ENSAIO DE CARREGAMENTO DINÂMICO
ESTACAS DE ELEVADA CAPACIDADE RESISTENTE
SISTEMAS DE IMPACTO – CASOS DE OBRAS

WebGeo

SIMPÓSIO DIGITAL DE GEOTECNIA

15 A 17 DE SETEMBRO DE 2020

Prêmio ABMS – Manuel Rocha

REALIZAÇÃO APOIO

Sérgio C. Paraíso - Geomec

Manuel Rocha

Manuel Coelho Mendes da Rocha

Foi diretor do Laboratório Nacional de Engenharia Civil (LNEC) entre 1954 e 1974, sendo responsável por boa parte do prestígio alcançado por essa instituição.

Foi um dos fundadores da Mecânica das Rochas como ramo autônomo da Geotecnia, tendo sido presidente da Sociedade Internacional de Mecânica das Rochas entre 1966 e 1970 e organizado em Lisboa o primeiro Congresso Internacional de Mecânica das Rochas.

Foi igualmente 13.º Presidente Nacional do Conselho Diretivo, cargo atualmente equivalente ao de Bastonário, da Ordem dos Engenheiros entre 23 de julho de 1976 e 2 de abril de 1979.

A Lição Manuel Rocha homenageia desde 1984 a figura de Manuel Rocha. É organizada anualmente pela Associação dos Geotécnicos Antigos Alunos da Universidade Nova de Lisboa e pela Sociedade Portuguesa de Geotecnia.

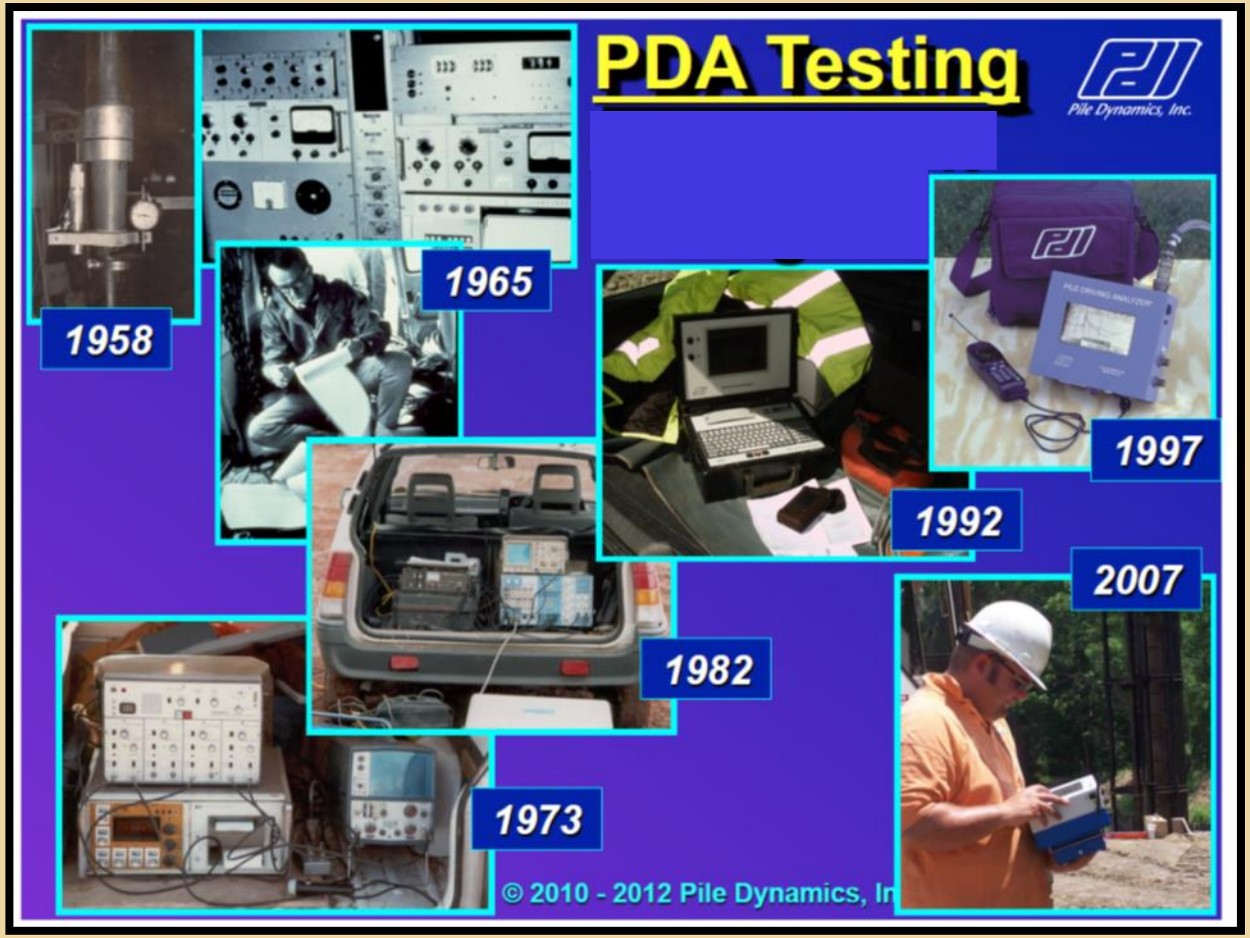
Em 2005, a Sociedade Portuguesa de Geotecnia instituiu o Prêmio Manuel Rocha para teses de doutoramento na área da Geotecnia

