

Geofísica aplicada à geologia de engenharia e meio ambiente em terra e em água

Otávio Coaracy Brasil Gandoldo

Palestra on-line apresentada na CICLO DE SEMINÁRIOS DO PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM GEOFÍSICA DO OBSERVATÓRIO NACIONAL, 2021, São Paulo. 22slides

A série "Comunicação Técnica" compreende trabalhos elaborados por técnicos do IPT, apresentados em eventos, publicados em revistas especializadas ou quando seu conteúdo apresentar relevância pública.

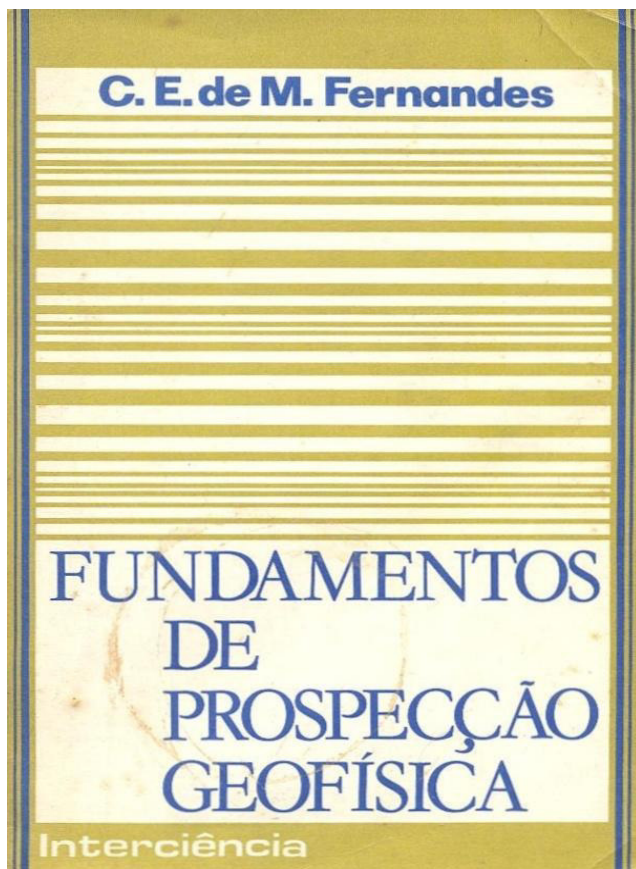


GEOFÍSICA APLICADA À GEOLOGIA DE ENGENHARIA E MEIO AMBIENTE EM TERRA E EM ÁGUA

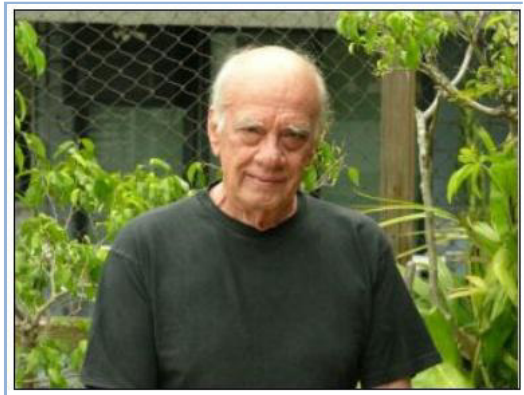
Otávio Coaracy Brasil Gandolfo
gandolfo@ipt.br



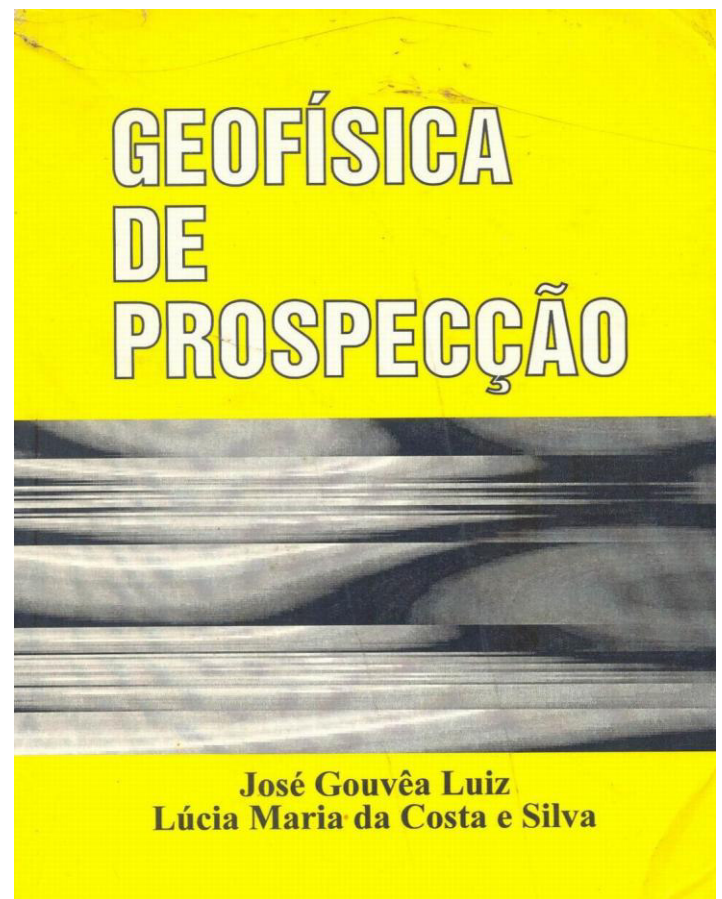
CIDADES, INFRAESTRUTURA E MEIO AMBIENTE
Seção de Investigações, Riscos e Gerenciamento Ambiental



1984

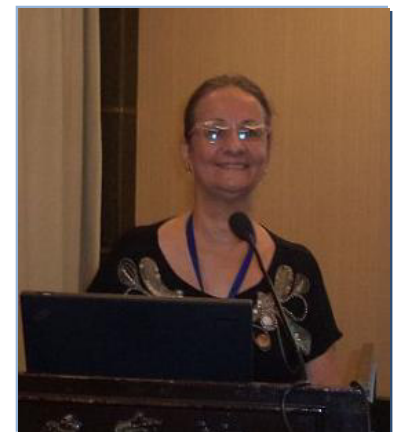


Prof. Carlos Eduardo Fernandes
(UFRJ)

