou cinco dias, sendo cinco horas por dia, em horários que variaram entre 7:00 e 14:00 horas.

Após essas campanhas, os troncos foram classificados de acordo com o seu comprimento em três classes: pequenos (até

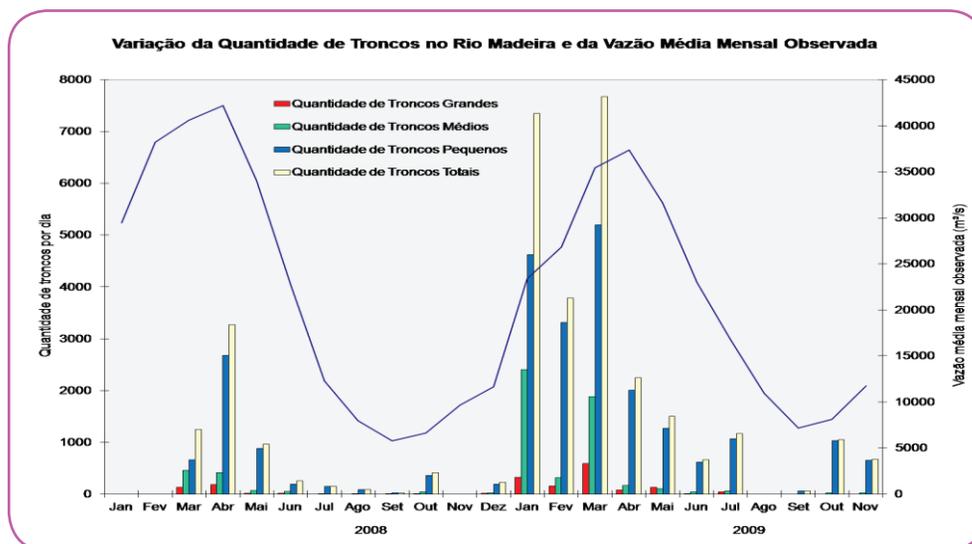


FIGURA 2

dois metros), médios (de dois a quatro metros) e grandes (maiores que quatro metros) e, suas respectivas quantidades, relativas a cada mês do período, foram plotadas em um gráfico. (FIGURA 2)

Com base nesses dados, definiu-se, na fase de elaboração do projeto, que os troncos seriam direcionados e transpostos através de um sistema de manejo, que intercepta e direciona os troncos para um vertedouro de superfície, localizado no corpo da barragem. Com o intuito de auxiliar na elaboração e validar as

premissas admitidas, foram confeccionados modelos reduzidos, inclusive de troncos, na escala 1:80. (FIGURA 3)

A partir da demanda encontrada e com o auxílio dos testes realizados, o projeto foi elaborado contemplando os seguintes itens:

- “Log boom” da Casa de Força do Grupo de Geração 1;
- “Log boom” da Casa de Força dos Grupos de Geração 2 e 3;
- “Log boom” da curva de montante;
- Extravasor de troncos;
- Espigão.



FIGURA 3 - Registro dos ensaios em modelo reduzido

Os módulos do sistema consistem basicamente de flutuadores, fabricados a partir de polietileno de alta resistência, acomodados em estruturas de aço especial, e recebem o nome de “Log Boom”. (FIGURA 4)

Para evitar danos e, conseqüentemente, problemas constantes nos flutuadores, como, por exemplo, em casos de perfuração, estes foram preenchidos com esferas de nove milímetros

fabricadas a partir de poliestireno, de modo que os flutuadores continuem funcionando, mesmo que sejam perfurados e preenchidos com água.

Cada módulo apresenta 6,20 metros de comprimento e é composto por três flutuadores cilíndricos com diâmetro de 1,20 metros e comprimento de 2,00 metros, sendo que cada flutuador possui massa de 45 kg e a estrutura principal possui massa de 2.575,00 kg.



FIGURA 4 - Log boom instalado (dir.) e módulos do sistema (esq.)

No caso das manutenções nas ancoragens e nas estruturas metálicas, as vistorias, que serão realizadas diariamente, serão feitas com o uso de uma lancha com barqueiro, supervisor de mergulho e técnico especializado, a fim de verificar se nenhum detrito está enroscado na estrutura, se as ancoragens estão devidamente alinhadas e se as estruturas metálicas, assim como os flutuantes, não apresentam nenhum tipo de avaria.

A primeira etapa de instalação foi concluída em dezembro de 2011 e consistiu das construções dos interceptores para proteção das casas de força 01, 02 e 03, das obras civis de ancoragens e do espigão na curva de montante.

A segunda etapa está em processo de implantação e tem previsão de término para o final de 2016 (ao invés de 2015 como estava previsto), uma vez que teremos seis unidades geradoras adicionais, totalizando cinquenta unidades geradoras. Esta consiste das construções do interceptor da curva de montante, do vertedouro de troncos e do interceptor para formação do corredor. As etapas 1 e 2 podem ser vistas no arranjo geral que segue abaixo. (FIGURA 5)

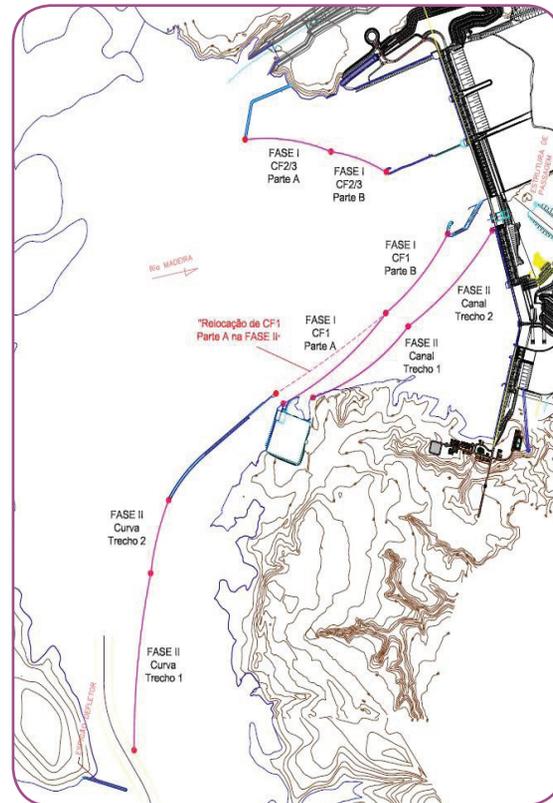


FIGURA 5 - Etapas de instalação

A instalação do SMT da Usina Hidrelétrica Santo Antônio será inédita mundialmente, sendo que este terá capacidade para direcionar mais de 30 mil troncos, galhos, árvores que descem, diariamente na época de cheia do rio, até o rio Amazonas e chegando até o oceano Atlântico, garantindo o equilíbrio do ecossistema na Amazônia.

André Morello



Caio Alves



Delfino Gambetti



Este trabalho foi realizado pelos seguintes profissionais da **Santo Antônio Energia**:

REVISÃO CRÍTICA DAS SOLUÇÕES DE PROJETO DE BARRAGENS BRASILEIRAS E SUGESTÕES SOBRE MELHORIAS E INOVAÇÕES



Geól. Ricardo Abrahão

O XXIX SNGB - Simpósio Nacional de Grandes Barragens realizado em abril de 2013 em Porto de Galinhas teve como um de seus temas, o de número 107 - "Revisão crítica das soluções de projeto de barragens Brasileiras e sugestões sobre melhorias e inovações". O relato desse tema foi subdividido entre aspectos geotécnicos, conduzidos por Ricardo Abrahão e aspectos hidráulicos, conduzidos por José Aquino de Souza. Aspectos relativos a planejamento e método construtivo estiveram presentes nas duas divisões.

Quanto aos aspectos geotécnicos foram abordadas barragens de terra e enrocamento visando os materiais utilizados, núcleo de asfalto, interface com estruturas de concreto e fundações em aluviões, em paralelo com procedimentos de desvio em rios de alta vazão. Por outro lado, a utilização de materiais diversos na construção de barragens e a adaptação de critérios de projeto para beneficiar cronogramas nos remeteram a questionamentos

Obra	TIR (%)		Perdas
	Inicial	Final	
1	17,8	15,4	13%
2	12,1	9,5	21%
3	12,2	10,3	16%
4	13,0	10,1	22%
5	12,5	11,5	8%
6	18,7	12,5	33%

relativos aos critérios de projeto e às metodologias utilizadas para sua certificação.

Extremamente pertinente, uma revisão crítica das soluções de projeto tem levado a soluções bem criativas para adaptação às formas de contrato, que, atualmente privilegiam o binômio prazo-custo, e em alguns casos de obras menores, sacrificando a qualidade. Como exemplo, o quadro apresentado ilustra algumas obras, todas PCHs, cujo investidor teve que administrar as reduções importantes de índices financeiros, por problemas de qualidade, principalmente nos aspectos geológico-geotécnicos ligados a escavações, fundações e materiais de construção.