Prêmio ABMS - Manuel Rocha, instituído nos anos 79/80 pelos professores Antônio José da Costa Nunes, Evelyna Bloem Souto e Milton Vargas que premia profissionais cujas realizações dentro do escopo da ABMS, tenham sido empreendedoras, criativas e inovadoras, contribuindo ainda para a formação de escola no campo de sua especialidade.

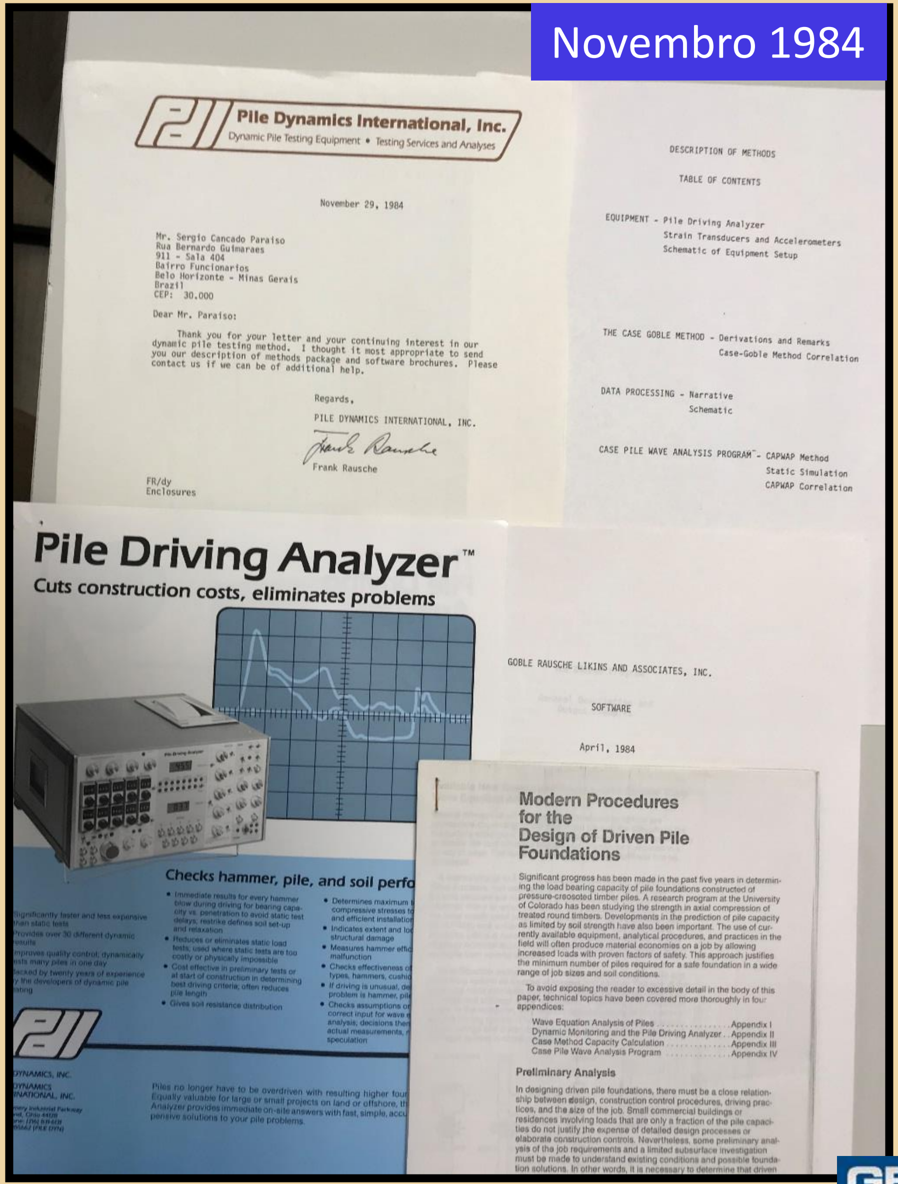
Sistemas de Impacto Específicos para realização de Ensaios de Carregamento Dinâmico em Estacas Moldadas in Loco de Baixa e Elevada Capacidade Resistente

