



Ensaaios de Campo – SPCPTu e SPDMT

Técnicas de ensaios e resultados obtidos

Prof. Dr. Antônio Sérgio Damasco Penna

DESENVOLVIMENTO DA TECNOLOGIA

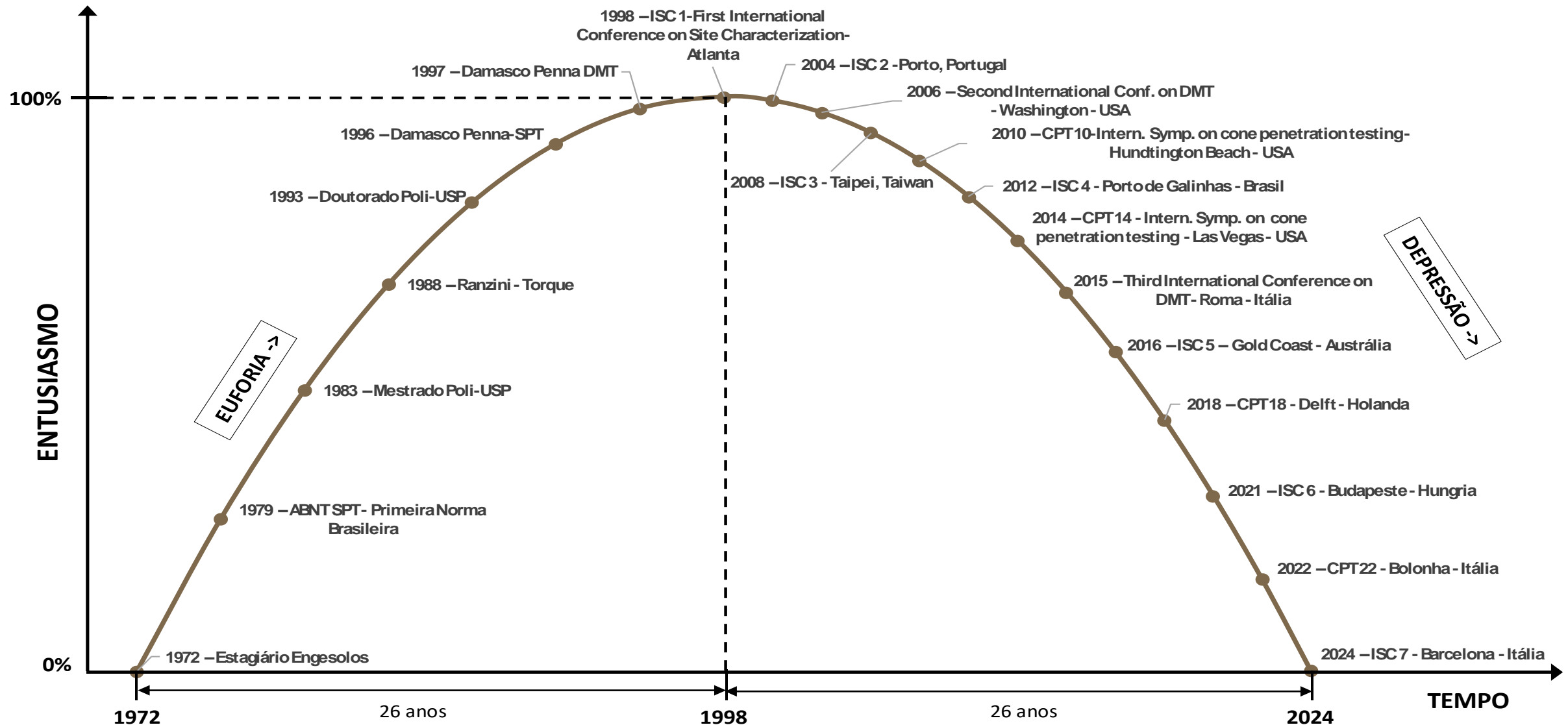


SPT (desde 1902)



