

## **APOIO AO DESENVOLVIMENTO TÉCNICO-CIENTÍFICO NO BRASIL**

A FVD – Fundação Victor Dequech, entidade sem fins lucrativos, criada em 2001, apoia e incentiva ações e projetos de Pesquisa e Desenvolvimento Tecnológico e Inovativo no Brasil.

Com foco na pesquisa e engenharia mineral -- bem como nas áreas de energia, óleo e gás, meio ambiente e tecnologias a elas relacionadas -- a FVD sente-se plenamente honrada por apoiar a ABGE – Associação Brasileira de Geologia de Engenharia e Ambiental na edição de suas Diretrizes, Guias, Manuais, Boletins e outros documentos assemelhados, agora como Normas Técnicas dessa conceituada associação.

A FVD e a ABGE estão irmanadas no esforço para a educação e a capacitação continuada, que proporcionam qualificação, habilidades e competências de empresas e de profissionais, contribuindo assim com o desenvolvimento e a melhoria da qualidade de vida em nosso país.

Cumprimentamos a todos os participantes dessa iniciativa pioneira.

Antonio de Padua Vieira Chaves  
**Diretor Presidente da FVD**



Rua São Vicente, 255. Bloco B  
Bairro Olho D'água - Belo Horizonte, Minas Gerais,  
Brasil. CEP 30.390-570.  
Tel. +55 31 3288-1742 | [www.fvd.org.br](http://www.fvd.org.br)



NORMA DA ASSOCIAÇÃO  
BRASILEIRA DE GEOLOGIA DE  
ENGENHARIA E AMBIENTAL

NÚMERO DE REFERÊNCIA:  
**NORMA ABGE 202/2023**  
1ª Edição, 2023

**INVESTIGAÇÃO GEOFÍSICA EM  
TERRA – MÉTODOS ELÉTRICOS**

NORMA ABGE 202  
1ª Edição, 2023

ABGE — AJUDANDO AS EMPRESAS A TRABALHAREM MELHOR



Copyright 2023. Associação Brasileira de Geologia de Engenharia e Ambiental – ABGE  
Todos os direitos reservados a ABGE.

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

Souza, Luiz Antonio Pereira de  
Norma ABGE - 202/2023 : investigação geofísica  
em terra : métodos elétricos / Luiz Antonio Pereira  
de Souza, Otávio Coaracy Brasil Gandolfo. -- 1. ed.  
-- São Paulo : ABGE, 2023.

Vários colaboradores.  
Bibliografia.  
ISBN 978-65-88460-18-4

1. Geofísica 2. Geologia 3. Geotecnia  
4. Infraestrutura 5. Normas técnicas I. Gandolfo,  
Otávio Coaracy Brasil. II. Título.

CDD-628  
-624.151  
-624.15

23-179469

**Índices para catálogo sistemático:**

1. Geofísica aplicada 628
2. Geologia de engenharia 624.151
3. Geotecnia 624.15

Tábata Alves da Silva - Bibliotecária - CRB-8/9253

**Sugestão de referência bibliográfica:**

Souza, L. A. P.; Gandolfo, O. C. B. ABGE NORMA 202/2023 - Investigações geofísica em terra – Métodos elétricos. Vários colaboradores. 1ª Edição. São Paulo: ABGE, 2023.

**ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE GEOLOGIA DE ENGENHARIA E AMBIENTAL – ABGE**  
**Av. Prof. Almeida Prado, 532, Prédio 59. Cidade Universitária, São Paulo, SP CEP 05508-901**  
**www.abge.org.br – abge@abge.org.br**  
**Fones: (11) 3767.4361 (11) 9.8687.6560**

A ABGE e todos os colaboradores, revisores, coordenadores, autores e editor participantes dessa Norma ou de artigos e livros utilizados como referência bibliográfica, não possuem responsabilidade de qualquer natureza por eventuais danos ou perdas pessoais ou de bens originados do uso da presente publicação. Aqueles que usam essa publicação são responsáveis por tomar suas próprias decisões quando aplicarem as informações aqui fornecidas e as cotejarem e harmonizarem com outras. Críticas e contribuições devem ser encaminhadas a Secretaria Executiva da ABGE:  
**abge@abge.org.br**

