

# Ensaios de Campo – SPCPTu e SPDMT

## Técnicas de ensaios e resultados obtidos

Prof. Dr. Antônio Sérgio Damasco Penna

# DESENVOLVIMENTO DA TECNOLOGIA

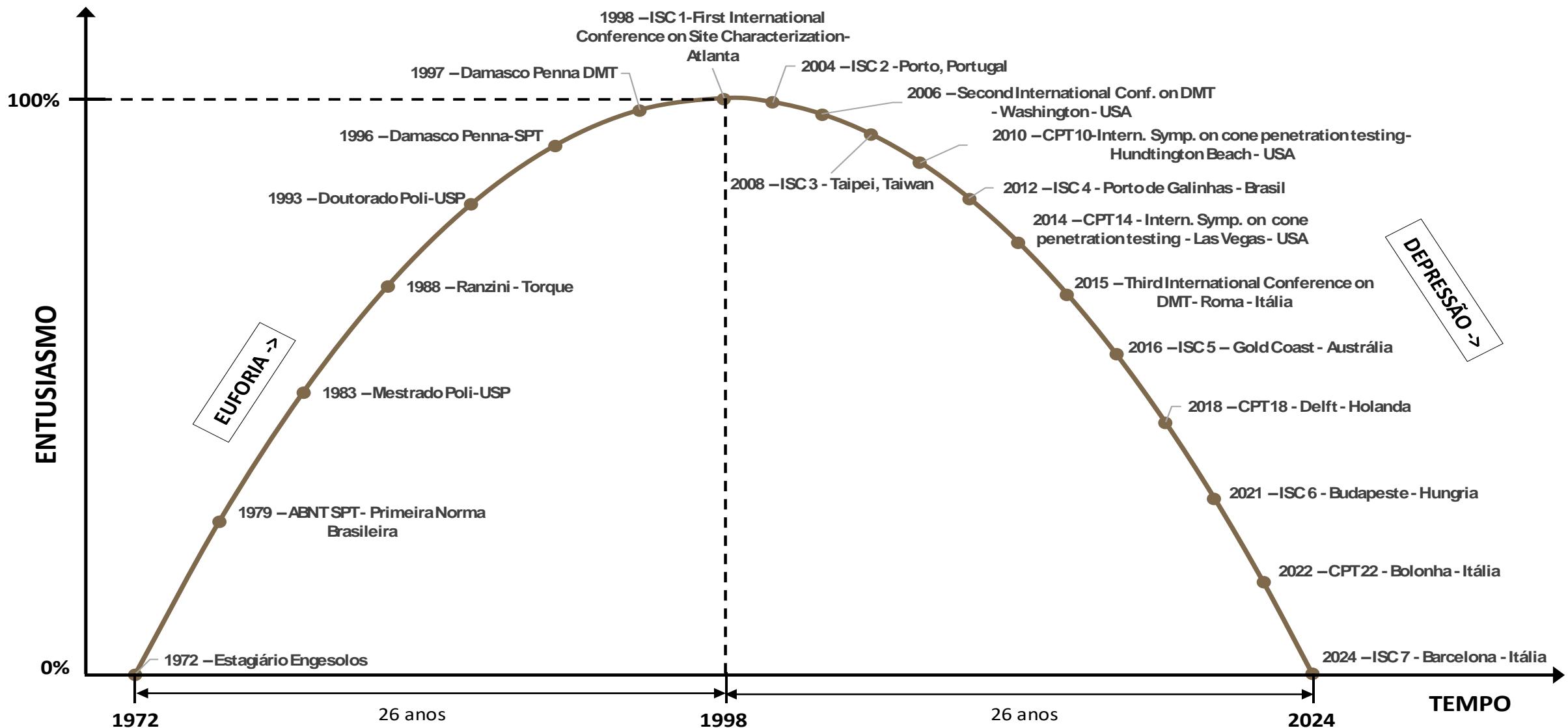


**SPT (desde 1902)**



**DMT, PMT, CPTu, VST, SÍSMICOS**

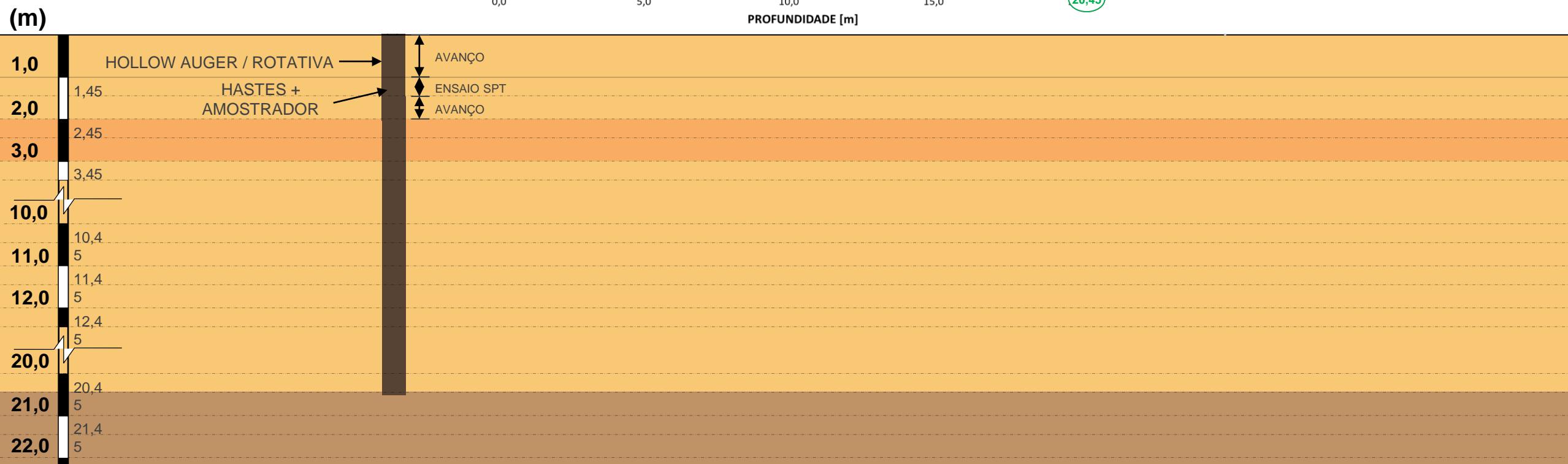
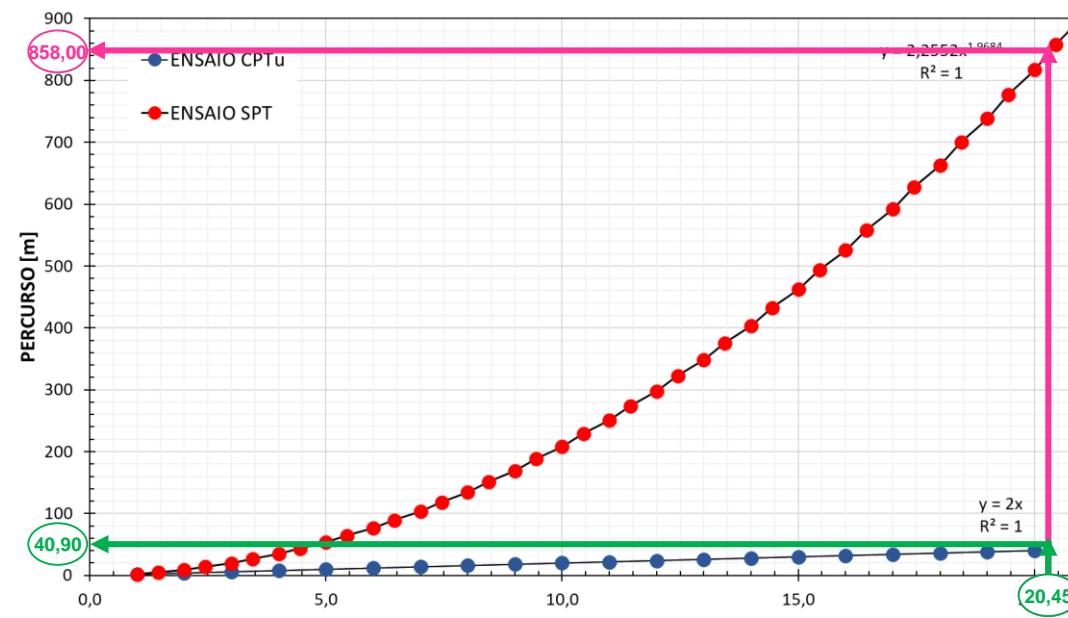
# MINHA VISÃO PARTICULAR DO ENSAIO SPT