DMT, PMT, CPTu, VST, SÍSMICOS

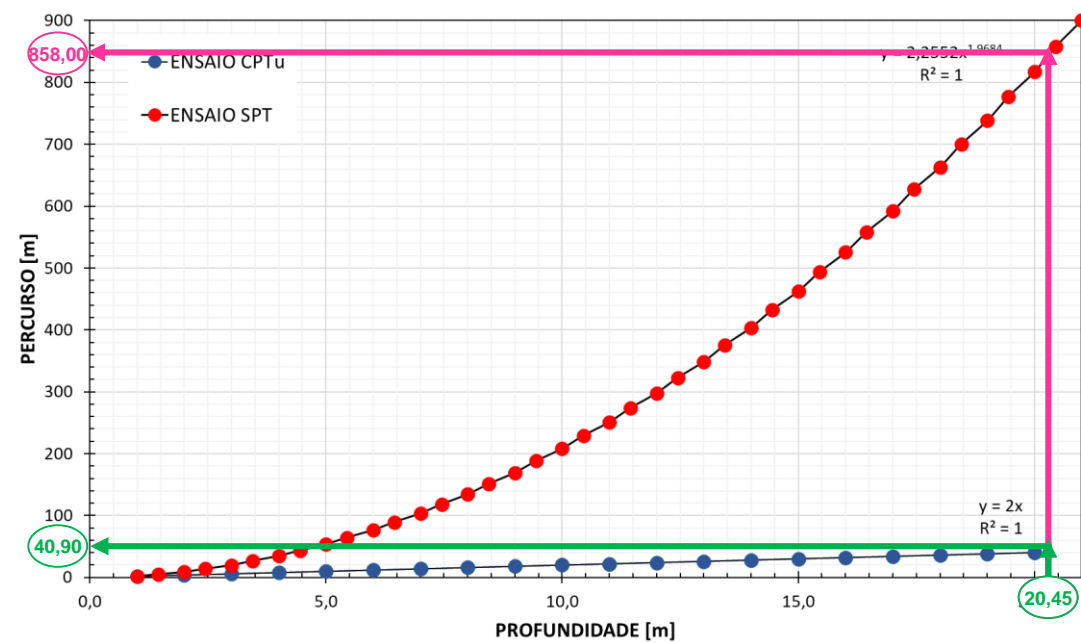
MINHA VISÃO PARTICULAR DO ENSAIO SPT



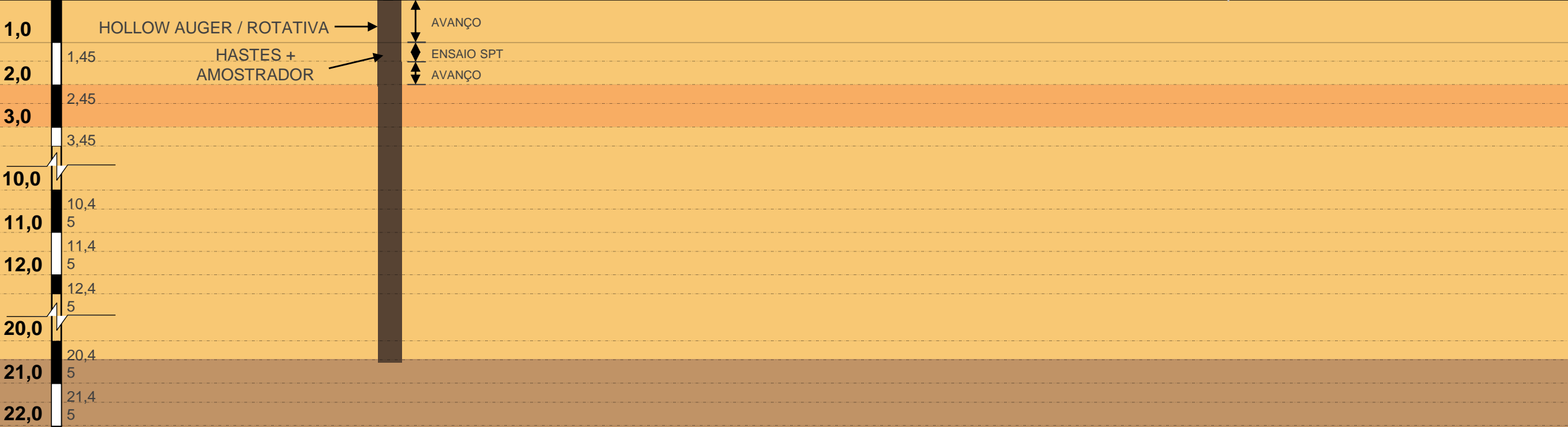
PERCURSOS NOS ENSAIOS DE CAMPO

Ensaio de Campo

SPCPTu e SPDMT



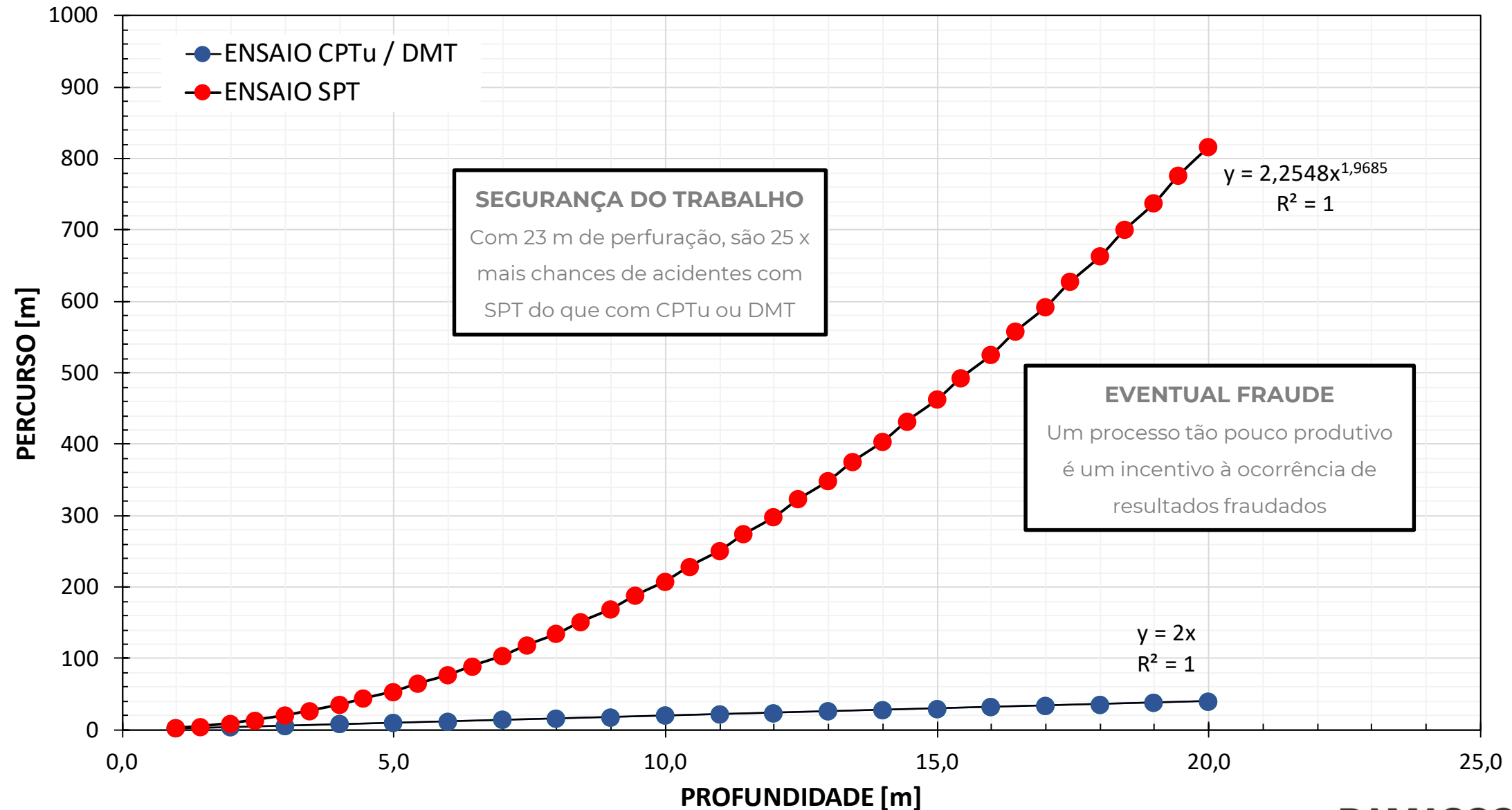
(m)



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;

