

# GEOLOGIA AMBIENTAL:

## Tecnologias para o desenvolvimento sustentável - Vol. 2

Eduardo de Lara Cardozo  
(Organizador)



Eduardo de Lara Cardozo  
(Organizador)

**GEOLOGIA AMBIENTAL: TECNOLOGIAS PARA O  
DESENVOLVIMENTO SUSTENTÁVEL 2**

---

Atena Editora

2017

*2017 by Eduardo de Lara Cardozo*

Copyright © da Atena Editora

**Editora Chefe:** Prof<sup>a</sup> Dr<sup>a</sup> Antonella Carvalho de Oliveira

**Edição de Arte e Capa:** Geraldo Alves

**Revisão:** Os autores

**Conselho Editorial**

Prof. Dr. Álvaro Augusto de Borba Barreto (UFPEL)

Prof. Dr. Antonio Isidro-Filho (UnB)

Prof. Dr. Carlos Javier Mosquera Suárez (UDISTRITAL/Bogotá-Colombia)

Prof. Dr. Constantino Ribeiro de Oliveira Junior (UEPG)

Prof. Dr. Gilmei Francisco Fleck (UNIOESTE)

Prof. Dr. Ronilson Freitas de Souza (UEPA)

Prof. Dr. Takeshy Tachizawa (FACCAMP)

Prof. Dr. Valdemar Antonio Paffaro Junior (UFAL)

Prof<sup>a</sup> Dr<sup>a</sup> Adriana Regina Redivo (UNEMAT)

Prof<sup>a</sup> Dr<sup>a</sup> Deusilene Souza Vieira Dall'Acqua (UNIR)

Prof. Dr. Antonio Carlos Frasson (UTFPR)

Prof<sup>a</sup> Dr<sup>a</sup> Ivone Goulart Lopes (Istituto Internazionale delle Figlie de Maria Ausiliatric)

Prof<sup>a</sup> Dr<sup>a</sup> Lina Maria Gonçalves (UFT)

Prof<sup>a</sup> Dr<sup>a</sup> Vanessa Bordin Viera (IFAP)

**Dados Internacionais de Catalogação na Publicação (CIP)  
(eDOC BRASIL, Belo Horizonte/MG)**

G345

Geologia ambiental: tecnologias para o desenvolvimento sustentável  
2 / Organizador Eduardo de Lara Cardozo. – Ponta Grossa (PR):  
Atena Editora, 2017.

252 p. : 38.026 kbytes – (Geologia Ambiental; v. 2)

Formato: PDF

ISBN 978-85-93243-38-7

DOI 10.22533/at.ed.3870809

Inclui bibliografia.

1. Desenvolvimento sustentável. 2. Geologia ambiental. 3. Meio ambiente. 3. Sustentabilidade. I. Cardozo, Eduardo de Lara. II. Título. III. Série.

CDD-363.70

O conteúdo dos artigos e seus dados em sua forma, correção e confiabilidade são de responsabilidade exclusiva dos seus respectivos autores.

2017

Proibida a reprodução parcial ou total desta obra sem autorização da Atena Editora

[www.atenaeditora.com.br](http://www.atenaeditora.com.br)

E-mail: [contato@atenaeditora.com.br](mailto:contato@atenaeditora.com.br)

## Apresentação

No segundo volume da obra **“Geologia Ambiental: tecnologias para o desenvolvimento sustentável”**, apresentamos estudos ligados à preocupação da relação entre o homem e o meio ambiente, da ocupação e alteração do espaço geográfico e suas consequências. De que maneira utilizar os recursos naturais presentes, tendo como foco o desenvolvimento sustentável.

A população mundial hoje está próxima a 7,5 bilhões de habitantes, no Brasil próximo a 210 milhões de habitantes e constantemente usufruindo dos recursos naturais para o seu desenvolvimento, sua existência. Mas sabemos que os recursos são finitos, precisamos encontrar alternativas, trabalhar os recursos hoje presentes de uma forma sustentável, garantindo a nossa existência, bem como das próximas gerações.

Esta coletânea de artigos trabalha em diferentes temas o uso desses recursos naturais e a preocupação ambiental. Estudos como avaliação de uso de solo laterítico como sub-base em pavimentos urbanos, características geotécnicas de uma argila e um resíduo da construção e demolição visando sua utilização conjunta como barreira capilar, o crescimento do mercado da construção civil e a preocupação ambiental no que diz respeito aos recursos naturais como a areia e a avaliação da permeabilidade intrínseca em alguns solos tropicais representativos do Brasil, são também discutidos.

Questões sobre planejamento, avaliação a partir da Engenharia de Resiliência, processos erosivos lineares do tipo ravina e boçoroca, mapeamento de áreas de riscos geológico na prevenção de perda de vidas e prejuízos econômicos, delimitação de áreas frágeis à ocupação, gestão de riscos urbanos, mapeamento e concepção de soluções para áreas de risco geológico, regularização fundiária de núcleos de ocupação precária e loteamentos irregulares, mapeamento do risco geológico e hidrológico, mapeamento geomorfológico de áreas densamente urbanizadas e mapeamento georreferenciado de deslocamentos horizontais e verticais de muros de contenção em gabião, são outros temas debatidos nesta coletânea.

E para fechar os diferentes temas trabalhados, temos estudos ligados à caracterização de solos das potenciais jazidas de empréstimos selecionadas para projetos das barragens e as investigações geológicas geotécnicas para a implantação da barragem de São Bento do UNA, no Estado de Pernambuco.

Diversos temas e informações integradas sobre a geologia ambiental e o desenvolvimento sustentável. Temas esses presentes em nosso cotidiano, e que nos auxiliam a encontrar maneiras para um desenvolvimento sustentável e a mitigação dos inúmeros impactos ambientais gerados por nós, nessa relação homem e meio ambiente.

Desejo uma excelente leitura e que os artigos aqui apresentados contribuam para o enriquecimento do conhecimento do leitor.

*Eduardo de Lara Cardozo.*

## SUMÁRIO

<b>Apresentação.....</b>	<b>03</b>
<u>CAPÍTULO I</u>	
AVALIAÇÃO DA RESISTÊNCIA E DA DURABILIDADE À MOLHAGEM E SECAGEM DE UM SOLO DE SINOP-MT ESTABILIZADO COM CAL	
<i>Raul Tadeu Lobato Ferreira, Augusto Romanini, Celso Todescatto Junior, Flavio Alessandro Crispim, Julio César Beltrame Benatti e Rogério Dias Dalla Riva.....</i>	<i>07</i>
<u>CAPÍTULO II</u>	
CARACTERIZAÇÃO GEOTECNICA DE UM RCD E UMA ARGILA VISANDO SUA UTILIZAÇÃO COMO BARREIRA CAPILAR	
<i>Julio César Bizarreta Ortega e Tácio Mauro Pereira de Campos.....</i>	<i>19</i>
<u>CAPÍTULO III</u>	
CARACTERIZAÇÃO TECNOLÓGICA DO ARENITO FURNAS NO MUNICÍPIO DE PONTA GROSSA (PR) PARA USO EM ARGAMASSAS	
<i>Melissa Zanferrari Godoy, Fabio Luiz Chemin, Patrícia Kruger e Luiz Carlos Godoy.....</i>	<i>34</i>
<u>CAPÍTULO IV</u>	
AVALIAÇÃO DA PERMEABILIDADE INTRÍNSECA EM SOLOS REPRESENTATIVOS DA PAISAGEM BRASILEIRA	
<i>Luiza Silva Betim, Eduardo Antonio Gomes Marques, Klingner Senra Rezende, Brahmani Sidhartha Tibúrcio Paes, Vitor Luiz Reis de Almeida e Luana Caetano Rocha de Andrade.....</i>	<i>56</i>
<u>CAPÍTULO V</u>	
ENGENHARIA DE RESILIÊNCIA: UMA PRIMEIRA APROXIMAÇÃO COM A GESTÃO DE RISCOS DE DESASTRES SOCIONATURAIS	
<i>Andréa Jaeger Foresti, Luiz Antônio Bressani, Cornelia Eckert e Luiz Carlos Pinto da Silva Filho.....</i>	<i>67</i>
<u>CAPÍTULO VI</u>	
EROSÕES LINEARES NA BACIA HIDROGRÁFICA DO RIO DO PEIXE, SP	
<i>Gerson Salviano de Almeida Filho, Maria Cristina Jacinto de Almeida, Tatiane Brasil de Freitas e Zeno Hellmeister Júnior.....</i>	<i>87</i>
<u>CAPÍTULO VII</u>	
ESTUDO PRELIMINAR DE RISCOS GEOLÓGICOS EM REGIÃO DO MUNICÍPIO DE ARENÁPOLIS, MT: ETAPA PREPARATÓRIA DE DETALHAMENTO DE CAMPO	
<i>Natália de Souza Arruda, Thiago de Oliveira Faria e Fernando Ximenes de Tavares Salomão.....</i>	<i>103</i>

## CAPÍTULO VIII

FRAGILIDADE POTENCIAL E EMERGENTE NO BAIRRO BRIGADEIRO TOBIAS, SOROCABA-SP  
*Camila Bertaglia Carou, Fernando Nadal Junqueira Villela, Eduardo Soares de Macedo e Marcos Roberto Martines.....114*

## CAPÍTULO IX

GESTÃO DE RISCOS COMO POLÍTICA PÚBLICA PRIORITÁRIA NA REGIÃO DO GRANDE ABC  
*Luiz Antonio Bongiovanni e Sandra Teixeira Malvese.....125*

## CAPÍTULO X

LEVANTAMENTO, MAPEAMENTO E CONCEPÇÃO DE SOLUÇÕES PARA PROBLEMAS NAS ÁREAS DE RISCO DOS BAIROS DE NOVA CAPÃO BONITO, SÃO JUDAS TADEU, VILA APARECIDA E VILA JARDIM SÃO FRANCISCO, MUNICÍPIO DE CAPÃO BONITO, SP  
*Priscila Taminato Hirata, Fabrício Araujo Mirandola, Eduardo Soares de Macedo, Marcela Penha Pereira Guimarães, Claudio Luis Ridente Gomes e Alessandra Cristina Corsi.....136*

## CAPÍTULO XI

MAPEAMENTO DE ÁREAS DE RISCO A DESLIZAMENTOS E INUNDAÇÕES E DE ÁREAS DE PRESERVAÇÃO PERMANENTE (APPs) EM NÚCLEOS E LOTEAMENTOS IRREGULARES NO MUNICÍPIO DE SÃO ROQUE, SP  
*Priscila Ikematsu, Eduardo Soares de Macedo, Alessandra Cristina Corsi, André Luiz Ferreira, Fabrício Araújo Mirandola e Priscilla Moreira Argentin.....151*

## CAPÍTULO XII

MAPEAMENTO DO RISCO GEOLÓGICO E HIDROLÓGICO DO MUNICÍPIO DE CASTELO - BRASIL  
*Leonardo Andrade de Souza, Marco Aurélio Costa Caiado, Gilvimar Vieira Perdigão, Sílvia C. Alves, Larissa Tostes Leite Belo e Raphael Henrique O. Pimenta.....168*

## CAPÍTULO XIII

MAPEAMENTO GEOMORFOLÓGICO DE ÁREAS DENSAMENTE URBANIZADAS  
*Alberto Franco Lacerda.....184*