## PERCURSOS NOS ENSAIOS DE CAMPO

Ensaios de Campo

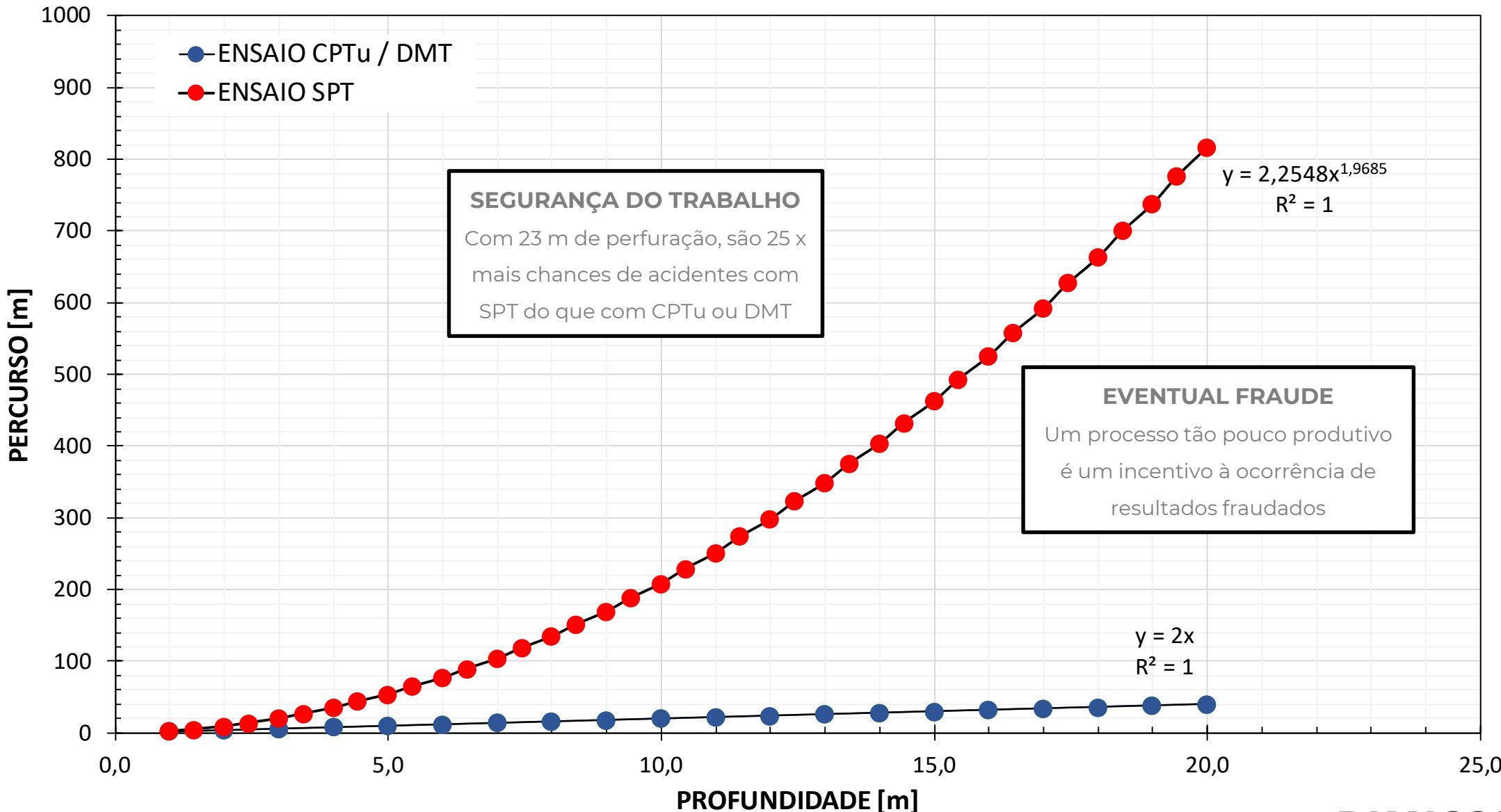
SPCPTu e SPDMT



## PERCURSOS NO ENSAIO SPT

- ❖ Teste 1 – .....1,0 + 1,0 +1,45 + 1,45 = **4,9** m de percurso total;
- ❖ Teste 2 - .....**4,9** + 2,0 + 2,0 + 2,45 + 2,45 = **13,8** m de percurso total;
- ❖ Teste 3 - .....**13,8** + 3,0 + 3,0 + 3,45 + 3,45 = **26,7** m de percurso total;
- ❖ Teste 4 - .....**26,7** + 4,0 + 4,0 + 4,45 + 4,45 = **43,6** m de percurso total;
- ❖ Teste 5 - .....**43,6** + 5,0 + 5,0 + 5,45 + 5,45 = **64,5** m de percurso total;
- ❖ .....
- ❖ .....
- ❖ Teste 20 - .....**777,1** + 20,0 + 20,0 + 20,45 + 20,45 = **858,0** m de percurso total;
- ❖ Teste 50 - .....**4.944,1** + 49,0 + 49,0 + 49,45 + 49,45 = **5.145,0** m de percurso total;
- ❖ Teste 100 - .....**19.889,1** + 99,0 + 99,0 + 99,45 + 99,45 = **20.290,8** m de percurso total;

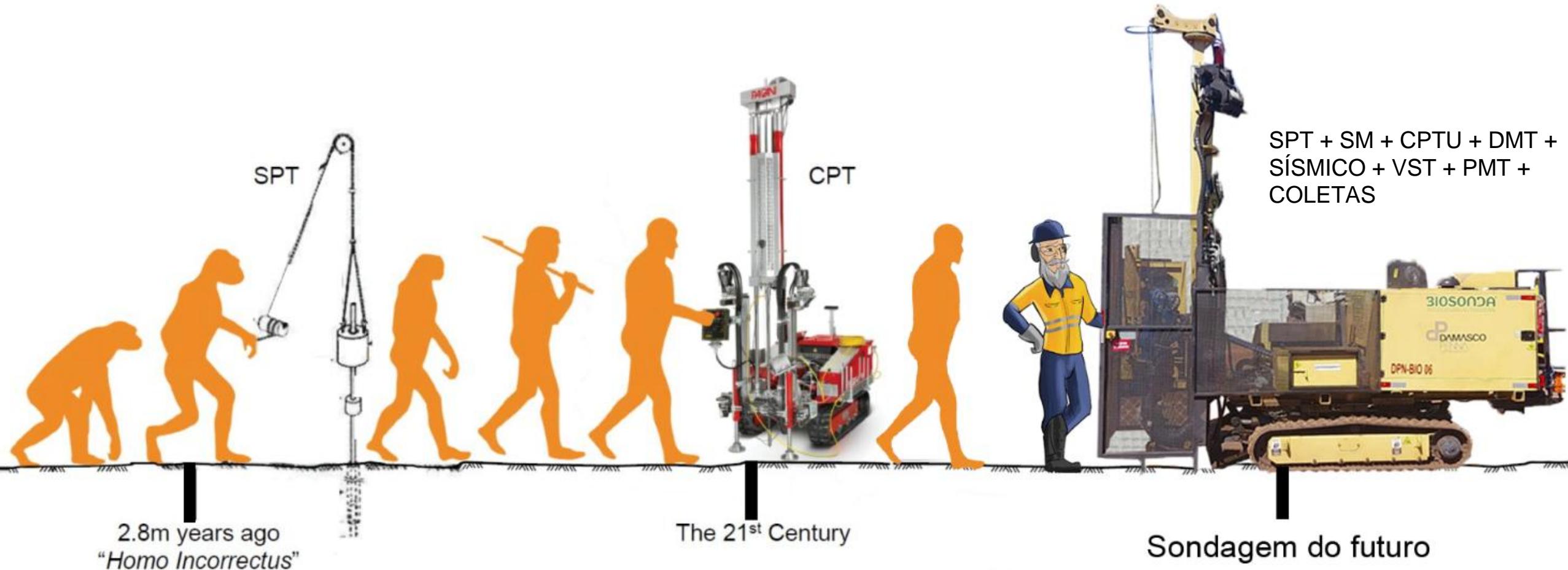
# PERCURSOS NOS ENSAIOS DE CAMPO



# SONDAGEM DO FUTURO

(que já está sendo executada hoje)