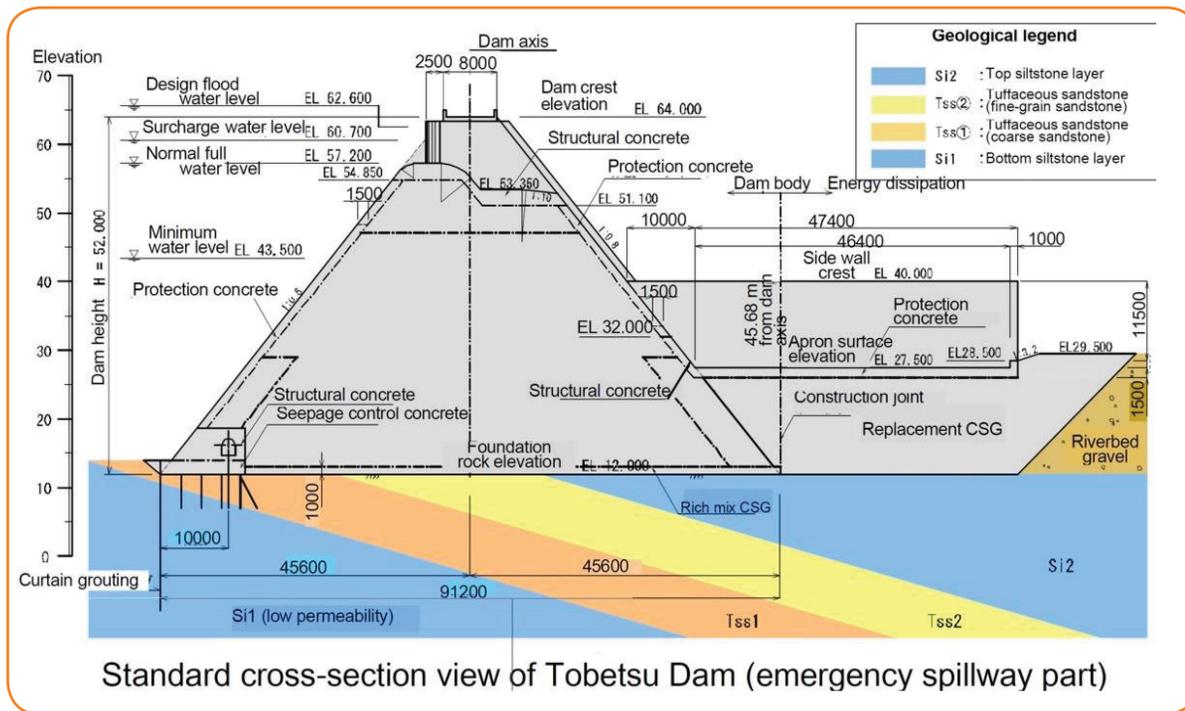
Variação da Taxa Interna de Retorno para PCHs no Brasil (ver quadro). A inicial foi retirada da análise financeira do investidor. A final foi calculada imediatamente na entrada em operação, não estando computados, portanto problemas de geração e hidrológicos. Essas perdas foram todas originadas por problemas construtivos, que quase sempre ocorreram antes, ou imediatamente após a entrada em operação. As obras não puderam ser identificadas em atendimento a cláusulas contratuais de sigilo.

A análise dos artigos apresentados permitiu ressaltar dois aspectos principais, um ligado ao uso de materiais alternativos na construção de barragens e outro abrangendo métodos construtivos e critérios de projeto.

Materiais alternativos - O uso de concreto asfáltico para impermeabilização de enrocamento no corpo de barragens tem sua história moderna registrada a partir de 1948 com a barragem do Vale do Gaio, em Portugal (1). Existem dezenas de exemplos na Europa principalmente, mas no Brasil só foi introduzido pela primeira vez na Usina Hidrelétrica de Foz do Chapecó, a partir de 2009. Mundialmente, nos últimos 50 anos, mais de 100 barragens já foram construídas utilizando núcleo com concreto asfáltico atingindo altura de 170 m, sendo que nesta data, aproximadamente 20 barragens estão em construção (artigo A14).

Os artigos apresentados sob este tema são bastante elucidativos e suficientes na descrição da conceituação, projeto e construção mostrando detalhes significativos, tornando o Brasil uma referência no estado da arte desse tipo de barragem. Ressalta-se (artigo A06) que cada caso é um caso e a extrapolação das soluções deve ser muito bem estudada para certificar sua aceitação.

Na busca de outras possibilidades, na falta de material de construção adequado aos tipos mais conhecidos de aterros, pode-se também avaliar o exemplo do Japão que começou a construir barragens com algo parecido com solo-cimento chamado CSG, (cemented sand and gravel), originalmente utilizado em obras secundárias, e agora a partir de 2010 utilizado em barragens de seção trapezoidal⁽³⁾ ilustrada na figura seguinte.

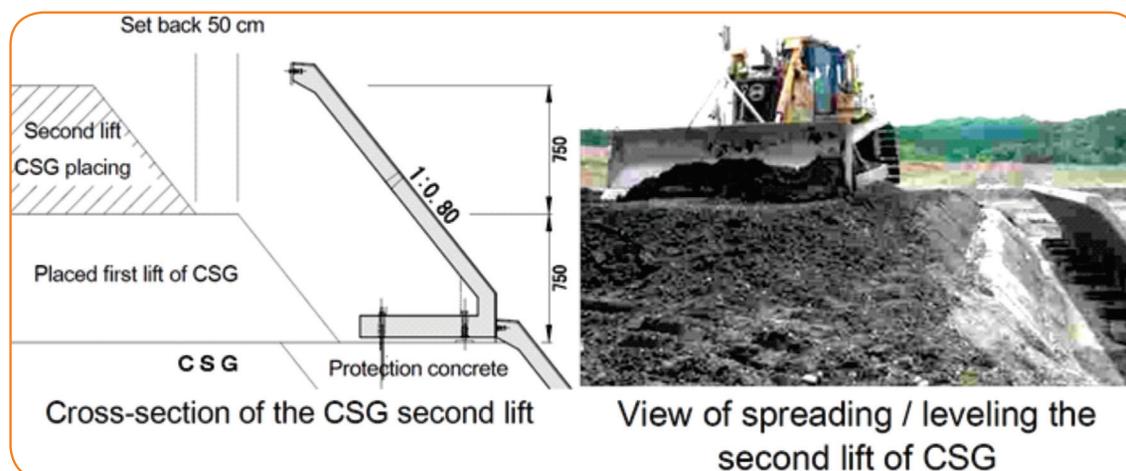


Detalhe da seção trapezoidal do vertedouro da barragem Tobetsu⁽³⁾, indicando o CSG protegido por placas de concreto pré-moldado.

O material utilizado vem de várias fontes, misturando alteração de rocha com aluvião sem muito cuidado na seleção e granulometria, conforme ilustrado na figura seguinte.



Detalhe do "agregado" utilizado na compactação do CSG, mostrando uma vista geral, um detalhe com uma esferográfica como escala e um testemunho retirado do corpo da barragem.



Detalhes da compactação e seção da barragem trapezoidal, com colocação da proteção em concreto (3). O aterro foi completado em 2011.

O CSG utiliza uma taxa de cimento inferior a 80 kg/m^3 , com camadas de 75 cm e não necessita da camada de regularização na fundação. Em locais específicos a taxa de cimento aumenta um pouco e as camadas são menos espessas. Ressalta-se que aterros de solo - cimento tem registro de utilização a partir dos anos 20, porém têm sido utilizados como revestimento de proteção⁽²⁾.

Considera-se ainda sob este item a impermeabilização utilizando geomembranas, tanto para impermeabilização de estruturas de concreto, lajes em enrocamentos com face de concreto, de reservatórios, etc. bem como elemento de reparo em obras já em operação. Esses elementos têm sido aplicados há mais de 50 anos, com centenas de projetos no exterior com resultados satisfatórios quanto a sua durabilidade. As mais conhecidas são as de PVC e de PEAD, ambas disponíveis no Brasil.

A definição do uso dessas geomembranas em concreto, já no estágio de concepção, pode dar origem a modificações na característica dos concretos e no seu processo construtivo, podendo haver redução no consumo de cimento, eliminação de veda juntas e eliminação de alguns passos na metodologia construtiva.

Excetuando-se a barragem CSG, já existem experiências no Brasil com utilização de materiais localmente inovadores, como os aqui descritos. Portanto, essas iniciativas configuram-se como alternativas de inovação em relação às barragens mais antigas, com materiais ou vedações convencionais.

Finalmente, um dos artigos contém uma sugestão de tratamento de solo com cal para uso em barragem. Os ensaios de laboratório e campo indicam que tecnicamente é possível o

uso desse material em aterros, porém suas condições de trabalhabilidade e custos devem ser verificados. Esse processo tem sido utilizado para estabilização superficial de taludes naturais construídos ou para reparos, entretanto, pelo menos é o conhecimento deste relator, ainda não está divulgada uma experiência firme utilizando esse processo para uma barragem concebida como tal. Fica a sugestão para testar essa inovação.

Métodos construtivos e critério de projetos - A adaptação do planejamento de obras, bem como a adaptação de critérios de projeto já tem sido utilizadas no Brasil, visando o atendimento de datas chave ou evitando atrasos com os consequentes acréscimos de custos em obras em andamento.

Sob este tema o caso mais relevante diz respeito a inovações no planejamento do desvio da obra, criando-se, em paralelo, modificações em critérios de projeto de tal forma a antecipar a geração da usina hidrelétrica de Santo Antonio (artigo A22). Foi aceita uma enscadeira adicional de forma a permitir o enchimento do reservatório e a entrada em operação antecipada de parte da casa de força, obrigando o uso de procedimentos geotécnicos não convencionais, como por exemplo, aterro com grau de compactação de 90% sobre fundações complexas, devidamente instrumentada e observada.

Outro caso, cuja identificação não está disponível, diz respeito à presença de descontinuidades não identificadas na fase de investigações sob a fundação de barragem de concreto, já em andamento, tornando-a instável ao deslizamento; ou em outras

palavras, não atendia o coeficiente de segurança estabelecido no critério de projeto.