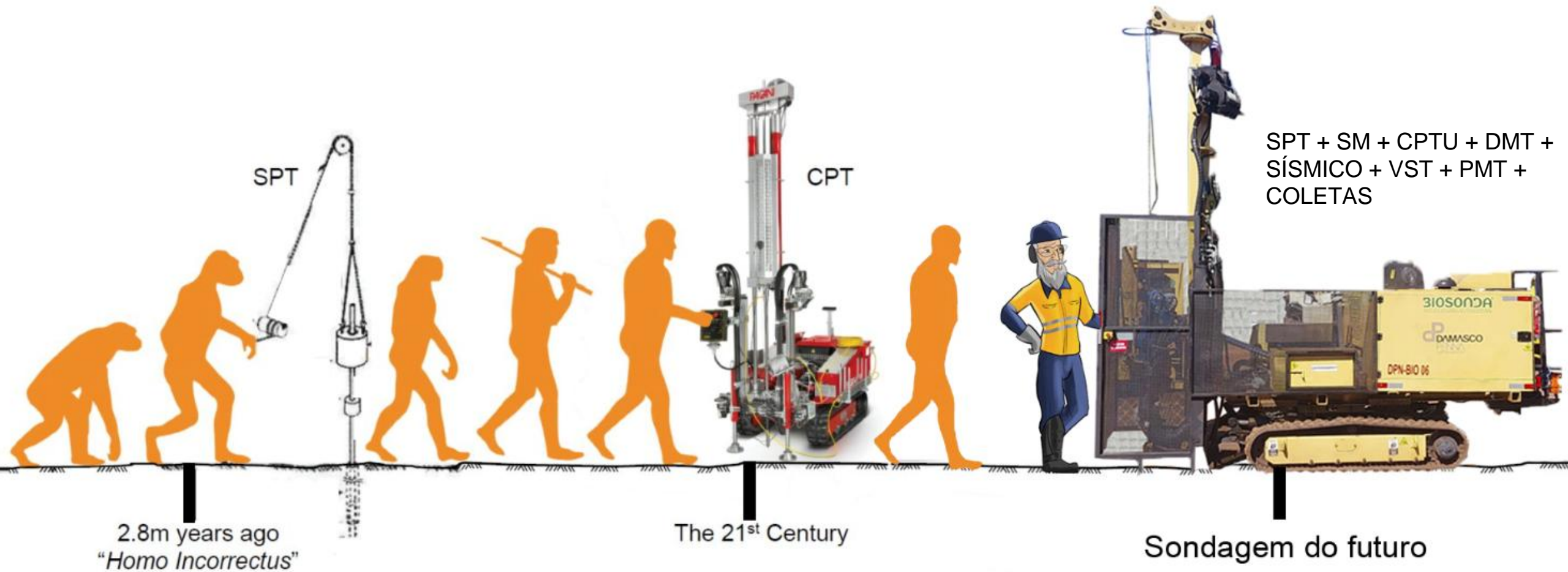
PERCURSOS NOS ENSAIOS DE CAMPO



SONDAGEM DO FUTURO

(que já está sendo executada hoje)

EVOLUÇÃO DOS ENSAIOS DE CAMPO



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);
- Ensaio de infiltração de água;
- Etc.

SONDAS MULTI-FUNCIONAIS (Dream machine)

- Ensaio Piezôcone (CPT/CPTu);
- Ensaio Dilatométrico (DMT);
- Ensaio Sísmicos – Onda “S” e Onda “P” (SCPTu / SDMT);
- Ensaio Pressiômetricos (PMT);
- Ensaio 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);
- Ensaio de infiltração



BIOSONDA 1500S



GEOPROBE 7822

SONDA MULTI-FUNCIONAL



CRAVAÇÃO ESTÁTICA

SONDAGEM ROTATIVA

HOLLOW AUGER



- ENSAIOS CPT_u;
- ENSAIOS DMT;
- ENSAIOS SÍSMICOS;



- TESTEMUNHOS DE ROCHA;
- PRÉ-FUROS



- PERFURAÇÕES DIVERSAS À SECO

SONDA MULTIFUNCIONAL



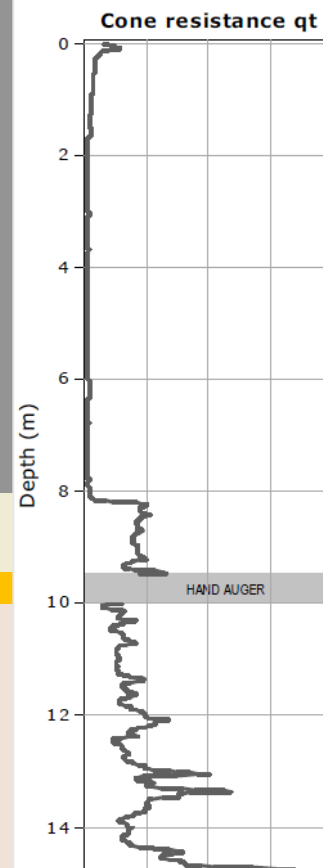
Ensaio CPTu com camada impenetrável



ARGILA SILTOSA

SILTE ARENOSO

SILTE ARENOSO



CAMADA IMPENETRÁVEL AO
CPTu

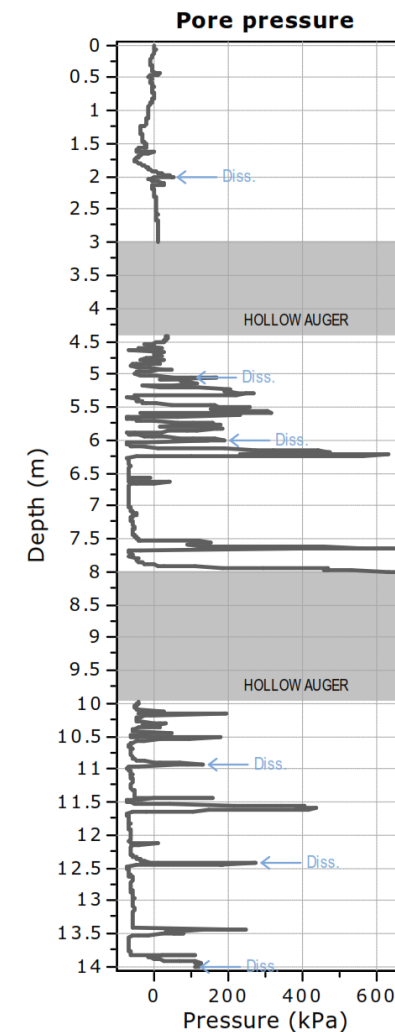
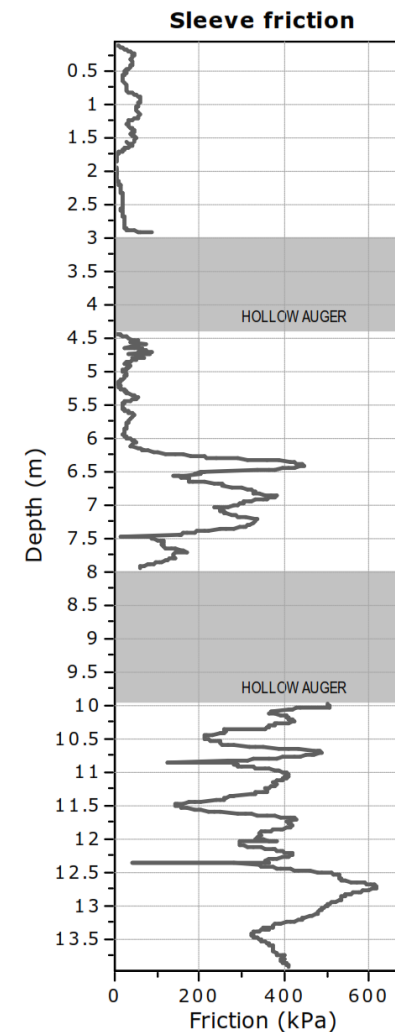
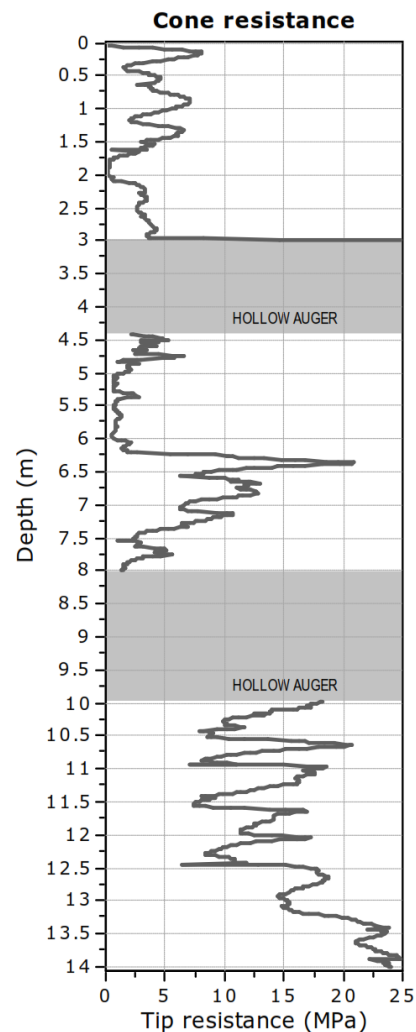