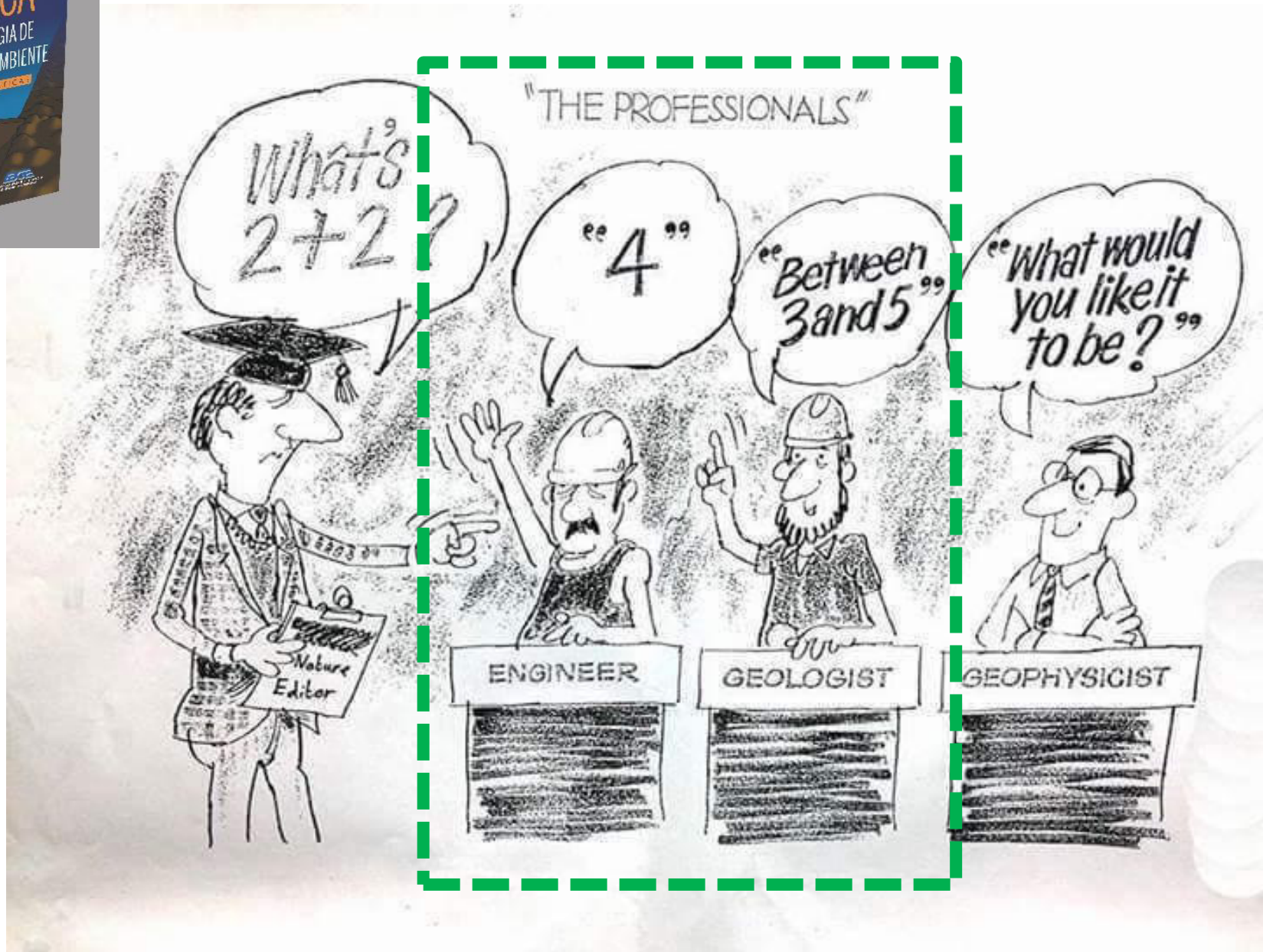


José Gouvêa Luiz

**1995
UFPR**



Lúcia Maria da Costa e Silva



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

b) 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

c) 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

d) Outras aplicações:

- 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

INVESTIGAÇÃO GEOFÍSICA EM TERRA

1.1 Métodos sísmicos	36
A) Sísmica de Refração (REFRA)	37
B) Sísmica de Reflexão (REFLEX).....	40
C) Métodos que empregam ondas de superfície (SW)	42
D) Ensaio em furos de sondagem (CH, DH e TOMO).....	45
E) Microsísmica	51
1.2 Métodos elétricos.....	54
A) Eletrorresistividade	54
B) Potencial Espontâneo (SP)	59
C) Polarização Induzida (IP).....	60
1.3 Métodos eletromagnéticos	62
A) Radar de Penetração no Solo (GPR).....	62
B) EM no domínio da frequência (FDEM)	64
C) EM no domínio do tempo (TDEM).....	64
1.4 Métodos potenciais.....	67
A) Magnetometria (MAG)	67
B) Microgravimetria (GRAV)	69
1.5 Perfilagem de poços (PERF).....	71

Standard Guide for Selecting Surface Geophysical Methods¹



ELSEVIER

Available online at www.sciencedirect.com

SCIENCE @ DIRECT®

International Journal of Rock Mechanics & Mining Sciences 41 (2004) 885–914

International Journal of
Rock Mechanics
and Mining Sciences

www.elsevier.com/locate/ijmms

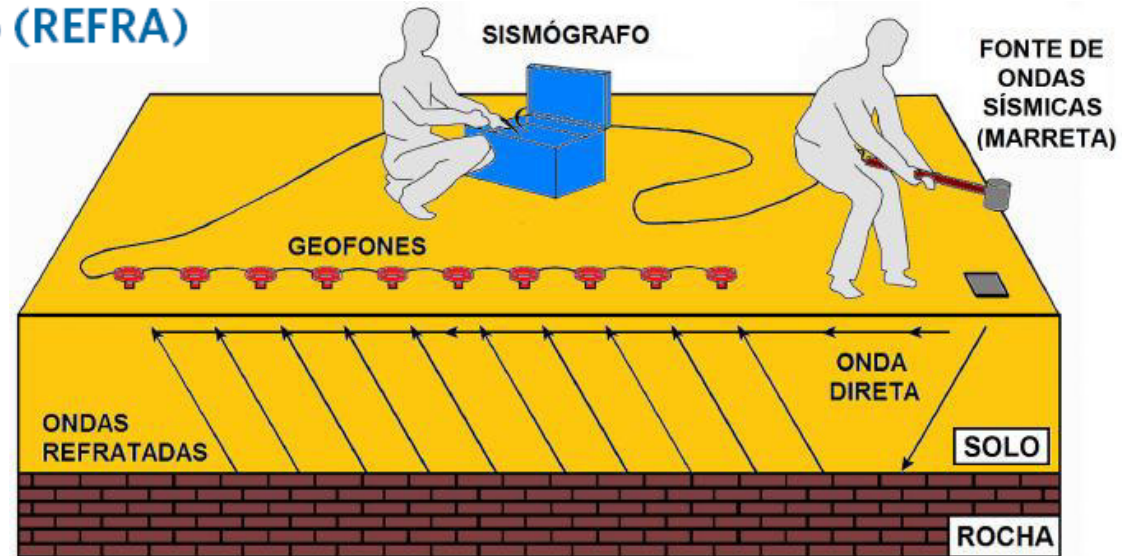
INTERNATIONAL SOCIETY FOR ROCK MECHANICS
COMMISSION ON APPLICATION OF GEOPHYSICS TO
ROCK ENGINEERING