# EVOLUÇÃO DOS ENSAIOS DE CAMPO



Fonte : Adaptado de Marco Holtrigter – Nova Zelândia

# SONDAGEM DO FUTURO

- Sonda multifuncional;
- SPT mecânico em solos de altíssima resistência (caso necessário);
- Sondagem rotativa para vencer obstáculos com recuperação de amostras (matacões, entulhos, restos de construções, materiais rochosos, etc.);
- CPTu no trecho de material terroso – (desejável SCPTu) – 301 informações por metro;
- SCPTu, SPCPTu, DMT e VST prosseguindo nos materiais terrosos;
- Coletas de amostras em horizontes de interesse (Corte contínuo, Denison e Shelby);
- Ensaios de infiltração de água;
- Etc.

# SONDAS MULTI-FUNCIONAIS (Dream machine)

- Ensaio Piezôcone (CPT/CPTu);
- Ensaios Dilatométrico (DMT);
- Ensaios Sísmicos – Onda “S” e Onda “P” (SCPTu / SDMT);
- Ensaios Pressiômetricos (PMT);
- Ensaios de Palheta (Vane-Test);
- Sondagem SPT Mecanizado;
- Sondagens SPT com Hollow Auger;
- Sondagem rotativas em rocha;
- Instalação de instrumentos geotécnicos;
- Coletas de amostras (Corte contínuo, Denison e Shelby);
- Ensaios de infiltração

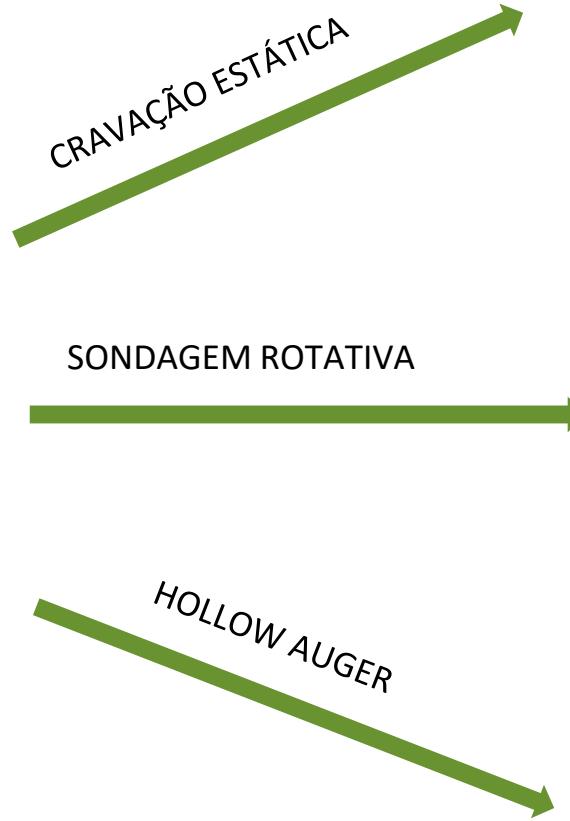


BIOSONDA 1500S



GEOPROBE 7822

# SONDA MULTI-FUNCIONAL



- ENSAIOS CPT<sub>U</sub>;
- ENSAIOS DMT;
- ENSAIOS SÍSMICOS;
  