A primeira solução analisada foi a paralisação da obra com a realização de escavações adicionais, a partir da superfície, eliminando-se parte dessas descontinuidades, trazendo-a ao equilíbrio preconizado no critério de projeto. Essa solução demandaria um atraso de meses com a correspondente perda de geração e incidência de multas contratuais.

Uma solução menos convencional, foi investir na redução drástica das subpressões e na modificação do critério de definição do empuxo de montante. Dessa forma, seriam construídas galerias de drenagem e seria liberada a concretagem na superfície, não afetando o cronograma de geração estabelecido.

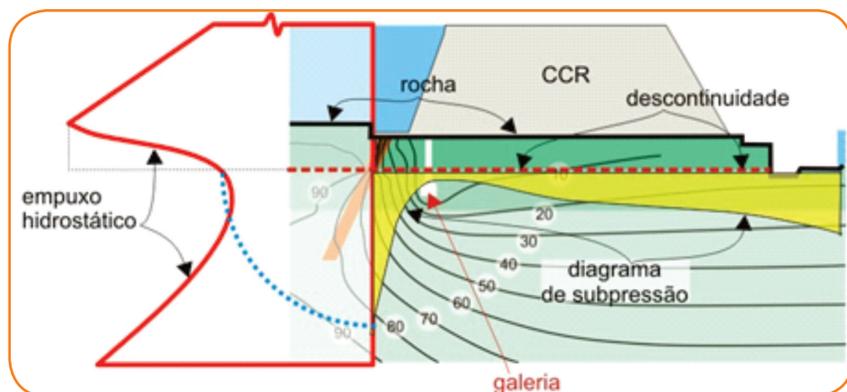
Aceita essa sugestão foram adicionados instrumentos suficientes para definir a evolução das subpressões e dos deslocamentos ao longo das descontinuidades.

Esses dois casos identificam o que se poderia chamar de “inovação” para o benefício da obra, garantindo a qualidade e o atendimento dos preceitos contratuais.

Os casos descritos mostram que com um pouco mais de estudos, com alguma criatividade, é possível aperfeiçoar o projeto e construção de obras de barragens em benefício da redução de prazos e custos. Estamos seguros de que existem outros tantos casos de sucesso no aperfeiçoamento da conceituação e construção de obras de barragem que deveriam ser trazidos ao conhecimento dos profissionais do meio em benefício do aprimoramento das técnicas que conduzirão a obras de melhor qualidade e menor custo.

Por fim, tendo em vista sucessos, bem como desvios deletérios que têm acontecido em alguns empreendimentos, proponho que este tema não se encerre aqui, abrindo a questão do questionamento da forma de aquisição de dados (investigação), questionamento dos métodos de análise (modelos), questionamento dos critérios de projeto (muito antigos) e adequação de métodos construtivos.

Meus agradecimentos especiais ao CBDB que incentivou a reprodução deste artigo e aos colegas Clóvis Ribeiro de Moraes Leme e Luiz Antônio de Moura Abdala, pela paciência e interesse na revisão.



Modificação do critério de aplicação de cargas hidrostáticas, com redução do empuxo de montante a partir da superfície da rocha e redução do diagrama de subpressão com pressão inicial igual à do empuxo de montante (4). Ressalta-se que estes aspectos têm sido discutidos desde os anos 70, porém com muito poucos casos de efetiva aplicação.

Referências

(1) “Bituminous Cores for Earth and Rockfill dams”. Bulletin 42, ICOLD, 1982.

(2) “Soil Cement for embankment dams’ Bulletin 54, ICOLD, 1986.

(3) Sinji Ueno et al., “Executing a trapezoidal CSG dam”, Q 92 R039, 24º Congresso Internacional do ICOLD, Kioto, Japão, 2012.

(4) Abrahão, R. A., “Interfaces”. <http://www.rageociencias.com.br>, página downloads, 2012.

(5) Comitê Brasileiro de Barragens CBDB <http://www.cbdb.org.br/>.

(6) XXIX SNGB <http://xxixsngb.pmaiseventos.com/> para acesso aos artigos.

14º CONGRESSO BRASILEIRO DE GEOLOGIA DE ENGENHARIA E AMBIENTAL

01 a 06 de dezembro de 2013 – Rio de Janeiro/RJ

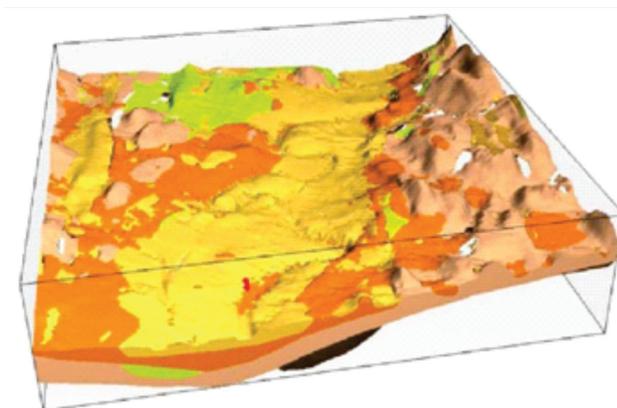
Políticas Públicas, Planejamento e Tecnologias em prol do Desenvolvimento Econômico e Social



Maior evento de integração da Geologia, Engenharia e Ciências Ambientais do Brasil

O 14º CBGE será realizado por meio de simpósios específicos abordando temas como: Cartografia Geotécnica e Geoambiental, Desastres Naturais, Controle de Erosão, Obras de Infraestrutura e Investigações, Resíduos Sólidos, Recuperação de Áreas Contaminadas, Gestão Ambiental, Ensino e Jovem Profissional, Mineração e Materiais de Construção. Foram recebidos 306 artigos técnicos, parte deles serão apresentados oralmente dentro dos simpósios e parte através de painéis. Cursos pré-Congresso e visitas técnicas pós-Congresso fazem parte do evento, que deve reunir 600 participantes.

Um dos destaques da programação é o Prof. Martin Culshaw, Diretor de Meio Ambiente e Riscos Naturais do Serviço Geológico Britânico, professor honorário de Geologia de Engenharia da Escola de Engenharia da Universidade de Birmingham, UK, que irá fazer a Conferência de Abertura, dia 02 de dezembro, às 18h00, versando sobre a importância dos conhecimentos geológicos em ambientes urbanos, com exemplos de trabalhos realizados em grandes cidades do Reino Unido. Autoridades



públicas, como Ministros, Governador e prefeito, representantes do Ministério de Integração Nacional, das Cidades, da CEF e da CPRM- Serviço Geológico do Brasil irão fazer uma prestação de contas sobre os trabalhos desenvolvidos pós-escorregamentos de encostas da Serra Fluminense, nos municípios de Petrópolis e Teresópolis, quando ocorreram mais de 1.200 mortes e perdas enormes em bens materiais.

COMISSÃO DAS ASSOCIAÇÕES DE GEOLOGIA DE ENGENHARIA E AMBIENTAL SUL AMERICANAS E DO CARIBE (COMGEO)

Durante o 13º Congresso Brasileira de Geologia de Engenharia e Ambiental, realizado em São Paulo, em reunião realizada entre a ABGE, a ASAGAI (Asociación Argentina de Geología Aplicada a la Ingeniería), a SUG (Sociedad Uruguaya de Geología) e a IAEG, representada pela Vice-Presidente para a América do Sul e Caribe), em 04/11/2011, foi constituído um grupo de trabalho de caráter regional visando fortalecer a geologia de engenharia e ambiental no âmbito da América do Sul e do Caribe, com indicação de coordenadores o Geól. Francisco Nogueira de Jorge, e o Geól. Norberto Jorge Bejerman, na condição de ex Vice-Presidentes da IAEG para América do Sul e Caribe.

Em continuidade, e conforme previamente estabelecido durante o 13º CBGE, foi realizada nova reunião, desta vez em Córdoba, durante a realização do 10º Simpósio de Geología Aplicada a la Ingeniería y al Ambiente, da ASAGAI, visando consolidar ainda mais a união entre as associações sul americanas e do Caribe voltadas à geologia de engenharia e ambiental.

Nesta reunião, houve a adesão da APIG (Asociación Peruana de Ingeniería Geológica) que, juntamente com as demais associações, aprovaram o Regimento Interno da Comissão das Associações de Geologia de Engenharia e Ambiental Sul Americanas e do Caribe (COMGEO) e elegeram como Coordenador da COMGEO o Geól. Adalberto Azevedo e como Coordenador Suplente o Geól. Francisco Nogueira de Jorge, ambos representantes da ABGE.



Da esq. para a dir: Adalberto Azevedo (ABGE), Norberto Bejerman (ASAGAI), Silvina Marfil (IAEG), Fábio Luna (ASAGAI) e João Jeronimo Monticelli (ABGE)

Como estabelecido pelo Regimento Interno, temos agora a responsabilidade de estabelecer um Plano de Trabalho a ser submetido à aprovação dos demais membros da COMGEO.

Os interessados em apresentar sugestões Plano de Trabalho entrem em contato com a coordenação da COMGEO.

AS ATIVIDADES DO SERVIÇO GEOLÓGICO DO BRASIL NA SETORIZAÇÃO DE RISCOS E MAPEAMENTO DE SUSCETIBILIDADE EM MUNICÍPIOS BRASILEIROS

O Serviço Geológico do Brasil – CPRM, vem produzindo tradicionalmente conhecimento geológico, hidrológico básico e de geodiversidade, através de uma perspectiva de compreensão da geologia e dos recursos minerais do país voltadas para a produção de riqueza econômica sustentável, com os consequentes benefícios para toda a sociedade brasileira, direciona a sua atenção para novas demandas, agora no campo dos desastres naturais, responsáveis por expressivos danos, de caráter social, econômico e ambiental em nosso país.