SUGGESTED METHODS FOR
LAND GEOPHYSICS IN ROCK ENGINEERING

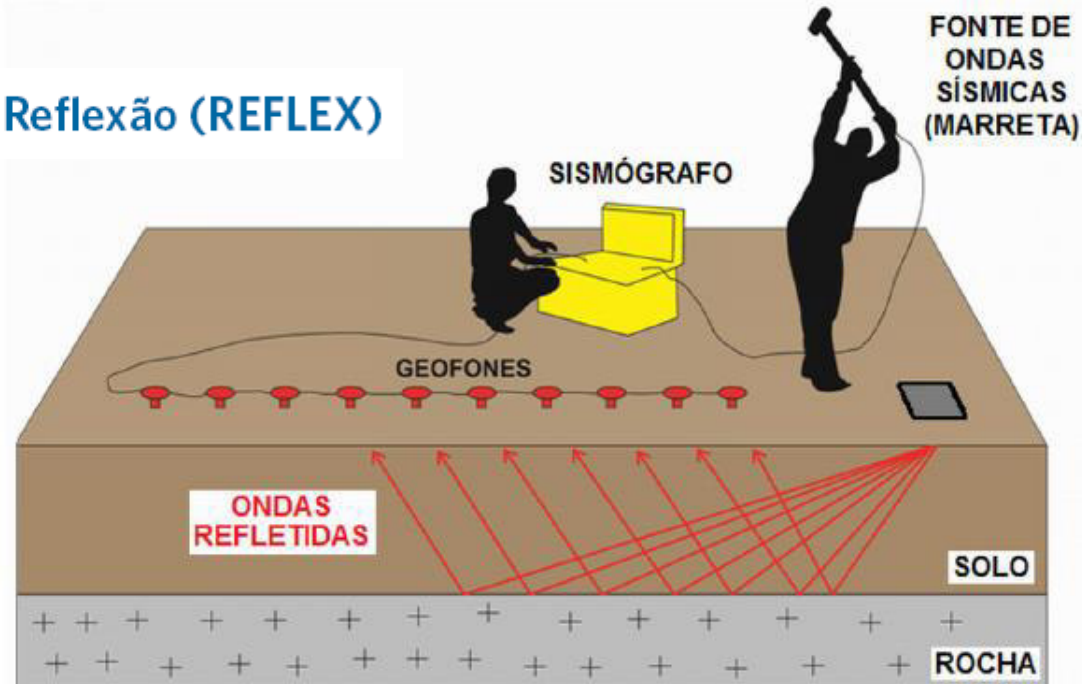
- ✓ Breve descrição da técnica
- ✓ Vantagens
- ✓ Limitações
- ✓ Aquisição dos dados
- ✓ Processamento e apresentação dos resultados

1.1 MÉTODOS SÍSMICOS

A) Sísmica de Refração (REFRA)

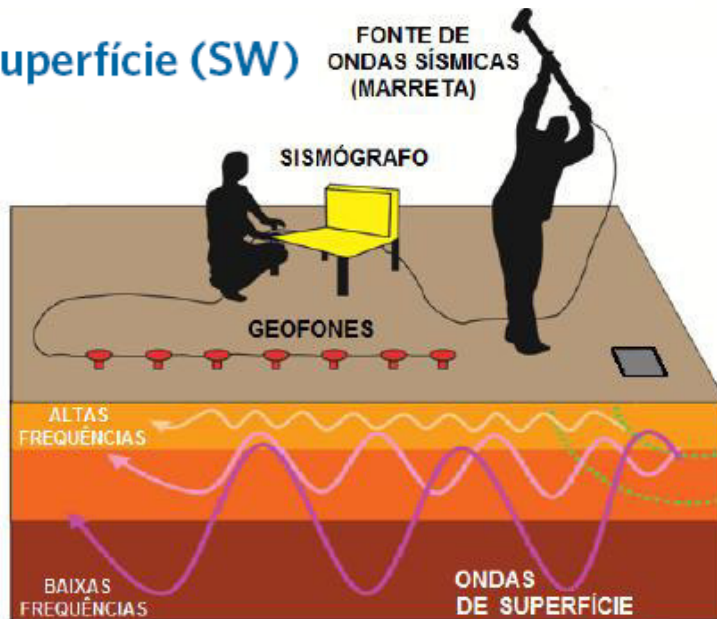


B) Sísmica de Reflexão (REFLEX)

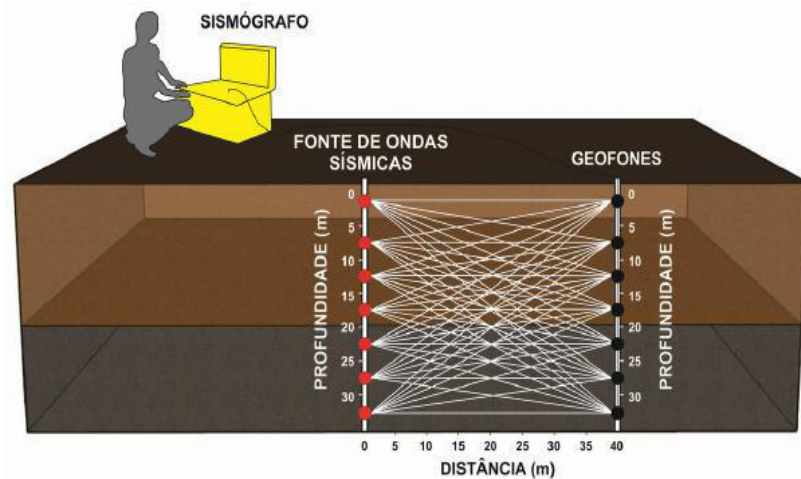
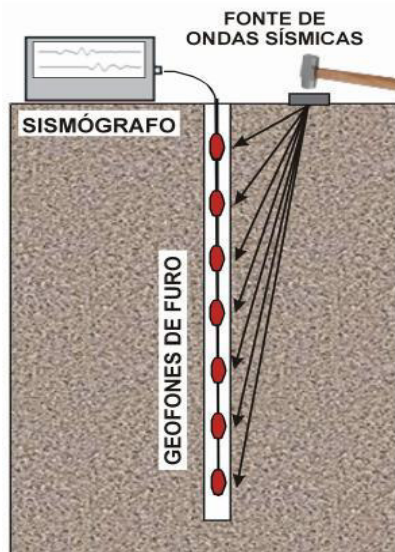
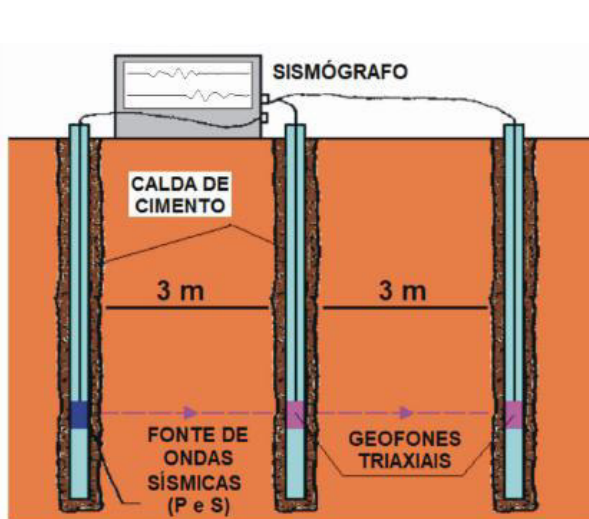