- TESTEMUNHOS DE ROCHA;
- PRÉ-FUROS
  
- PERFURAÇÕES DIVERSAS À SECO

# SONDA MULTIFUNCIONAL



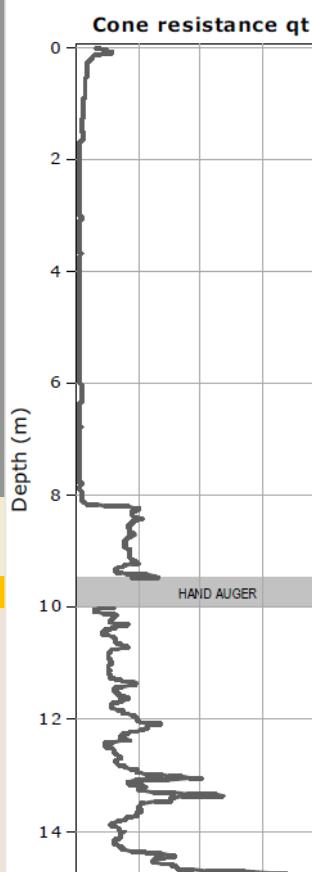
# Ensaio CPTu com camada impenetrável



ARGILA SILTOSA

SILTE ARENOSO

SILTE ARENOSO



CAMADA IMPENETRÁVEL AO  
CPTu

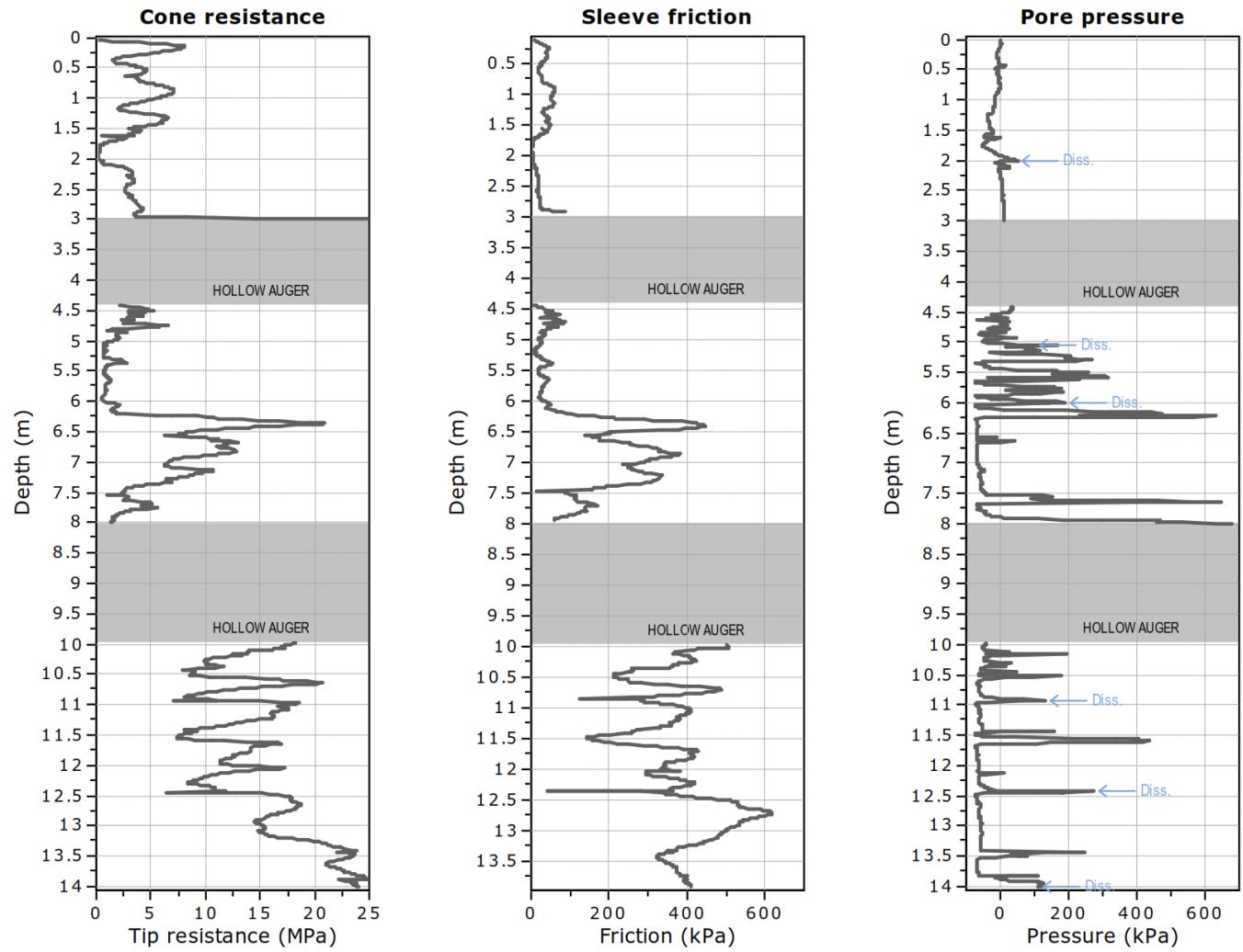


# Comparativo entre diversas sondas



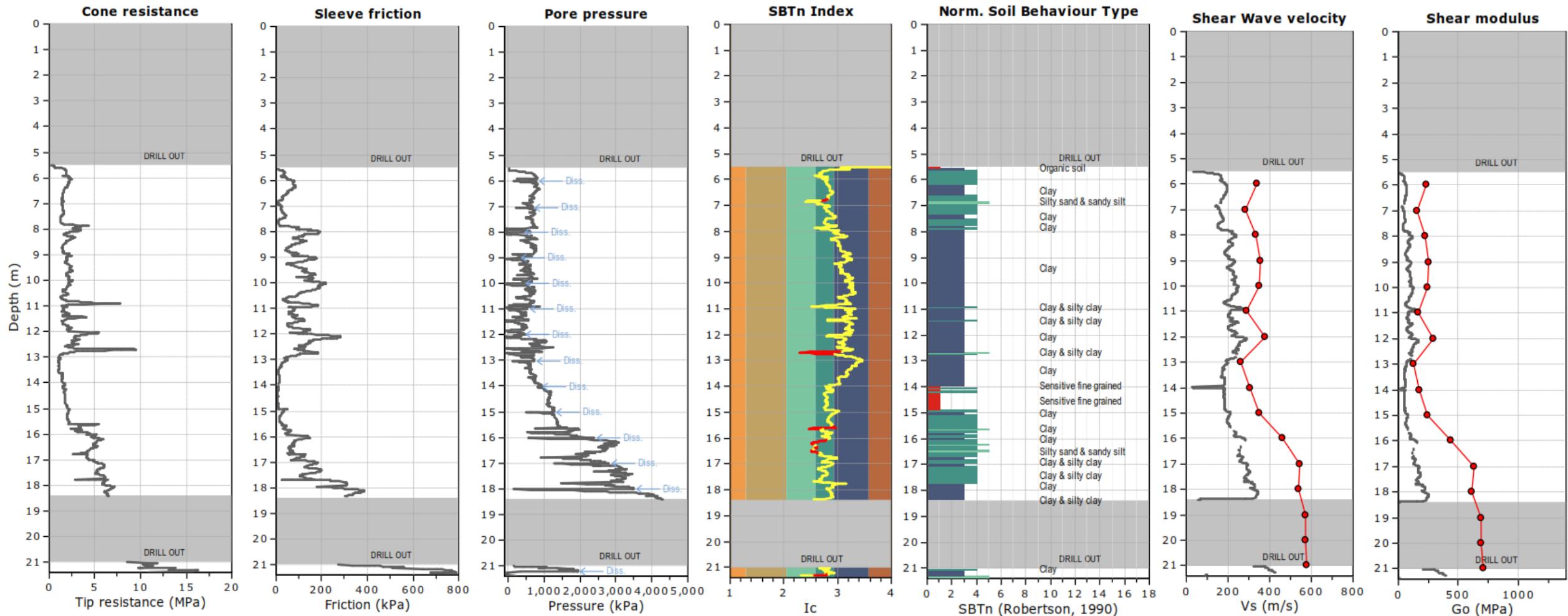
CARACTERÍSTICA	BIO 1500S - Multifuncional	PAGANI TG63	GEOPROBE 6625
Força de cravação estática	18 tf	10 tf	20 tf
Velocidade de cravação (2cm/s)	✓	✓	✓
Ancoragem	Pelo cabeçote de hollow. Mais tempo para ancorar, profundidade quase ilimitada de âncoras.	Motores externos. Agilidade, limitação de força.	Motores externos. Agilidade, limitação de força.
Cabeçote hollow	✓	✗	✓
Cabeçote rotativa	✓	✗	✗

# SONDA MULTIFUNCIONAL – A TÉCNICA DE INVESTIGAÇÃO DO FUTURO



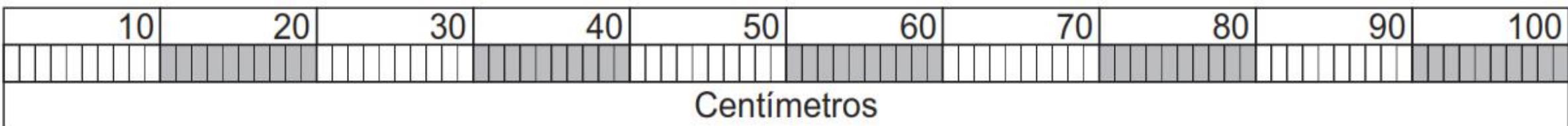
PERFURATRIZ BIOSONDA - AVANÇO DO TRECHO TERROSO COM CPTu E DO TRECHO IMPENETRÁVEL COM HOLLOW AUGER

# SONDA MULTIFUNCIONAL – A TÉCNICA DE INVESTIGAÇÃO DO FUTURO



## CASO 1 - ENSAIO SCPTU COM A PERFORATRIZ BIOSONDA, AVANÇO DO TRECHO TERROSO COM CPTu E TRECHOS IMPENETRÁVEIS COM ROTATIVA CONVENCIONAL