Thales de Queiroz Sampaio
Diretor de Hidrologia e Gestão Territorial
Serviço Geológico do Brasil - CPRM

Neste particular, a CPRM que sempre esteve comprometida em participar de novas frentes de ações e desafios, que dependam do conhecimento do meio físico e que criam demandas por soluções sustentáveis, passa a atender os mais legítimos interesses e necessidades do país e da sociedade.

É neste novo contexto social que a CPRM está cumprindo suas obrigações institucionais, ampliando e consolidando sua atuação em estudos do meio físico, onde o foco é o cidadão, a partir de um problema concreto na sociedade, referente às fragilidades e vulnerabilidades dos espaços urbanos frente a desastres naturais (FIGURA 1).

Em decorrência, a partir das novas frentes de capacitações desenvolvidas na empresa, na área de riscos geológicos, a CPRM foi convocada, pelo Governo Federal, a participar em estreitas parcerias, inserida no PPA-2012 a 2015 através do Programa Gestão de Riscos e Resposta a Desastres (PAC), com o Ministério da Integração Nacional, Ministério da Ciência, Tecnologia e Inovação, Ministério das Cidades, Ministério da Defesa, Ministério do Planejamento, Orçamento e Gestão, sob a coordenação da Casa Civil da Presidência da República, na realização de ação emergencial em

821 municípios selecionados onde se registram graves desequilíbrios socioeconômicos, por contemplarem processos e fenômenos, como deslizamentos e inundações, com vistas a subsidiar os agentes envolvidos na análise, gerenciamento e intervenção em áreas de riscos.



FIGURA 1 - Desastre na região serrana, ocorrido em 11/01/2011, Bairro da Posse-Teresópolis - RJ.

No âmbito das parcerias destacam-se os excelentes trabalhos dos órgãos estaduais de Geologia (DRM-RJ, IG-SP, IPT-SP e MINEROPAR) e de defesa civil, no desenvolvimento dos mapeamentos de riscos geológicos em seus estados.

Dentro deste espírito é que o Serviço Geológico do Brasil-CPRM disponibilizou 60 geólogos, geógrafos e engenheiros para atuar nesta ação, distribuídos pela maioria dos estados brasileiros, com vistas a proceder à identificação, delimitação e caracterização dos setores considerados como de risco alto e muito alto (FIGURA 2).



FIGURA 2 - Prancha no formato A3 com a setorização de riscos e descrição dos processos

Esta demanda provocou o redirecionamento de pesquisadores que atuavam em várias atividades do SGB tais como: levantamentos da geodiversidade, hidrologia, hidrogeologia e mapeamento geológico, resultando na reestruturação da Diretoria de Hidrologia e Gestão Territorial para agregar a área de Riscos Geológicos e a consequente necessidade de efetuar concurso público, o qual foi realizado em 4 de agosto de 2013, para a contratação de 50 profissionais para atuar nessa área.

Os trabalhos de setorização de riscos geológicos em 438 municípios, realizados desde novembro de 2011 a julho de 2013, abrangeram vasta área do território nacional, contemplando praticamente todas as regiões fisiográficas brasileiras. Assim, na região norte foram mapeados 71 municípios, onde se estima que 59.644 moradias e 230.740 pessoas estejam sob riscos. No nordeste, foram 125 municípios, 134.963 moradias e 541.530 pessoas. No centro oeste, 11 municípios, 859 moradias e 4.292 pessoas. No sudeste 136 municípios, 197.548 moradias e 870.245 pessoas. E, na região sul 95 municípios, 77.288 moradias e 312.539

pessoas. Totalizando, assim, 438 municípios, nos quais 3.868 setores de riscos com 470.302 moradias e uma estimativa de 2.005.339 moradores vivendo em áreas sujeitas a movimentos de massa e inundações.

A CPRM tem disponibilizado diariamente ao CEMADEN (MCTI), CENAD/SEDEC (MI) e MCidades, bem como aos municípios e estados envolvidos, todos os dados relativos à setorização de riscos (em papel e digital) contendo as informações em ambiente de Sistema de Informação Geográfica - SIG, associado a uma base de dados de atributos, permitindo que os agentes envolvidos disponham de subsídios para emitir alertas, gerenciamento e intervenções de áreas de riscos ou potencialmente perigosas, com o objetivo de proteger vidas, garantir a segurança das pessoas, minimizar os danos decorrentes de desastres e proteger o meio ambiente.

Em 2013, iniciou-se a elaboração de Cartas de Suscetibilidade, na escala 1:25.000, a movimentos de massa em encostas e eventos destrutivos de natureza hidrológica (enchentes de alta energia ou enxurradas, enchentes e inundações). Tais trabalhos

serão executados até dezembro de 2014 em 286 municípios que já dispõem de trabalhos de identificação de áreas de setorização de riscos realizados em 2012, pela CPRM e outras instituições e órgãos estaduais, os quais foram selecionados em todo o território nacional que recorrentemente tem ocorrido desastres com perdas de vidas e materiais, bem como pelas características dos seus terrenos, relevo, climáticas, e de uso e ocupação do solo, que mostrem potencial para serem afetados por desastres causados pelos processos acima referidos (FIGURA 3).

Nesta atividade, ressalta-se a importante parceria celebrada com o Instituto de Pesquisas Tecnológicas do estado de São Paulo (IPT), o qual deverá realizar o mapeamento de suscetibilidade a movimentos de massa e inundações em 75 municípios até março de 2014, sendo 41 no estado de São Paulo, 27 em Santa Catarina e 8 no Espírito Santo. A CPRM está elaborando em 2013 o mapeamento em 27 municípios do Rio de Janeiro e 6 no Espírito Santo.



FIGURA 3 - Inundação do tipo enxurrada (alta energia) de junho de 2010, Jacuípe-AL

A carta de suscetibilidade a movimento de massa e inundações objetiva disponibilizar aos gestores municipais, estaduais e federais, informações para o planejamento adequado da expansão urbana e subsidiar os projetos a cargo do Ministério da Integração Nacional, bem como a elaboração de cartas geotécnicas a serem integradas aos planos diretores municipais visando o planejamento do uso e ocupação do solo, sob a responsabilidade do Ministério das Cidades. Busca-se, assim, contribuir para evitar

o aumento das áreas de riscos nesses municípios que apresentam muito alta, alta e média suscetibilidade em relação a movimentos de massa, enchentes e inundações de alta energia.

Encontra-se em implementação o Sistema de Cadastro de Deslizamentos e Inundações (SCDI) desenvolvido pela CPRM para utilização pelas equipes de Defesa Cívica municipais no cadastramento de eventos ocorridos ou potenciais, relativos a movimentos de massa, inundações e enchentes. O sistema é

constituído de diversas telas padronizadas para a inserção de dados, associadas a bibliotecas de atributos. O sistema permite a entrada e o armazenamento de dados, exportação de relatórios no formato PDF e a geração de planilhas XLS e CSV. Também é dotado de recursos de pesquisa e recuperação de dados. O sistema teve seu desenvolvimento concluído e foi implantado em Nova Petrópolis-RS, prevendo-se ser implementado nos 286 municípios mencionados acima, de forma a contribuir para a gestão dos processos condicionantes dos riscos, facilitando a padronização e a descrição dos mesmos e criando uma base de dados histórica em cada município onde o sistema for instalado.

Em 2007 o Serviço Geológico do Brasil – CPRM (SGB) firmou Acordo de Cooperação Técnica (ACT) com o Ministério das Cidades, visando o desenvolvimento de ações conjuntas destinadas a promover a capacitação de técnicos municipais para a prevenção de riscos de desastres naturais. Dentre as ações, destaca-se

o curso de capacitação de técnicos municipais nas temáticas relacionadas ao diagnóstico, mapeamento e planejamento de intervenções para redução de riscos geológicos. O curso tem por finalidade ampliar o conhecimento desses profissionais sobre os condicionantes desencadeadores, a tipologia dos processos dinâmicos de encostas e de áreas sujeitas a inundações e enchentes, de forma a contribuir para o melhor desempenho de suas funções nos municípios de origem.

Assim, desde 2008, após a finalização do ACT SGB e MCIDADES, a CPRM tem dado continuidade a ação de capacitação de técnicos municipais, principalmente agentes de Defesa Civil. O curso de capacitação tem carga horária de 40 horas, com aulas teóricas presenciais e aula prática de campo, onde se faz a integração entre os conceitos teóricos vistos na sala de aula e realidade das situações de campo. Ao final do curso são distribuídos certificados aos participantes (FIGURA 4).



FIGURA 4 - Integrantes do curso de capacitação na gestão dos riscos geológicos em Caxias do Sul - RS (out. 2012)

EXPERIÊNCIA EM GE PELO MUNDO



Pedro Reffinetti Rodrigues Martins

Há cerca de um ano e meio, a geologia me trouxe para a Nova Zelândia. Lá por meados de setembro de 2011, corri do IPT para casa para não me atrasar para meu segundo turno de trabalho: o de pai da Alice, à época com 10 meses. Então, entre uma troca de fraldas de destruição de massas, um jantar com papinha até o teto da cozinha e uma correria para colocá-la na cama, minha esposa me fala: “me ofereceram uma vaga imperdível para um doutorado em geologia estrutural/econômica na Universidade de Auckland”. “Ótimo, que legal, super parabéns!” respondi pensando que passaríamos o natal em família e, ao longo de 2012, nos planejaríamos para fazer as malas. “Só que temos que chegar lá até o final de novembro para não perder a vaga”, completa ela... Confesso que essa noite não preguei os olhos, e não foi por culpa da Alice...