# SUMÁRIO

APRESENTAÇÃO .....	5
<b>1. INTRODUÇÃO .....</b>	<b>7</b>
1.1 A caracterização geológica/hidrogeológica do meio físico: .....	7
1.2 A identificação de contaminantes e fontes de contaminação:.....	8
1.3 A caracterização de solos/rochas e ensaios em estruturas para fins de engenharia:.....	8
1.4 Aplicações para: .....	8
<b>2. FINALIDADE.....</b>	<b>9</b>
<b>3. EQUIPAMENTOS E PROCEDIMENTOS.....</b>	<b>9</b>
<b>4. ELETRORRESISTIVIDADE – SONDAÇÃO ELÉTRICA VERTIVAL (SEV).....</b>	<b>10</b>
4.1 Breve descrição da técnica.....	10
4.2 Vantagens .....	11
4.3 Limitações.....	11
4.4 Aquisição dos dados.....	11
4.5 Processamento e apresentação dos resultados.....	11
<b>5. ELETRORRESISTIVIDADE – CAMINHAMENTO ELÉTRICO (CE).....</b>	<b>12</b>
5.1 Breve descrição da técnica.....	12
5.2 Vantagens.....	13
5.3 Limitações.....	13
5.4 Aquisição dos dados.....	13
5.5 Processamento e apresentação dos resultados.....	13
<b>6. POTENCIAL ESPONTÂNEO (SP) .....</b>	<b>14</b>
6.1 Breve descrição do método.....	14
6.2 Vantagens .....	15
6.3 Limitações.....	15
6.4 Aquisição dos dados.....	15
6.5 Processamento e apresentação dos resultados.....	15
<b>7. POLARIZAÇÃO INDUZIDA (IP).....</b>	<b>16</b>
7.1 Breve descrição do método.....	16
7.2 Vantagens .....	16

7.3	Limitações.....	16
7.4	Aquisição dos dados.....	17
7.5	Processamento e apresentação dos resultados.....	17
<b>8.</b>	<b>PRINCIPAIS PARTICIPANTES.....</b>	<b>18</b>
<b>9.</b>	<b>REFERÊNCIAS/LEITURAS RECOMENDADAS.....</b>	<b>18</b>
<b>10.</b>	<b>REFERÊNCIAS NORMATIVAS E DIRETIVAS.....</b>	<b>19</b>

## APRESENTAÇÃO

A Norma ABGE 202/2023 apresenta os **métodos elétricos de investigações geofísicas em terra**. Essa Norma deve ser cotejada com a “Norma ABGE 200/2023 – Investigações geofísicas – Métodos e técnicas”, norma essa que fornece informações de âmbito conceitual, dentre elas as que possibilitam a escolha dos métodos mais adequados para aplicação da geofísica em estudos, projetos e obras de engenharia e as de natureza ambiental.

A “Norma ABGE 202/2023 possibilita aprofundar o entendimento dos métodos elétricos utilizados em investigações geofísicas em terra. A publicação aborda três procedimentos: 1)eletrorresistividade (sondagem elétrica vertical e caminhamento elétrico); 2)potencial espontâneo; e 3)polarização induzida.

A Geofísica Aplicada é uma das mais importantes técnicas de investigações geológico-geotécnicas. Quando bem planejada e interpretada, conjuntamente com os demais estudos e investigações como, por exemplo, mapeamentos geológicos, sondagens mecânicas e ensaios de campo e laboratório, sua importância se torna um método de investigação não apenas eficaz, mas imprescindível às boas práticas da engenharia de obras e de natureza ambiental.

A presente norma tem por base o conteúdo do livro “Geofísica aplicada à geologia de engenharia e meio ambiente – Manual de boas práticas” (Souza e Gandolfo, 2021), publicado pela ABGE.

A Norma ABGE possui formato próprio, mas semelhante ao publicado por entidades civis e associações técnicas e profissionais, nacionais ou estrangeiras, como ABNT (Associação Brasileira de Normas Técnicas), ASTM (American Society for Testing and Materials), API (American Petroleum Institute), ISO (international Organization for Standardization), ASCE (American Society of Civil Engineering), CDA (Canadian Dam Association), IAEG (International Association for Engineering Geology and the Environment), dentre outras. Essas entidades publicam Normas (Standards), Diretrizes (Guidelines), Boletins (Bulletins), Regras (Codes) e outros documentos assemelhados, com a finalidade de ajudar empresas e profissionais a trabalharem melhor.

As normas e as publicações técnicas editadas pelas entidades acima citadas, assim como a presente NORMA ABGE, são de aceitação voluntária. A

sua aplicação somente passará a ter caráter vinculante no plano legal/normativo, caso seja reconhecida e de alguma forma chancelada/acolhida pelo poder público (por exemplo, se a adoção de alguma NORMA ABGE for exigida ou referida por algum dispositivo legal); e, no plano privado, caso seja mencionada em um contrato como norma a ser observada pelas partes no cumprimento de suas obrigações (Passini & Alvares Sociedade de Advogados, 2021).

Sugerimos que os usuários das informações dessa publicação a cotejem e a harmonizem com outras sobre o mesmo tema, assim possibilitando maior consistência nos termos de referências e contratos e maior eficácia, segurança e economicidade nos estudos, projetos e obras.