1.1 MÉTODOS SÍSMICOS

C) Métodos que empregam ondas de superfície (SW)

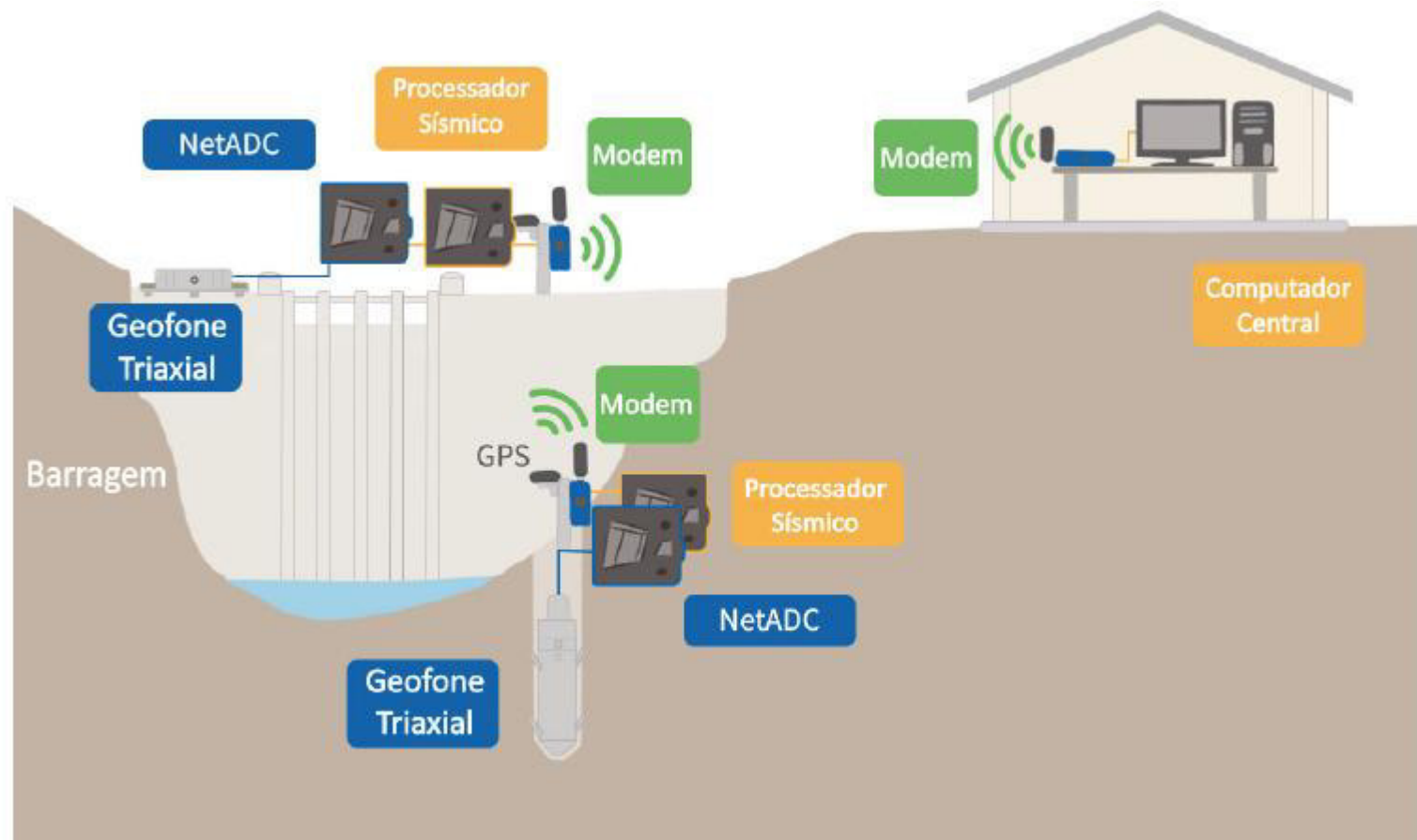


D) Ensaio em furos de sondagem (CH, DH e TOMO)



1.1 MÉTODOS SÍSMICOS

E) Microssísmica

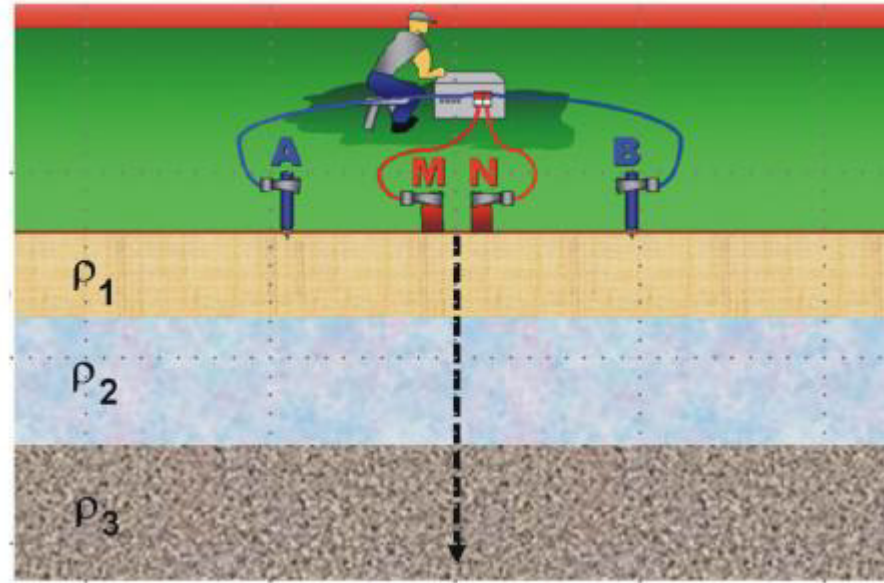


Fonte: cortesia da Tetra Tech.