Já havíamos morado no exterior, na condição de estudante, quando fomos para Londres por conta de meu mestrado em geologia de engenharia no Imperial College. Sabíamos que não era uma vida fácil... Conseguiríamos conciliá-la com o ritmo de uma bebê?

Como não tínhamos muito tempo para refletir e nunca tivemos medo de desafios, dia 24/11/2011 desembarcamos no aeroporto de Auckland com uma tonelada de malas... e um nenenzinho...

Nós moramos em Waihi, uma cidade de menos de 5000 habitantes, cuja característica principal é ser local da principal mina de ouro da Ilha Norte da Nova Zelândia. Nossa casa, aliás, fica a menos de 500m da cava da Martha Mine.

Meus primeiros sete meses foram muito especiais pois fiquei de pai em tempo integral. Pude aproveitar intensamente momentos muito especiais da vida da minha filha. E, num país com uma imensa cultura de esportes ao ar livre, acabamos passando boa parte desse tempo caminhando em trilhas, subindo montanhas, jogando pedrinhas no rio e apurando os conhecimentos de mecânica dos solos aplicada a castelos de areia em Waihi Beach.

A partir de julho de 2012 comecei a trabalhar em uma importante consultoria de engenharia da região chamada Beca (www.eca.co.nz). Fundada em 1918, a Beca atua em diversos segmentos de mercado e tem forte presença na região da Ásia-Pacífico. Eu trabalho na seção de geotecnia do escritório de Tauranga, uma linda cidade portuária na região da Bay of Plenty.

Acho interessante mencionar a importância da IAEG em minha busca de emprego por aqui. Há um bom tempo, já era membro da IAEG através da ABGE. Quando descobri que viria para cá, minha primeira atitude foi mandar um email para a New Zealand Geotechnical Society (www.nzgs.org), o grupo nacional da IAEG na Nova Zelândia, com o título “Membro da IAEG de mudança para a Nova Zelândia – oportunidades profissionais”. Prontamente fui atendido pela Ann Williams, a vice-presidente da IAEG para a Australásia, que me colocou em contato com diversas empresas, incluindo a Beca. Para quem nunca pensou em se afiliar à IAEG, mais um bom motivo.



Pedro e a família

A Nova Zelândia é um país fundamentalmente geológico. Metade de seu território está na placa Indo-Australiana e metade na Placa do Pacífico, o que implica em um enorme limite transformante de placas cortando o país na diagonal, sendo sua porção mais famosa a Falha Alpina, uma transcorrência dextral que se estende por quase toda a Ilha Sul do país. Na Ilha Norte, onde moramos, o limite de placas segue para o mar, na trincheira de Hikurangi, e se torna um limite convergente, com a Placa do Pacífico subductando sob a Indo-Australiana. O resultado de tudo isso é um país de elevada sismicidade e com lindos vulcões ativos.

Nesse contexto de geologia extremamente ativa, a geologia de engenharia não poderia deixar de ter uma importância enorme para o país. Porém, toda essa carga geológica implica em características bem específicas para o desempenho da profissão. Características essas que estou no árduo, mas interessantíssimo, processo de aprendizado:

Primeiro, o vasto universo de rochas e solos vulcânicos. De basaltos a riolitos, de tufos a brechas/aglomerados, todos estão bem representados. Desse universo surgem as propriedades geotécnicas mais diversas tais como rochas com peso específico tão baixo (pumice) que flutuam na água, argilas extremamente expansivas fruto da alteração de vidro vulcânico (principalmente cinzas) e areias cujos grãos são tão frágeis (pumice) que os solos se tornam muito sensíveis e bastante complicados para obras de terra.

Segundo, os métodos de investigação geológico-geotécnica. Aqui utiliza-se o Cone Penetration Test (CPT) de forma rotineira e predominante e, até então, minha experiência com CPT

havia sido mínima e restrita a aterros. Nesse país o CPT é utilizado em todos tipos de solo, incluindo aluviões ricos em cascalhos (que exigem pré-furo) e solos residuais. Adicionalmente, quando se fala em sondagem, a norma é utilizar rotativa com barrilete wireline de tubo triplo, mesmo em solos sedimentares. Pratica-se o ensaio SPT, mas o furo todo é testemunhado, como tradicionalmente se faz num furo em rocha no Brasil.

Terceiro, a influência da sismicidade nas análises geotécnicas: recalques induzidos por liquefação de solos granulares muito fofos a medianamente compactos e saturados, amolecimento dos solos coesivos por carregamento dinâmico (cyclic strain softening), estabilidade de taludes sob carregamento sísmico, entre outros.

Por fim, acho importante também destacar a forma como se trabalha por aqui. De forma geral, as pessoas são bastante informais e descontraídas, porém a herança britânica é bem enraizada e pontualidade e eficiência são bastante valorizados. As reuniões tem hora para começar e acabar, dentro de uma tolerância de não mais que uns dez minutos. As pessoas se sentem mal de tomar o tempo das outras fazendo-as esperar. Se você fica regularmente após o expediente isso é entendido como falta de planejamento e eficiência. Porém, acima de tudo, respeita-se demais a liberdade individual das pessoas. Se você falar para o seu/sua chefe que sairá duas horas mais cedo, muito provavelmente ele/ela nem perguntará o motivo pois não é da conta dele/dela. As pessoas não perguntam e, por outro lado, as pessoas não abusam e cumprem com sua responsabilidade. Tudo muito simples e honesto.



O DESLIZAMENTO CATASTRÓFICO DE JAMAPARÁ: causas e análise do risco remanescente



Ingrid Ferreira Lima – DRM-RJ

No mês de Janeiro de 2012, deslizamentos em muitas cidades fluminenses exigiram a ampliação dos atendimentos emergenciais efetuados pela equipe de geólogos do NADE/DRM. O mais catastrófico dos movimentos de massa foi registrado em Jamapar, distrito do Município de Sapucaia, às margens do rio Paraíba do Sul, no dia 09, às 4h da manhã; ele causou a morte de 22 pessoas e destruiu 08 casas.

Como vem sendo realizado desde Agosto de 2009, o Serviço Geológico do Estado do Rio de Janeiro (DRM) procedeu imediatamente ao atendimento emergencial  Prefeitura de Sapucaia, concentrando seus esforços desde o dia 09, nos estudos sobre as características do deslizamento, na análise dos seus condicionantes e na avaliação do risco remanescente associado escorregamentos na área afetada.

As investigações de campo e a pesquisa aos dados pluviométricos da Esto UHE Smplcio, de FURNAS revelaram que:

(1) O escorregamento se caracterizou como um deslizamento de 3000m³ de solo, rocha e detritos; a massa deslizada seguiu uma rampa de 20m com inclinação de 40 e atingiu duas linhas de casas da Rua dos Barros, FIGURA 1;



FIGURA 1 - Projeção da área do deslizamento sobre foto do sobrevoo de helicóptero em 10.01.2012

(2) O deslizamento se iniciou na transição da escarpa rochosa vertical, muito fraturada e com inúmeras lascas de alívio, para o topo rochoso da Serra de Jamapar;

(3) A chuva antecedente ao deslizamento foi de 134.4mm em 24h (concentrada entre 18h do dia 08 e 02h do dia 09); ela “preparou” o terreno para a ocorrência ao elevar a poro-pressão nas fraturas e no pacote de solo e rocha;

(4) O pico extremo, de 22mm/h, registrado próximo do horário do deslizamento, seguiu outros máximos horários de 12 a 16mm; esta chuva horária ampliou significativamente o fluxo d’água superficial que vertia rápida e intensamente do topo rochoso, e que era lançado diretamente sobre as lascas e matacões rochosos posicionados no sentido de maior inclinao da encosta;

(5) Presumidamente, se abriu um “vertedouro” com a concentrao do fluxo; com a combinao de extrema erosão superficial e perda de resistência do pacote devido  súbita elevao da poro-pressão no período crítico da chuva, ocorreu o escorregamento.

As investigaes de campo, com identificao – também nas áreas adjacentes afetadas ou não por escorregamentos no mesmo evento pluviométrico – de feies semelhantes ou indicativas de potencial de ocorrência de novos deslizamentos para chuvas que vinham sendo registradas no Verão 11-12, no Estado do Rio de Janeiro, subsidiaram a preparao de uma Carta de Risco Remanescente/Iminente a novos escorregamentos no Distrito de Jamapar.