Comparativo entre diversas sondas



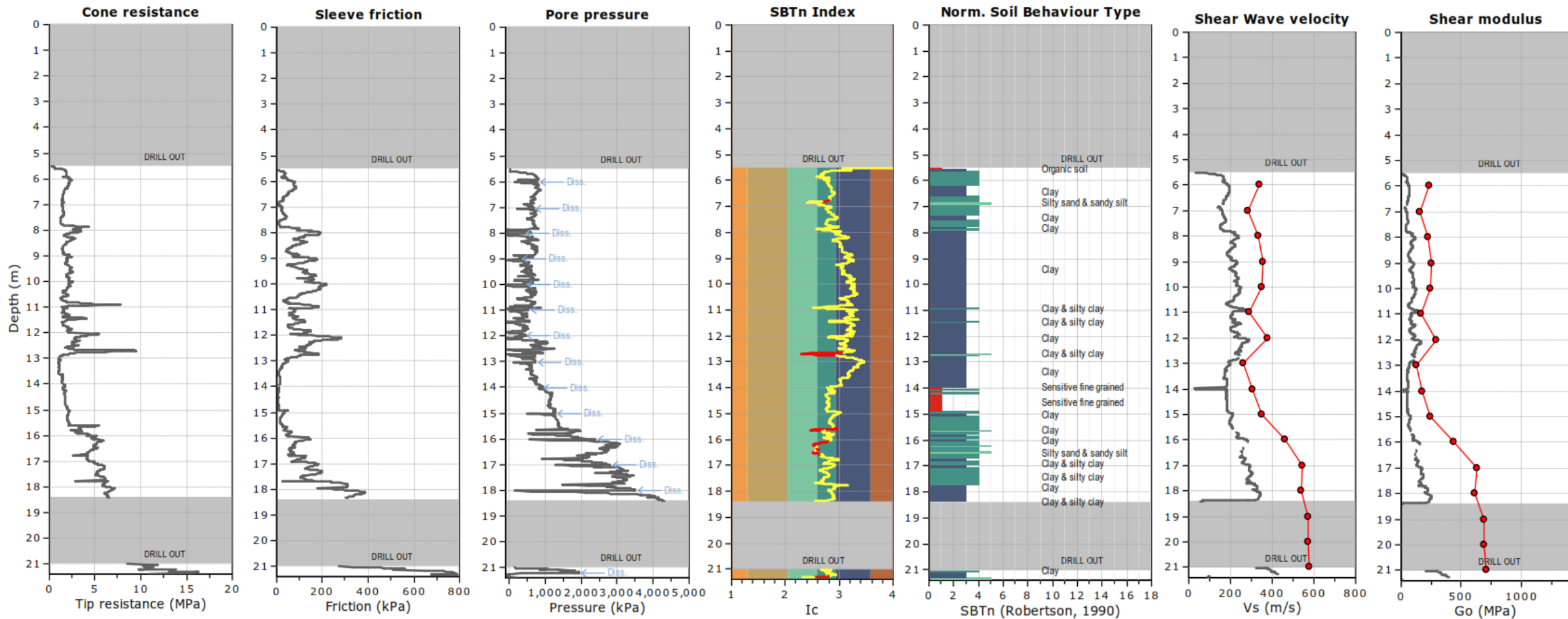
CARACTERÍSTICA	BIO 1500S - Multifuncional	PAGANI TG63	GEOPROBE 6625
Força de cravação estática	18 tf	10 tf	20 tf
Velocidade de cravação (2cm/s)	V	V	V
Ancoragem	Pelo cabeçote de hollow. Mais tempo para ancorar, profundidade quase ilimitada de âncoras.	Motores externos. Agilidade, limitação de força.	Motores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

SONDA MULTIFUNCIONAL – A TÉCNICA DE INVESTIGAÇÃO DO FUTURO



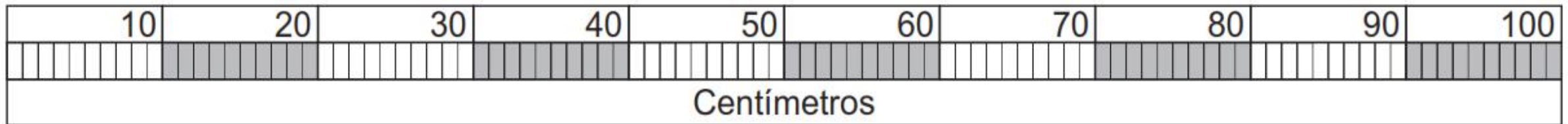
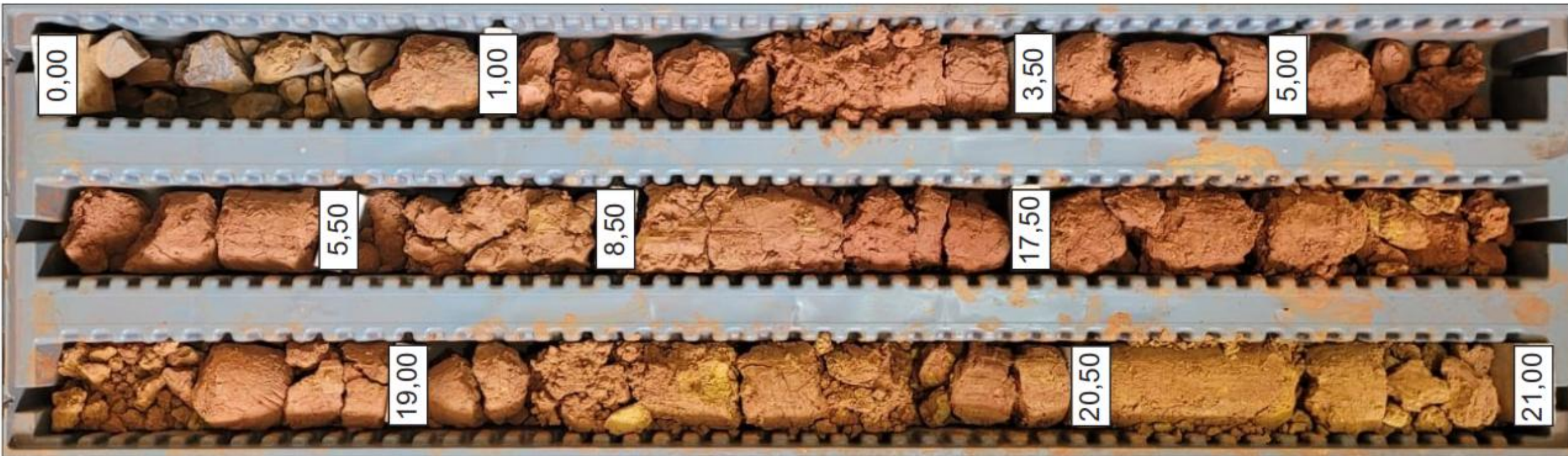
PERFURATRIZ BIOSONDA - AVANÇO DO TRECHO TERROSO COM CPTu E DO TRECHO IMPENETRÁVEL COM HOLLOW AUGER