Agradecimentos aos sócios, às empresas patrocinadoras da ABGE e a todos que apoiaram e colaboraram com a presente publicação, em especial aos autores e colaboradores do livro “Geofísica aplicada à geologia de engenharia e meio ambiente – Manual de boas práticas”, publicado pela ABGE em 2021.

**João Jeronimo Monticelli**

Editor

**Fábio Soares Magalhães**

Presidente da ABGE – Gestão 2023-2024

# 1 INTRODUÇÃO

Para aprimorar o conhecimento dos conceitos básicos e dos fundamentos e aplicabilidade dos métodos elétricos em terra, recomenda-se a leitura das várias publicações disponíveis na literatura geofísica, como as mencionadas na NORMA ABGE 200/2023 (itens Referências Bibliográficas, Leituras Recomendadas e Referências Normativas e Diretivas). Recomenda-se, ainda, consultar o Glossário publicado naquela Norma.

Os métodos geofísicos empregados em levantamentos terrestres (sísmica, métodos elétricos, métodos eletromagnéticos e métodos potenciais), seus principais conceitos e aplicabilidade – bem como a importância da utilização de mais de um método geofísico terrestre – foram abordados na NORMA ABGE 200/2023. Tais métodos permitem:

## 1.1 A caracterização geológica/hidrogeológica do meio físico:

- determinação da espessura de material inconsolidado e da profundidade do topo rochoso;
- estratigrafia geológica/geotécnica;
- localização de falhas com grande rejeito;
- localização de zonas fraturadas;
- localização de diques de rochas básicas;
- localização de matacões;
- localização de paleocanais;
- detecção de zonas carstificadas, vazios e cavidades rasas;
- análise de escorregamentos e caracterização de encostas;
- determinação da profundidade do nível d'água;
- determinação da direção do fluxo de água subterrânea e de fluxos preferenciais;
- identificação de zonas com maior percolação de água em maciços;

- identificação do contato entre água doce e salgada em regiões costeiras.

## 1.2 A identificação de contaminantes e fontes de contaminação:

- identificação e mapeamento de plumas de contaminantes inorgânicos;
- identificação e mapeamento de plumas de contaminantes orgânicos;
- delimitação de valas, cavas, trincheiras e aterros;
- identificação de salinidade nos solos.

## 1.3 A caracterização de solos/rochas e ensaios em estruturas para fins de engenharia:

- determinação de módulos elásticos dinâmicos de maciços para engenharia geotécnica e de fundações;
- determinação do grau de escarificabilidade de maciços;
- determinação da resistividade elétrica para projetos de aterramento, proteção catódica e estudos de corrosão;
- inspeção de pavimentos;
- inspeção de estruturas de concreto.

## 1.4 Aplicações para:

- detecção de utilidades enterradas em ambientes urbanos (dutos, galerias, adutoras, cabos);
- localização de objetos enterrados (tanques, tambores);
- identificação de fuga d'água em corpos de barragens e lagoas de rejeitos;
- identificação de alvos rasos para fins arqueológicos e forenses.

Os métodos geofísicos elétricos empregados na investigação em terra, que serão tratados nesta Norma são:

- Eletrorresistividade (sondagem elétrica vertical e caminhamento elétrico);
- Potencial espontâneo;
- Polarização induzida.

Os métodos geofísicos terrestres sísmicos foram abordados na NORMA ABGE 201/2023. Os métodos eletromagnéticos e potenciais (terrestres), bem como os métodos de aplicação em ambiente aquático não constam da presente Norma e serão tratados à parte.

## 2 FINALIDADE

O método elétrico de investigação geofísica terrestre tem por finalidade determinar a variação vertical (profundidade) e lateral da resistividade elétrica abaixo da superfície, o que é conseguido através da sondagem elétrica vertical e do caminhamento elétrico, respectivamente. A interpretação da variação da resistividade é correlacionada às diferentes camadas subsuperficiais e suas espessuras.

Uma das aplicações desta técnica refere-se às medições do potencial elétrico natural (voltagem) para fins de projetos de aterramento.

O método do potencial espontâneo mede as diferenças dessa propriedade elétrica nos terrenos naturais e se constitui no método geofísico que fornece os melhores resultados para determinar a direção e o fluxo da água subterrânea.

Já o método da polarização induzida baseia-se na medida, no domínio do tempo, da cargabilidade, parâmetro físico que pode fornecer melhores resultados que a resistividade na diferenciação de solos não consolidados de maior ou menor presença de argila, sendo, assim, um método complementar.