## CAPÍTULO XIV

MONITORAMENTO GEORREFERENCIADO DE DESLOCAMENTOS HORIZONTAIS E VERTICAIS DE MUROS DE CONTENÇÃO EM GABIÃO  
*Nilton de Souza Campelo, Mário Jorge Gonçalves Santoro Filho, Otávio César de Paiva Valadares, Michael Douglas da Costa Paes e Aroldo Figueiredo Aragão.....196*

## CAPÍTULO XV

ENSAIOS DE CARACTERIZAÇÃO FÍSICA, COMPRESSIBILIDADE E RESISTÊNCIA AO CISALHAMENTO DE TRÊS MISTURAS DE SOLOS PARA BARRAGENS DE TERRA EM SANTA CATARINA  
*Nilo Rodrigues Júnior, Vitor Santini Müller, Matheus Klein Flach, Murilo da Silva Espíndola, Daniel Galvão Veronez Parizoto, Gabriela Bessa e Juan Antonio Altamirano*

Flores.....209

Capítulo XVI

INVESTIGAÇÕES GEOLÓGICAS GEOTÉCNICAS PARA IMPLANTAÇÃO DA BARRAGEM SÃO BENTO DO UNA - PE

*Hosana Emilia Abrantes Sarmiento Leite, Diana Damásio e Castro Lopes, Rafaella Teixeira Miranda e Maiara de Araújo Porto.....223*

**Sobre o organizador.....241**

**Sobre os autores.....242**

## **CAPÍTULO XVI**

### **INVESTIGAÇÕES GEOLÓGICAS GEOTÉCNICAS PARA IMPLANTAÇÃO DA BARRAGEM SÃO BENTO DO UNA - PE**

---

**Hosana Emilia Abrantes Sarmento Leite  
Diana Damásio e Castro Lopes  
Rafaella Teixeira Miranda  
Maiara de Araújo Porto**



# INVESTIGAÇÕES GEOLÓGICAS GEOTÉCNICAS PARA IMPLANTAÇÃO DA BARRAGEM SÃO BENTO DO UNA - PE

**Hosana Emilia Abrantes Sarmiento Leite**

Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia da Paraíba  
Monteiro – Paraíba

**Diana Damásio e Castro Lopes**

UNESCO

Recife – Pernambuco

**Rafaella Teixeira Miranda**

Techne Engenheiros Consultores Ltda  
Recife – Pernambuco

**Maiara de Araújo Porto**

Techne Engenheiros Consultores Ltda  
Recife – Pernambuco

**RESUMO:** O estudo geológico-geotécnico associado à implementação de uma barragem é complexo e envolve variadas etapas. Numa primeira abordagem classifica-se a região geologicamente, tendo por base estudos e investigações pré-existentes. Posteriormente, com informações adquiridas em visitas técnicas, define-se o plano de sondagens e identificam-se possíveis locais de empréstimo. As prospecções geotécnicas classificam o maciço rochoso sob o ponto de vista geológico-geotécnico, fornecendo informações de extrema importância para suporte da solução tecnológica adotada. São em visitas técnicas, onde se avalia a quantidade de material disponível versus distância ao eixo barrável e se identificam possíveis jazidas de material. Após identificação dos locais de empréstimo, é definido o corpo de ensaios, necessário para avaliação da qualidade do material destinado à aplicação no corpo da barragem e/ou nas suas estruturas complementares. Este artigo tem foco na pesquisa desenvolvida em prol da elaboração do projeto básico da Barragem de São Bento do Una, no Estado de Pernambuco. Após os estudos e ensaios elaborados, concluiu-se que o maciço na zona de implantação da barragem apresenta características compatíveis com a alternativa tecnológica escolhida e, por sua vez, também as jazidas disponíveis apresentam material bastante competente, passível de ser aplicado na barragem.

**PALAVRAS-CHAVE:** Barragem; eixo barrável; sondagens; ensaios; locais de empréstimo.

## 1. INTRODUÇÃO

O corrente artigo apresenta os serviços de campo realizados com a finalidade de subsidiar os estudos de elaboração do Relatório para a implantação da barragem São Bento, no município de São Bento do Una, Estado de Pernambuco.

O objetivo principal do estudo foi a caracterização do maciço rochoso ao

longo do eixo barrável selecionado e suas proximidades sob o ponto de vista geológico e geotécnico, bem como as características dos materiais naturais de construção. Neste relato estão analisados e discutidos os resultados do reconhecimento geológico-geotécnico de superfície e subsuperfície, da descrição dos testemunhos de sondagens rotativa e a percussão, os ensaios de perda d'água sob pressão e ensaios de caracterização dos materiais naturais de construção, os quais forneceram subsídios fundamentais para a elaboração do projeto básico da barragem.

## **2. INVESTIGAÇÕES REALIZADAS**

### **2.1. Caracterização Geológica-Geotécnica**

A caracterização geológico-geotécnica, realizada ao longo do eixo barrável, consta de um reconhecimento geológico de superfície e de subsuperfície, com o intuito de descrever sua tipologia, os principais parâmetros geotécnicos do maciço rochoso (grau de alteração, grau de fraturamento e coerência), bem como, sua permeabilidade e as descontinuidades presentes em relação à distribuição espacial.

Num estudo prévio foram definidos dois eixos: SBU 01 e SBU 02, chegando a conclusão que o primeiro seria mais adequado que o segundo. Foi realizada uma programação inicial de 11 (onze) sondagens, para o Eixo SBU 01. Posteriormente, o estudo hidrológico veio a revelar que o eixo SBU 01 não cumpria os requisitos no que concerne à capacidade do reservatório, tendo-se então proposto um novo eixo com uma topografia mais favorável, 50m a jusante, denominado de eixo SBU 03. Foi recomendado um novo plano, composto por 12 (doze) sondagens, como complemento das informações para o novo eixo (Eixo SBU 03). Dado que o terreno apresenta uma geologia similar ao Eixo SBU 01, a informação recolhida referente ao antigo eixo foi aproveitada para o estudo geológico. O eixo escolhido apresenta uma extensão de 1620 metros. Para o eixo SBU 03 foram analisadas duas hipóteses para a locação do eixo vertedouro (Eixo 01 Vertedouro e Eixo 02 Vertedouro).

A caracterização geológico-geotécnica do eixo barrável de São Bento do Una teve por objetivo principal subsidiar o projeto básico. Foram realizados reconhecimentos de campo, investigações diretas por meio de sondagens (rotativa e mista) e ensaios geotécnicos específicos. A metodologia utilizada pode ser resumida nos seguintes procedimentos:

- a) Aquisição e interpretação da base de dados;
- b) Caracterização tátil-visual dos testemunhos das sondagens executadas;
- c) Elaboração de seções geológico-geotécnicas verticais;
- d) Diagnóstico das condições de fundação.

A metodologia da descrição dos testemunhos de sondagens constou,

principalmente, da classificação litológica, do grau de alteração da rocha, do índice de fraturamento, da percentagem de recuperação do testemunho e do RQD. A permeabilidade e a condutividade hidráulica do maciço rochoso, ao longo do eixo barrável e suas proximidades, frente a percolação d'água através dos seus planos de descontinuidades (fraturas, falhas e fissuras), foram calculadas a partir dos ensaios padronizados de perda d'água sob pressão realizados nessa fundação, através dos furos de sondagens rotativas e mistas, conforme orientações do Manual de Sondagens da Associação Brasileira de Geologia de Engenharia – ABGE (Delatim, 2013).

Ao todo, a prospecção geotécnica contou com 23 (vinte e três) sondagens, denominadas SMS (no Eixo SBU 01) e SMP (no Eixo SBU 03 e Eixos do vertedouro), indicadas na Figura 1.

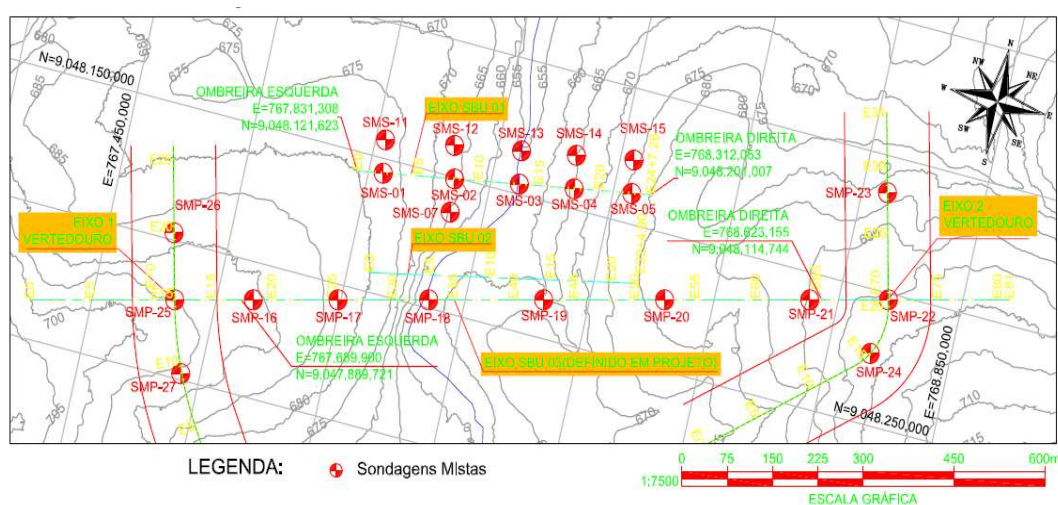


Figura 1. Localização das Sondagens realizadas nos Eixos SBU 01 e SBU 03.

## 2.2. Pesquisas de Materiais em Áreas de Empréstimo

Considerando que a solução mais viável para a Barragem São Bento do Una seria uma barragem de Terra/Enrocamento, foram estudadas várias jazidas tendo em conta os materiais disponíveis no local. Foram pesquisadas as seguintes ocorrências de materiais, com a qualidade requerida e na quantidade necessária: Solos, para utilização nas obras de terra; Areia, para utilização nos concretos e filtros; e Rocha, para utilização em enrocamentos, transições e agregados graúdos (brita) para filtro e para os concretos.

Para empréstimo de solo, foram estudadas 04 possíveis jazidas: 03, 04, 05A e 05B. As Figuras 2 e 3 ilustram as Jazidas 03 e 5B, respectivamente. A Tabela 1 apresenta o volume disponível e a localização dessas jazidas.

A alternativa estudada para empréstimo de areia foi localizada no rio Una, próximo da barragem (Figura 4). Foram localizadas três pedreiras a montante do eixo barrável, distando aproximadamente 800 m do eixo, denominadas Pedreira 01, 02 e 03 (Figura 5). Além disso, todo o material pétreo proveniente do material

rochoso escavado, será utilizado na construção da barragem.

Tabela 1. Volumes de Solos Disponíveis para Empréstimo.

Local	Área Pesquisada (m <sup>2</sup> )	Espessura Média* (m)	Volume Disponível (m <sup>3</sup> )	Expurgo (m)	Distância do eixo (m)	Posição
Jazida 03	240.000	0,80	192.000	0,20	600	Montante do eixo barrável, na margem direita do rio Una.
Jazida 04	280.000	0,50	192.000	0,50	1300	
Jazida 05A	80.000	1,00	64.000	0,20	1300	Jusante do eixo barrável, na margem direita do rio Una.
Jazida 05B	90.000	1,00	72.000	0,20	1400	



Figura 2. Empréstimo de solo (Jazida 03).



Figura 3. Empréstimo de solo (Jazida 05B).



Figura 4. Areal Rio Una.



Figura 5. Afloramento rochoso (Pedreira 3).