# SONDA MULTIFUNCIONAL – A TÉCNICA DE INVESTIGAÇÃO DO FUTURO

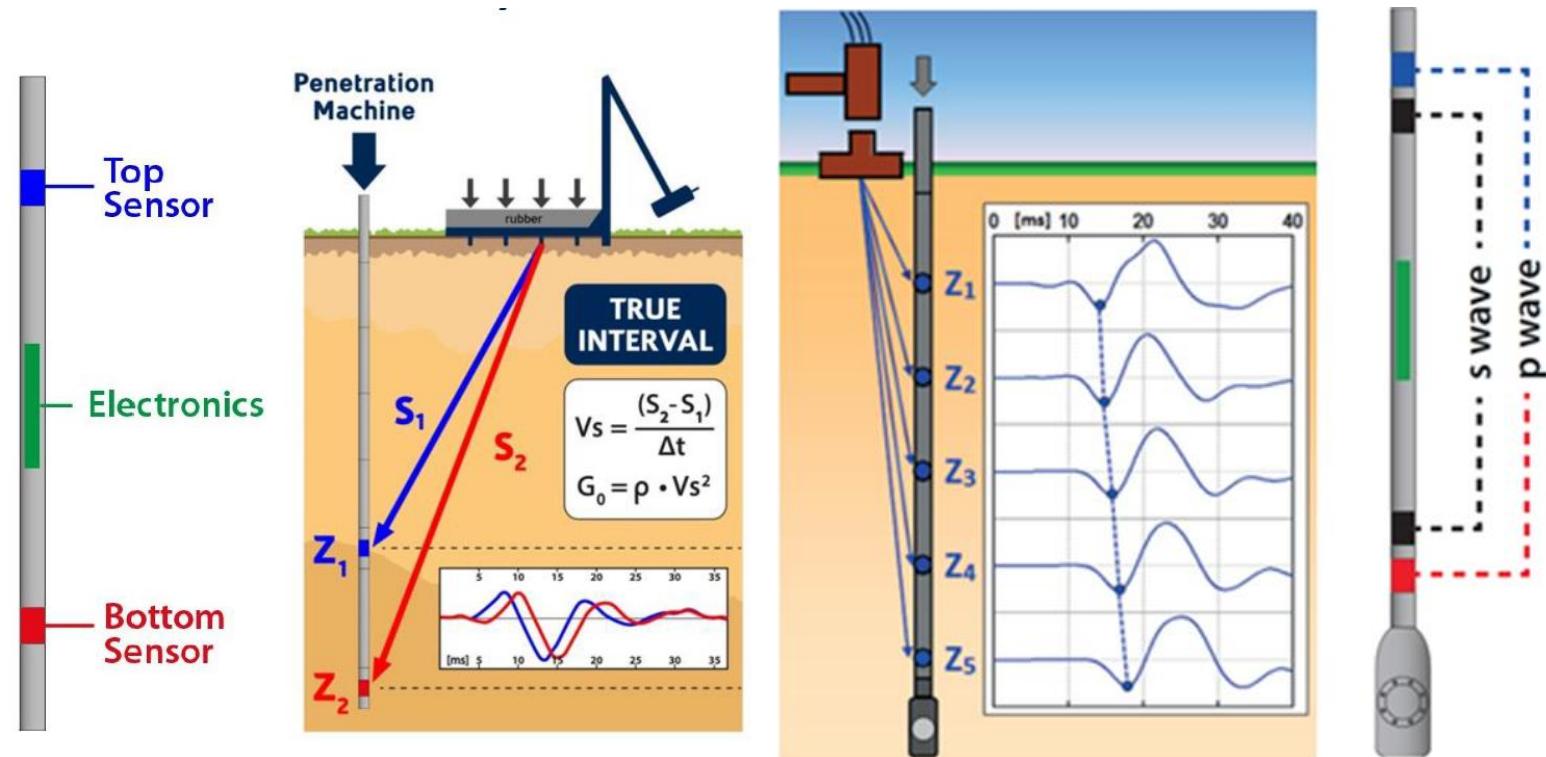


CASO 1 - RECUPERAÇÃO DO MAÇICO TERROSO ENSAIADO COM O SCPTU E DO MATERIAL IMPENETRÁVEL

# MEDIDAS DE VS E VP – ONDA DE CISALHAMENTO E DE COMPRESSÃO

SOBRE O ENSAIO:

- Desejável medidas a cada meio metro de profundidade, sempre desde a superfície do terreno;
- Recomendado o uso de dois geofones - sistema “true interval”;
- Os sismogramas sempre devem ser apresentados com os resultados de cada ensaio.



# MEDIDAS DE VS E VP – ONDA DE CISALHAMENTO E DE COMPRESSÃO

EQUIPAMENTOS:



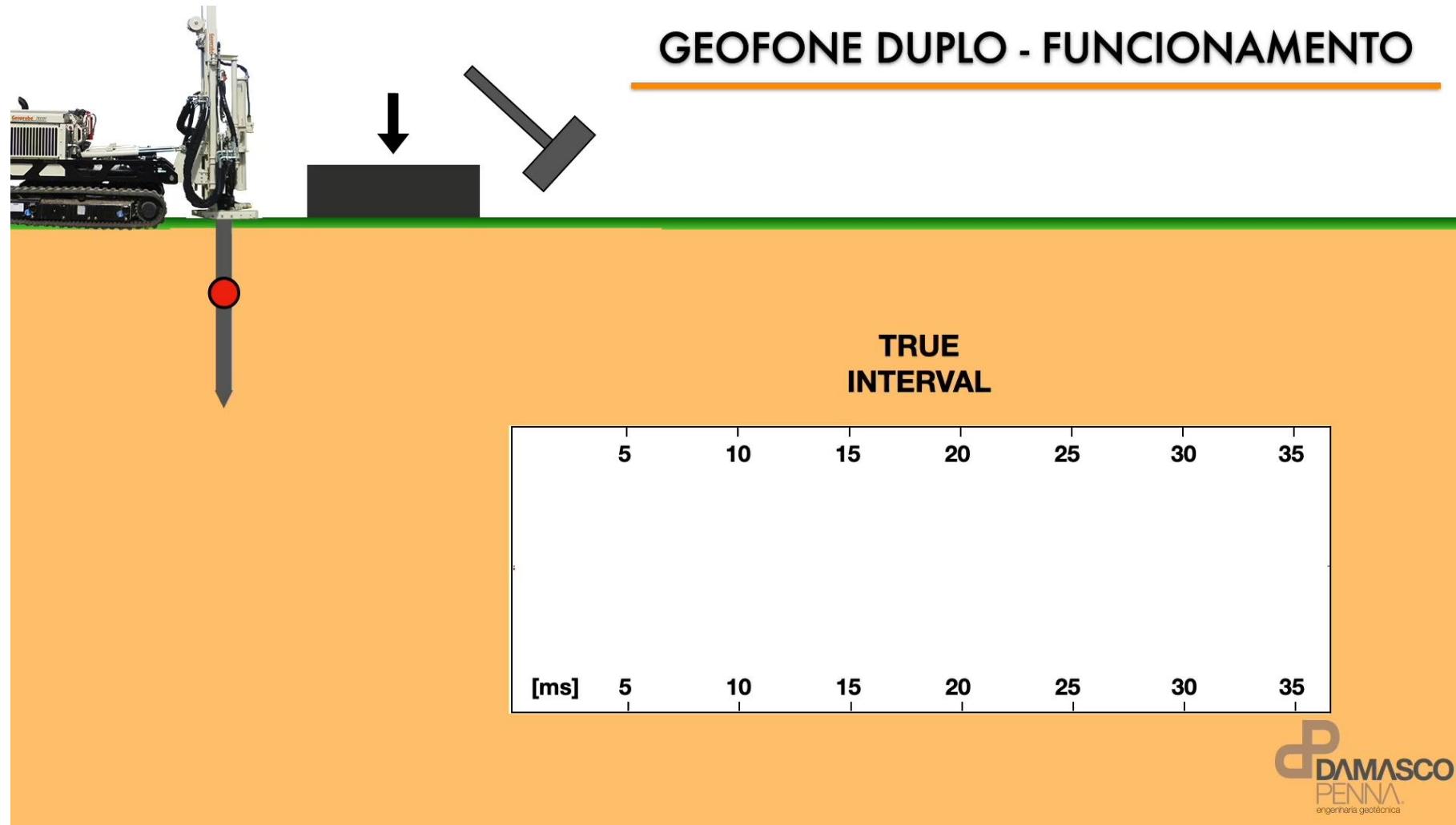
VS - PLACA METÁLICA E MARTELO



VP – PRATO E MARTELO

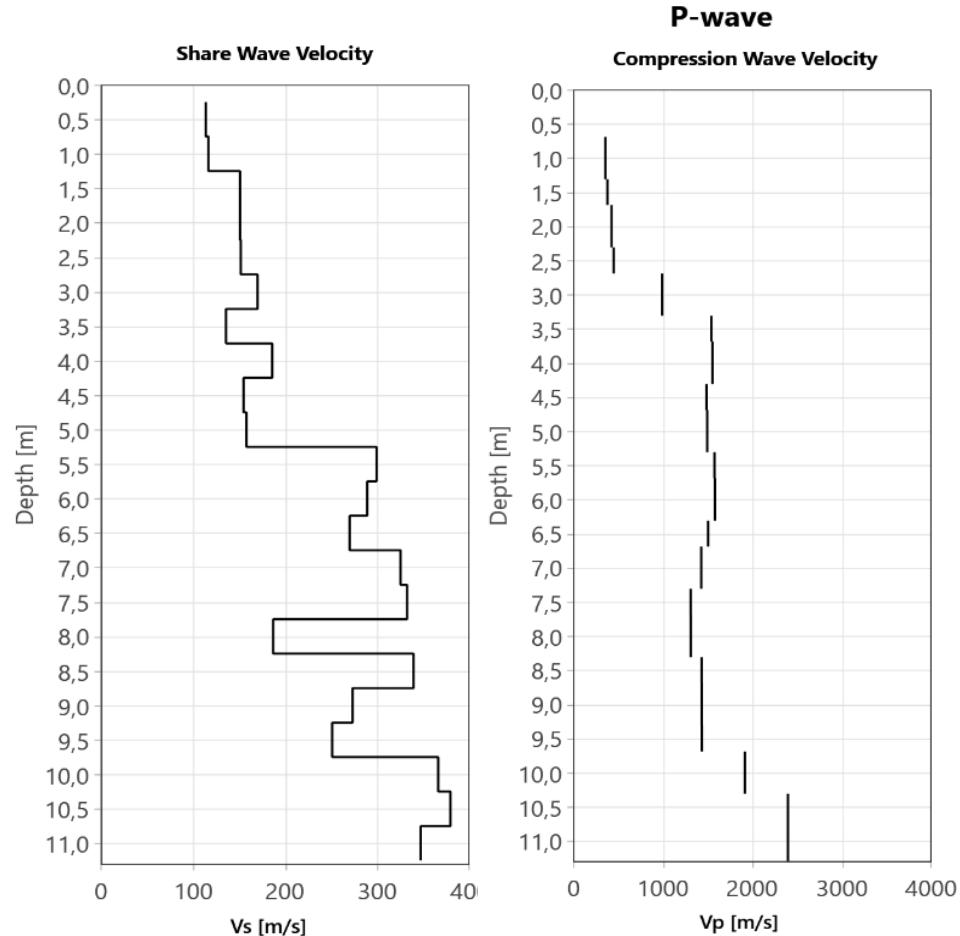
# MEDIDAS DE VS E VP – ONDA DE CISALHAMENTO E DE COMPRESSÃO

EXECUÇÃO:



# MEDIDAS DE VS E VP – ONDA DE CISALHAMENTO E DE COMPRESSÃO

## CAMPO EXPERIMENTAL INSTITUTO DE ENGENHARIA:



SDMT-02						
z [m]	Vs [m/s]	Repeatability	Var Coefficient	$\rho$ [kg/m³]	$G_o$ [MPa]	
0,50	114	114, 116, 112	1,43	1794	23,31	
1,00	117	116, 116, 117	0,7	1754	24,01	
1,50	151 49, 152, 152, 150		0,88	1819	41,48	
2,00	151 48, 153, 151, 152		1,24	1799	41,01	
2,50	152 51, 150, 154, 153		1,04	1785	41,24	
3,00	170 73, 166, 170, 172		1,44	1813	52,41	
3,50	136 37, 132, 136, 135		1,97	1720	31,82	
4,00	186 89, 185, 182, 184		1,4	1826	63,17	
4,50	155 155, 156, 155		0,37	1750	42,05	
5,00	158 57, 159, 156, 159		0,84	1750	43,69	
5,50	299 99, 295, 302, 300		0,85	1978	176,85	
6,00	289 288, 290, 287		0,49	1959	163,65	
6,50	270 62, 268, 271, 269		1,5	1929	140,6	
7,00	325 22, 318, 327, 323		1,99	1992	210,37	
7,50	332 24, 341, 339, 324		2,42	1995	219,85	
8,00	187 82, 180, 190, 191		2,38	1779	62,19	
8,50	339 47, 342, 339, 349		2,39	1993	229,08	
9,00	273 72, 272, 272, 270		0,87	1910	142,32	
9,50	251 53, 250, 249, 251		0,6	1875	118,11	
10,00	366 69, 365, 368, 363		0,66	2010	269,25	
10,50	379 71, 382, 377, 387		1,57	2019	290,07	
11,00	347 39, 350, 350, 344		1,33	1984	238,84	

PERFIL INDIVIDUAL

Layer [nº]	Z Top [m]	Z Bottom [m]	Vp [ms]
1	0,69	1,31	360
2	1,31	1,69	382,5
3	1,69	2,31	428
4	2,31	2,69	451,5
5	2,69	3,31	991
6	3,31	3,69	1540
7	3,69	4,31	1555
8	4,31	4,69	1486,5
9	4,69	5,31	1494
10	5,31	5,69	1577,5
11	5,69	6,31	1582
12	6,31	6,69	1506
13	6,69	7,31	1429
14	7,31	7,69	1311,5
15	7,69	8,31	1313,5
16	8,31	8,69	1434
17	8,69	9,31	1435
18	9,31	9,69	1436
19	9,69	10,31	1915,5
20	10,31	10,69	2395
21	10,69	11,31	2395

1. VS – Velocidade ondas de cisalhamento
2. Go – Módulo de cisalhamento
3. VP – Velocidade de onda de compressão

PARÂMETROS OBTIDOS →

# MEDIDAS DE VS E VP – ONDA DE CISALHAMENTO E DE COMPRESSÃO

EXECUÇÃO NO CAMPO DE TESTE IE (03/2024)



