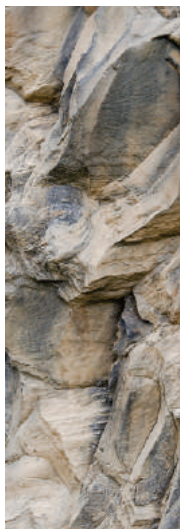




ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE GEOLOGIA
DE ENGENHARIA E AMBIENTAL

INVESTIGAÇÕES GEOLÓGICO-GEOTÉCNICAS

GUIA DE BOAS PRÁTICAS



João Jeronimo Monticelli
Editor





Sumário

Apresentação	9
Prefácios	11
Livro 1 Investigações Geológico-Geotécnicas para Obras de Infraestrutura – Diretriz AGS-BR.....	15
Livro 2 Geofísica Aplicada.....	61
Livro 3 Manual de Sondagens	87
Livro 4 Ensaios de Permeabilidade em Solos – Orientações para sua execução no campo.....	243
Livro 5 Ensaios de Perda D'água sob Pressão – Diretrizes	305
Livro 6 Diretrizes para Descrição de Sondagens – 2ª Tentativa.....	357
Apêndice: Teses de mestrado, doutorado e livre docência.....	443



Apresentação

A direção da ABGE ao aprovar, em fins de 2019, reunir quatro publicações bastantes elogiados pelo meio técnico – que versam sobre o tema “Investigações” – tinha em mente rever, atualizar e disponibilizar de maneira eficaz e num só volume o acervo técnico e científico que embasa as melhores práticas de sondagens e ensaios de campo editados pela entidade, ou seja, os livros 3, 4, 5 e 6, da presente edição.

Fruto da parceria com o Grupo AGS-BR foi acrescentado o livro 1, que faz uma introdução ao tema, resgata conceitos fundamentais – muitos deles abandonados, por diversas razões, nos últimos anos – e propõe o desenvolvimento de tecnologias digitais, com base no estabelecimento de uma linguagem comum a todos os protagonistas envolvidos, linguagem esta construída e consolidada pela própria ABGE ao longo dos últimos 50 anos. A busca por um padrão digital único para o tema “Investigações” vem de encontro ao **BIM** da construção civil, ora em desenvolvimento no país.

Às publicações citadas foi acrescentada a de número 2, “Geofísica Aplicada” que contém um resumo do livro “Geofísica Aplicada à Geologia de Engenharia e Meio Ambiente – Manual de Boas Práticas”, recém lançado pela ABGE.

A parte final da coletânea é constituída por um Apêndice que lista 499 trabalhos acadêmicos sobre o tema Investigações, produzidos por 28 unidades de ensino superior brasileiras (17 universidades), disponíveis em meio digital e acessíveis em sua íntegra aos interessados, por meio de *QR Code*. Esse material acadêmico se encontra arquivado no endereço eletrônico da ABGE, onde o leitor também pode acessar, em meio digital, os anais de todos os congressos da entidade, desde a sua fundação, em 1968, capacitando-se ainda mais no tema e em assuntos correlatos.



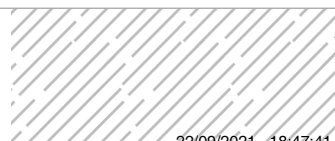
Ao lincar trabalhos sobre o tema “Investigações” produzidos nas universidades brasileiras, a ABGE incentiva a aproximação entre o meio técnico-profissional e a academia, de que tanto um país como o Brasil necessita.

Críticas e sugestões que possam contribuir com a melhoria da presente publicação devem ser encaminhadas à Secretaria Executiva da ABGE.

Bom uso a todos.

João Jeronimo Monticelli

Editor





Prefácio

Ao iniciar a gestão 2021-2022, tenho a grata satisfação de apresentar a publicação “Investigações Geológico-Geotécnicas - Guia de Boas Práticas”.