### 2.3. Ensaios de Laboratórios

Foram programados e realizados ensaios geotécnicos de laboratório com finalidade de proceder à caracterização dos materiais e obtenção das características de permeabilidade, resistência e deformabilidade dos solos de empréstimo, bem como das jazidas de areia e materiais pétreos. Também foram

realizados ensaios “In situ”. Os ensaios realizados e suas quantidades gerais são apresentados na Tabela 2.

Tabela 2. Resumo dos Ensaios Laboratoriais e de Campo Realizados.

Ensaio Solos	Quantidade			
	Jazida 03	Jazida 04	Jazida 05A	Jazida 05B
<b>ENSAIOS DE CARACTERIZAÇÃO, COMPACTAÇÃO E PERMEABILIDADE</b>				
Umidade	27	18	15	13
Massa Específica Real dos Grãos	27	18	15	13
Densidade Natural	27	18	15	13
Limite de Liquidez	27	19	15	13
Limite de Plasticidade	27	19	15	13
Granulometria por Peneiramento	27	18	15	13
Granulometria por Sedimentação	27	18	15	13
Proctor Normal (Compactação)	27	18	14	13
Permeabilidade	3	2	2	2
<b>ENSAIOS PARA AVALIAÇÃO DA DISPERSIVIDADE DE SOLOS ARGILOSOS</b>				
Ensaio químico	4	2	2	1
<b>ENSAIOS ESPECIAIS</b>				
Triaxial UU - ensaio não consolidado e não drenado	4	2	2	1
Expansão livre	2	1	1	1
Pressão de expansão	2	1	1	1
<b>Ensaio Areia e Rocha</b>				
	Quantidade			
	Areal	Pedreira		
Granulometria por Peneiramento	3			
Densidade Real	3			
Ensaio Pulverulento	3			
Permeabilidade a carga constante	3			
Análise Petrográfica com ênfase a RAA	1	1		

No empréstimo de solo, em amostras deformadas, foram realizados ensaios de caracterização (Preparação das amostras de solo para segundo a norma NBR 6457/86, Determinação da Massa Específica dos grãos segundo a NBR 6508/84, Ensaio de Granulometria de acordo com a NBR 7181/84, Determinação do Limite de Plasticidade e do Limite de Liquidez recorrendo às normas NBR 7180/84 e NBR 6459/84 respectivamente), além da determinação do coeficiente de permeabilidade de solos argilosos a carga variável de acordo com a NBR 14545/00 e ensaio de compactação segundo a NBR 7182/86.

O ensaio de compactação foi realizado para a energia Proctor Normal. A mesma energia foi aplicada para o ensaio de permeabilidade, realizado em permeômetro de carga variável.

Para caracterização do potencial expansivo dos solos de empréstimo foram realizados ensaios de pressão de expansão e expansão livre, segundo a NBR 12007/90. E para obtenção das características de resistência e deformabilidade

dos solos de empréstimo foram realizados ensaios triaxiais, segundo a BS 1377-7:1990.

Ainda foram realizados no material de empréstimo ensaios para avaliação da dispersibilidade de solos Argilosos através de ensaios químicos (CTC). Este ensaio, feito por espectrofotometria, permite a determinação das quantidades de cátion presentes de sódio, cálcio, magnésio e potássio, expressas em miliequivalentes por litro (meq/litro); a partir destes dados são obtidos três parâmetros de análise, que por meio de um ábaco caracteriza-se a condição dispersiva, questionável ou não dispersiva do solo ensaiado.

Para caracterização do potencial expansivo dos solos de empréstimo foram realizados ensaios de pressão de expansão e expansão livre, segundo a NBR 12007/90. E para obtenção das características de resistência e deformabilidade dos solos de empréstimo foram realizados ensaios triaxiais, segundo a BS 1377-7:1990.

Ainda foram realizados no material de empréstimo ensaios para avaliação da dispersibilidade de solos Argilosos através de ensaios químicos (CTC). Este ensaio, feito por espectrofotometria, permite a determinação das quantidades de cátion presentes de sódio, cálcio, magnésio e potássio, expressas em miliequivalentes por litro (meq/litro); a partir destes dados são obtidos três parâmetros de análise, que por meio de um ábaco caracteriza-se a condição dispersiva, questionável ou não dispersiva do solo ensaiado.

Os materiais coletados nas jazidas de areia foram submetidos a análise granulométrica por peneiramento (NBR 7217/87 e DNER-ME-083/98), densidade real (NBR NM 52/09 e DNER-ME-084/95), teor de materiais pulverulentos (NBR-7219/87 e DNER-ME-266/97), permeabilidade constante (NBR 13292/95) e análise petrográfica (NBR 7389-1/09).

Os materiais pétreos foram coletados na pedreira 01, 02 e 03. A amostra da Pedreira 01 foi submetida a análise petrográfica, objetivando detectar a possível ocorrência de RAA (Reação Álcalis Agregado) no concreto (NBR 7389-2/09).

### **3. ASPECTOS GEOLÓGICOS GERAIS**

O município de São Bento do Una está localizado na mesorregião Agreste e na microrregião Vale do Ipojuca do Estado de Pernambuco. Possui uma área de 726.964 km<sup>2</sup>, o que corresponde a 0,72% do território de Pernambuco. A sede do município encontra-se a uma altitude de aproximadamente 614 metros.

O curso de água barrado será o do rio Una, que possui cerca de 255 km de extensão e têm sua nascente localizada na serra de Boa Vista, município de Capoeiras, estado de Pernambuco. Sua direção é, em geral, oeste-leste, mostrando-se intermitente até a cidade de Altinho; em seguida, torna-se perene.

O município de São Bento do Una insere-se na unidade geoambiental do Planalto da Borborema, região montanhosa formada por maciços e outeiros altos. O relevo é movimentado, variado de ondulado a montanhoso, com a presença de



vales profundos e estreitos dissecados.

No contexto geológico, a área de estudo encontra-se inserida na Província Borborema, definida por Almeida *et al.* (1977).

Segundo o Serviço Geológico do Brasil (Beltão *et al.*, 2005), o município de São Bento do Una é constituído pelas litologias da Suíte Intrusiva Leucocrática Peraluminosa, da Suíte Serra de Taquaritinga e dos Complexos Cabrobó e Belém de São Francisco (Figura 6).

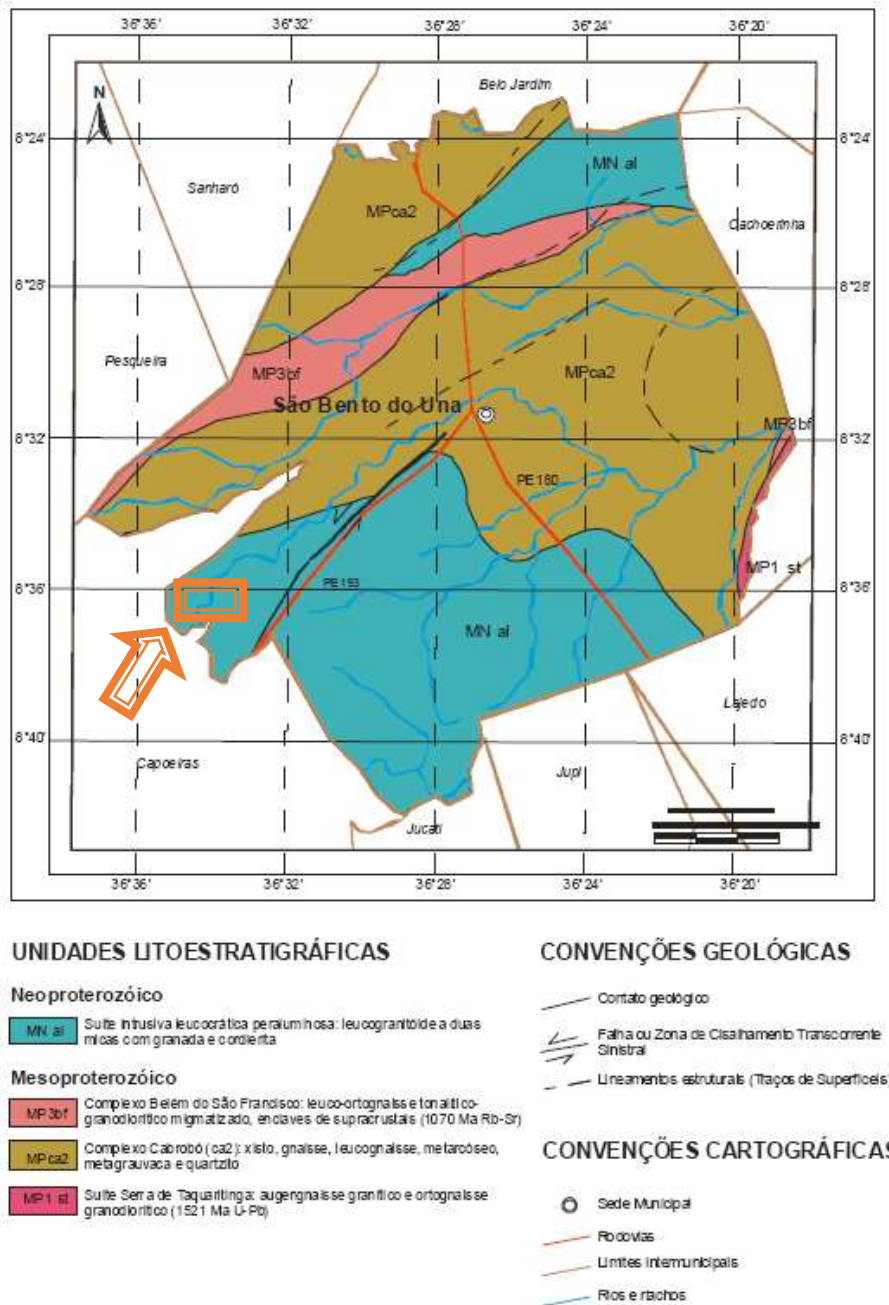


Figura 6. Mapa Geológico do Município de São Bento do Una com a Localização aproximada do Local de Implantação do Eixo da Barragem. Fonte: Beltão *et al.*, 2005.

Em trabalho desenvolvido posteriormente (Guimarães, 2008), a CPRM registra a ocorrência de metatexito (variedade de migmatito com leucossoma discreto, mesossoma e melanossoma) nas imediações da região de São Bento do Una. A leste da sede do município, os mesossomas ocorrem como tonalitos a diorito. Ao sul, são encontrados os mesossomas já descritos intercalados com leucossomas sienograníticos, cujos contatos são bruscos.

Na região de São Bento do Una, a maior parte da área da bacia do rio Una é composta pelo complexo migmatítico-granitóide, com participação equilibrada entre granitos e migmatitos. Os migmatitos possuem composição preferencialmente granodiorítica; o neossoma é quartzo-feldspático e o paleossoma anfibolítico. A principal estrutura de caráter regional é uma falha transcorrente sinistral que estende-se de Capoeiras a São Bento do Una com direção variando de NE-SW a NNE-SSW. Complementativamente, ocorrem falhas transcorrentes dextrais de menor expressão. O quaternário é representado por depósitos areno-argilosos de aluviões (depósitos fluviais). Na área dimensionada para a barragem, a espessura do solo residual é pequena.

Do ponto de vista hidrogeológico, a região de São Bento do Una enquadra-se dentro do Domínio Hidrogeológico Fissural (Beltão *et al.*, 2005).