EQUIPAMENTOS



EXECUÇÃO DE ONDA P

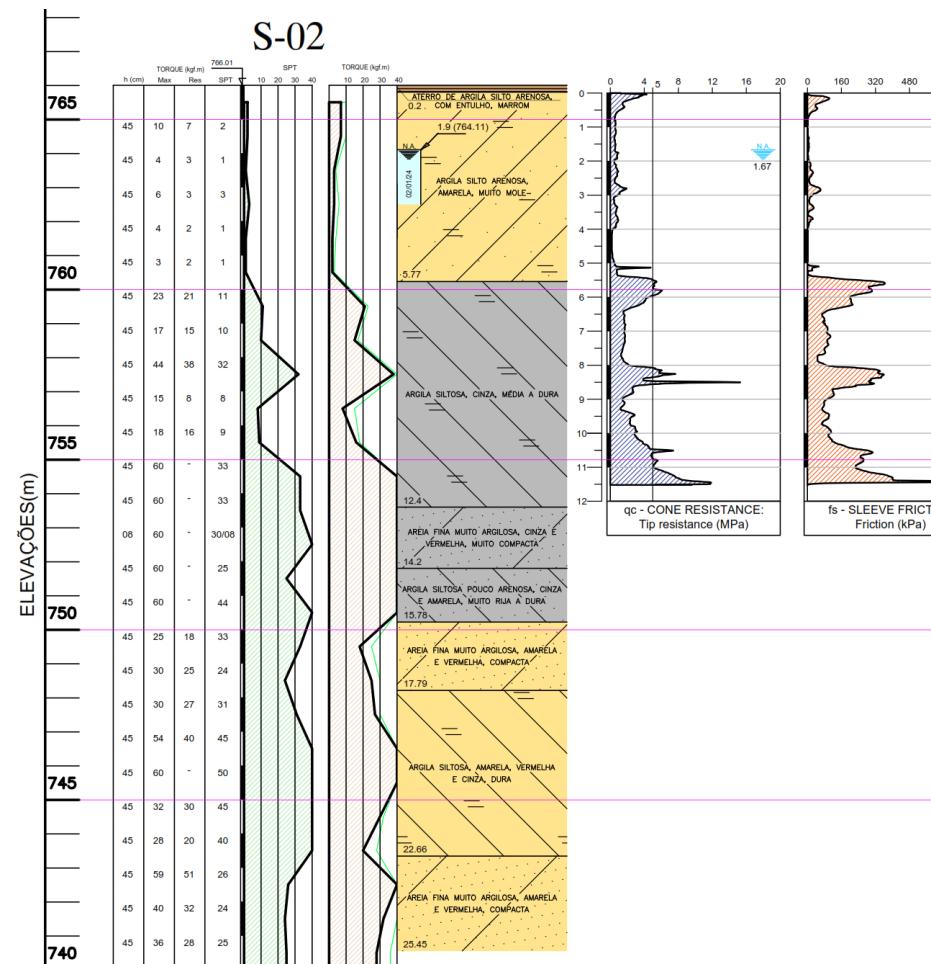


EXECUÇÃO DE ONDA S

# SEISMIC CONE PENETRATION TEST (SPCPTu)

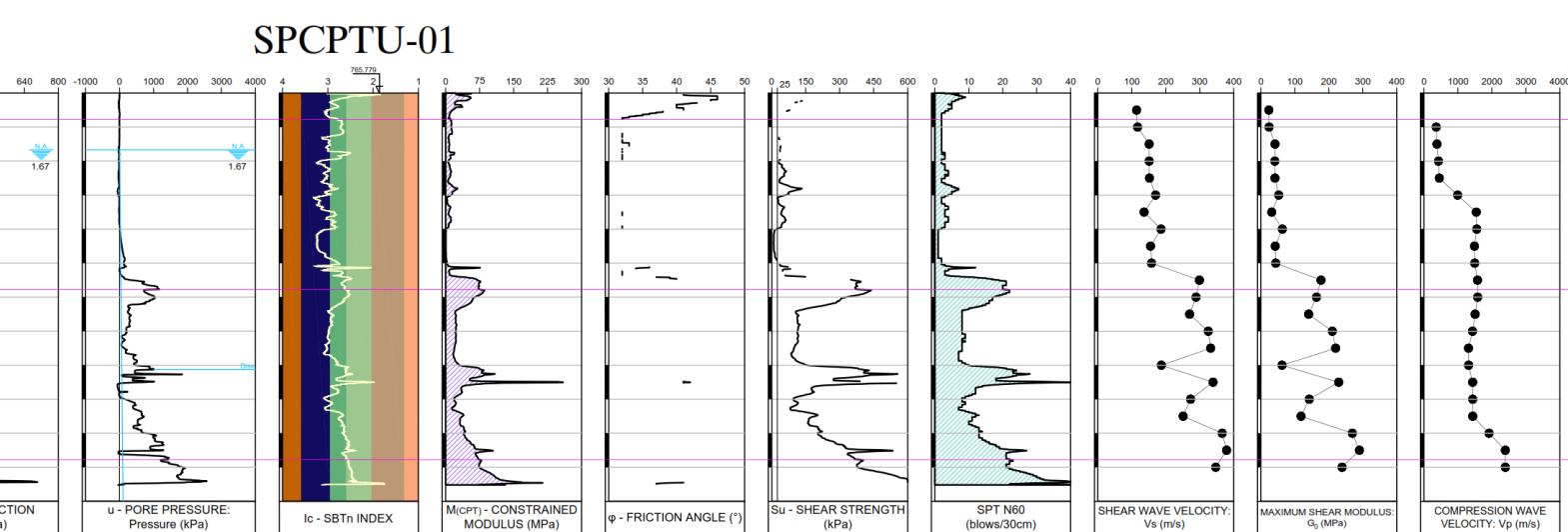
RESULTADOS OBTIDOS NO CAMPO DE TESTE IE (03/2024)

S-02



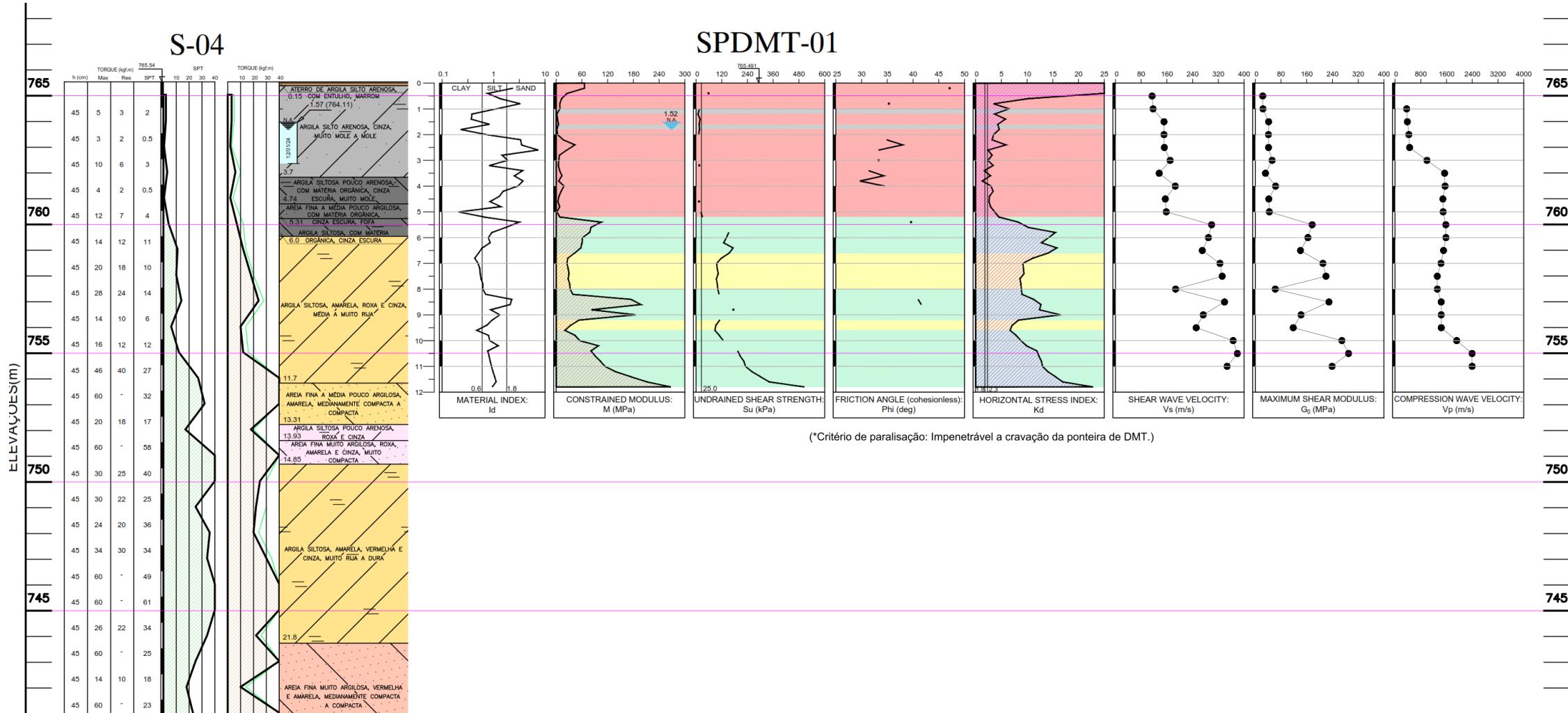
SPCPTU-01

(\*Critério de paralisação: Impenetrável a cravação do cone CPTu, resistência lateral.)



# SEISMIC DILATOMETER (SPDMDT)

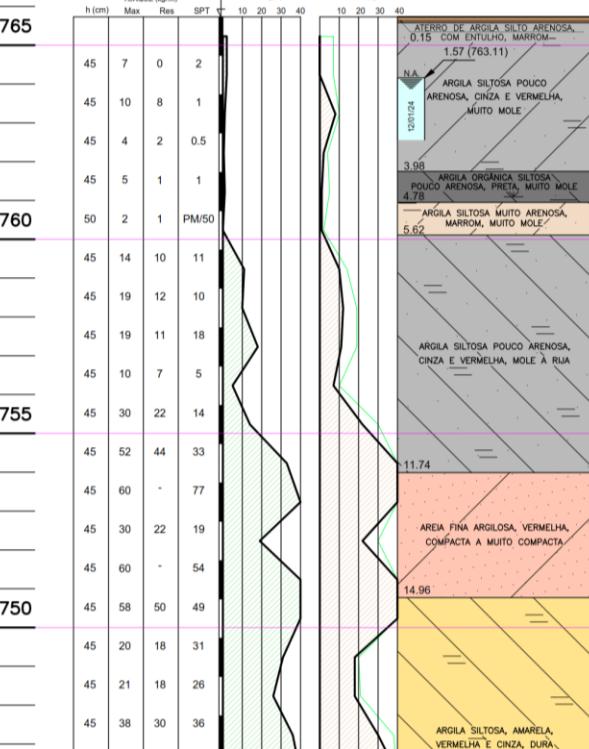
RESULTADOS OBTIDOS NO CAMPO DE TESTE IE (03/2024)



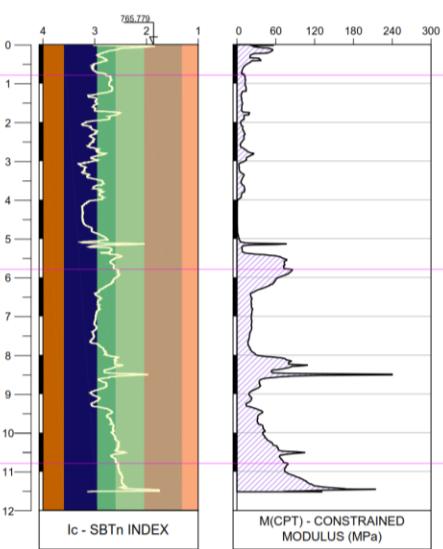
COMPARATIVO COM SPT

# ENSAIO SPT x SCPTu x SPDMT (DOWNHOLE) x CROSSHOLE

S-01



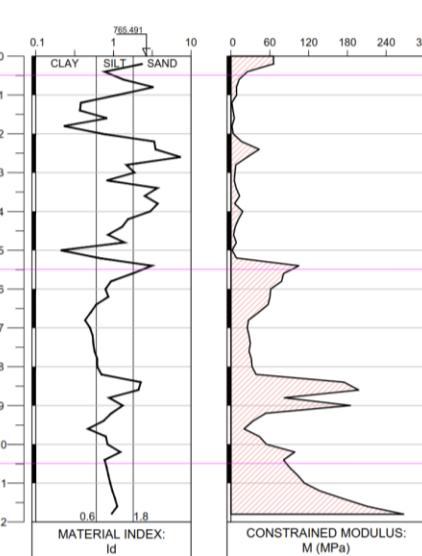
SPCPTU-01



(\*Critério de paralisação: Impenetrável a cravação do cone CPTu, resistência lateral.)