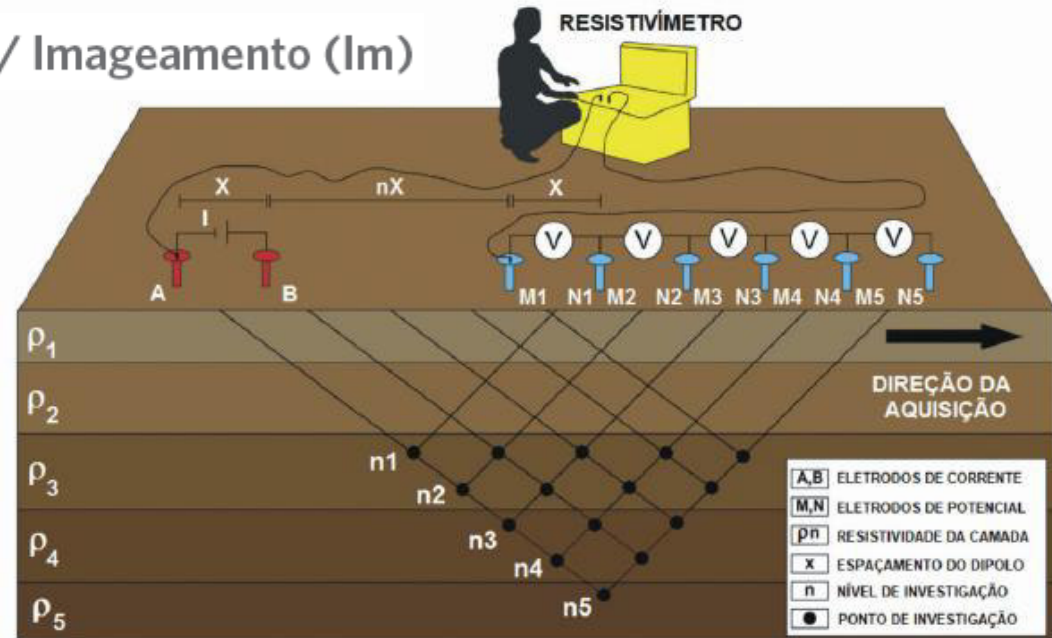
1.2 MÉTODOS ELÉTRICOS

A) Eletrorresistividade

► SEV

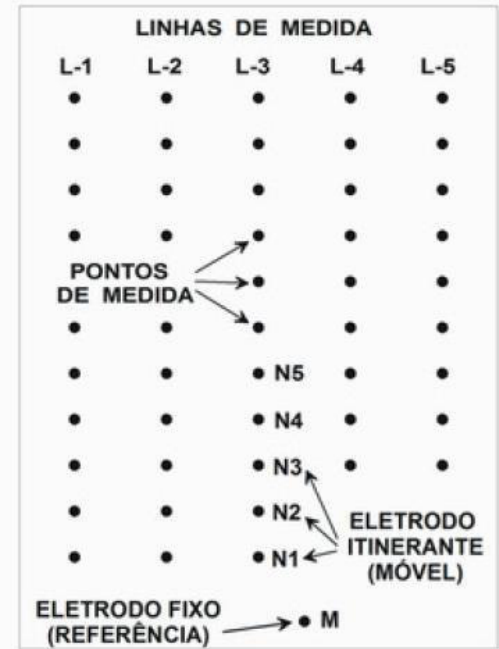


► Caminhamento Elétrico (CE) / Imageamento (Im)

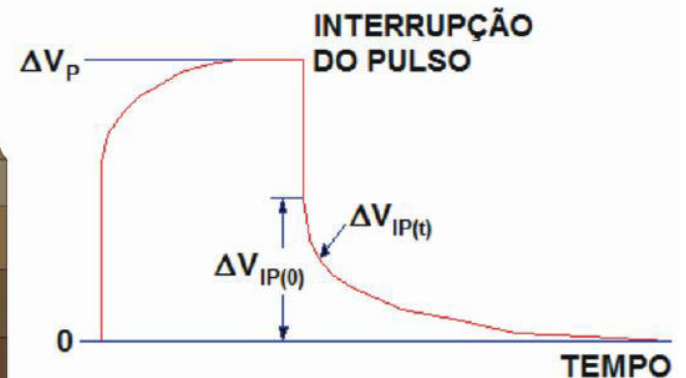
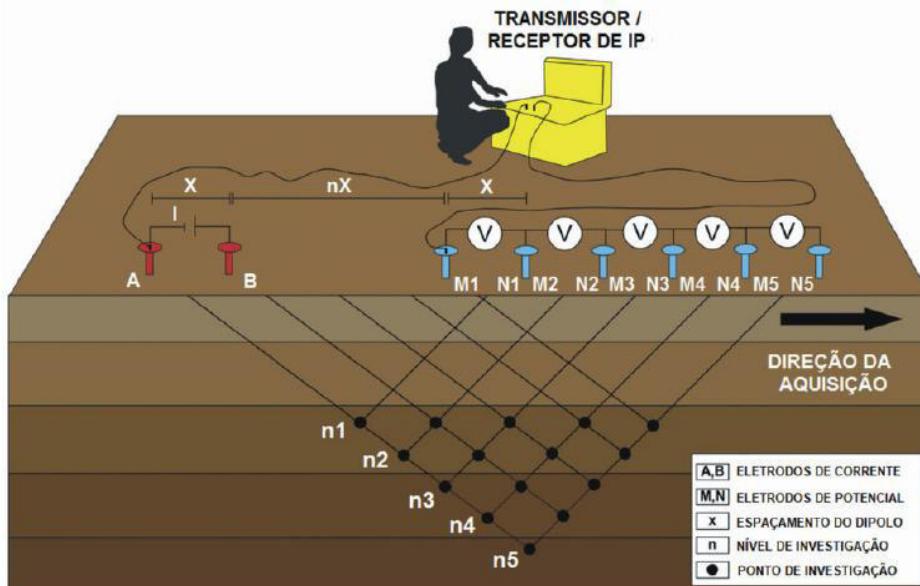


1.2 MÉTODOS ELÉTRICOS

B) Potencial Espontâneo (SP)