## 3 EQUIPAMENTOS E PROCEDIMENTOS

O método da **Eletrorresistividade** utiliza-se de equipamento denominado resistivímetro. Trata-se de investigação geofísica bastante utilizada, que

consiste na injeção de uma corrente elétrica ( $I$ ) de intensidade conhecida no terreno, com o emprego de dois eletrodos de emissão e a medida da diferença de potencial ( $\Delta V$ ), resultante da passagem desta corrente, por meio de outros dois eletrodos. Dessa forma, pode ser calculada a resistividade elétrica ( $\rho$ ), que é o produto da resistência elétrica ( $\Delta V/I$ ) por um fator geométrico ( $K$ ), que depende unicamente do espaçamento entre os quatro eletrodos. No Brasil, os modelos de resistivímetros mais comuns empregados pelas empresas, universidades e institutos de pesquisas, são da ABEM, da Advanced Geosciences Inc (AGI), da Iris Instruments ou da Scintrex.

Os quatro eletrodos podem assumir várias disposições geométricas sobre a superfície do terreno que recebem o nome de “arranjos”. Muitos destes arranjos comumente utilizados nos levantamentos de campo possuem nomes específicos (*Schlumberger*, *Wenner*, dipolo-dipolo, polo-dipolo, polo-polo, gradiente), apresentando vantagens e desvantagens uns em relação aos outros. A escolha do arranjo mais apropriado ao objetivo de um levantamento é de responsabilidade do geofísico encarregado do projeto, que também deverá justificar a sua escolha. Vale lembrar que a profundidade de investigação na Eletroresistividade está relacionada, de maneira geral, ao tamanho do arranjo e ao espaçamento entre eletrodos. As medidas efetuadas com o método da Eletroresistividade são menos suscetíveis a interferências e ruídos, se comparadas às obtidas com os métodos Eletromagnéticos.

Os equipamentos e procedimentos do **Potencial Espontâneo** e da **Polarização Induzida** estão descritos simplificadaamente nos itens...

## 4 ELETORRESISTIVIDADE – SONDAGEM ELÉTRICA VERTICAL (SEV)

### 4.1 Breve descrição da técnica

A técnica da Sondagem Elétrica Vertical (SEV) tem por objetivo determinar a variação vertical da resistividade elétrica com a profundidade, abaixo de um ponto de interesse na superfície do terreno (**Figura 1**). Uma das aplicações desta técnica refere-se às medições de resistividade elétrica do terreno para fins

de projetos de aterramento, de acordo com a ABNT NBR 7117-1 – Medição da resistividade e determinação da estratificação do solo (2020).

## 4.2 Vantagens

Destaca-se, nesta técnica geofísica, a rapidez do processo de aquisição dos dados em campo e a simplicidade no processamento.

## 4.3 Limitações

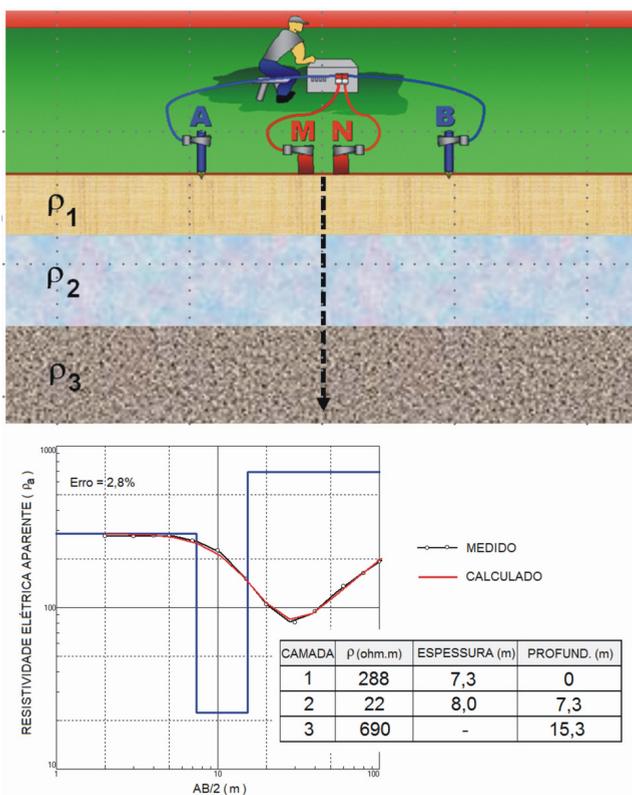
Para a execução de uma SEV é necessário que haja espaço suficiente na área investigada para a abertura do arranjo de campo. Os eletrodos devem ser cravados no terreno para estabelecer um contato galvânico com o solo, o que pode dificultar o levantamento em locais com presença de piso e pavimentos. Os métodos de interpretação pressupõem uma condição de camadas planas e horizontais, com valor constante de resistividade elétrica ( $\rho$ ), não fornecendo resultados satisfatórios em ambientes que não se aproximem desta condição.