A visita a campo mostrou que os afloramentos rochosos estão distribuídos, principalmente, ao longo das ombreiras direita e esquerda e próximo ao leito do rio Una. Foi possível verificar a presença de uma rocha metamórfica, um gnaisse de granulação média a grossa, fraturado, e cuja superfície encontrava-se oxidada e alterada. Os afloramentos estavam expostos na forma de lajedos, matacões e blocos rolados. No leito do rio e em suas imediações, observam-se depósitos aluvionares de areia média a grossa e mal selecionada. Solos residuais estão distribuídos ao longo de toda área de implantação da barragem.

#### **4. SITUAÇÃO GEOLÓGICA/GEOTÉCNICA DO EIXO BARRÁVEL**

A análise das sondagens mistas e a visita técnica a campo mostraram que o local de implantação do eixo barrável é marcado pela presença de rochas cristalinas. Nas Figuras 7 e 8 apresenta-se uma vista de jusante e montante do eixo, respectivamente. Na Figura 9 ilustra-se o perfil geológico no eixo da barragem e nos eixos para o vertedouro.





Figura 7. Vista à jusante do barramento.



Figura 8. Vista à montante do barramento.

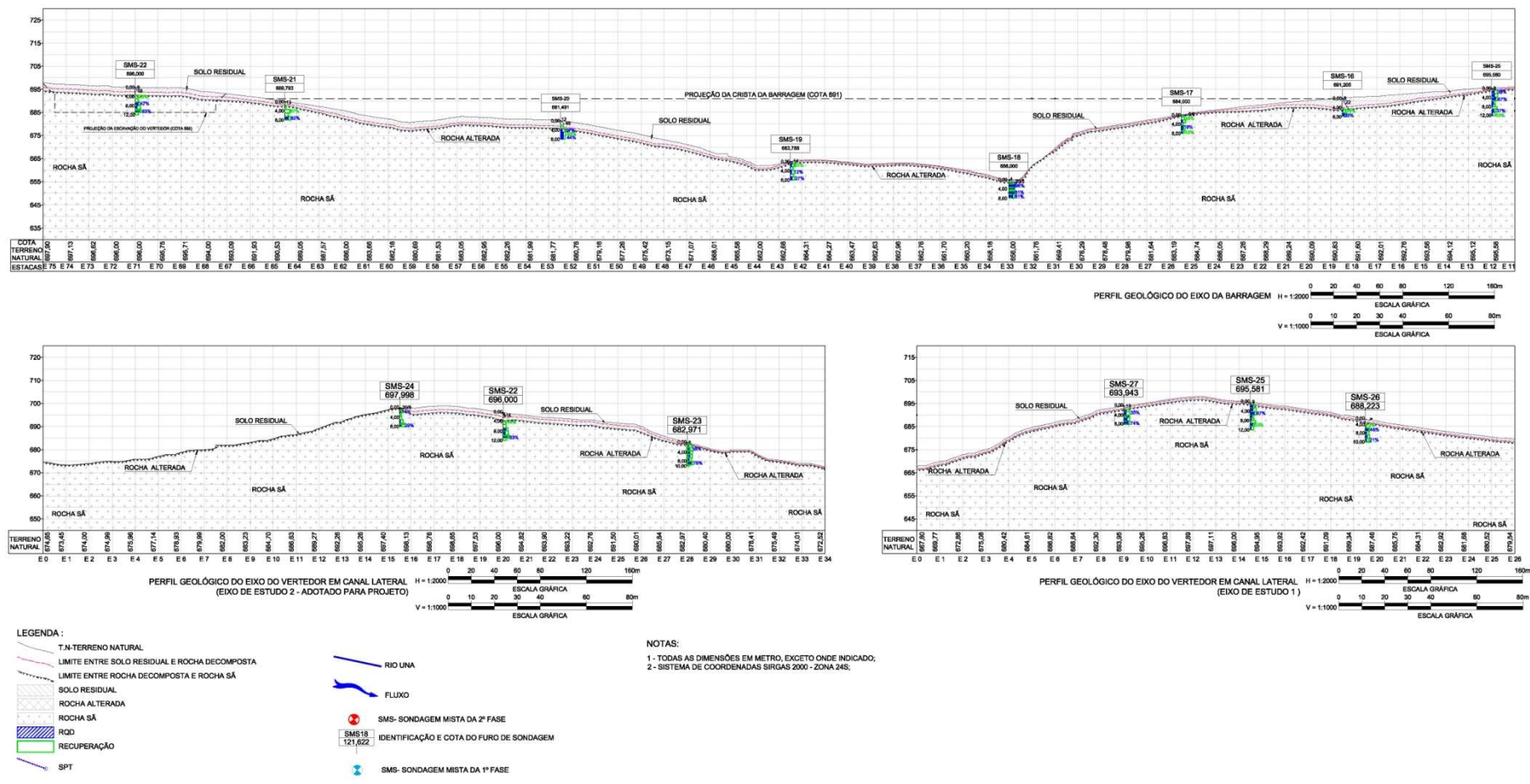


Figura 9. Perfis Geológico do eixo da barragem e dos eixos para o vertedouro.

Do ponto de vista litológico predomina gnaiss, cuja foliação metamórfica possui um ângulo de mergulho variando de 30° a 45°, migmatito composto de leucossoma e melanossoma e granito. Sondagens realizadas a jusante mostram que xisto e quartzito ocorrem de maneira subordinada e pontual (SMS-11, SMS-13, SMS-14). Em menor expressão ocorrem pegmatitos não mineralizados (SMS-03 e SMS-14). Famílias de diaclases e os diques de pegmatito e quartzo compartimentam o maciço rochoso.

De uma maneira geral, verificou-se que a espessura de solo residual é pouco significativa, apresentando em média 1,50 metros. No eixo, as sondagens SMP-25, SMP-17 e SMP-19 têm camadas de solo com espessura média menor que 1 metro, já a sondagem SMP-16 apresentou expressivos 4,50 metros.

Com relação as propostas para o eixo do vertedouro, as sondagens realizadas a montante (SMP-27) e a jusante (SMP-26) do Eixo 1 possuem 1,50 e 2,25 metros de solo. Quanto ao Eixo 2, as sondagens SMP-24 (montante) e SMP-23 (jusante) apresentam camadas muito pouco expressivas de solo, tendo 0,20 e 0,70 metros de espessura.

O granito presente exibe sinais de oxidação nas suas descontinuidades e encontra-se, em alguns locais, intercalado com níveis de alteração elevada. Essa configuração é indicativa de que o maciço granítico pode ter sofrido penetrações de água ao longo de suas fraturas.

O gnaiss possui direção predominantemente NW-SE, ou seja, está disposto paralelamente ao eixo da barragem. É importante indicar que, normalmente, o contato entre um corpo intrusivo, neste caso o granito, e as rochas do embasamento, apresenta uma maior abundância de diaclases, o que confere um maior grau de fraturamento neste contato.

Observa-se em algumas sondagens dispostas ao longo do eixo barrável que o gnaiss e o migmatito encontram-se em cotas topográficas mais superficiais que o granito (SMP-18, SMP-20); este quadro inverte-se na sondagem SMP-21. Essa configuração aponta para a possibilidade dos corpos rochosos estarem dobrados. Tal caracterização geológica sugere a presença de uma zona de cisalhamento próximo ao local de implantação da barragem, o que indicaria que as rochas foram submetidas a deformações em regime dúctil-rúptil.

Quanto aos principais parâmetros geomecânicos, observa-se que o maciço rochoso apresenta um grau de alteração bastante variado, estando a maior alterabilidade condicionada ao seu comportamento estrutural. Quanto ao grau de fraturamento ocorrem predominantemente rochas entre as classes F3 a F4. Assim sendo, o maciço rochoso apresenta-se medianamente a muito fraturado (conforme Oliveira & Brito, 1998).

Os solos residuais de cobertura, pouco espessos, e o maciço rochoso intensamente meteorizado são caracterizados por possuírem um grau de permeabilidade baixo (segundo Terzaghi & Peck, 1967). Devido a sua natureza superficial, não confinada e de recarga principalmente pluviométrica, encontram-se, possivelmente, condicionados por efeitos climáticos sazonais.

Quanto ao maciço rochoso, quando este apresenta-se pouco alterado

(classe A2 segundo Camargo *et al.*, 1972) e pouco fraturado (classe A2 segundo ABGE, Oliveira & Brito, 1998), caracteriza-se por possuir uma permeabilidade baixa, podendo ser impermeável em alguns trechos (perda d'água nula). A análise conjunta de suas características geomecânicas e da topografia do local de implantação do eixo barrável sugere a presença de zonas de descontinuidades, arrançadas de maneira paralela e mergulhando em sentido ao eixo. Esta possibilidade é apontada pelo fato de que 6 das 8 sondagens locadas no eixo possuem trechos de espessuras variantes com RQD zero ou abaixo de 25%. Complementarmente, nestas zonas de descontinuidades o grau de fraturamento aumenta e as perdas d'água são maiores, indicando que elas possivelmente condicionam a percolação de água no maciço rochoso. É importante frisar que o plano de injeção exploratório deve levar em consideração a presença dessas possíveis zonas.

O comportamento estrutural do maciço rochoso não influencia na potencialidade do material para empréstimo, visando a utilização deste para enrocamento da barragem. O principal fator a ser levado em consideração é o grau de alterabilidade do material, devendo a rocha estar pouco alterada a sã. Tanto o gnaisse, como o migmatito e o granito podem ter tal utilização, sendo necessário a realização de ensaios de caracterização laboratorial que avaliem a qualidade do material potencialmente explorável.

## **5. ANÁLISE DOS ENSAIOS GEOTÉCNICOS DE LABORATÓRIO**

### **5.1. Material de Empréstimo de Solo**

Após realização de ensaios de caracterização, os solos estudados para material de empréstimo foram classificados no Sistema Unificado de Classificação dos Solos – SUCS.

Na Jazida 03 foram realizados 33 poços de inspeção, dos quais 27 foram ensaiados. Os solos são classificados essencialmente como areias argilosas (SC) e areias siltosas (SM). Na Jazida 04 os solos enquadram-se como areias argilosas (SC). Na Jazida 05A os solos foram classificados essencialmente como siltes de baixa compressibilidade (ML), areias argilosas (SC) e argilas de baixa compressibilidade (CL). Na Jazida 05B estão presente solos CL e SC.

Em geral, estes tipos de solos, principalmente as areias argilosas (SC), são indicados para utilização em núcleos de barragem de terra, por apresentarem alto teor de finos, que conferem ao solo, baixa permeabilidade e pela sua boa trabalhabilidade. É recomendável pela impermeabilidade e ângulo de atrito favorável à estabilidade. Tal como as areias argilosas, as argilas de baixa compressibilidade (CL), são indicados para utilização em núcleos de barragem de terra, por apresentarem alto teor de finos. Este tipo de solo ao receber água, tende a tornar-se plástico. Apresenta maior grau de estabilidade quando seco. No caso de uso de solos siltosos inorgânicos de baixa compressibilidade (ML), estes solos

podem ser indicados para aterros por apresentar características de impermeabilidade, contudo, para que seja garantida a estabilidade do maciço será necessário acompanhar adequadamente todo o processo de compactação.

Nesse artigo serão discutidos detalhadamente apenas os ensaios da Jazida 3. A Tabela 3 apresenta o resumo dos ensaios de caracterização desta Jazida.

Tabela 3. Quadro Resumo com Resultados dos Ensaio de Caracterização (Jazida 03).