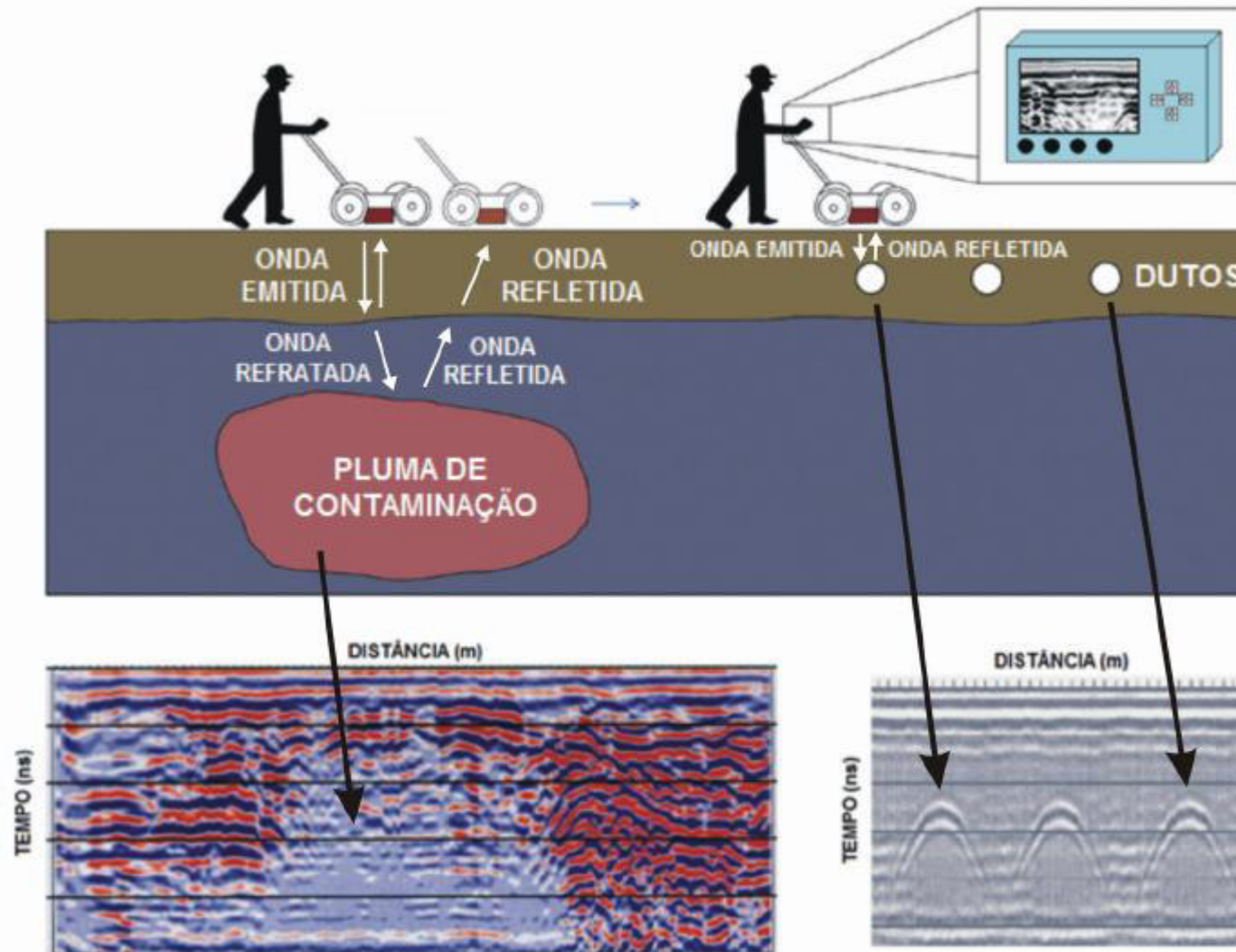


C) Polarização Induzida (IP)



1.3 MÉTODOS ELETROMAGNÉTICOS

A) Radar de Penetração no Solo (GPR)

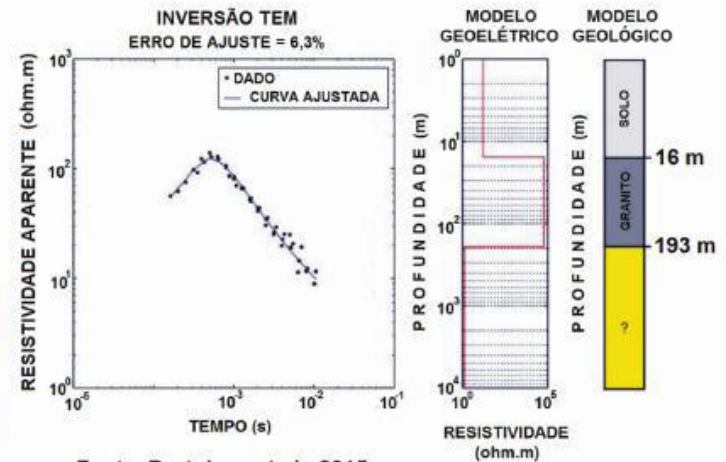
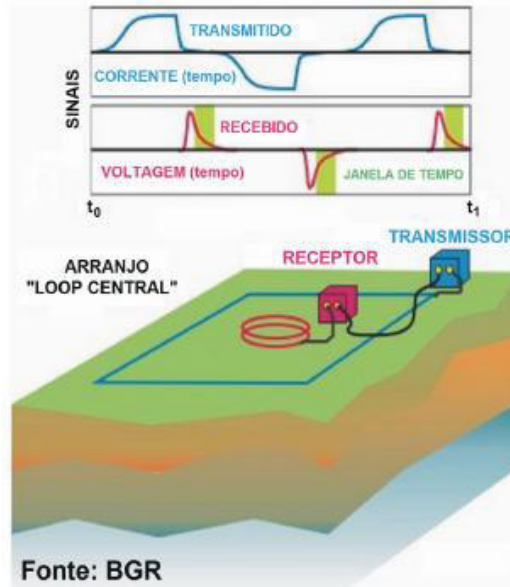


1.3 MÉTODOS ELETROMAGNÉTICOS

B) EM no domínio da frequência (FDEM)