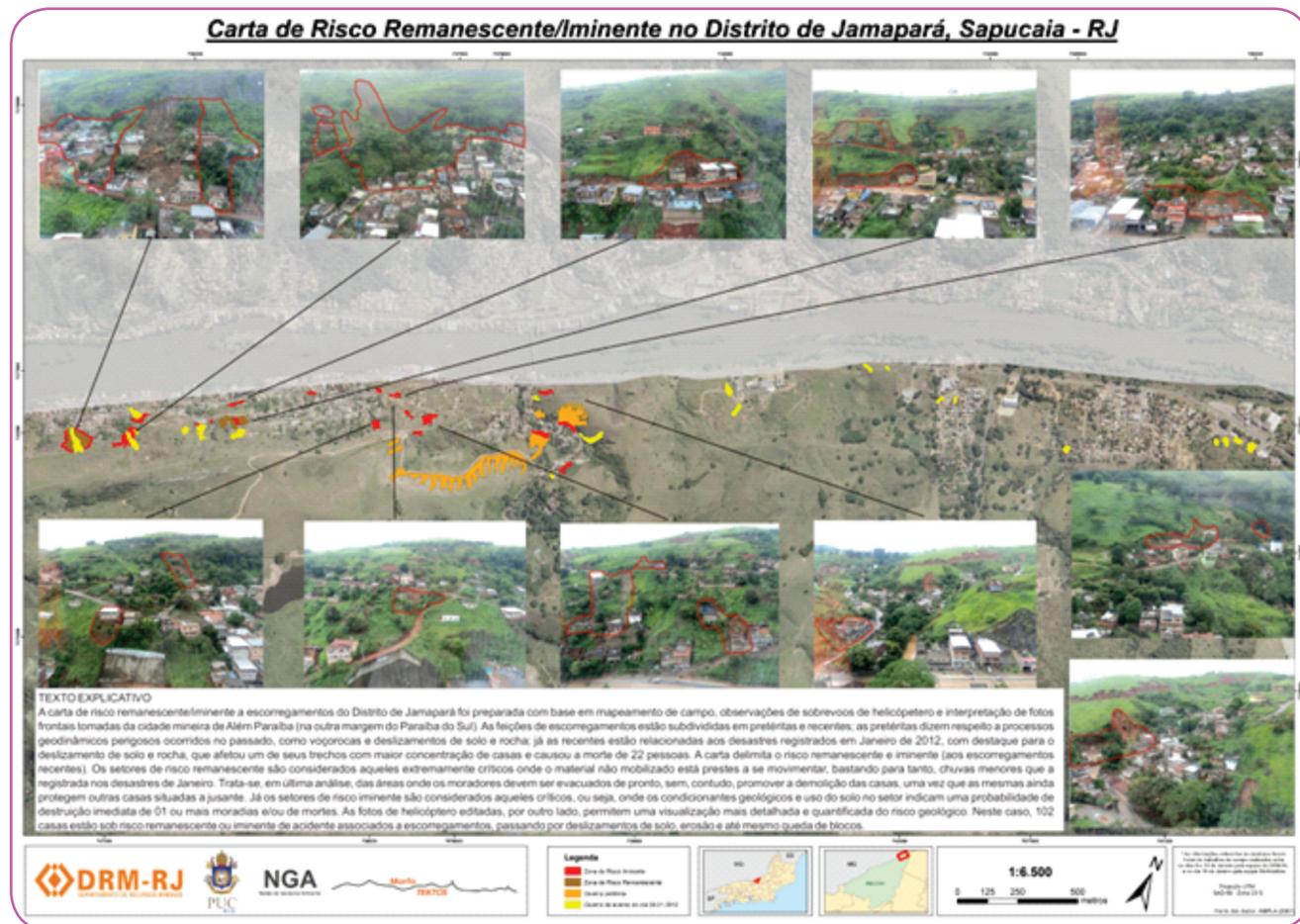


FIGURA 2 - Carta de Risco Remanescente/Iminente no Distrito de Jamapar, Sapucaia-RJ

A Carta indica os setores de risco iminente e remanescente, FIGURA 2: risco iminente - setores de encostas que mostram uma probabilidade muito elevada de ocorrência de escorregamentos com danos, num prazo de 01 ano (ou seja, sob chuvas extremamente recorrentes), em função da presença de uma ou mais feições de instabilidade, aí incluídos um grau de faturamento mais elevado dos taludes rochosos, a presença de uma capa muito fina de solo sobre rocha, um corte com altura superior a 4m e muito próximo à casa ali construída, etc. Trata-se, portanto, de domínios para os quais se faz necessária a implementação imediata de medidas estruturais e não estruturais para redução do risco; e risco remanescente - setores de encostas que mostram uma probabilidade muito elevada de recorrência de escorregamentos com danos na próxima chuva extrema, em função da presença de cicatrizes de processos destrutivos recentes e para os quais o NADE/DRM sugeriu à Defesa Civil Municipal a imediata evacuação dos moradores.

Na ocasião, 155 casas estão sob risco remanescente ou iminente de acidentes associados a escorregamentos, passando por deslizamentos de solo, erosão e até mesmo queda de blocos rochosos.

A Carta de Risco Remanescente/Iminente deve subsidiar a prefeitura municipal com informações vitais para a preparação: (i) do seu plano de contingência (para o período de verão); (2) do seu plano municipal de redução de risco (PMRR); (3) das respostas afirmativas aos processos do ministério público e; (4) dos seus autos de interdição de moradias e/ou notificações.

Referências

FURNAS, J. C. (2012). "Relatório Metereológico UHE Simplicio – Sapucaia/RJ"



ABGE
EM REVISTA

Anuncie aqui e
chegue no
endereço certo!

**Um espaço direcionado
à sua empresa!**

Informações: Telefone: (11) 3767-4361 - E-mail: marketing@abge.org.br - Home Page: www.abge.org.br

PROGRAMA ESTADUAL DE PREVENÇÃO DE DESASTRES NATURAIS E DE REDUÇÃO DE RISCOS GEOLÓGICOS – avanços na gestão de riscos de desastres no Estado de São Paulo (2011-2013)

Com a assinatura do Decreto Estadual nº 57.512, de 11/11/2011, que instituiu o **Programa Estadual de Prevenção de Desastres Naturais e de Redução de Riscos Geológicos (PDN)**, definiu-se um marco importante na gestão de riscos de desastres no Estado de São Paulo: uma nova forma do Poder Executivo Estadual enfrentar de modo articulado os problemas relacionados a ocorrência de desastres naturais e riscos geológicos no Estado de São Paulo.

O PDN promove a articulação de ações, projetos e programas das Secretarias de Governo e das Instituições Públicas que atuam com o tema desastres naturais e riscos geológicos, indicando formas de evitar, reduzir, gerenciar e mitigar situações de risco no Estado de São Paulo, em conformidade com os 5 objetivos do PDN (FIGURA 1). Sua estrutura organizacional é baseada em órgãos técnicos e secretarias de governo que tem interação com o tema, organizada em **Comitê Deliberativo, Grupo de Articulação de Ações Executivas (GAEE) e Secretaria Executiva** (FIGURA 2).

Em relação à outras políticas públicas similares, o PDN complementa os objetivos da **Política Estadual de Mudanças Climáticas** (Lei nº 13.798, de 09/12/2009), especialmente quando esta trata do “Plano Estratégico para Ações Emergenciais”. Além disso, já vislumbrava inúmeras ações posteriormente estabelecidas na Política Nacional de Proteção e Defesa Civil (Lei Federal nº 12.608, de 10/04/2012).

Conforme determina o decreto, já em 2012 foi elaborado um “**Plano de Trabalho de Curto e Médio Prazo (2012-2020)**”, estabelecendo um cenário de referência em 2012 e detalhando ações para melhoria da gestão de riscos no Estado.

Em continuidade vem ocorrendo o acompanhamento das ações, atualização de propostas e projetos e assessoria técnica em situações específicas, promovendo uma melhor articulação ente os órgãos técnicos estaduais e secretarias de governo, proporcionando consistência técnica e validando decisões políticas.

Num diagnóstico inicial (cenário de referência 2012) verificou-se que apesar de várias políticas públicas já estarem implantadas há mais de 25 anos no Estado de São Paulo para enfrentar as situações de risco, os eventos relacionados a desastres e suas consequências danosas continuam ocorrendo, observando-se na última década uma tendência de aumento nos acidentes e vítimas (pessoas afetadas e óbitos). Assim, nos últimos 12 anos (2000 a 2011) tem-se o registro de: **2.917 acidentes** (52% inundações, 19% escorregamentos, 1% erosão, 28% outros); **348 óbitos** em 108 municípios (36% inundações, 42% escorregamentos, 22% outros); **121.267 mil pessoas afetadas** em 224 municípios; centenas de eventos de inundações, escorregamentos, tempestades, raios, erosão e subsidência do solo; 287 **municípios atingidos** por inundações (44%) e 174 por escorregamento (27%).

Quanto às políticas públicas, existem **122 ações** para enfrentamento de situações de desastres e riscos: **73 ações** já desenvolvidas ou em andamento; **18 ações para implantação em curto prazo** (2013); e **31 ações** para implantação **em médio prazo** (2013-2020). O desafio imediato está em estabelecer uma conexão entre estas ações já em andamento, buscando sua sincronização e o melhor aproveitamento dos resultados. Parte dos recursos necessários ao desenvolvimento deste plano já estão sendo executados pelas instituições, viabilizados com recursos orçamentários já previstos (Plano Pluri-Anual do Estado), financiamentos e parcerias.