Amostra	Compactação		Consistência			Granulometria					Classificação do solo
	W <sub>ót</sub> m (%)	σ <sub>dmáx</sub> (g/cm <sup>3</sup> )	LL (%)	LP (%)	IP (%)	Argila (%)	Silte (%)	Areia (%)	Pedregulho (%)	% passa # 200	
P1J3	11,80	1,92	28,09	19,99	8,10	12,80	22,20	61,04	3,96	37,59	SC
P3J3	13,55	1,94	40,49	30,07	10,42	10,00	15,00	24,56	50,44	26,98	SM
P5J3	15,35	1,88	31,09	20,04	11,05	12,50	25,50	53,34	8,66	42,50	SC
P7J3	16,60	1,90	49,61	32,37	17,24	27,00	27,50	24,26	21,24	57,94	ML
P9J3	13,25	1,95	38,06	24,13	13,93	18,00	28,00	43,24	10,76	53,50	CL
P11J3	13,45	2,05	33,88	21,62	12,26	18,50	21,50	51,06	8,94	45,15	SC
P13J3	11,70	1,93	34,35	21,35	13,00	9,50	23,50	38,56	28,44	35,20	SC
P15J3	10,75	2,07	25,20	19,30	5,90	9,50	11,00	50,94	28,56	22,86	SC-SM
P17J3	13,20	1,83	27,59	20,68	6,91	9,00	16,00	52,34	22,66	26,89	SC-SM
P19J3	11,50	1,89	25,70	19,87	5,83	8,00	14,50	54,70	22,80	23,55	SC-SM
P21J3	11,70	1,94	32,07	23,68	8,39	12,00	20,70	49,32	17,98	35,00	SC
P23J3	12,35	1,88	33,33	23,08	10,25	10,70	26,30	42,34	20,66	39,89	SC
P25J3	12,75	2,02	36,63	24,17	12,46	16,50	21,50	42,26	19,74	44,20	SC
P27J3	13,83	1,92	40,71	25,77	14,94	30,00	19,50	37,62	12,88	52,75	ML
P29J3	13,30	1,80	32,81	21,40	11,41	18,50	25,50	46,72	9,28	47,97	SC
P31J3	12,20	1,86	42,16	26,98	15,18	19,00	26,00	36,32	18,68	49,50	SM
P35J3	9,50	2,01	28,19	21,30	6,89	8,50	18,50	57,22	15,78	29,44	SC-SM
P37J3	18,00	1,71	46,42	30,17	16,25	26,50	23,00	33,86	16,64	53,00	ML
P39J3	18,05	1,73	45,05	30,04	15,01	19,70	21,30	29,22	29,78	42,89	SM

P43J	11,3	1,97	30,09	19,83	10,26	15,00	20,00	52,52	12,48	37,50	SC
P45J	11,3	1,91	26,29	20,64	5,65	11,30	22,70	51,70	14,30	38,12	SC-SM
P51J	12,3	1,77	38,99	25,09	13,90	17,50	21,00	34,94	26,56	41,48	SC
P53J	18,3	1,68	45,39	30,32	15,07	33,00	32,50	29,88	4,62	70,01	ML
P55J	16,3	1,79	40,94	28,30	12,64	22,00	23,50	35,58	18,92	48,00	SM
P57J	15,3	1,81	41,30	27,09	14,21	38,00	30,50	24,27	7,23	71,92	ML
P59J	12,3	1,86	37,69	25,33	12,36	19,50	24,50	30,22	25,78	46,97	SM
P61J	12,3	1,97	NL	NP	-	8,40	18,10	55,10	18,40	29,58	-

Os ensaios de compactação (Proctor Normal) apresentaram valores de umidade ótima entre 9,50 e 18,70% (média = 13,48% e Desvio Padrão = 2,34) e peso específico máximo entre 1,68 e 2,07 g/cm<sup>3</sup> (média = 1,89g/cm<sup>3</sup> e Desvio Padrão = 0,10) na Jazida 03. A umidade média do solo nesta jazida foi de 4,99% e a massa específica dos grãos de 2,65 g/cm<sup>3</sup>. Os ensaios de permeabilidade realizados nas amostras P15J3, P23J3 e P57J3, apresentaram um valor médio de 7,14 x 10<sup>-7</sup> cm/s, resultado favorável para material de núcleo de barragem.

Ensaio especiais de pressão de expansão e expansão livre realizados nas amostras P45J3 e P57J3 do empréstimo 03, mostraram deformações de 2,5 e 6,5%, respectivamente, sendo a expansão da amostra P57J3 considerável. As pressões de expansão obtidas foram: 8,0kPa e 34,0kPa para as amostras P45J3 e P57J3. Desta forma, os resultados obtidos para a amostra P45J3 não são preocupantes, mas a pressão obtida para a amostra P57J3 é significativa, devendo-se, portanto realizar nova campanha de ensaios deste tipo, por forma a averiguar a possibilidade de se tratar realmente de um solo expansivo.

Relativamente à atividade da fração argilosa, avaliada pelo Índice de Plasticidade e pela Percentagem de Argila, verificou-se que a grande maioria das amostras apresentou atividade baixa ou normal. Os ensaios para avaliação da dispersão dos solos, através de ensaio químico, realizados nas amostras P35J3, P45J3, P57J3 e P61J3 não demonstraram tendência de comportamento dispersivo.

A Tabela 4 apresenta os valores dos parâmetros da coesão e do ângulo de atrito obtidos pelo ensaio triaxial não consolidado e não drenado, realizado em amostras com um grau de compactação de 95% e na umidade ótima.

Tabela 4. Resultados dos Ensaio Triaxiais (Jazida 03).

Jazida	Poço de Inspeção	Coesão (kPa)	Ângulo de Atrito
Empréstimo 03	P35J3	74	24°
Empréstimo 03	P45J3	32	17°
Empréstimo 03	P57J3	64	20°
Empréstimo 03	P61J3	33	30°

## 5.2. Material de Empréstimo de Areia

Foram realizados ensaios de granulometria por peneiramento nas três amostras de areal do Rio Una que apresentaram uma granulometria de areia média. Os ensaios para a determinação da massa específica aparente apresentaram valores entre 1,42 e 1,45 kg/dm<sup>3</sup> (média = 1,43% e Desvio Padrão = 0,02). A média dos valores do ensaio de permeabilidade a carga constante foi de  $2,87 \times 10^{-2}$  cm/s.

Os ensaios para avaliação da presença de impurezas no agregado, através do ensaio pulverulento, apresentaram valores muito baixos, inferiores a 1%, não comprometendo a qualidade da areia, no que concerne a este aspecto.

Segundo o ensaio de análise petrográfica com ênfase a RAA (Reação Álcalis Agregado), trata-se de uma areia com grãos sub-arredondados a angulosos, cuja mineralogia é predominantemente composta por quartzo e feldspato. A porcentagem de quartzo é elevada, com índice de 60% na amostra analisada. As variedades de feldspato são essencialmente: feldspato potássico e plagioclásio. A predominância de quartzo e fragmentos líticos ricos em quartzo e feldspato deve-se ao fato que estes são, respectivamente, resistentes e medianamente resistentes ao intemperismo, o que está relacionado com a tipologia climática da região onde os processos de intemperismo atuaram. O material arenoso apresentou características que o tornam passível de ser utilizado como agregado miúdo em concreto, tendo sido recomendada a utilização de aditivos, de forma a combater as possíveis reatividades.

## 5.3. Materiais Pétreos

A análise petrográfica com ênfase a RAA (Reação Álcalis Agregado), indicou tratar-se de uma rocha ígnea, de cor branca acinzentada com textura equigranular fina. Os minerais observados são essencialmente plagioclásio, feldspato potássico, biotita, muscovita e quartzo. Em suma, trata-se de um material passível de ser utilizado como agregado graúdo em concreto, tendo sido recomendada a utilização de aditivos, de forma a combater as possíveis reatividades.

## 6. CONCLUSÃO

As principais litologias encontradas no eixo do barramento foram o gnaiss, que se apresenta em alguns pontos migmatizado e o granito, possivelmente pertencente a suíte intrusiva leucocrática peraluminosa. O gnaiss apresenta foliação com ângulo de mergulho variando preferencialmente de 30° a 45°. Assim sendo, sua direção é NW-SE, ou seja, os corpos estão dispostos paralelamente ao eixo da barragem.

A prospecção geotécnica aponta para a possibilidade dos corpos rochosos

estarem dobrados. As sondagens SMP-16, SMP-17, SMP-19, SMP-20, SMP-21, SMP-22 e SMP-25 indicaram um RQD menor que 30% em profundidades próximas a 6,00 metros, chegando em algumas a atingir 0%. Este fato, aliado ao intenso fraturamento (F3/F4) que a rocha possui neste trecho, pode indicar a presença de uma descontinuidade ao longo do eixo do barramento.

Indícios de que existe percolação de água neste trecho, também se faz presente, uma vez que existe intercalações de material alterado, com material são. A existência dessa descontinuidade, de uma ombreira a outra, deve ser levada em consideração para a adequação de um plano de injeção eficiente.

Os solos de empréstimo são viáveis tecnicamente e satisfatórios em termos de volume disponível para utilização em aterros, sendo a maioria das amostras classificadas com SC, SM, ML e CL no Sistema Unificado de Classificação dos Solos – SUCS. Tanto o material arenoso como o material pétreo apresentaram características satisfatórias para aplicação filtros e concretos, contudo é recomendável a utilização de aditivos, por forma a prevenir possíveis reatividades (RAA).

## AGRADECIMENTOS

Os autores agradecem a TECHNE Engenheiros Consultores e a SEINFRA/PE pela liberação dos dados e suporte oferecido.

## REFERÊNCIAS

ALMEIDA, F.F.M.; HASUI, Y.; BRITO NEVES, B.B.; FUCK, R.A. **Províncias estruturais brasileiras**. In: SIMPÓSIO DE GEOLOGIA DO NORDESTE, 1977, Campina Grande. Anais. p. 363-391.

BELTÃO, B.A.; MASCARENHAS, J.C.; MIRANDA, J.L.F.; JUNIOR, L.C.S.; GALVÃO, M.J.T.G.; PEREIRA, S.N. **Diagnóstico do Município de São Bento do Una**. Recife: Serviço Geológico do Brasil, Projeto Cadastro de Fontes de Abastecimento por Água Subterrânea – Estado de Pernambuco, 2005.

CAMARGO, F.P. *et al.* **Características Geomecânicas de Maciço Rochoso de Fundação das Estruturas de Concreto da Barragem de Ilha Solteira**. In: SEMINÁRIO NACIONAL DE GRANDES BARRAGENS, 1972, vol.1, CBGC, São Paulo. 1972.

DELATIM, I.J. (Coord.). **Manual de Sondagens - Boletim nº 3**. 5. ed. São Paulo: Associação Brasileira de Geologia de Engenharia, 2013. 73 p.

GUIMARÃES, I.P. (Coord.). **Geologia da Folha Venturosa – SC.24-X-B-V**. Serviço Geológico do Brasil, Programa Geologia do Brasil – Levantamentos Geológicos



Básicos, Sistema de Informações Geográficas – SIG, 2008.

OLIVEIRA, A.M.S.; BRITO, S.N.A. **Geologia de Engenharia**. 1. ed. São Paulo: Associação Brasileira de Geologia de Engenharia, 1998. 576 p.

TERZAGHI, K.; PECK, R.B. **Soil Mechanics in Engineering Practice**. 2. Ed.: John Wiley & Sons. New York: 1967. 729 p.