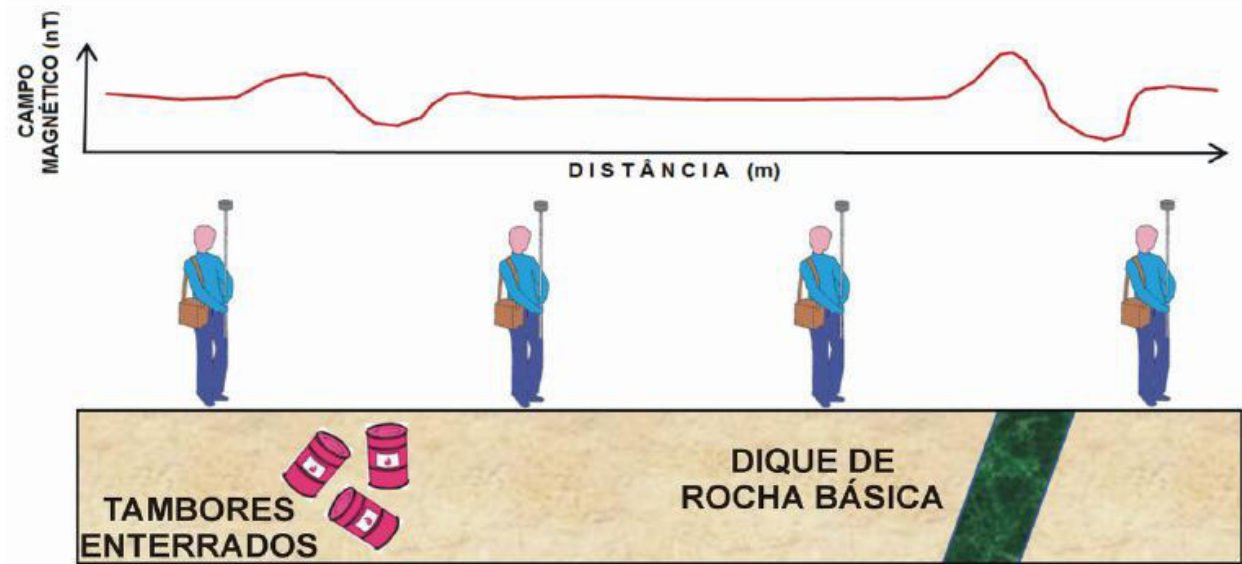
C) EM no domínio do tempo (TDEM)



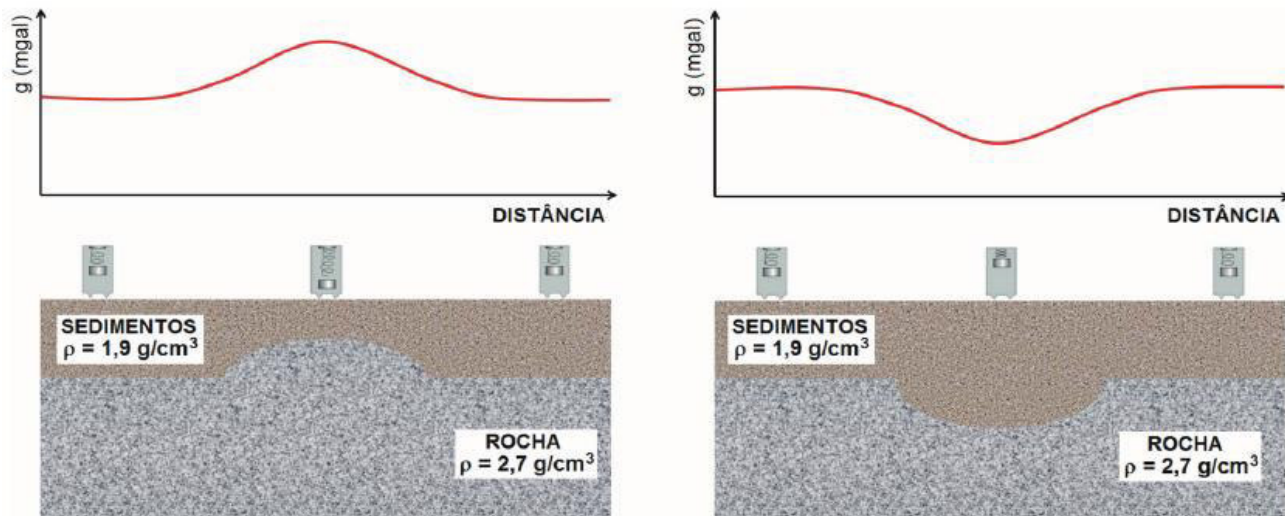
Fonte: Bortolozo et al., 2015

1.4 MÉTODOS POTENCIAIS

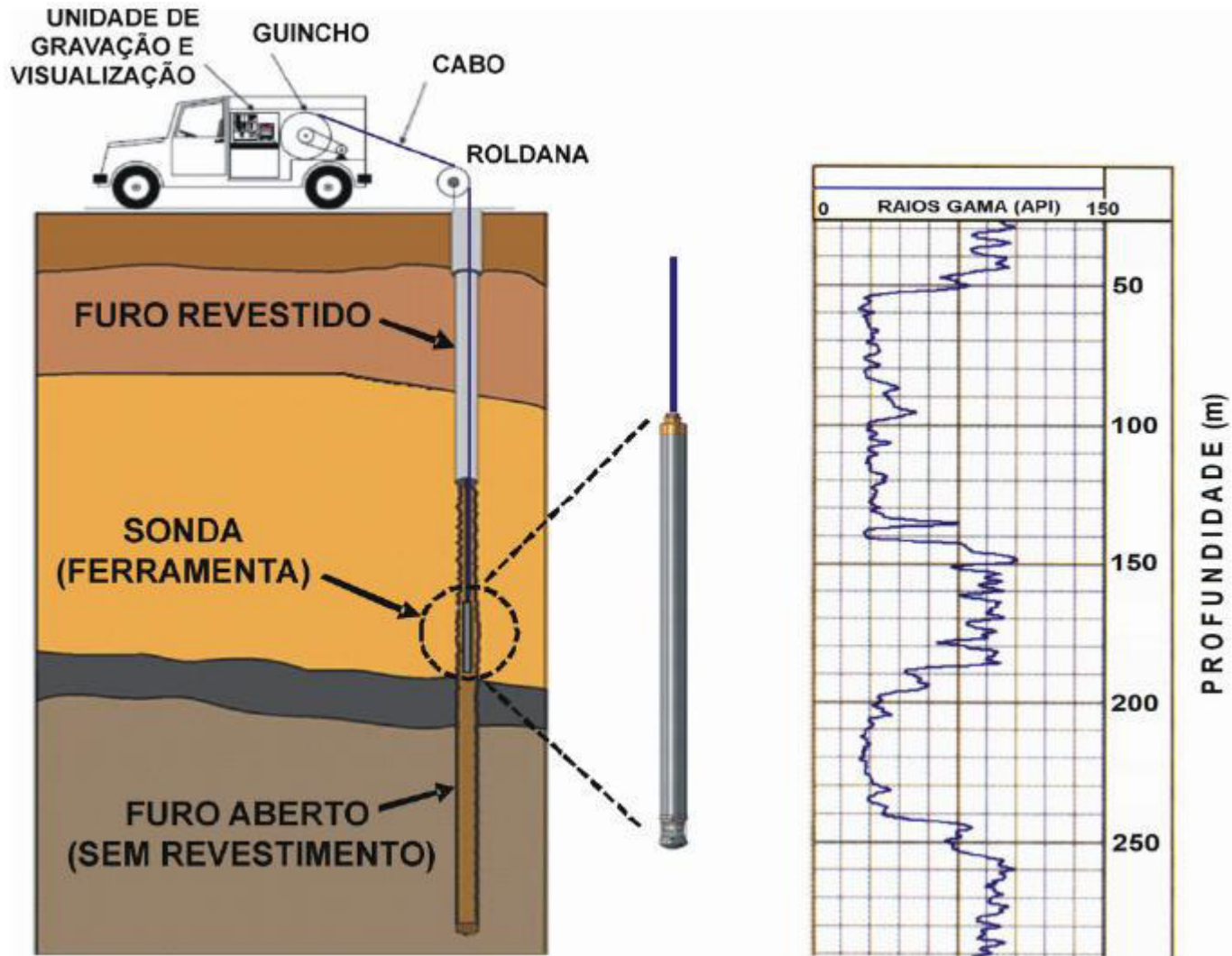
A) Magnetometria (MAG)



B) Microgravimetria (GRAV)



1.5 PERFILAGEM DE POÇOS (PERF)



a) Caracterização geológica/hidrogeológica do meio físico

Quadro 1 – Métodos geofísicos utilizados na investigação em terra e suas principais aplicações.