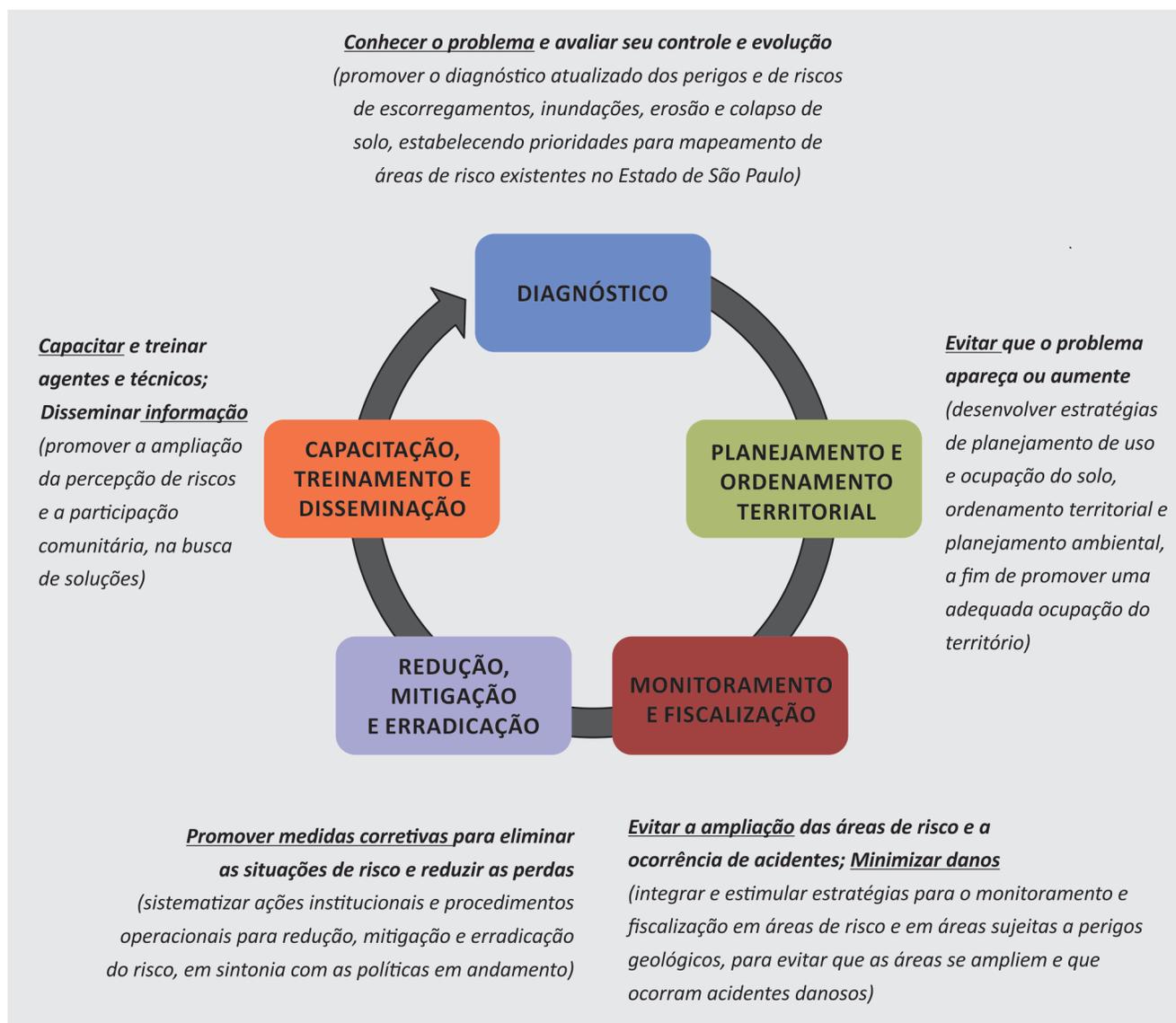


FIGURA 1 - Objetivos do Programa Estadual de Prevenção de Desastres e Redução de Riscos Geológicos (PDN)

Comitê Deliberativo	Grupo de Articulação de Ações Executivas – GAAE	Secretaria Executiva
<ul style="list-style-type: none"> • Composto por secretários de Estado: • Casa Militar (Coordenação); Casa Civil; Secr. Agricult. e Abastec.; Secr. Desenv. Econ., Ciência e Tecnol.; Secr. Desenv. Metropol.; Secr. Educação; Secr. Habitação; Secr. Logística e Transp.; Secr. Meio Ambiente; Secr. Planej. e Desenv. Regional; Secr. Saneam. e Rec. Hídricos; Secr. Secur. Pública; Secr. Transp. Metropol. • Deliberação sobre as propostas oriundas do GAAE. 	<ul style="list-style-type: none"> • Composto por técnicos, representantes de: • CEDEC (coordenação); Secr. Agricult. e Abastec.; Secr. Educação; Secr. Meio Ambiente; Secr. Logística e Transp.; Secr. Secur. Pública; Secr. Transp. Metropol.; CEPAM; CETESB; CDHU; DAEE; EMPLASA; IPT. • Elaboração, acompanhamento e atualização do Plano de Trabalho 2012-2020. 	<ul style="list-style-type: none"> • INSTITUTO GEOLÓGICO • Organização de trabalhos e documentos oriundos do GAAE e do Comitê Deliberativo, auxiliando na viabilização de reuniões, debates e documentos técnicos.

FIGURA 2 - Estrutura organizacional do PDN.

Todas estas ações foram organizadas e agregadas a **5 produtos estratégicos**, os quais apresentam atividades já em desenvolvimento e há proposição de continuidade integradamente a outras ações:

- 1) **Plano diretor de integração de informações sobre áreas de risco e implantação de Geoportal de Riscos;**
- 2) **Plano de avaliação e mapeamento de áreas de risco do Estado de São Paulo;**
- 3) **Plano de ampliação e aperfeiçoamento dos Planos Preventivos e de Contingência, do monitoramento e da resposta a emergências.**
- 4) **Plano de mitigação de áreas de risco - habitação e obras em áreas de risco**
- 5) **Plano de capacitação em percepção de risco**

Em 2013, estes 5 produtos estratégicos desenvolveram-se de forma diferenciada em termos de produtos e em razão de parcerias interinstitucionais e planos de governo com temática transversal, com subsídios de importantes financiamentos internacionais.

O **Plano de avaliação e mapeamento de áreas de risco do Estado de São Paulo**, por exemplo, que já previa uma hierarquização de municípios para serem atendidos com estudos técnicos teve seu curso alterado, com a execução de diferentes tipos de instrumentos de identificação de risco de forma paralela, sob influência de ações implementadas pelo governo federal. Assim, a CEDEC optou pela setorização de riscos alto e muito alto em municípios ainda sem nenhum tipo de levantamento, como forma de subsidiar em curto prazo o monitoramento em planos preventivos de defesa civil. Em contrapartida, foi obtido importante financiamento junto ao Banco Mundial para a elaboração de mapeamento de perigos e riscos em escala regional e local de toda a Região Metropolitana de São Paulo e Litoral do Estado, o que vai atender as necessidades de diversas secretarias de estado (Habitação, Logística e Transportes, Meio Ambiente, Transportes Metropolitanos, entre outras).

Paralelamente, o **Plano de mitigação de áreas de risco - habitação e obras em áreas de risco**, vem sendo consistentemente atendido, apoiado nos resultados do “Plano de

avaliação e mapeamento de áreas de risco”, permitindo atender, por exemplo, ao Programa Estadual de Habitação, com enfoque específico em áreas de risco.

O **Plano de capacitação em percepção de risco** vem sendo incrementado especialmente por meio de parcerias da CEDEC: com a EVESP (Escola Virtual de Programas Educacionais do Estado de São Paulo), na produção do “Curso de Defesa Civil por meio de Jogo Virtual Interativo para Ensino Fundamental e Médio da Rede Pública Estadual de Ensino”. Com isto se ampliaram os instrumentos de capacitação e comunicação que já vinham sendo desenvolvidos pela CEDEC em parceria com o Instituto Geológico, como a elaboração de cursos e seminários por todo o Estado de São Paulo e com ampla distribuição de material técnico para diferentes tipos de público.

Um importante resultado alcançado foi a produção do Boletim nº 1 do GAAE-PDN, “**Desastres naturais e riscos geológicos no Estado de São Paulo: cenário de referência – 2012**” (Brollo & Tominaga, 2012)¹, elaborado com a finalidade de estabelecer um marco referencial e de divulgação.

No decorrer de 2013 houve a necessidade de apoio técnico em situações de crise, demandando respostas rápidas para as esferas executivas de governo na tomada de decisões, para o que foram produzidos Informes Técnicos do GAAE-PDN (com circulação restrita): “**Acidentes ocorridos em 22/02/2013 em Cubatão e no Sistema Anchieta-Imigrantes**” (Inf. Técn. nº 01/2013, de 11/03/2013); “**Potencial de desastres na região de São Sebastião**” (Inf. Técn. nº 02/2013, de 01/04/2013); “**Lauda geotécnico de situação de risco geológico - aperfeiçoamento de instrumentos para atendimento habitacional relacionado a áreas de risco**” (Inf. Técn. nº 03/2013, de 21/05/2013).

A articulação entre órgãos executivos de governo com reconhecida atuação técnica na prevenção de riscos de desastres

¹ Brollo, M.J. & Tominaga, L.K. (Orgs.). 2012. **Desastres naturais e riscos geológicos no Estado de São Paulo : cenário de referência – 2012**. 1. ed. – São Paulo: Coordenadoria Estadual de Defesa Civil, 2012. 100 . : il. ; Color. (Boletim nº 1 – Grupo de Articulação de Ações Executivas / GAAE-PDN). Disponível em: http://www.defesacivil.sp.gov.br/v2010/portal_defesacivil/conteudo/pdn.htm

tem proporcionado a estruturação de planos, projetos e ações que estão repercutindo na estrutura governamental, permitindo que o meio técnico encontre resposta efetiva nas esferas políticas. Vislumbra-se, desta forma a melhoria de indicadores de resultados na gestão de riscos de desastres no Estado.

Apesar disso, verifica-se uma tendência de ampliação da ocupação em áreas inadequadas e com perigos geológicos,

resultando no aumento do número de áreas de risco. Não pode ser descartada a possibilidade de algumas porções do Estado serem atingidas por desastres de considerável proporção, que, com a atual capacidade de resposta, poderá implicar em apreciável prejuízo a pessoas e bens. Justifica-se, portanto a necessidade de incrementar o montante de recursos (financeiros, técnicos, institucionais) para execução das ações planejadas.