**ABSTRACT:** The geological-geotechnical study associated to the implementation of a dam is complex and involves different stages. On a first approach, a geological classification of the region is made, based on pre-existing studies and investigations. Subsequently, based on technical visits information, the foundation boring plan is defined and extraction pit are identified. The geotechnical prospectations allow you to classify the rock mass under the geological-geotechnical point of view, providing important information which supports the technological solution adopted. The technical visits, permits you to evaluate the quantity of available material versus distance to the dam axis, providing the information needed to identify possible borrow pit. Afterwards, the group of geotechnical tests necessary to evaluate the quality of the material for application in the dam or in it's complementary structures is defined. This article focuses the research developed in order to elaborate the basic project of São Bento do Una dam, in the state of Pernambuco. Based on the collected information and the geotechnical test results, it was possible to conclude that the characteristics presented by the dam implantation site are compatible with the technological alternative selected. On the other hand, the studied material deposits revealed quite competent material, able to be used on the dam construction.

**KEYWORDS:** Dan; barbell shaft; polls; loan locations.

## Sobre o organizador

**EDUARDO DE LARA CARDOZO** é mestrando no Programa de Pós Graduação em Ensino de Ciência e Tecnologia da Universidade Tecnológica Federal do Paraná (UTFPR), campus Ponta Grossa-PR. Especialista em Espaço, Sociedade e Meio Ambiente pela Faculdade Internacional de Curitiba (FACINTER) em parceria com o Instituto Brasileiro de Pós-Graduação e Extensão (IBPEX); Especialista em Educação Profissional Integrada a Educação Básica na Modalidade Educação de Jovens e Adultos pela Universidade Tecnológica Federal do Paraná (UTFPR), campus Ponta Grossa-PR; Especialista em Educação a Distância, pela FACEL, Curitiba-PR e Especialista em EJA no Sistema Prisional, pela Faculdade EFICAZ – Maringá – PR. Tem experiência como tutor do ensino superior pelo Sistema Universidade Aberta do Brasil (UAB) em parceria com a Universidade Estadual de Ponta Grossa (UEPG). Professor da rede Estadual de Ensino do Estado do Paraná, na disciplina de Geografia. E-mail: [edularacardozo@ig.com.br](mailto:edularacardozo@ig.com.br)

## **SOBRE OS AUTORES**

**ALESSANDRA CRISTINA CORSI** Membro do corpo docente do Programa de Pós-Graduação do curso de Especialização em Investigação do Subsolo: Geotecnia e Meio Ambiente Graduação em Geologia pela Universidade de São Paulo; Graduação em Geologia pela Universidade Estadual Paulista “Júlio de Mesquita Filho” – UNESP; Doutora em Geociências e Meio Ambiente pela Universidade Estadual Paulista “Júlio de Mesquita Filho” – UNESP; Membro do grupo de pesquisa Gestão de Riscos de Desastres do Diretório de Pesquisa Lattes. E-mail: [accorsi@ipt.br](mailto:accorsi@ipt.br)

**ANDRÉ LUIZ FERREIRA** Graduação em Geografia pela Universidade de São Paulo; E-mail: [andrel@ipt.br](mailto:andrel@ipt.br)

**ANDRÉA JAEGER FORESTI** Possui graduação em Engenharia Civil pela Pontifícia Universidade Católica do Rio Grande do Sul (1986), graduação em Serviço Social pela Pontifícia Universidade Católica do Rio Grande do Sul (2004), especialização em Meio Ambiente e Sociedade pela Fundação Escola de Sociologia e Política de São Paulo (2008) e mestrado em Engenharia Civil pelo Programa de Pós Graduação em Engenharia Civil da Universidade Federal do Rio Grande do Sul (2015). Pesquisadora na área de Gestão de Riscos de Desastres Socionaturais. Fundadora do INSTITUTO REDECRIAR, em 2005. Atuou entre janeiro de 2005 até março de 2013 como gestora de projetos de Educação para o Desenvolvimento Sustentável em Escolas da Rede Pública de Ensino e Associações Comunitárias no desenvolvimento de projetos de geração de trabalho e renda. Atualmente é responsável técnica pelo Projeto Transferência e Reaplicação da Tecnologia Social Redecriar Joias Sustentáveis a partir do convênio com a Fundação Banco do Brasil no âmbito do Programa Nacional de Habitação Urbana. E-mail: [andreaforesti@gmail.com](mailto:andreaforesti@gmail.com)

**AROLD DO FIGUEIREDO ARAGÃO** Geólogo na empresa Ecology Suporte Ambiental e Engenharia; Graduação em Geologia pela Universidade Federal do Amazonas (2003); E-mail para contato: [aroldo.ecology@gmail.com](mailto:aroldo.ecology@gmail.com)

**AUGUSTO ROMANINI** Professor da Universidade do Estado de Mato Grosso campus universitário de Sinop, curso de Engenharia Civil e Universidade de Cuiabá em Sinop, campus aeroporto, curso de Engenharia Civil; Graduação em Engenharia Civil pela Universidade do Estado de Mato Grosso campus universitário de Sinop; E-mail para contato: [augusto.romanini@gmail.com](mailto:augusto.romanini@gmail.com)

**BRAHMANI SIDHARTHA TIBÚRCIO PAES** Graduação em engenharia civil pela Universidade Federal de Viçosa. Mestrado em engenharia civil, na área de concentração geotecnia, pela Universidade Federal de Viçosa. E-mail para contato: [brahmani@live.com](mailto:brahmani@live.com)

**CAMILA BERTAGLIA CAROU** Geógrafa mestranda em Geografia Física na Universidade de São Paulo (USP). Atualmente é pesquisadora estudante do Programa Novos Talentos do Instituto de Pesquisas Tecnológicas do Estado de São Paulo (IPT). Possui experiência na área de Geomorfologia, com ênfase em movimentos gravitacionais de massa, Pedologia e Mapeamento de áreas de risco.

**CELSO TODESCATTO JUNIOR** Graduação em Engenharia Civil pela Universidade do Estado de Mato Grosso campus universitário de Sinop; E-mail para contato: [celsojunior1908@hotmail.com](mailto:celsojunior1908@hotmail.com)

**CLAUDIO LUIZ RIDENTE GOMES** Membro do corpo docente do Programa de Pós-Graduação em Habitação: Planejamento e Tecnologia; Graduação Tecnologia em Construção Civil - modalidade: Movimento de Terra e Pavimentação pelo Centro Estadual de Educação Tecnológica Paula Souza; Mestrado em Engenharia Civil pela Universidade Estadual de Campinas; Membro do grupo de pesquisa Gestão de Riscos de Desastres do Diretório de Pesquisa Lattes. E-mail: [aranja@ipt.br](mailto:aranja@ipt.br)

**CORNELIA ECKERT** Graduação em Bacharelado em História (1981) e em Licenciatura em História pela Universidade Federal do Rio Grande do Sul (1980), mestrado PPGAS IFCH UFRGS (1985), doutorado em Antropologia Social - Paris V - Sorbonne, Université Renne Descartes (1991). Realizou programa de pós-doutorado em Antropologia Sonora e Visual, Paris VII (2001) e realizou programa de pós-doutorado no Institute for Latin American Studies na Freie Universität Berlin, Alemanha em 2013. Professora Titular do Departamento de Antropologia e do Programa de Pós-graduação em Antropologia Social na Universidade Federal do Rio Grande do Sul. Linhas de pesquisa antropologia visual e imagem, antropologia urbana, antropologia e meio ambiente. Coordenadora do BIEV portal [www.biev.ufrgs.br](http://www.biev.ufrgs.br) e do Núcleo de Antropologia Visual (NAVISUAL). É pesquisadora do NUPECS (PPGAS UFRGS) do CEPED (UFRGS). Edita a Revista Eletrônica Iluminuras, participa da Comissão Editorial Executiva Revista Horizontes Antropológicos e da Revista do Núcleo Interdisciplinar sobre Estudos do Envelhecimento/UFRGS. E-mail: [chicaeckert@gmail.com](mailto:chicaeckert@gmail.com)

**DANIEL GALVÃO VERONEZ PARIZOTO** Professor da Universidade Federal de Santa Catarina; Graduação em Geografia pela Universidade do Sagrado Coração; Mestrado em Geografia, Meio Ambiente e Desenvolvimento pela Universidade Estadual de Londrina; Doutorado em Riscos Geológicos pela Universidade Federal de Santa Catarina; Grupo de pesquisa: GEDN – Grupo de Estudos em Desastres Naturais; E-mail para contato: [daniel\\_parizoto@hotmail.com](mailto:daniel_parizoto@hotmail.com).

**DIANA DAMÁSIO E CASTRO LOPES** Graduação em Engenharia Civil pela Universidade do Porto; Mestrado em Geotecnia pela Universidade do Porto; E-mail para contacto: [diana.castro.lopes@gmail.com](mailto:diana.castro.lopes@gmail.com).

**EDUARDO ANTONIO GOMES MARQUES** Professor da Universidade Federal de Viçosa. Membro do corpo docente do Programa de Pós-Graduação em Engenharia Civil da Universidade Federal de Viçosa. Graduação em Geologia pela Universidade Federal do Rio de Janeiro. Mestrado em Geologia pela Universidade Federal do Rio de Janeiro. Doutorado em Geologia pela Universidade Federal do Rio de Janeiro. Pós Doutorado em Engenharia Civil pela Universidade do Porto, Portugal. Pós Doutorado em Engenharia Civil pela The University of Queensland, Austrália. Integra grupo de pesquisa em Geotecnia; Bolsista Produtividade em Pesquisa pelo CNPq. E-mail para contato: [emarques@ufv.br](mailto:emarques@ufv.br)

**EDUARDO SOARES DE MACEDO** Geólogo doutor em Geociências e Meio Ambiente pela UNESP e especialização em Ciências e Desastres Naturais pelo NIED-Japão (1995). Pesquisador desde 1981 do Instituto de Pesquisas Tecnológicas do estado de São Paulo (IPT). Professor e orientador do Mestrado em Tecnologia da Habitação do IPT. Atua principalmente nos seguintes temas: gestão de riscos, riscos geológicos, riscos hidrológicos, movimentos de massa, erosão, inundação, defesa civil, plano preventivo de defesa civil, mapeamentos de risco, reurbanização de áreas, cadastro de riscos.

**FABIO LUIZ CHEMIN** Graduação em Engenharia Civil pela Universidade Estadual de Ponta Grossa; Pós-graduando em Estruturas de concreto e fundações pelo Instituto Brasileiro de Educação Continuada conveniada a Universidade Paulista; E-mail para contato: [fabiolchemin@hotmail.com](mailto:fabiolchemin@hotmail.com)

**FABRÍCIO ARAUJO MIRANDOLA** Membro do corpo docente do Programa de Pós-Graduação em Habitação: Planejamento e Tecnologia; Graduação em Geologia pela Universidade de São Paulo; Mestrado em Tecnologia Ambiental pelo Instituto de Pesquisas Tecnológicas do Estado de São Paulo – IPT; Membro do grupo de pesquisa Gestão de Riscos de Desastres do Diretório de Pesquisa Lattes. E-mail: [fabricio@ipt.br](mailto:fabricio@ipt.br)

**FERNANDO NADAL JUNQUEIRA VILLELA** Geógrafo doutor em Geografia Física. Professor do Departamento de Geografia da Universidade de São Paulo (USP). Tem experiência na área de Geografia, com ênfase em Geomorfologia, atuando principalmente nos seguintes temas: geomorfologia climática, interações pedo-geomorfológicas, caracterização do meio físico e de unidades de paisagem, cartografia geomorfológica e geoprocessamento.