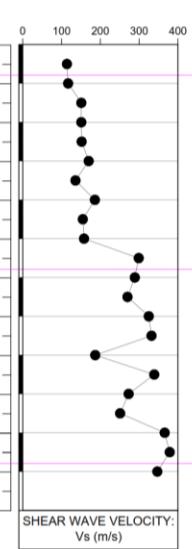
- Organic material (3,60 - 4,00) (Material orgânico)
- Clay to silty clay (2,95 - 3,60) (Argila silto para argila)
- Cleyey silt to silty clay (2,60 - 2,95) (Argila silto para silte argiloso)
- Silty sand to sandy silt (2,05 - 2,60) (Sítte arenoso para areia silto)
- Clean sand to silty sand (1,31 - 2,05) (Areia silto para areia)
- Gravelly sand to sand (1 - 1,31) (Areia para areia grossa)

SPDMDT-01



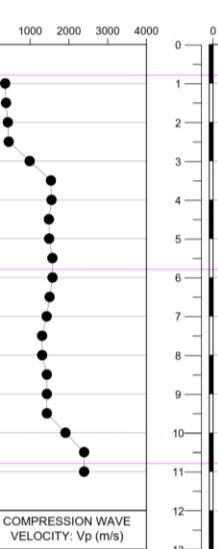
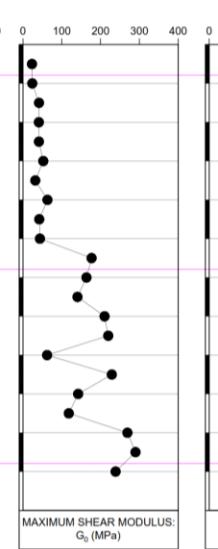
(\*Critério de paralisação: Impenetrável a cravação da ponteira de DMT.)

DP - SÍSMICOS

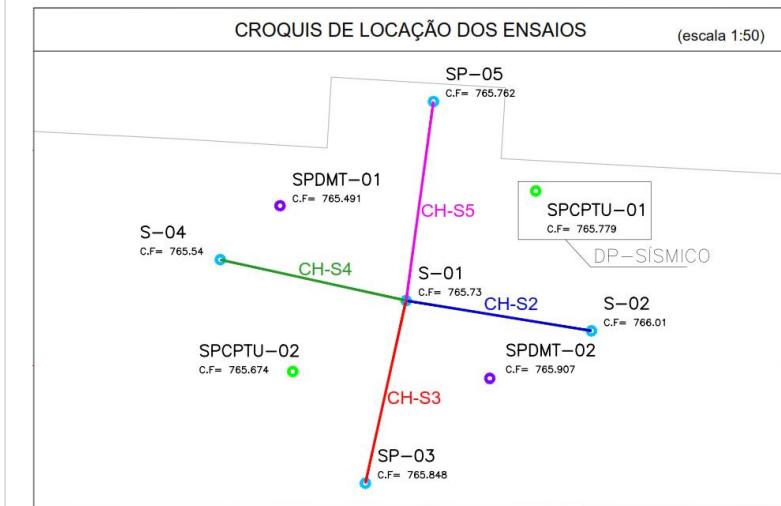
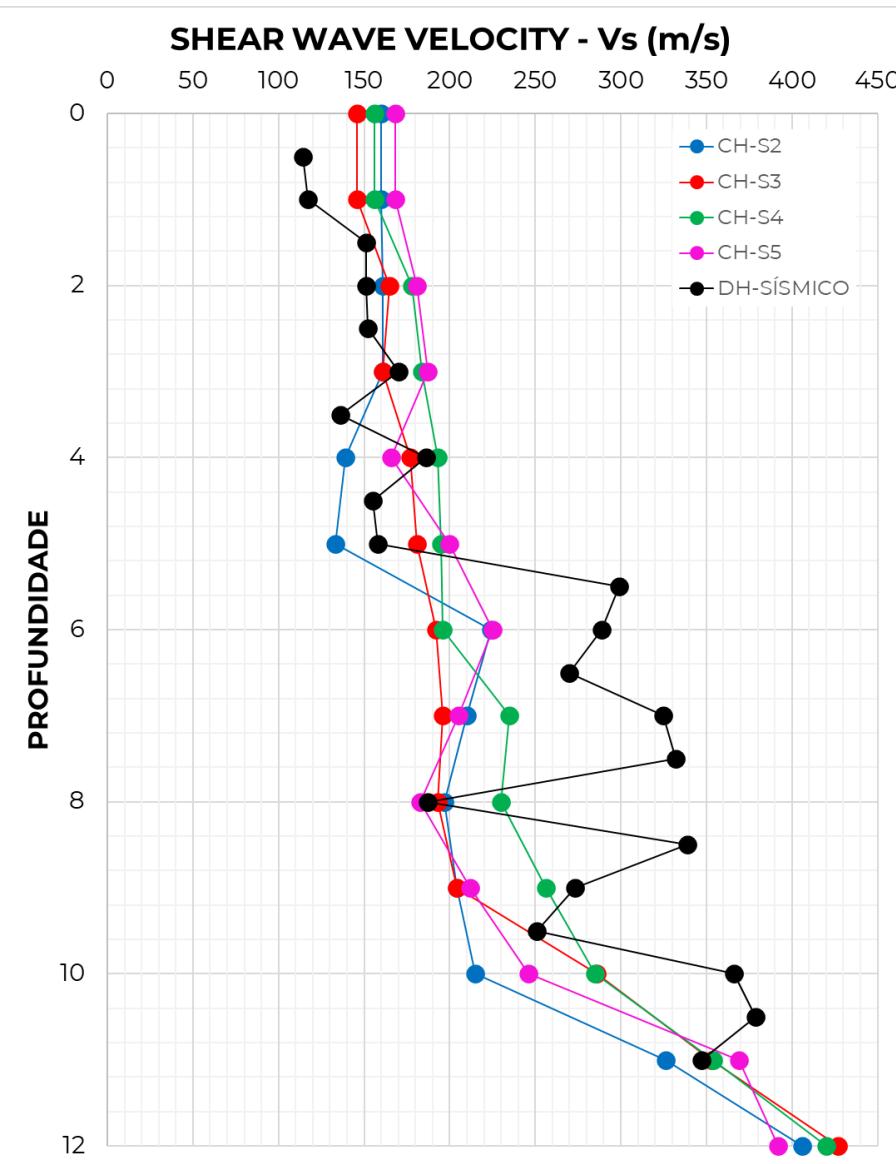


(\*Critério de paralisação: Impenetrável a cravação da ponteira.)

IPT - SÍSMICOS



# ENSAIOS SPT x SPCPTu x SPDMT x CROSSHOLE



# CONCLUSÕES e LIMITAÇÕES

- Os valores de “Vs” obtidos nos ensaios **SDMT** se correlacionam muito bem com os medidos nos ensaios **Crosshole**;
- A execução de ensaios **SDMT** é mais rápida e menos onerosa do que a dos ensaios **Crosshole**;
- A capacidade de penetração da ponteira **SDMT** é limitada pela eventual ocorrência de solo muito resistente, enquanto os ensaios **Crosshole** podem avançar sem limite, com sonda rotativa;
- Caso seja necessário, o ensaio **SDMT** também pode ser realizado em pré-furo aberto com sonda rotativa e preenchido com pedrisco.

**OBRIGADO!**