Maria José Brollo



Lídia Keiko Tominaga



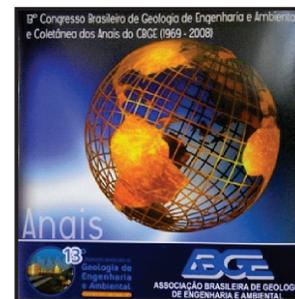
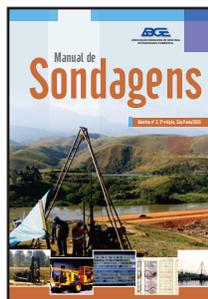
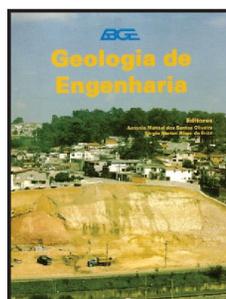
Este trabalho foi realizado pelas seguintes profissionais do **Instituto Geológico/SMA-SP**:

Quais as vantagens de ser um sócio da ABGE

Para se filiar acesse o site: www.abge.org.br

- ▶ Você receberá todas as publicações editadas pela entidade durante o período de filiação (livros, traduções, artigos técnicos, anais de simpósios e congressos).
- ▶ Terá desconto na aquisição de publicações editadas pela entidade.
- ▶ Receberá a Revista Brasileira de Geologia de Engenharia e Ambiental, Revista Informativa e informes eletrônicos.
- ▶ Terá desconto na inscrição dos eventos promovidos pela ABGE e entidades parceiras.
- ▶ Terá acesso a conteúdo restrito na homepage.

FILIE-SE À ABGE E SEJA MAIS UM PROFISSIONAL BEM INFORMADO



PONTO DE VISTA

Durante os últimos anos estamos presenciando casos de acidentes e de aumentos de custos de obras de infraestrutura - barragens, túneis, estradas e canais, dentre outras - decorrentes, segundo justificativas amplamente divulgadas, de "surpresas geológicas" encontradas durante a execução destas obras. Não concordamos com tais afirmações.

O Brasil detém experiência relevante na elaboração de estudos geológicos para o projeto de obras de engenharia e para o acompanhamento técnico de sua construção. No primeiro caso (estudos para cada fase de projeto) somos profundos conhecedores das técnicas e das metodologias de investigação e de caracterização de nossos solos e rochas que, submetidos ao clima tropical e chuvoso, apresentam-se com particularidades e diferenças significativas em relação aos maciços rochosos dos países desenvolvidos, onde predominam o clima frio e pouco chuvoso, menos agressivos na decomposição e fragilidade das rochas. No acompanhamento técnico da construção de uma obra temos desenvolvido formas e procedimentos que permitem comparar o projetado com as condições reais encontradas no campo, procedendo aos devidos ajustes de projeto no que for necessário, com mínimo de impacto na segurança e nos custos. Mas, para êxito



João Jerônimo Monticeli
Presidente da ABGE

nesta etapa, é necessário que a fase precedente de estudos e de projeto tenha sido feita com os devidos critérios técnicos e investimentos necessários.

Em todas as obras civis e de mineração há, sem dúvida, incertezas geológicas que apenas na execução da obra poderão ser mais bem identificadas. Empreendimentos conduzidos com seriedade e compromissos técnicos e éticos permitem provisionar reservas financeiras para cobertura das incertezas geológicas. O bom gerenciamento exige que se definam o papel do empreendedor, do financiador, da projetista, do empreiteiro, do fiscalizador técnico, do auditor das licitações,

enfim, de todos os envolvidos. Não é aceitável que as incertezas geológicas sejam justificativas para a perda da qualidade técnica dos projetos e de aumento descabido de preços. Se a natureza é adversa ao projeto, se as condições geológicas assim o exigirem, mais investigações devem ser realizadas, mais alternativas criativas de projeto devem ser propostas, mais consultores de alto nível devem ser partícipes.

Em nosso Congresso Nacional (14 CBGE, 01 a 06/12/2013, Rio de Janeiro), iremos aprofundar o debate deste tema, de enorme interesse ao meio técnico profissional que atua em geologia de engenharia e geotecnia.

Conheça todas as nossas publicações e obtenha informações sobre como adquiri-las no site: www.abge.org.br

**Agora na ABGE em Revista temos o espaço do leitor
Envie seus comentários, críticas e sugestões.**

**Anuncie na próxima edição da ABGE em Revista
Tel.: (11) 3719-0661 - E-mail: marketing@abge.org.br**

SÓCIOS PATROCINADORES DA ABGE

Sócios-Patrocinadores - Platina

Brasfond



Sócios-Patrocinadores - Prata



1. impacto de 8'000kj contido com sucesso
2. Botafogo RJ
3. Copacabana, RJ



Recorde Mundial: impacto de 20 toneladas métricas à 103km/h contido!

A nova barreira para queda de rochas modelo GBE 8000A estabeleceu novo recorde mundial em teste realizado em Outubro, 2011 no campo de testes verticais em Wallenstadt na Suíça. Teste certificado realizado e resultados certificados obtidos de acordo com a norma do ETAG 027 :

- 8,000kj de energia de impacto
- 8.5 metros de deflexão da barreira
- 85% de altura residual da barreira

A barreira modelo GBE-8000A protege contra queda de grandes blocos de rocha que produzem altas cargas de energia cinética, são aplicáveis onde as barragens de retenção não são possíveis e excedem a capacidade de absorção da maioria das galerias de concreto.

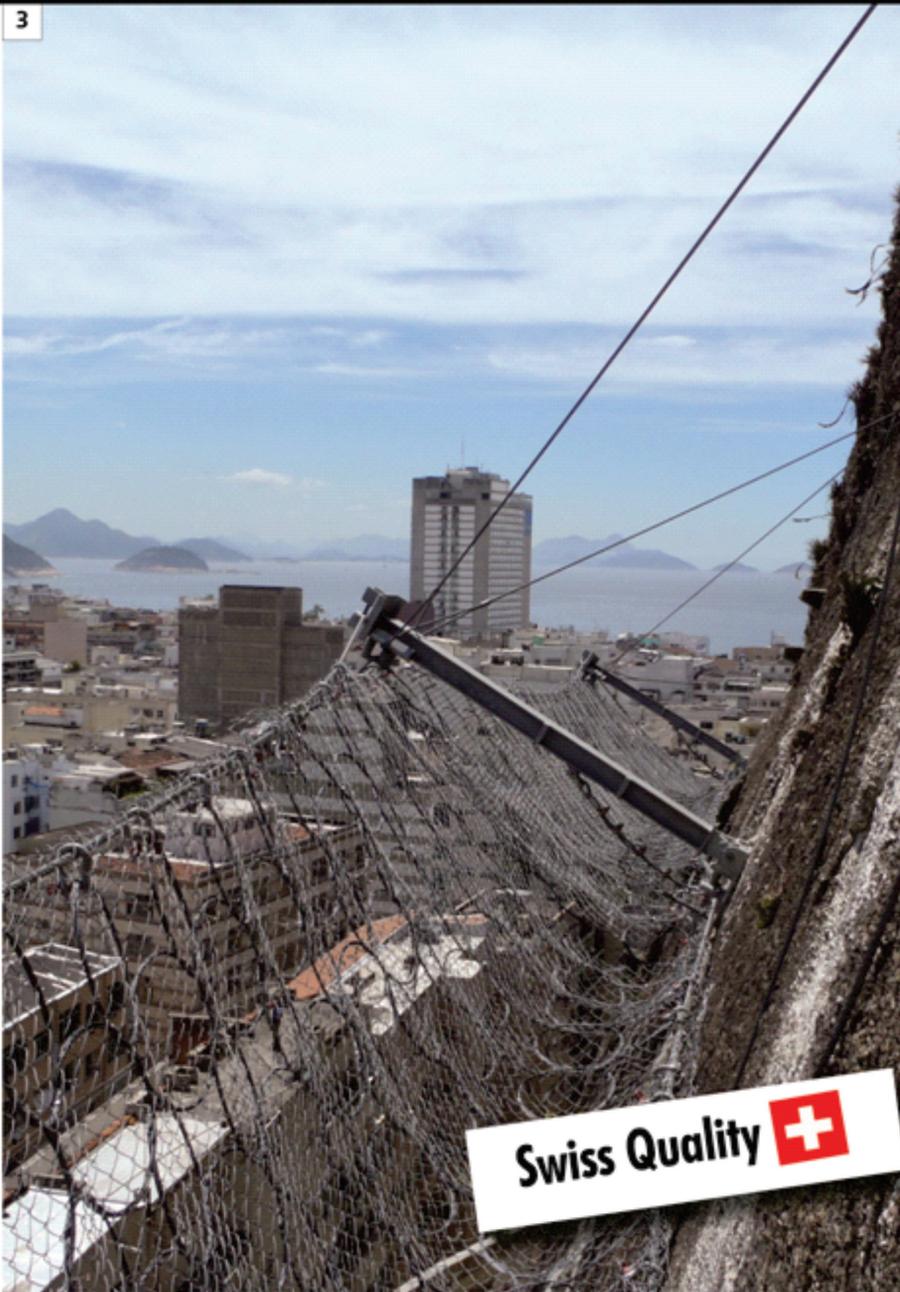


Assista ou escaneie o filme do teste em:
www.geobrugg.com/GBE-8000A



Geobrugg AG

Geohazard Solutions
Rua Visconde de Pirajá, 82 sl.606
Ipanema - Rio de Janeiro • 22410-003
Fone: +55 21 3624.1449
Cel: +55 21 9979.1288
info@geobrugg.com • www.geobrugg.com



Swiss Quality 