**FERNANDO XIMENES DE TAVARES SALOMÃO** Professor da Universidade Federal de Mato Grosso; Graduação em Geologia pela Universidade de São Paulo; Mestrado em Geologia Geral e de Aplicação pela Universidade de São Paulo; Doutorado em Geografia (Geografia Física) pela Universidade de São Paulo. [ximenes.salomao@gmail.com](mailto:ximenes.salomao@gmail.com)

**FLAVIO ALESSANDRO CRISPIM** Professor Adjunto da Universidade do Estado de Mato Grosso campus universitário de Sinop, curso de Engenharia Civil; Graduação em Engenharia Civil pela Universidade Federal de Viçosa; Mestrado em Engenharia Civil (Geotecnia) pela Universidade Federal de Viçosa; Doutorado em Engenharia Civil (Geotecnia) pela Universidade Federal de Viçosa; Grupo de Pesquisa: Tecnologias na Engenharia Civil, [dgp.cnpq.br/dgp/espelhogrupo/8628146669069982](http://dgp.cnpq.br/dgp/espelhogrupo/8628146669069982); E-mail para contato: [flavio.crispim@unemat.br](mailto:flavio.crispim@unemat.br)

**GABRIELA BESSA** Graduação em Geologia pela Universidade Federal de Santa Catarina. E-mail para contato: [gabrielabessa92@gmail.com](mailto:gabrielabessa92@gmail.com)

**GERSON SALVIANO DE ALMEIDA FILHO** Tecnólogo Civil pela Universidade Estadual Paulista Júlio de Mesquita Filho (1988) e mestre em Engenharia Civil pela Universidade Estadual de Campinas (2000). Pesquisador do Instituto de Pesquisas Tecnológicas do Estado de São Paulo, com experiência na área de Geociências, com ênfase em riscos geológicos, atuando principalmente nos seguintes temas: erosão, risco, mapeamento, escorregamento e assoreamento.

**GILVIMAR VIEIRA PERDIGÃO** Graduação em Geografia pela Pontifícia Universidade Católica de Minas Gerais - PUC, 2008; E-mail para contato: [gilvimar.horizontes@gmail.com](mailto:gilvimar.horizontes@gmail.com)

**HOSANA EMILIA ABRANTES SARMENTO LEITE** Professora do Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia da Paraíba; Graduação em Engenharia Civil pela Universidade Federal da Paraíba; Mestrado em Engenharia Civil e Ambiental pela Universidade Federal de Campina Grande; Grupo de Pesquisa: Sociedade e Cultura Sustentável (IFPB) e Civil/Geotecnia/Solos Não Saturados (UFPE). E-mail para contato: [hosanaemilia@hotmail.com](mailto:hosanaemilia@hotmail.com)

**JUAN ANTONIO ALTAMIRANO FLORES** Professor da Universidade Federal de Santa Catarina; Graduação em Geologia pela Universidade Federal do Rio Grande do Sul; Graduação em Engenharia de Minas pela Universidade Federal do Rio Grande do Sul; Mestrado em Geociências pela Universidade Federal do Rio Grande do Sul; Doutorado em Materiaux Mineraux pela Université de Poitiers Poitiers; Doutorado em Geociências pela Universidade Federal do Rio Grande do Sul; Pós-Doutorado pela Universidade Federal de Santa Catarina. E-mail para contato: [juan.flores@ufsc.br](mailto:juan.flores@ufsc.br)

**JULIO CÉSAR BELTRAME BENATTI** Professor Assistente da Universidade do Estado de Mato Grosso campus universitário de Sinop, curso de Engenharia Civil; Graduação em Engenharia Civil pela Universidade Estadual de Campinas; Mestrado em Engenharia Civil pela Universidade Estadual de Campinas; Grupo de Pesquisa: Tecnologias na Engenharia

Civil, [dgp.cnpq.br/dgp/espelhogrupo/8628146669069982](http://dgp.cnpq.br/dgp/espelhogrupo/8628146669069982). E-mail para contato: [benatti@unemat.br](mailto:benatti@unemat.br)

**JULIO CÉSAR BIZARRETA ORTEGA** Professor da UNILA (Universidade Federal de Integração Latino Americana); Graduação em Engenharia Civil pela Universidad Nacional de Ingeniería - Peru (2002); Mestrado em Engenharia Civil (Geotecnia) pela Pontifícia Universidade Católica do Rio de Janeiro (2009); Doutorando em Engenharia Civil (Geotecnia) pela Pontifícia Universidade Católica de Rio de Janeiro; Grupo de pesquisa: Geotecnia Ambiental

**KLINGER SENRA REZENDE** Atualmente é doutorando em engenharia civil na Universidade Federal de Viçosa. Professor na Faculdade de Ciências Biológicas e Saúde – Univiçosa. Graduação em engenharia civil pela Universidade Federal de Viçosa. Mestrado em engenharia civil, na área de concentração geotecnia, pela Universidade Federal de Viçosa. E-mail para contato: [klingers15@hotmail.com](mailto:klingers15@hotmail.com)

**LARISSA TOSTES LEITE BELO** Graduação em Geografia pela Universidade Federal do Espírito Santo – ES, 2014; E-mail para contato: [laristlbelo@gmail.com](mailto:laristlbelo@gmail.com)

**LEONARDO ANDRADE DE SOUZA** Graduação em Engenharia Geológica pela Universidade Federal de Ouro Preto – MG, 2001; Mestrado em Engenharia Civil - Geotecnia pela Universidade Federal de Ouro Preto – MG, 2004; Doutorado em Geotecnia pela Universidade Federal de Ouro Preto – MG, 2015; Grupo de pesquisa: Ordenamento Territorial e Gestão Ambiental – UFOP. E-mail para contato: [leonardo@zemlya.com.br](mailto:leonardo@zemlya.com.br)

**LUANA CAETANO ROCHA DE ANDRADE** Atualmente é coordenadora de curso e professora na área de Engenharia na Universidade do Norte do Paraná (UNOPAR). Atuou como professora adjunta e coordenadora de curso na Universidade Federal do Triângulo Mineiro/Departamento de Engenharia Ambiental. Graduação em engenharia ambiental pela Universidade Federal de Viçosa. Mestrado em engenharia civil, na área de concentração geotecnia, pela Universidade Federal de Viçosa. Doutorado em engenharia civil, na área de concentração geotecnia, pela Universidade Federal de Viçosa. E-mail para contato: [luana.cra@gmail.com](mailto:luana.cra@gmail.com)

**LUIZ ANTONIO BONGIOVANNI** Geólogo na Regea Geologia, Engenharia e Estudos Ambientais Ltda. Graduado em Geologia pela Universidade de São Paulo – USP. Mestrado em Geociências pela Universidade Estadual de Campinas – UNICAMP. Especialista em gestão pública de riscos e desastres socioambientais e Proteção e Defesa Civil.

**LUIZ ANTÔNIO BRESSANI** Professor Titular do Departamento Eng. Civil da UFRGS, é PhD em Mecânica dos Solos pelo Imperial College de Londres (1990). Pesquisas sobre Comportamento de Solos Tropicais (em especial resistência residual), Ensaio de Laboratório, Mapeamento Geotécnico (litoral norte do RS, Caxias do Sul, Igrejinha, Santa Cruz do Sul), Túneis em Rocha e Instrumentação de Taludes. Tem

experiência em projetos na área de Estabilidade de Taludes, urbanos e rodoviários. Trabalhos em mapeamentos de suscetibilidade e risco a escorregamentos de terra. Participou das operações de auxílio pós-acidentes em Estância Velha (1993), São Vendelino (2000), Ilhota/Gaspar (SC - 2008) e Teresópolis (RJ-2011). Orientou 42 dissertações e 10 teses de doutorado com artigos técnicos publicados sobre solos tropicais, escorregamentos de terra, análise de risco, mapeamento geotécnico e ensaios geotécnicos. E-mail: labressani@gmail.com

**LUIZ CARLOS GODOY** Professor da Universidade Estadual de Ponta Grossa - UEPG; Membro do corpo docente do Programa de Pós-Graduação em Engenharia Sanitária e Ambiental da Universidade Estadual de Ponta Grossa; Graduação em Geologia pela Universidade Federal do Paraná - UFPR; Mestrado em Engenharia e Ciência dos Materiais pela Universidade Estadual de Ponta Grossa; Doutorado em Geologia Ambiental pela Universidade Federal do Paraná; E-mail para contato: godoyluizc@gmail.com

**LUIZ CARLOS PINTO DA SILVA FILHO** Engenheiro Civil (UFRGS, 1989); Mestre em Engenharia Civil/Construção (PPGEC/UFRGS, 1994) e PhD em Civil Engineering/Bridge Maintenance (Leeds University/UK, 1998). Professor Titular da Universidade Federal do Rio Grande do Sul (UFRGS), atualmente é Diretor da Escola de Engenharia (2012-2020), Diretor do CEPED/RS e líder dos Grupos de Pesquisa LEME (Laboratório de Ensaios e Modelos Estruturais) e GRID (Gestão de Riscos em Desastres). Foi Coordenador do Comitê de Engenharias da FAPERGS, Coordenador do Programa de Pós-Graduação em Engenharia Civil (PPGEC)(2009-2013), Secretário da Associação Sul Americana de Engenharia Estrutural (ASAEE), Presidente e Presidente de Honra da Asociación Latinoamericana de Control de Calidad, Patología y Recuperación (ALCONPAT Internacional). Presidente e Secretário da Associação Brasileira de Patologia das Construções (ALCONPAT Brasil) e Diretor e Membro do Conselho do Instituto Brasileiro do Concreto (IBRACON). É membro honorário do IBAPE-RS e membro do IABMAS Brasil, do CBDB, da ABECE e do American Concrete Institute (ACI), além de representante da ABNT no Comitê ISO TC71 e consultor ad-hoc de diversas entidades de fomento. Tem experiência nas áreas de materiais e estruturas de engenharia civil, com ênfase nos temas: durabilidade e vida útil de estruturas, patologia das construções, concretos especiais, materiais compósitos avançados de engenharia, reforço e reparo estrutural, análise, teste e modelagem de sistemas estruturais, ensaios não destrutivos, efeitos de altas temperaturas em estruturas, segurança contra incêndio e pânico, perícias e desempenho e avaliação de sistemas construtivos. Além disso, atua na área de Prevenção de Desastres e Mapeamento de Riscos e Vulnerabilidades. E-mail: lcarlos66@gmail.com

**LUIZA SILVA BETIM** Atualmente é analista ambiental da Gerência de Resíduos Especiais da Fundação Estadual do Meio Ambiente (Minas Gerais). Graduação em engenharia ambiental pela Universidade Federal de Viçosa. Mestrado em



engenharia civil, na área de concentração geotecnia, pela Universidade Federal de Viçosa. E-mail para contato: luizabetim@gmail.com

**MAIARA DE ARAÚJO PORTO** Membro do corpo técnico da empresa Techne Engenheiros Consultores Ltda. Graduação em Geologia pela Universidade Federal de Pernambuco. E-mail para contato: maiaraporto3@hotmail.com

**MARCELA PENHA PEREIRA GUIMARÃES** Graduação em Engenharia Civil pela Universidade Federal do Rio de Janeiro; Mestrado em Engenharia Civil pela COPPE/Universidade Federal do Rio de Janeiro; Pós-graduação em Investigação de Subsolo pelo Instituto de Pesquisas Tecnológicas do Estado de São Paulo – IPT; Membro do grupo de pesquisa Gestão de Riscos de Desastres do Diretório de Pesquisa Lattes. E-mail: [marcelappg@ipt.br](mailto:marcelappg@ipt.br)

**MARCO AURÉLIO COSTA CAIADO** Professor do Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Espírito Santo. Graduação em Engenharia Agrônoma pela Universidade Federal de Viçosa-MG, 1986; Mestrado Engenharia Ambiental pela Universidade Federal do Espírito Santo, 1994; Doutorado em Biological Systems Engineering pela Virginia Polytechnic Institute and State University, 2005; Grupo de pesquisa: CIÊNCIA DO SOLO E AGROECOLOGIA - IFES, ECOHIDRO - Grupo de Estudo e Modelagem Ambiental em Recursos Hídricos e Dinâmica de Ecossistemas - IFES. E-mail para contato: maccaiado@gmail.com

**MARCOS ROBERTO MARTINES** Geógrafo doutor em Geografia Física. Professor do Departamento de Geografia, Turismo e Humanidades da Universidade Federal de São Carlos (UFSCar). Tem experiência na área de Geografia Física, Cartografia e Geociências, com ênfase em Geoprocessamento, atuando principalmente nos seguintes temas: Geografia Física, Cartografia Temática e Sistemática, Geoprocessamento, Diagnóstico e Análise Ambiental, Modelagem Cartográfica e Álgebra de Mapas, Banco de Dados Geográfico e Sensoriamento Remoto.