SONDA MULTIFUNCIONAL – A TÉCNICA DE INVESTIGAÇÃO DO FUTURO



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

SONDA MULTIFUNCIONAL – A TÉCNICA DE INVESTIGAÇÃO DO FUTURO

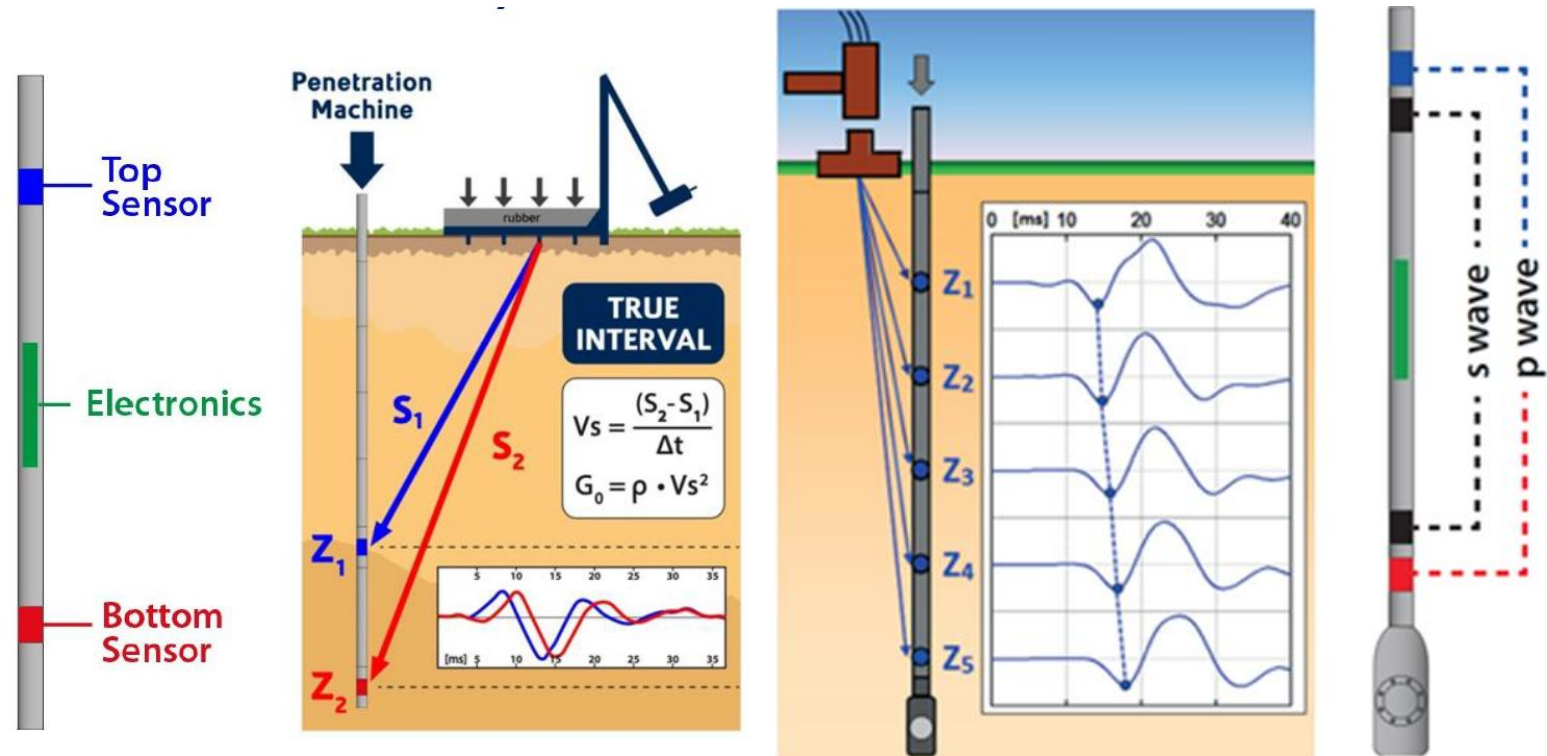


CASO 1 - RECUPERAÇÃO DO MAÇICO TERROSO ENSAIADO COM O SCPTU E DO MATERIAL IMPENETRÁVEL

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:



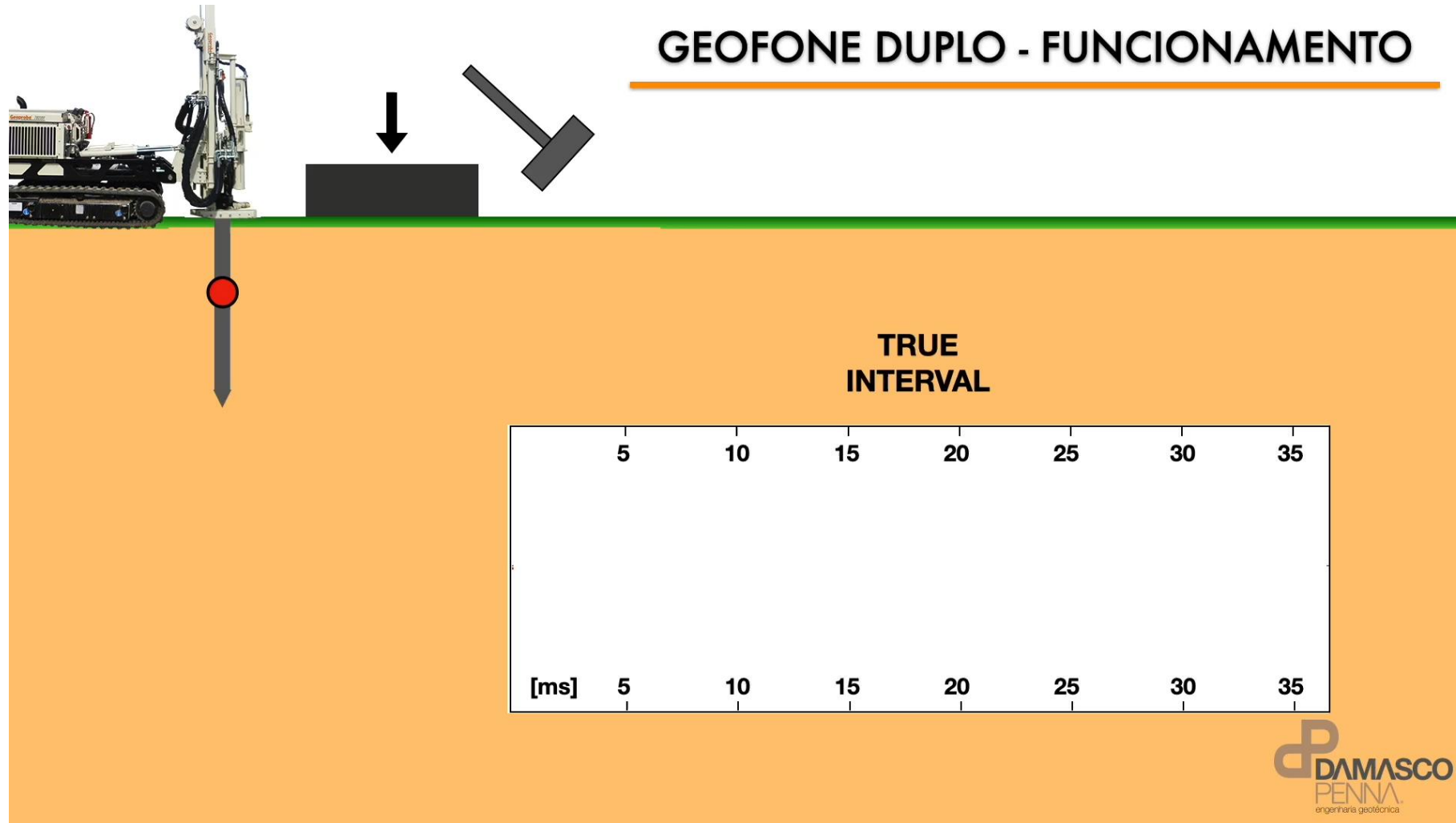
VS - PLACA METÁLICA E MARTELO



VP – PRATO E MARTELO

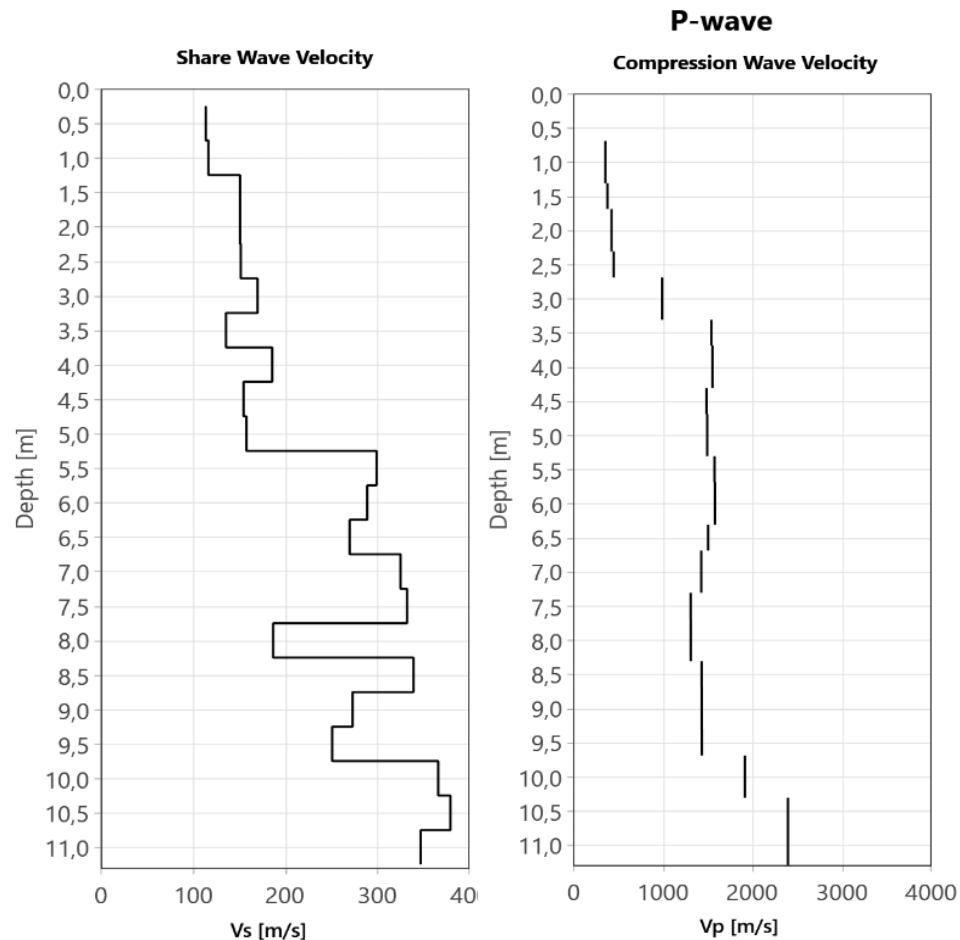
MEDIDAS DE VS E VP – ONDA DE CISALHAMENTO E DE COMPRESSÃO

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 [%]	ρ [kg/m ³]	G_0 [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	

Average Velocity Profile				
Layer [n°]	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	

PERFIL INDIVIDUAL

PARÂMETROS OBTIDOS →

1. VS – Velocidade ondas de cisalhamento
2. G_0 – Módulo de cisalhamento
3. VP – Velocidade de onda de compressão

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

EXECUÇÃO NO CAMPO DE TESTE IE (03/2024)