## 4.4 Aquisição dos dados

Na SEV, em geral, é utilizado o arranjo *Schlumberger* ou, com menor frequência, o arranjo *Wenner*, que são aqueles que fornecem melhor resolução vertical. Os eletrodos são movimentados simetricamente, em rumos opostos, a partir de um ponto central do arranjo.

## 4.5 Processamento e apresentação dos resultados

O resultado de uma SEV consiste em uma curva contendo os valores medidos da resistividade elétrica aparente ( $\rho_a$ ) em função da distância entre eletrodos de corrente (A e B). A interpretação desta curva, representada em um gráfico bilogarítmico (log-log), permite a obtenção de um modelo 1D de camadas geoeletricas, gerado por processo de inversão de dados, cada qual com valores definidos de espessura das camadas e das resistividades elétricas correspondentes. Esse modelo, normalmente composto de três a seis camadas geoeletricas, deverá ser correlacionado com um perfil geológico-geotécnico representativo da área.



**Figura 1** – Disposição dos eletrodos na aquisição de dados de uma SEV (acima); resultado do ensaio, mostrando a curva de resistividade elétrica aparente e o modelo obtido por inversão de dados (abaixo).

Fonte: elaborada pelos autores.

## 5 ELETRORRESISTIVIDADE – CAMINHAMENTO ELÉTRICO (CE)

### 5.1 Breve descrição da técnica

O Caminhamento Elétrico é utilizado para o estudo das variações laterais da resistividade elétrica a uma ou a várias profundidades (**Figura 2**). É realizado ao longo de uma linha onde os eletrodos são dispostos no terreno. São vários os arranjos que podem ser utilizados na técnica do Caminhamento Elétrico, sendo os mais comuns o dipolo-dipolo, *Wenner*, *Wenner-Schlumberger*, gradiente e polo-dipolo.

## 5.2 Vantagens

Esses ensaios são menos sensíveis a ruídos do que os métodos Eletromagnéticos (FDEM e TDEM). Fornecem bons resultados em quase todos os tipos de ambientes geológicos, devido à ampla faixa de variação do parâmetro resistividade elétrica nos solos e nas rochas.

## 5.3 Limitações

O Caminhamento Elétrico necessita de amplo espaço para a abertura dos arranjos de campo. Os eletrodos devem ser cravados no terreno para estabelecer um contato galvânico com o solo, o que pode dificultar o levantamento em locais com presença de pisos ou pavimentos.

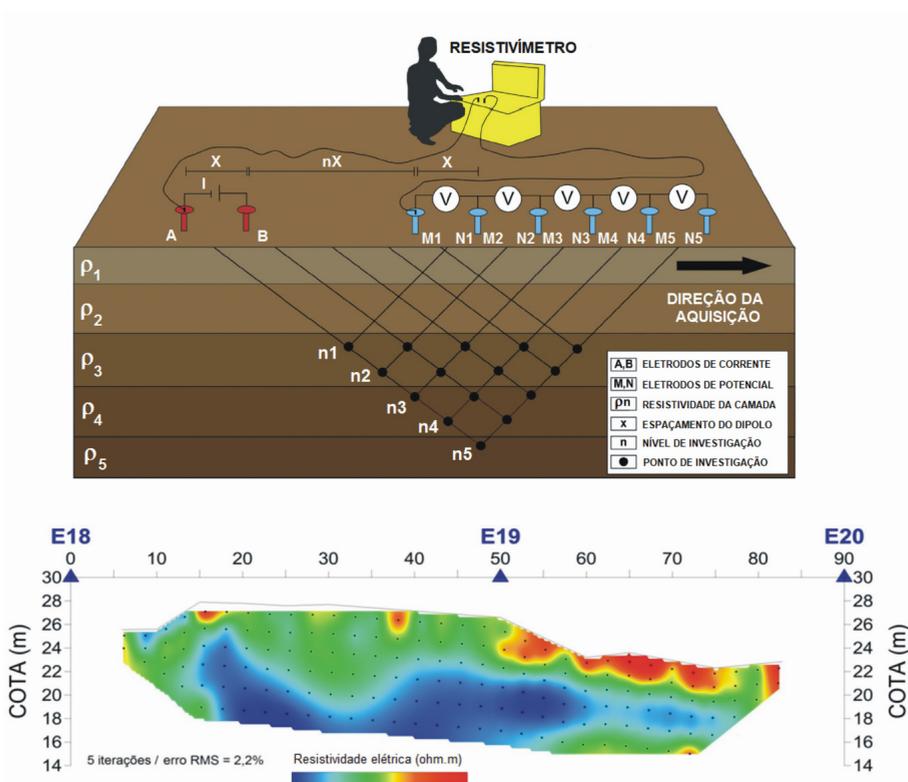
## 5.4 Aquisição dos dados

As investigações normalmente ocorrem ao longo de perfis lineares. Os dados podem ser adquiridos de forma manual, que implica em aquisição de campo mais demorada, ou semiautomática, que é uma aquisição de dados mais rápida, pois se utiliza de sistemas denominados de multieletrodos. A profundidade de investigação está relacionada ao espaçamento entre eletrodos, à extensão da linha do levantamento e ao tipo de arranjo utilizado.