Trata-se de obra que revisa e atualiza quatro livros da ABGE desenvolvidos e aprimorados ao longo de décadas: o “**Manual de Sondagens**”, “**Ensaio de Permeabilidade em Solos - Orientações para sua execução no campo**”; “**Ensaio de Perda D’Água sob Pressão - Diretrizes**” e “**Diretrizes para Descrição de Sondagens - 2ª Tentativa**”. A coletânea se completa com o livro “**Investigações Geológico-Geotécnicas para Obras de Infraestrutura**”, uma parceria com o Grupo AGS BR, “**Geofísica Aplicada**” e com um **Apêndice**, contendo pesquisas acadêmicas relativas ao tema investigações.

A presente publicação mostra-se, assim, de grande importância, pois reúne, em uma só coletânea, bases conceituais, técnicas e metodológicas consagradas no meio acadêmico e profissional.

É um trabalho de fôlego, resultado de muito esforço e dedicação das equipes envolvidas no processo de revisão e atualização das publicações originais, ajustando-as ao nosso tempo.

Além disso, a presente publicação traz uma importante novidade: um Apêndice contendo dissertações de mestrado, teses de doutorado e de livre docência de Universidades brasileiras, que abordam o tema de Investigações, acessíveis pelos respectivos *QR Codes*.

A presente publicação é uma continuidade da política editorial da ABGE levada a efeito na gestão 2019-2020, período em que houve o lançamento de seis livros magníficos, ação que demandou grande esforço, mas que alavancou uma das missões históricas de nossa Associação, que é divulgação de trabalhos técnicos, que servem a alunos, professores e profissionais da geotecnia, em especial da geologia de engenharia e ambiental.



A ABGE sente-se orgulhosa de poder proporcionar a seus associados e ao meio técnico nacional um produto de qualidade, o que confere à nossa Associação um significado especial e papel de destaque no meio técnico.

Desejo uma boa leitura desta coletânea, que sem dúvida será de permanente consulta e uso, quando qualquer trabalho se referir às investigações geológico-geotécnicas. Agradeço aos envolvidos na publicação e em especial às empresas e entidades que nos apoiaram e participam com sua logomarca neste livro histórico da ABGE.

Ao ensejo do lançamento deste trabalho, presto homenagem ao meu amigo Luiz Ferreira Vaz, falecido em 2020. Profissional de grande envergadura, um dos pilares da ABGE, sempre incentivador de iniciativas como essa. A sua História profissional está intimamente interligada com a História da nossa Associação.

Delfino Luiz Gouveia Gambetti

Presidente da ABGE





Prefácio

O Grupo AGS-BR (www.padraoags.com.br) foi fundado em 2019, inspirado na entidade AGS – *Association of Geotechnical and Geoenvironmental Specialists* do Reino Unido, atualmente com congêneres em outros países. No site acima constam informações de interesse e forma de adesão à entidade brasileira.

A finalidade básica da AGS-BR é reunir empresas interessados em desenvolver um padrão digital único em investigações geológico-geotécnicas e geoambientais no Brasil, que permita a sua integração ao BIM da construção civil, em franco desenvolvimento no país.

Acreditamos que isso passa pelo resgate dos conceitos, metodologias e procedimentos de investigações de qualidade, como as que estão sendo apresentadas neste livro. E pela sensibilização ampla do poder público regulador, dos empreendedores, das construtoras e projetistas e das empresas e profissionais prestadores de serviços a aderir aos procedimentos do padrão digital único o que, cabe destacar, já vem ocorrendo em algumas situações pontuais, desde 2019.

O padrão digital único, dentre as várias vantagens, permite arquivo de banco de dados e o intercâmbio padronizado das informações entre os vários protagonistas envolvidos. Ao criar linguagem comum entre as partes, há melhoria da qualidade, redução de conflitos, otimização dos investimentos, rapidez na execução e na apresentação dos resultados.