EQUIPAMENTOS



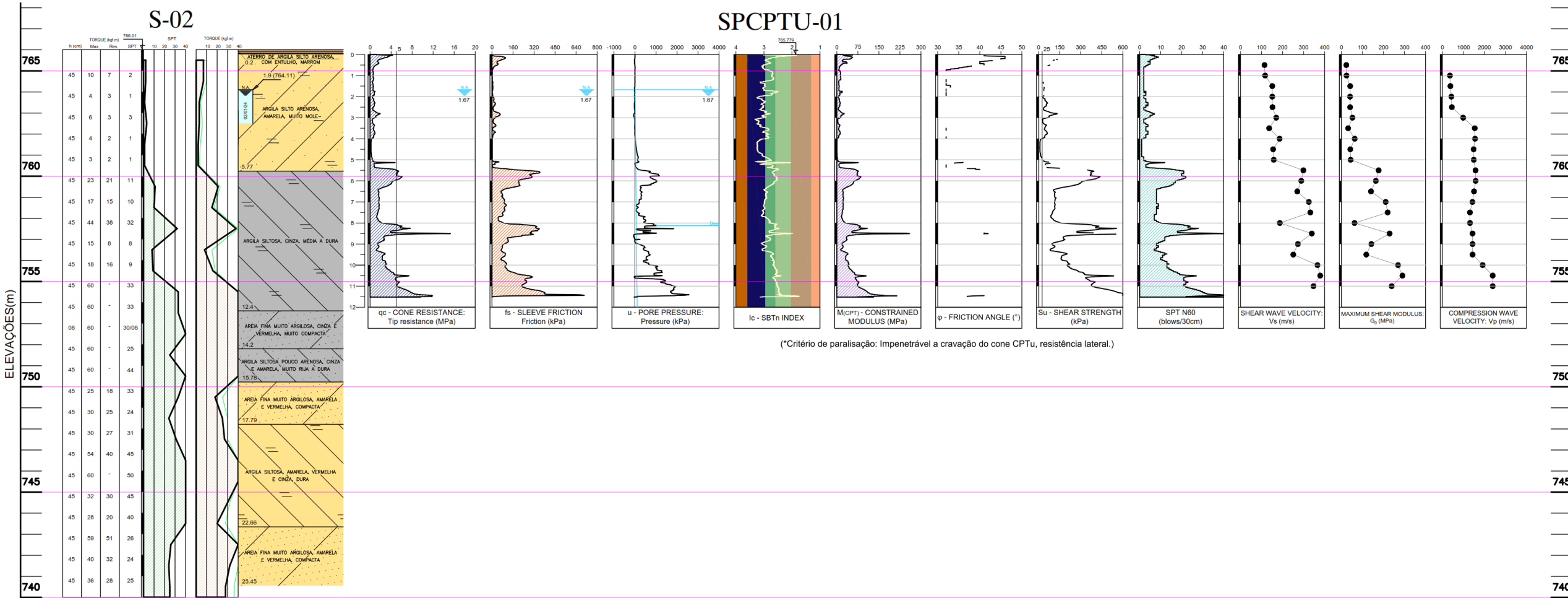
EXECUÇÃO DE ONDA P



EXECUÇÃO DE ONDA S

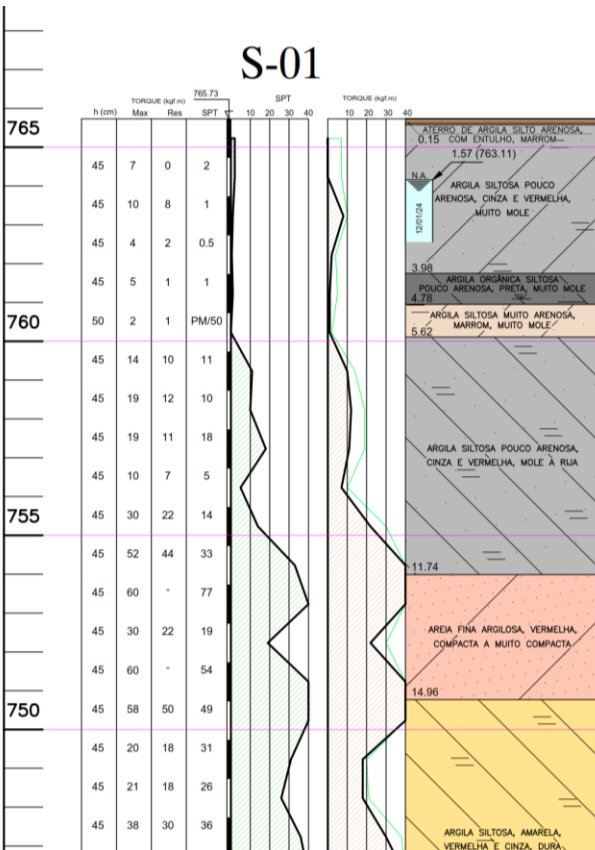
SEISMIC CONE PENETRATION TEST (SPCPTu)

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

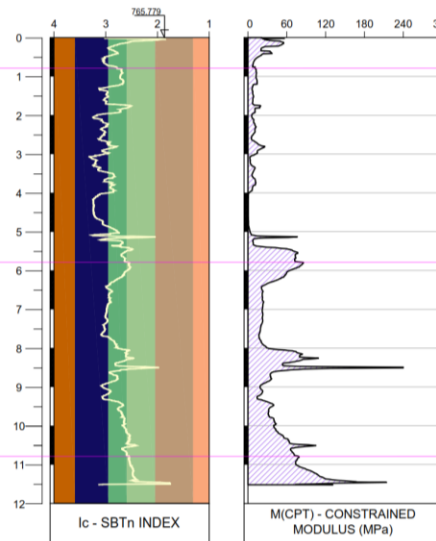


ENSAIO SPT x SCPTu x SPDMT (DOWNHOLE) x CROSSHOLE

S-01



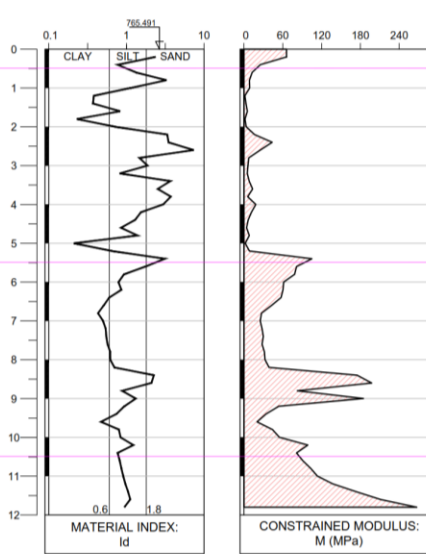
SPCPTU-01



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

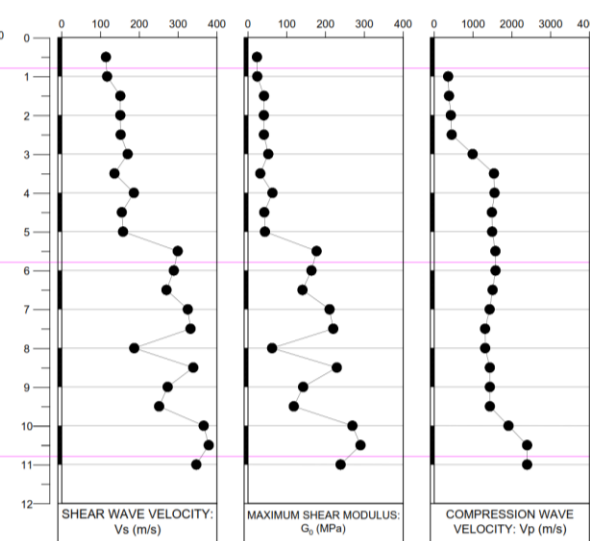
- Organic material (3,60 - 4,00) (Material orgânico)
- Clay to silty clay (2,95 - 3,60) (Argila siltosa para argila)
- Cleey silt to silty clay (2,60 - 2,95) (Argila siltosa para silte argiloso)
- Silty sand to sandy silt (2,05 - 2,60) (Silte arenoso para areia siltosa)
- Clean sand to silty sand (1,31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