Retrospectiva

- PDA (Pile Driving Analyser)



Novembro 1984

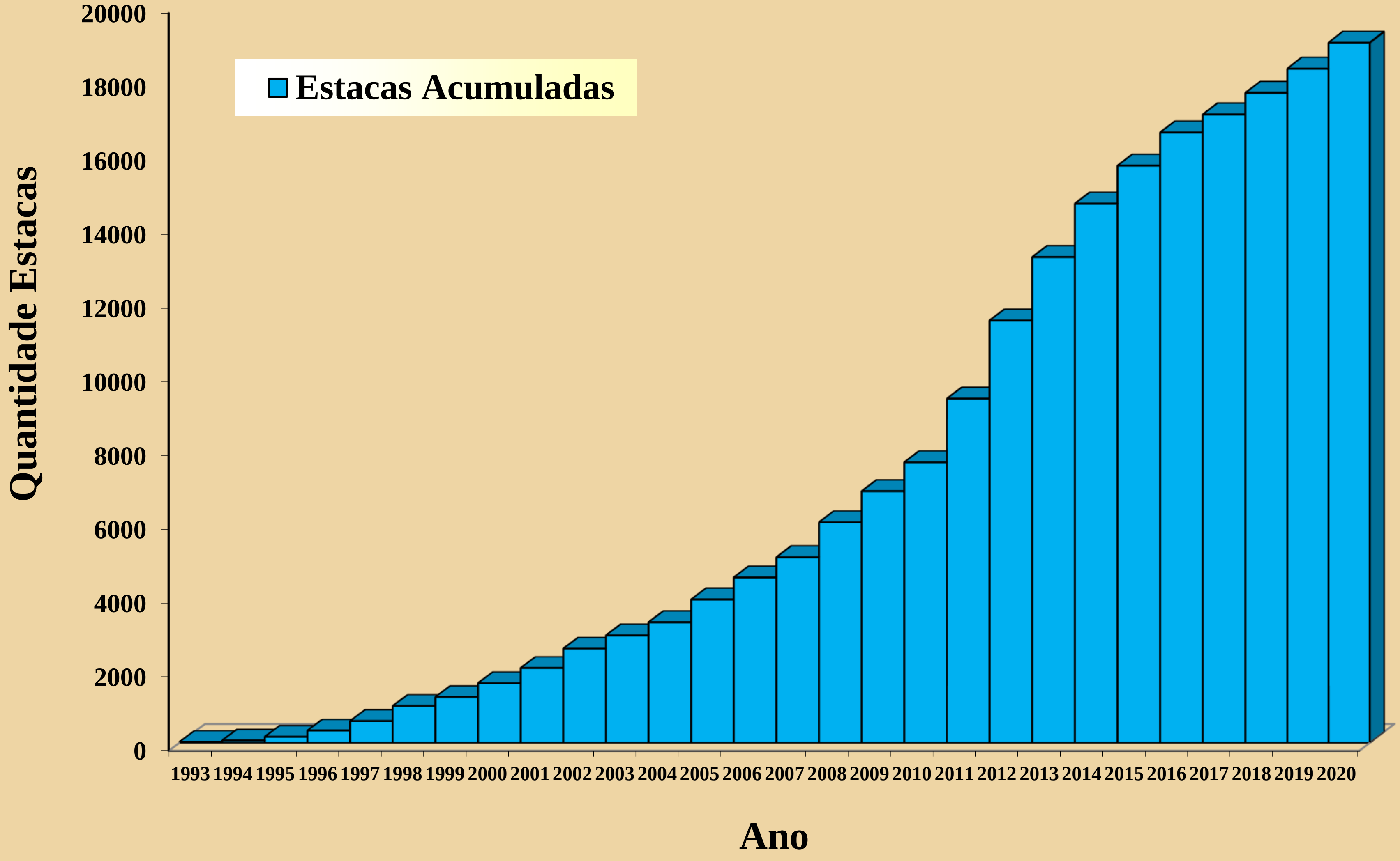


GEOMEC

❖ Ensaios ECD realizados – Geomec