O Grupo AGS-BR sente-se plenamente agradecido por ter a oportunidade de participar dessa publicação e apresenta sinceros cumprimentos à direção da ABGE, aos colegas Autores/Coordenadores e a todos os patrocinadores.

Giuliano De Mio

Grupo AGS-BR – Coordenador



LIVRO 1

INVESTIGAÇÕES GEOLÓGICO-GEOTÉCNICAS PARA OBRAS DE INFRAESTRUTURA

DIRETRIZ AGS-BR

1ª Edição

GIULIANO DE MIO
JOÃO JERONIMO MONTICELLI
MAURÍCIO MALANCONI

Revisores:

Alberto Coppedê Júnior
Erik Wunder
Marcos Massao Futai
Ricardo Antônio Abrahão

Rodoanel Mário Covas, SP. Foto: Arquivo IPT/CTGEO.





SUMÁRIO

Apresentação	17
Glossário / conceitos básicos	18
1. Objetivo da diretriz.....	28
2. Definições	29
3. Os quatro passos (ou etapas) de uma campanha de investigação	30
3.1 Planejamento.....	30
3.2 Execução	32
3.3 Apresentação dos dados.....	34
3.4 Análise e integração dos dados	37
4. Tipos de investigações	39
5. Investigações em materiais antropogênicos	40
Referências.....	42
 Tabela 1 – Investigações geológico-geotécnicas mais utilizadas no Brasil	 44
 Figuras 1 a 5 – Exemplos de apresentação de resultados de investigações.....	 55



GEOFÍSICA

APLICADA À GEOLOGIA DE ENGENHARIA E MEIO AMBIENTE

MANUAL DE BOAS PRÁTICAS

LIVRO 2

GEOFÍSICA APLICADA

Versão sucinta do livro “Geofísica Aplicada à
Geologia de Engenharia e Meio Ambiente
– Manual de Boas Práticas”, publicado
pela ABGE em 2021.

LUIZ ANTONIO PEREIRA DE SOUZA
OTÁVIO COARACY BRASIL GANDOLFO



SUMÁRIO

Apresentação	65
1. Introdução	66
2. Considerações iniciais	67
3. Investigações geofísicas em terra	71
3.1 Finalidades/aplicações	71
3.2 Métodos	72
3.3 Tabela resumo	73
4. Investigações geofísicas em água	74
4.1 Finalidades/aplicações	75
4.2 Métodos	76
4.3 Tabela resumo	77
5. Considerações finais	78
 Tabela 1 – Métodos geofísicos utilizados na investigação em terra e suas principais aplicações	 80
Tabela 2 – Variações de velocidade de propagação do som em alguns materiais	84
Tabela 3 – Principais aplicações dos métodos acústicos/sísmicos na investigação de áreas submersas rasas	85





ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE GEOLOGIA
DE ENGENHARIA E AMBIENTAL

Manual de Sondagens

Boletim nº 3, 5ª edição, São Paulo/2013

LIVRO 3

MANUAL DE SONDAGENS

Boletim nº 3, 6ª Edição, São Paulo, 2020

IVAN JOSÉ DELATIM (COORDENADOR)
ALESSANDRO JÉSUS GUIMARÃES

Colaboradores
Ruy Thales Baillot (*in memorian*)
Marcelo Denser Monteiro





SUMÁRIO

Apresentação	90
Introdução	92
1. Sondagem a trado	96
2. Poço e trincheira de inspeção em solo	104
3. Sondagem a percussão	113
4. Ensaio de permeabilidade em solo	125
5. Sondagem rotativa	130
6. Sondagem mista	144
7. Ensaio de perda d'água sob pressão	148
8. Amostragem integral	155
9. Sondagem a rotopercussão	159
10. Imageamento de furos: perfilagem óptica e acústica	167
11. Ensaio especiais de campo em solo	171
11.1 Ensaio de penetração de cone com medida de poropressão – CPTu.....	171
11.2 Ensaio de palheta – <i>vane test</i>	173
11.3 Ensaio dilatométrico – DMT	175
12. Outros equipamentos e ensaios	178
12.1 Sistema <i>wire line</i>	178
12.2 Sondagens em bancos de areia e cascalho.....	179
12.3 Sondagem borro	179
12.4 Geofísica em furos de sondagem.....	180