## 5.5 Processamento e apresentação dos resultados

O resultado de um Caminhamento Elétrico consiste em uma seção modelada 2D, com a distribuição das resistividades elétricas em subsuperfície, obtida por processos de inversão dos dados. A seção modelada apresenta um erro quadrático médio, que se trata da diferença numérica entre a resistividade aparente teórica obtida do modelo e o dado de campo, que deve ser informado junto à seção modelada, funcionando, *a priori*, como um controle de qualidade do processamento dos dados. No caso de terem sido realizados vários perfis no levantamento, relativamente próximos entre si, o resultado pode também ser apresentado sob a forma de mapas representativos das diversas profundidades alcançadas pela investigação ou em blocos diagrama 3D.

Informações mais detalhadas sobre o método da Eletrorresistividade podem ser obtidas em ASTM-D6431 (Standard Guide for Using the Direct Current Resistivity Method for Subsurface Investigation, 2005).



**Figura 2** – Disposição dos eletrodos na aquisição de dados do Caminhamento Elétrico/Imageamento, utilizando o arranjo dipolo-dipolo (acima); resultado obtido sob a forma de seção modelada 2D de resistividade elétrica (abaixo).

Fonte: elaborada pelos autores.

## 6 POTENCIAL ESPONTÂNEO (SP)

### 6.1 Breve descrição do método

O Potencial Espontâneo (SP, em inglês: *Self Potential*) é um método que mede a diferença de potencial elétrico natural do terreno (voltagem, em unidades de mV), gerado por processos eletroquímicos e eletrocinéticos.

## 6.2 Vantagens

O levantamento de campo com o método SP é rápido e fácil de ser executado, porque utiliza uma instrumentação bastante simples. É o método geofísico que fornece os melhores resultados para determinar a direção e o sentido de fluxo da água subterrânea.

## 6.3 Limitações

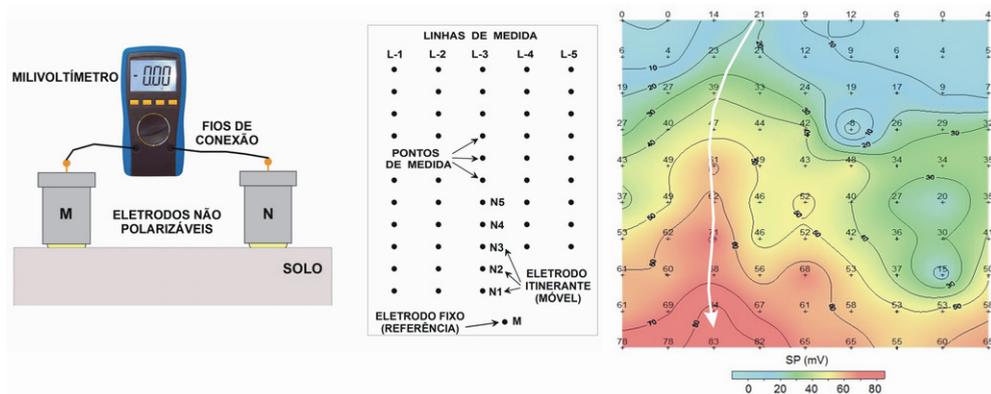
O método SP geralmente fornece informações apenas qualitativas, com base na análise dos mapas de contornos, gerados a partir dos dados coletados. Não é possível, por esta análise, obter informações quantitativas relacionadas às profundidades da investigação.

## 6.4 Aquisição dos dados

O potencial elétrico é medido com um par de eletrodos introduzidos no solo e um milivoltímetro (**Figura 3**). A aquisição dos dados em campo é usualmente feita com um eletrodo fixo como referência (base) e um segundo eletrodo (itinerante) deslocando-se por toda a malha ou pelos perfis do levantamento. Esta técnica de aquisição, denominada de “técnica dos potenciais” ou “base fixa”, é a mais recomendada para a aquisição de dados. A medida do potencial elétrico é atribuída ao ponto onde se encontra o eletrodo itinerante. A resolução lateral deste método é função do espaçamento entre os pontos de medida. Para as medidas do potencial elétrico, devem ser utilizados eletrodos “não polarizáveis”, também conhecidos como “eletrodos porosos”. Nunca devem ser utilizados eletrodos metálicos.

## 6.5 Processamento e apresentação dos resultados

Os resultados de levantamentos SP não exigem um intenso processamento e são apresentados sob a forma de perfis ou mapas de contornos, elaborados a partir dos potenciais elétricos medidos. A interpretação de um mapa é geralmente realizada de modo qualitativo, sendo possível definir os sentidos de fluxo da água subterrânea, assim como a direção de fluxos preferenciais.