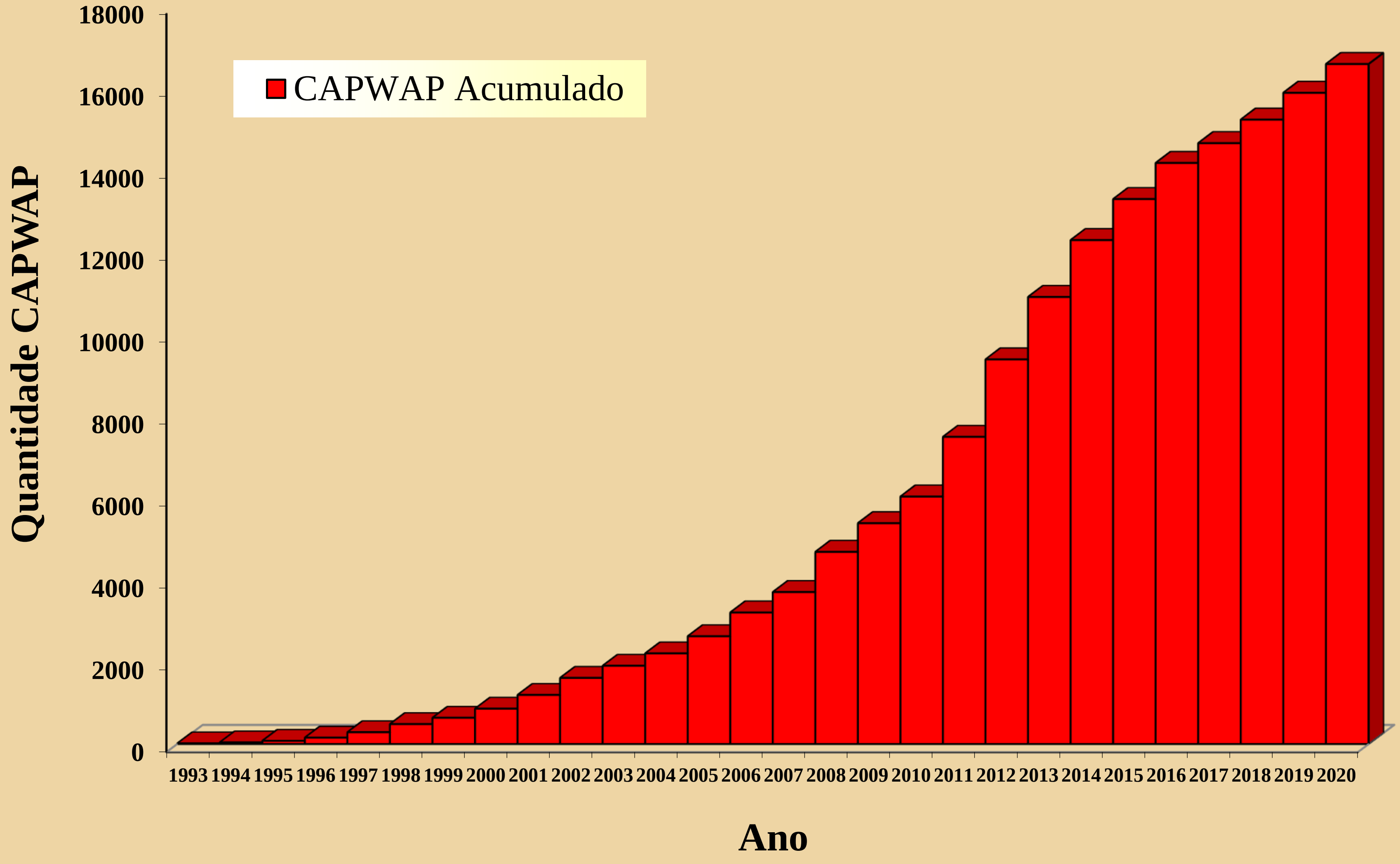
P.D.A - Pile Driving Analyzer

Estacas Ensaiadas Até 10/09/2020 - Total 18.979



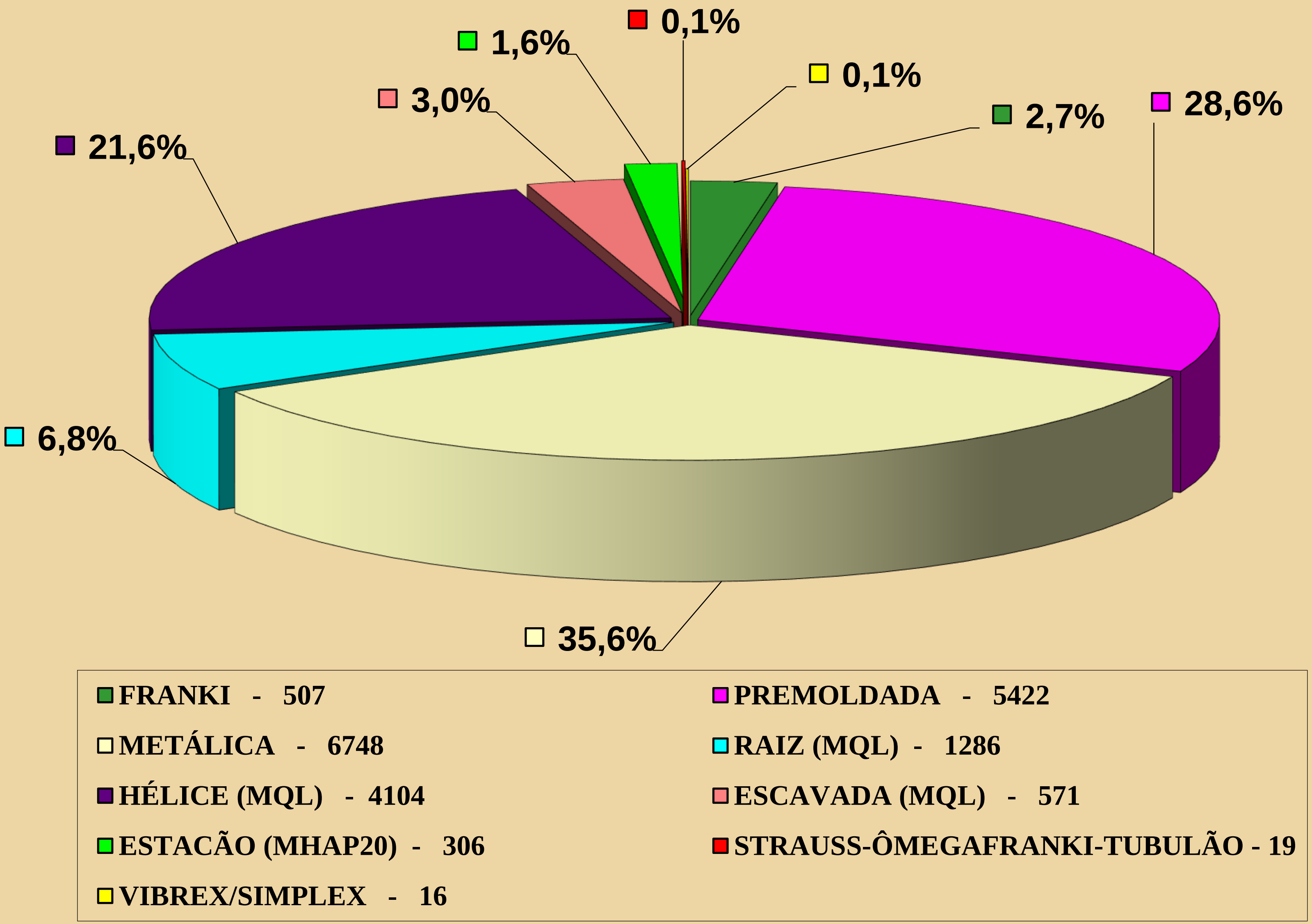