APLICAÇÕES	MÉTODOS SÍSMICOS						MÉTODOS ELÉTRICOS				MÉTODOS ELETROMAGNÉTICOS			MÉTODOS POTENCIAIS		PERFILAGEM
	REFRA	REFLEX	SW	CH	DH	TOMO	CE/Im	SEV	SP	IP	GPR	FDEM	TDEM	MAG	GRAV	PERF
Caracterização geológica/hidrogeológica do meio físico																
Determinação da espessura de material inconsolidado e da profundidade do topo rochoso	A	B	A			A	A	A			B		B		B	A
Estratigrafia geológica/geotécnica	A	A	A			A	A	A			A	B	A			A
Localização de falhas com grande rejeito	B	A					A						B	B	B	
Localização de zonas fraturadas							A				A	A	B			A
Localização de diques de rochas básicas							B							A		
Localização de matacões	B						A				B					
Localização de paleocanais	A	B	A				B				A					
Deteção de zonas carstificadas, vazios e cavidades rasas	B		A			A	A				A	B			A	
Análise de escorregamentos e caracterização de encostas	A	B	A				A		B		B					
Determinação da profundidade do nível d'água	B						A	A			A	B				
Determinação da direção do fluxo de água subterrânea e de fluxos preferenciais							B		A							
Identificação de zonas com maior percolação de água em maciços							A		B		B	B				
Identificação do contato entre água doce e salgada em regiões costeiras							A	A		B	A	A	A			

A primeira escolha (método preferencial);

B segunda escolha (método alternativo);

o método não é recomendado ou é aplicável em situações muito particulares e, neste caso, a possibilidade de sua utilização deve ser discutida com o geofísico executor do trabalho.

b) Contaminantes e fontes de contaminação

APLICAÇÕES	MÉTODOS SÍSMICOS						MÉTODOS ELÉTRICOS				MÉTODOS ELETROMAGNÉTICOS			MÉTODOS POTENCIAIS		PERFILAGEM
	REFRA	REFLEX	SW	CH	DH	TOMO	CE/Im	SEV	SP	IP	GPR	FDEM	TDEM	MAG	GRAV	PERF
Contaminantes e fontes de contaminação																
Identificação e mapeamento de plumas de contaminantes inorgânicos							A			B	A	A	B			
Identificação e mapeamento de plumas de contaminantes orgânicos							B			B	A	B				
Delimitação de valas, cavas, trincheiras e aterros							A			B	A	B				
Identificação de salinidade nos solos							B			B	B	A	B			

A primeira escolha (método preferencial);

B segunda escolha (método alternativo);

o método não é recomendado ou é aplicável em situações muito particulares e, neste caso, a possibilidade de sua utilização deve ser discutida com o geofísico executor do trabalho.

c) Caracterização de solos/rochas e ensaios em estruturas para fins de engenharia

APLICAÇÕES	MÉTODOS SÍSMICOS						MÉTODOS ELÉTRICOS				MÉTODOS ELETROMAGNÉTICOS			MÉTODOS POTENCIAIS		PERFILAGEM
	REFRA	REFLEX	SW	CH	DH	TOMO	CE/Im	SEV	SP	IP	GPR	FDEM	TDEM	MAG	GRAV	PERF
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	B		B	A	A	B										B
Determinação do grau de escarificabilidade de maciços	A			B	B	B										
Determinação da resistividade elétrica para projetos de aterramento, proteção catódica e estudos de corrosão							A	A								
Inspeção de pavimentos			B								A					
Inspeção de estruturas de concreto											A					

A primeira escolha (método preferencial);

B segunda escolha (método alternativo);

o método não é recomendado ou é aplicável em situações muito particulares e, neste caso, a possibilidade de sua utilização deve ser discutida com o geofísico executor do trabalho.

d) Outras aplicações

APLICAÇÕES	MÉTODOS SÍSMICOS						MÉTODOS ELÉTRICOS				MÉTODOS ELETROMAGNÉTICOS			MÉTODOS POTENCIAIS		PERFILAGEM
	REFRA	REFLEX	SW	CH	DH	TOMO	CE/Im	SEV	SP	IP	GPR	FDEM	TDEM	MAG	GRAV	PERF
Outras aplicações																
Detecção de utilidades enterradas em ambientes urbanos (dutos, galerias, adutoras, cabos)											A	B	B	B		
Localização de objetos enterrados (tanques, tambores)											A	A	A	B		
Identificação de fuga d'água em corpos de barragens e lagoas de rejeitos							A		A		B	B				
Identificação de alvos rasos para fins arqueológicos e forenses											A	B	B	A		

A primeira escolha (método preferencial);

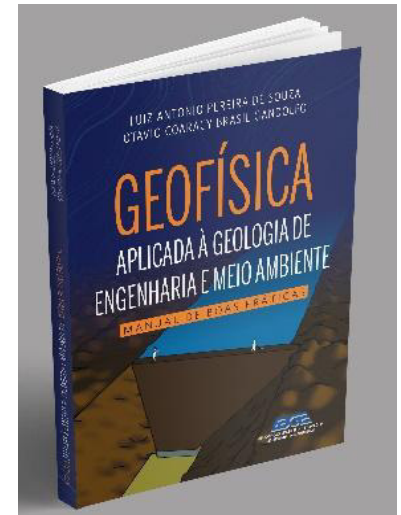
B segunda escolha (método alternativo);

o método não é recomendado ou é aplicável em situações muito particulares e, neste caso, a possibilidade de sua utilização deve ser discutida com o geofísico executor do trabalho.



OBRIGADO

Otávio Coaracy Brasil Gandolfo
gandolfo@ipt.br



CIDADES, INFRAESTRUTURA E MEIO AMBIENTE
Seção de Investigações, Riscos e Gerenciamento Ambiental