**Figura 3** – Instrumentação básica utilizada no método do Potencial Espontâneo, constituída por multímetro, cabos e eletrodos não polarizáveis (esquerda); disposição dos eletrodos na aquisição de dados, com a técnica dos potenciais ou base fixa (centro); resultados fornecidos mostrando o mapa de contorno, com uma interpretação qualitativa do sentido e direção do fluxo d'água subterrâneo (direita).

Fonte: elaborada pelos autores

## 7 POLARIZAÇÃO INDUZIDA (IP)

### 7.1 Breve descrição do método

O método da Polarização Induzida (IP) baseia-se no efeito de que alguns materiais podem se polarizar (concentrar cargas elétricas de sinais opostos), quando uma corrente elétrica é introduzida no terreno. As medidas de IP podem ser realizadas no domínio do tempo ou no domínio da frequência. O parâmetro físico comumente medido, no domínio do tempo, é a cargabilidade.

### 7.2 Vantagens

Em algumas situações, particularmente na diferenciação de solos não consolidados, argilosos e não argilosos, o método IP pode fornecer resultados melhores do que o método da Eletrorresistividade.

### 7.3 Limitações

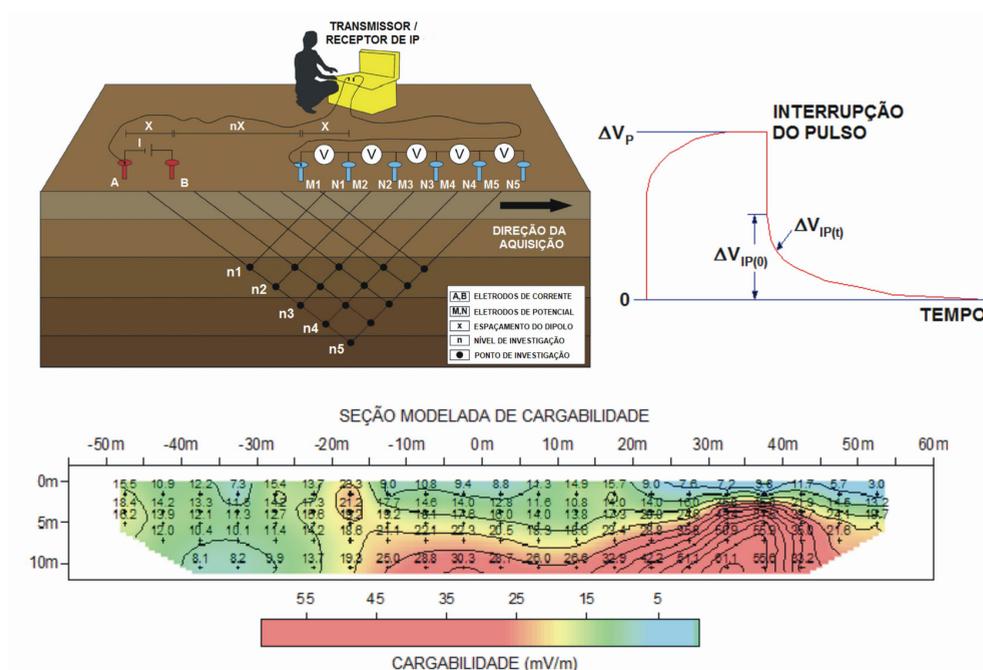
Levantamentos de IP são mais caros e demorados do que os levantamentos de Eletrorresistividade e mais suscetíveis aos ruídos ambientais.

## 7.4 Aquisição dos dados

Um levantamento de IP é realizado de modo semelhante a um levantamento de Eletrorresistividade (equipamentos e arranjos de campo similares). O instrumento de medida é capaz de realizar leituras de cargabilidade juntamente com medidas de resistividade elétrica. Para a leitura de potenciais ( $\Delta V$ ), devem ser utilizados preferencialmente eletrodos não polarizáveis, ao invés de eletrodos metálicos.

## 7.5 Processamento e apresentação dos resultados

O processamento dos dados de Polarização Induzida é similar aos procedimentos adotados pelo método da Eletrorresistividade. Como produto final é apresentada uma seção 2D de cargabilidade x profundidade, obtida por processos de inversão dos dados (Figura 4).



**Figura 4** – Disposição dos eletrodos na aquisição de dados do método da Polarização Induzida (acima); apresentação do resultado sob a forma de uma seção modelada 2D de cargabilidade (abaixo).

Fonte: elaborada pelos autores.