SPDMT-01



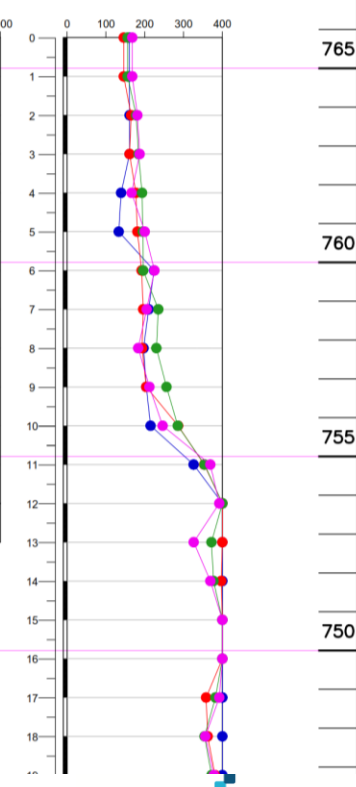
(*Critério de paralisação: Impenetrável a cravação da ponte de DMT.)

DP - SÍSMICOS



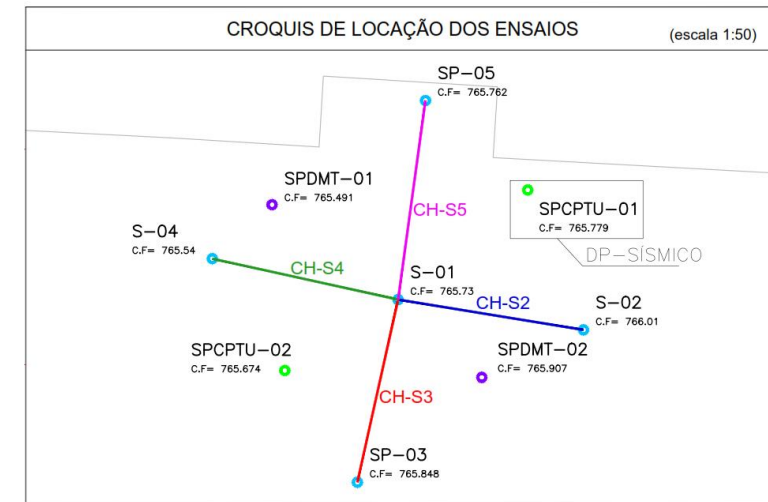
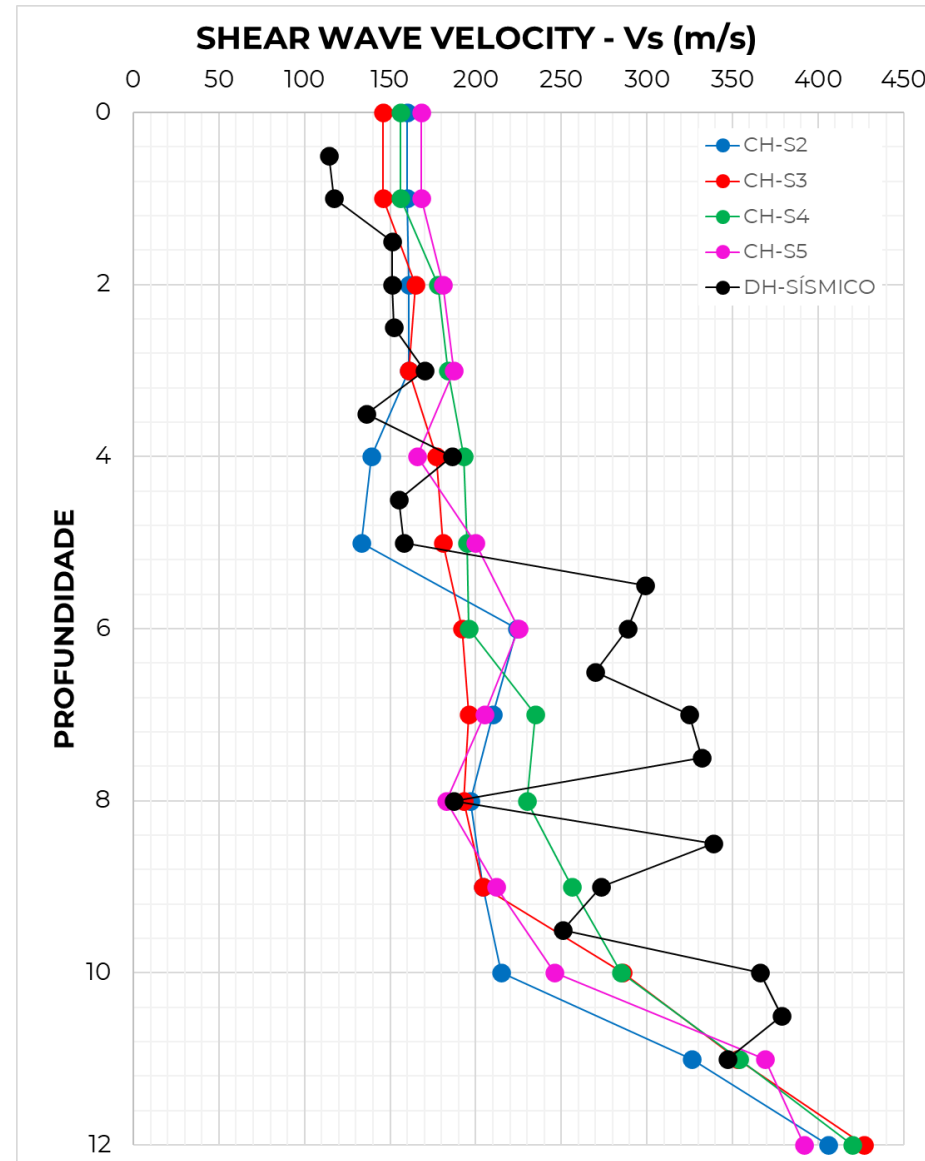
(*Critério de paralisação: Impenetrável a cravação da ponte.)

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!