12.5 Ensaio SPT mecanizado com medida do torque (SPT-T)	181
12.6 Amostradores para solos moles	182
12.7 Sondagem Barramina	183
12.8 Penetrômetro DCP	183
13. Critérios para medição	184
14. Planilhas de preços para serviços de sondagens	186
 Referências	194

LIVRO 3

ANEXOS

A - Figuras	196
B - Modelos de boletins e perfis	199
C - Equipamentos	218
D - Ilustrações e fotos	230



ENSAIOS DE PERMEABILIDADE EM SOLOS

ORIENTAÇÕES PARA SUA EXECUÇÃO NO CAMPO



LIVRO 4

ENSAIOS DE PERMEABILIDADE EM SOLOS

ORIENTAÇÕES PARA SUA EXECUÇÃO NO CAMPO

Boletim 04, 5ª edição, 2020

MALVA ANDREA MANCUSO (COORDENADORA)
JOSÉ LUIZ ALBUQUERQUE FILHO
MARCOS MUSSO

Colaboração
Reinaldo Lorandi





SUMÁRIO

Apresentação	246
Introdução	247
1. Os tipos de ensaios e sua programação	250
1.1 Classificação dos ensaios	251
1.2 Programação dos ensaios	252
1.3 Propriedades dos solos de interesse a uma programação	253
1.4 Validade dos ensaios	254
2. A prática dos ensaios	256
2.1 Ensaios em sondagens	257
2.2 Ensaios em poços	262
2.3 Ensaios em cavas	264
3. Cálculo do coeficiente de permeabilidade	267
3.1 Ensaios em sondagens	268
3.2 Ensaios em poços	268
3.3 Ensaios em cavas	268
4. Outros ensaios	269
4.1 Slug test	270



4.2 Ensaio infiltração por anel duplo..... 282

4.2 Permeâmetro de Guelph..... 286

Bibliografia.....287

Anexo I

Figuras de ensaios..... 290

Anexo II

Ábacos 295

Anexo III

Planilhas..... 300

LIVRO 4



LIVRO 5

ENSAIO DE PERDA D'ÁGUA SOB PRESSÃO - DIRETRIZES

Boletim 02, 2ª Edição, 2020

ADALBERTO AURÉLIO AZEVEDO (COORDENADOR)
ALESSANDRO JÉSUS GUIMARÃES
PEDRO PAULO FREIHEIT CÔRTEZ

Revisores/Colaboradores
Antonio Manoel dos Santos Oliveira,
Antonio Marrano, Fábio Soares Magalhães,
José Luiz Albuquerque Filho, Malva Mancuso
e Marcelo Denser Monteiro.





SUMÁRIO

Apresentação	307
1. Introdução	311
2. Critérios de pressão	313
3. Equipamento utilizado	315
4. Ensaio de perda de carga	321
5. Prática do ensaio	328
6. Determinação dos resultados	336
6.1 Cálculo da carga efetiva (Ce).....	336
6.2 Cálculo da perda d'água específica (PE)	339
6.3 Cálculo da condutividade hidráulica.....	339
7. Análise do comportamento do trecho ensaiado.....	342
8. Considerações finais	348
Bibliografia recomendada	353



ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE GEOLOGIA
DE ENGENHARIA E AMBIENTAL