## 8 PRINCIPAIS PARTICIPANTES

**Editor:** João Jeronimo Monticelli

**Autores:** Luiz Antonio Pereira de Souza e Otávio Coaracy Brasil Gandolfo

**Colaboradores:** Adalberto Aurélio Azevedo (Consultor), Adriano Marchioretto (Alta Resolução), Aluizio Oliveira Júnior (Delfos Marítima), Anita Gomes Oliveira (UFBa), Antonio Celso de Oliveira Braga (Consultor), Arthur Ayres Neto (UFF), Augustinho Rigoti (Gideon), César Alexandre Félix (Tessec Serviços Marítimos), Debora Silveira Carvalho, (Geofísica Consultoria), Deborah Durgin e Carol A. Morrissey (Klein Marine Systems), Eduardo Rodrigues e Hasan Aktarakçi (AGI), Fábio Novais e Kayque Bergamaschi (Rural Tech), Garry Kozak (Edgetech), Geraldo Cunha (Microars), Gerrit Olivier e Tjaart de Wit (IMS), John Gann e Ashley Chan (Chesapeake), José Domingos Faraco Gallas (IGc-USP), Juliano Vitorino e Fábio Miranda (Neogeo), Kim Olá e Tom Olá (Meridata), Kinoshita Yasumasa (Serviço Geológico do Japão – GSJ) – *in memoriam*, Leonardo Santana, Eduardo Yassuda, Camila Rodrigues e Lorena Andrade Oliveira (Tetra Tech), Lisa Brisson e Damon Wolfe (Echo81), Luis Américo Conti (USP Leste), Marco Ianniruberto (UNB), Marcos Saito de Paula (JS Geologia Aplicada), Mariucha da Silva (Consultora), Mascimiliano de los Santos Maly (IO-USP), Michel Michaelovitch de Mahiques (IO-USP), Mike Brissette (R2Sonic), Moysés Gonzales Tessler (Consultor), Nabil Alameddine (Ministério Público do Estado de São Paulo), Oleg Bokhonok (UNISANTOS), Régis Gonçalves Blanco (*in memoriam*), Carlos Alberto Birelli, Vicente Luiz Galli e Leonides Guireli Netto (IPT), Renato Luiz Prado (IAG-USP), Roberto Bianco (INPH), Rodolfo Jasão Soares Dias (Subgeo), Sérgio Augusto Palazzo (SAP Service Engenheiros Consultores) e Sérgio Correia (Belov).

## 9 REFERÊNCIAS/LEITURAS RECOMENDADAS

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. ABNT NBR 7117-1. Medição da resistividade e determinação da estratificação do solo. Rio de Janeiro, 2020.64 p.

AMERICAN SOCIETY FOR TESTING AND MATERIALS. **ASTM-D6431: Standard Guide for Using the Direct Current Resistivity Method for Subsurface Investigation.** West Conshohocken, 2005. 14 p.

PASSINI & ALVARES – SOCIEDADE DE ADVOGADOS. **Parecer** – Natureza das “Normas” a serem emitidas pela ABGE. Relatório de consultoria jurídica à ABGE. São Paulo: ABGE, 13 p. Disponível em [www.abge.org.br](http://www.abge.org.br)

SOUZA, L. A. P.; GANDOLFO, O.G. B. **Geofísica aplicada à geologia de engenharia e ambiental.** 1ª Ed. São Paulo: ABGE, 2021.

SOUZA, L. A. P.; GANDOLFO, O.G.B. Geofísica aplicada. *In*: Oliveira, A.M.S.; Monticelli, J.J.(Editores.): **Geologia de engenharia e ambiental, Volume 2 – Métodos e Técnicas, Cap. 15.** São Paulo: ABGE, 2018.

## 10 REFERÊNCIAS NORMATIVAS E DIRETIVAS

Cabe ao usuário da presente publicação cotejar a mesma com outras normas (diretrizes, guias, manuais, boletins técnicos, instruções e artigos técnicos, em geral), nacionais e estrangeiras, visando harmonização e melhor aplicação prática nos projetos. No presente caso, recomenda-se considerar, dentre outras, as seguintes publicações:

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **ABNT NBR 7117-1. Medição da resistividade e determinação da estratificação do solo.** Rio de Janeiro, 2020.64 p.

AMERICAN SOCIETY FOR TESTING AND MATERIALS. **ASTM-D6431: Standard Guide for Using the Direct Current Resistivity Method for Subsurface Investigation.** West Conshohocken, 2005. 14 p.

NORMA ABGE 100/2023. **Investigações geológico-geotécnicas para obras de infraestrutura – Métodos e técnicas.** São Paulo: ABGE, 2023.

SOUZA, L. A. P.; GANDOLFO, O.C.B. **ABGE NORMA 200/2023. Geofísica aplicada – Métodos e técnicas.** Vários colaboradores. 1ª Edição. São Paulo: ABGE, 2023.