**MARIA CRISTINA JACINTO DE ALMEIDA** Geógrafa pela Pontifícia Universidade Católica de São Paulo (1984); mestre em Geografia Física pela Universidade de São Paulo (2002). Doutorado andamento no Instituto de Geociências na Universidade Estadual de Campinas (UNICAMP). Pesquisadora do Instituto de Pesquisas Tecnológicas do Estado de São Paulo com experiência em planejamento ambiental e territorial, com ênfase em uso e ocupação do solo, recursos hídricos, carta geotécnica e gestão territorial.

**MÁRIO JORGE GONÇALVES SANTORO FILHO** Engenheiro Civil na empresa A.M. Soluções Empresariais; Graduação em Engenharia Civil pela Universidade Federal do Amazonas (2014); E-mail para contato: [santoro.filho@hotmail.com](mailto:santoro.filho@hotmail.com)

**MATHEUS KLEIN FLACH** Graduação em Geologia pela Universidade Federal de Santa Catarina; Mestrando do Programa de Pós-Graduação em Transportes e

Infraestrutura Viária da Universidade Federal de Santa Catarina. E-mail para contato: [matheus.k.flach@gmail.com](mailto:matheus.k.flach@gmail.com)

**MELISSA ZANFERRARI GODOY** Graduanda em Engenharia Civil pela Universidade Estadual de Ponta Grossa; E-mail para contato: [mel\\_godoy@hotmail.com](mailto:mel_godoy@hotmail.com)

**MICHAEL DOUGLAS DA COSTA PAES** Engenheiro Civil na Missão Evangélica CAIUA; Graduação em Engenharia Civil pela Universidade Federal do Amazonas (2013); E-mail para contato: [michael\\_mdcp@hotmail.com](mailto:michael_mdcp@hotmail.com)

**MURILO DA SILVA ESPÍNDOLA** Professor da Universidade Federal de Santa Catarina; Graduação em Engenharia Civil pela Universidade do Sul de Santa Catarina; Mestrado em Engenharia Civil pela Universidade Federal de Santa Catarina; Doutorado em Engenharia Civil pela Universidade Federal de Santa Catarina; Grupo de pesquisa: Geotecnia UFSC ([dgp.cnpq.br/dgp/espelhogrupo/5324489698548681](http://dgp.cnpq.br/dgp/espelhogrupo/5324489698548681)). E-mail para contato: [murilo.espindola@ufsc.br](mailto:murilo.espindola@ufsc.br)

**NATÁLIA DE SOUZA ARRUDA** Graduação em Geologia pela Universidade Federal de Mato Grosso. [arrudanatalia@hotmail.com](mailto:arrudanatalia@hotmail.com)

**NILO RODRIGUES JÚNIOR** Graduando em Geologia da Universidade Federal de Santa Catarina. E-mail para contato: [nilorodriguesjunior@gmail.com](mailto:nilorodriguesjunior@gmail.com)

**NILTON DE SOUZA CAMPELO** Professor da Universidade Federal do Amazonas; Membro do corpo docente do Programa de Pós-Graduação em Engenharia Civil da Universidade Federal do Amazonas; Graduação em Engenharia Civil pela Universidade Federal do Amazonas (1985); Mestrado em Engenharia Geotécnica pela Universidade de São Paulo em São Carlos (1994); Doutorado em Engenharia Geotécnica pela Universidade de São Paulo em São Carlos (2000); Grupo de pesquisa: Materiais de Engenharia. E-mail para contato: [ncampelo@ufam.edu.br](mailto:ncampelo@ufam.edu.br).

**OTÁVIO CÉSAR DE PAIVA VALADARES** Engenheiro Civil no Departamento de Engenharia da Superintendência da Zona Franca de Manaus (SUFRAMA); Graduação em Engenharia Civil pela Universidade Federal do Amazonas (2014); E-mail para contato: [otaviocesarpv@gmail.com](mailto:otaviocesarpv@gmail.com)

**PATRÍCIA KRÜGER** Professora da Universidade Estadual de Ponta Grossa; Graduação em Engenharia Civil pela Universidade Estadual de Ponta Grossa; Mestrado em Engenharia de Produção pela Universidade de São Paulo – Escola de Engenharia de São Carlos; Doutoranda em Engenharia e Ciências dos Materiais pela Universidade Estadual de Ponta Grossa; Grupo de pesquisa: Engenharia Civil - UEPG

**PRISCILA IKEMATSU** Graduação em Engenharia Ambiental pela Universidade Estadual Paulista – UNESP; Mestrado em Arquitetura e Urbanismo pela

Universidade de São Paulo – USP; Doutoranda no Programa de Pós-graduação em Ciência Ambiental da Universidade de São Paulo. E-mail: [priscilai@ipt.br](mailto:priscilai@ipt.br)

**PRISCILA TAMINATO HIRATA** Graduação em Geologia pela Universidade de São Paulo; Cursando Mestrado em Habitação na área de Planejamento e Tecnologia. Membro do grupo de pesquisa Gestão de Riscos de Desastres do Diretório de Pesquisa Lattes. E-mail: [pthirata@ipt.br](mailto:pthirata@ipt.br)

**PRISCILLA MOREIRA ARGENTIN** Graduação em Geografia pela Universidade Estadual de Campinas; Especialização em Engenharia Ambiental pela Universidade Nove de Julho; E-mail: [priscillam@ipt.br](mailto:priscillam@ipt.br)

**RAFAELLA TEIXEIRA MIRANDA** Membro do corpo técnico da empresa Techne Engenheiros Consultores Ltda. Graduação em Geologia pela Universidade Federal de Pernambuco. E-mail para contato: [rafaellatm@hotmail.com](mailto:rafaellatm@hotmail.com)

**RAPHAEL HENRIQUE O. PIMENTA** Graduação em Engenharia Ambiental e Sanitária pelo Centro Universitário Metodista Izabela Hendrix de Belo Horizonte – MG, 2015; E-mail para contato: [raphaelhenriquepimenta@hotmail.com](mailto:raphaelhenriquepimenta@hotmail.com)

**RAUL TADEU LOBATO FERREIRA** Professor Auxiliar da Universidade Federal de Mato Grosso campus universitário do Araguaia, curso de Engenharia Civil; Graduação em Engenharia Civil pela Universidade do Estado de Mato Grosso campus universitário de Sinop; E-mail para contato: [raullobato@ufmt.com](mailto:raullobato@ufmt.com)

**ROGÉRIO DIAS DALLA RIVA** Professor Adjunto da Universidade do Estado de Mato Grosso campus universitário de Sinop, curso de Engenharia Civil; Graduação em Engenharia Civil pela Universidade Federal de Mato Grosso; Mestrado em Agronomia (Solos e Nutrição de Plantas) pela Universidade Federal de Viçosa; Doutorado em Engenharia Civil pela Universidade Federal de Viçosa; Grupo de Pesquisa: Tecnologias na Engenharia Civil, [dgp.cnpq.br/dgp/espelhogrupo/8628146669069982](http://dgp.cnpq.br/dgp/espelhogrupo/8628146669069982). Bolsista Produtividade em Pesquisa pela Fundação. E-mail para contato: [riva@unemat.br](mailto:riva@unemat.br)

**SANDRA TEIXEIRA MALVESE** Professora no Centro Universitário Fundação Santo André; Secretária de Obras e Planejamento do Município de Rio Grande da Serra; Graduação em Arquitetura e Urbanismo pela Universidade Presbiteriana Mackenzie; Mestrado em Planejamento e Gestão do Território pela Universidade Federal do ABC. Email para contato: [sandramalvese@gmail.com](mailto:sandramalvese@gmail.com)

**SILVIA C. ALVES** Graduação em Serviço Social pela Pontifícia Universidade Católica de Minas Gerais - PUC, 2009; E-mail para contato: [sil.sgq@gmail.com](mailto:sil.sgq@gmail.com)

**TÁCIO MAURO PEREIRA DE CAMPOS** Professor da Pontifícia Universidade Católica do Rio de Janeiro; Membro do corpo docente do Programa de Pós-Graduação em Engenharia Civil da Pontifícia Universidade Católica do Rio de Janeiro; Graduação

em Engenharia Civil pela Universidade de Brasília (1971); Mestrado em Engenharia Civil e em Mecânica dos Solos respectivamente pela PUC-Rio, em 1974, e pelo Imperial College, Londres, em 1980; Doutorado em Mecânica dos Solos pelo Imperial College, em 1984; Grupo de pesquisa: Geotecnia Ambiental; Bolsista Produtividade em Pesquisa do CNPq - Nível 1a

**TATIANE BRASIL DE FREITAS** Gestora Ambiental pela Universidade São Marcos (2009). Foi bolsista no Instituto de Pesquisas Tecnológicas do Estado de São Paulo. Tem experiência na área de Geociências, com ênfase em Geografia Física.

**THIAGO DE OLIVEIRA FARIA** Professor da Universidade Federal de Mato Grosso; Graduação em Geologia pela Universidade Federal de Mato Grosso; Mestrado em Recursos Hídricos pela Universidade Federal de Mato Grosso; Doutorando em Física Ambiental pela Universidade Federal de Mato Grosso. thiago.geologo@gmail.com

**VITOR LUIZ REIS DE ALMEIDA** Graduando em engenharia civil pela Universidade Federal de Viçosa. E-mail para contato: vitor.reis@ufv.br

**VITOR SANTINI MÜLLER** Graduação em Geologia pela Universidade Federal de Santa Catarina; Mestrando do Programa de Pós-Graduação em Desastres Naturais da Universidade Federal de Santa Catarina. E-mail para contato: [vitor@mullergeo.com](mailto:vitor@mullergeo.com)

**ZENO HELLMEISTER JÚNIOR** Geólogo pela Universidade Estadual Paulista Júlio de Mesquita Filho (1981) e mestre em Geociências (Geologia Sedimentar) pela Universidade de São Paulo (1997). Pesquisador do Instituto de Pesquisas Tecnológicas do Estado de São Paulo com experiência na área de Geociências e ênfase em Geologia e Pedologia.

Agência Brasileira do ISBN  
ISBN 978-85-93243-38-7



9 788593 243387