DIRETRIZES PARA CLASSIFICAÇÃO DE **SONDAGENS**

LIVRO 6

DIRETRIZES PARA DESCRIÇÃO DE SONDAGENS

2ª Tentativa

ANTONIO MARRANO (COORDENADOR)
JOÃO JERONIMO MONTICELLI
MARILDA TRESSOLDI

Colaboração
Guilherme Tammerick





SUMÁRIO

Apresentação	361
1. Introdução	363
2. Descrição geológica de sondagens	365
2.1 Descrição geológica de sondagens para fins geotécnicos.....	365
2.2 Situações especiais.....	366
3. Descrição geotécnica de sondagens.....	369
3.1 Índice de resistência à penetração	369
3.2 Ensaio de lavagem por tempo.....	371
3.3 Recuperação por manobra.....	372
3.4 Grau de alteração.....	374
3.5 Grau de coerência	376
3.6 Grau de fraturamento	377
3.7 Índice de qualidade da rocha (IQR/RQD)	381
3.8 Condutividade hidráulica (permeabilidade)	384
3.9 Condições das descontinuidades	387
3.10 Empastilhamento	389
4. Descrição de sondagens em aluviões de areia e cascalho ...	391
5. Orientações gerais para a descrição de sondagens	393
6. Considerações finais	397
Bibliografia	399
Figuras	405





Anexo I

Metodologia de cálculo do IRP (SPT) – índice de resistência
à penetração 425

Anexo II

Cálculo de PE – perda d'água específica 429

Anexo III

Planilhas para descrição de sondagens e modelos de perfis..... 432

LIVRO 6





LISTA DE FIGURAS

1. Perfil de alteração de rochas ígneas e metamórficas, respectivas soluções típicas para taludes de corte e indicação da expectativa de parâmetros geotécnicos	407
2. Variação da resistência à compressão uniaxial conforme o tipo litológico.....	408
3. Perfil de intemperismo em regiões tropicais associado a métodos de perfuração e escavação	408
4. Perfil de alteração e nomenclatura genética para a descrição geológica	409
5. Descrição expedita de solos	410
6. Nomenclatura de rochas ígneas, metamórficas e sedimentares	412
7. Correlação SPT x Pressão admissível para solos coesivos.....	412
8. Correlação SPT x Pressão admissível	413
9. Correlação entre características de campo de solos e rochas e a resistência à compressão uniaxial.....	414
10. Grau de alteração.....	416
11. Grau de coerência	418
12. Correlações do grau de coerência com a resistência da rocha e do maciço rochoso.....	419
13. Grau de fraturamento.....	420
14. Qualidade do maciço rochoso baseado em valores do IQR/RQD	420
15. Cálculo de ensaio de permeabilidade em rocha	421
16. Parâmetros geológico-geotécnicos padronizados.....	422
17. Condições das descontinuidades	424
18. Empastilhamento	426



DIRETRIZES PARA CLASSIFICAÇÃO DE
SONDAGENS
1ª tentativa

(1ª edição, São Paulo/2013)

BGE
Geologia de Engenharia

APÊNDICE

**TESES DE MESTRADO,
DOUTORADO E
LIVRE DOCÊNCIA**

TEMA: INVESTIGAÇÕES
GEOLÓGICO - GEOTÉCNICAS

LUCCA PABST
JOÃO PAULO MONTICELLI
JULIO YASBEK REIA

1ª Edição: 28.09.2020



SUMÁRIO

Apresentação	445
Tabelas 1 a 17 – Acesso às teses	447
1. USP.....	447
2. UNICAMP.....	485
3. UNESP	487
4. UFRJ.....	489
5. PUC – RJ.....	493
6. UFOP.....	498
7. UFMG.....	502
8. UFPR	503
9. UFRGS	508
10. UFSM	512
11. UnB.....	513
12. UFBA	518
13. UFPE	520
14. UFPA	522
15. UFMT	523
16. UFMS	524
17. UFSCAR	525
Tabela 18 – Lista das universidades e unidades de ensino contempladas na pesquisa.....	526