GEOMEC

P.D.A - Pile Driving Analyzer
Análise CAPWAP Até 10/09/2020 - Total 16.581



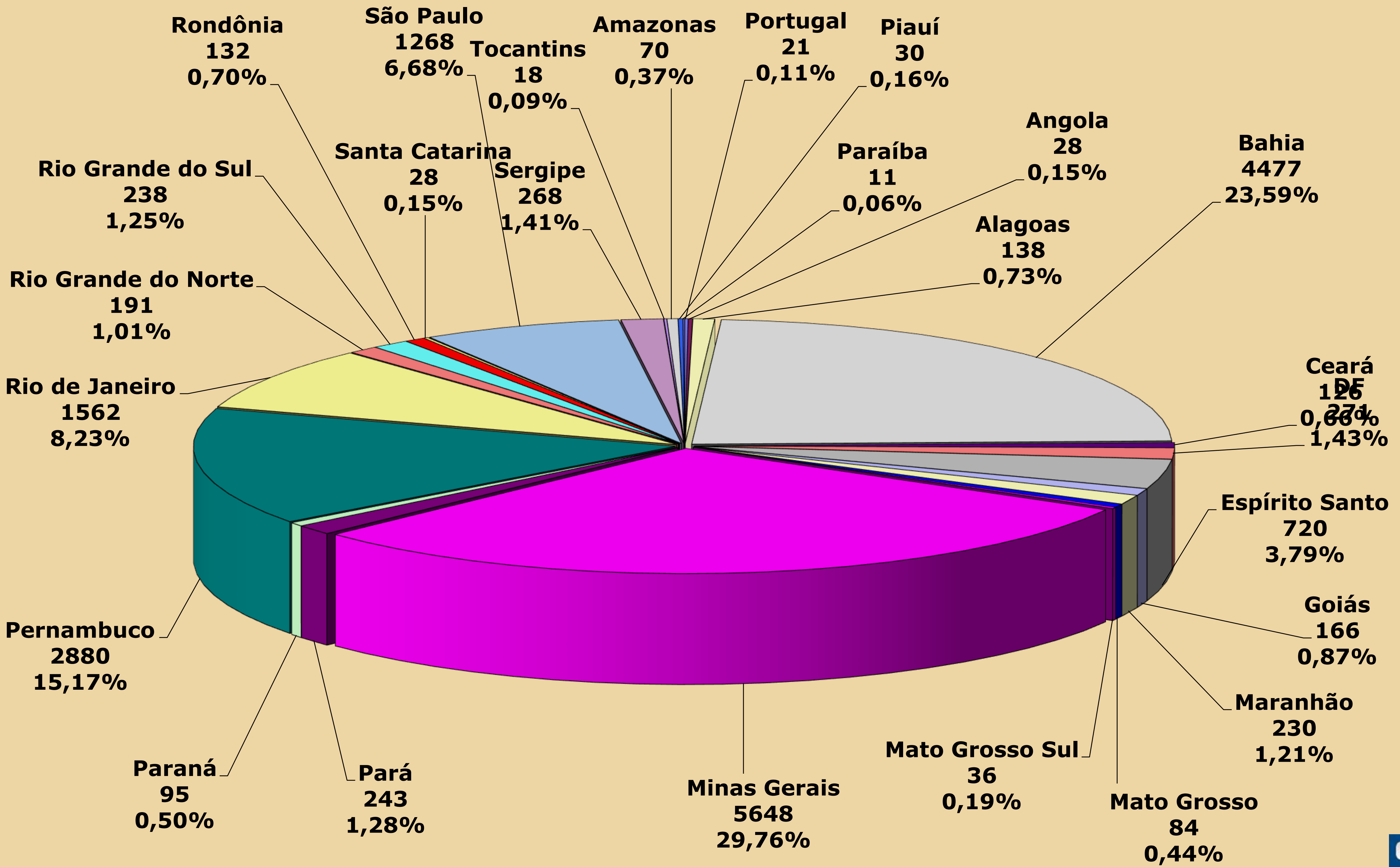
GEOMEC

PDA - Pile Driving Analyzer
Distribuição Tipos de Estacas Ensaiadas
Até 10/09/2020



GEOMEC

Ensaio de Carregamento Dinâmico
Estacas Ensaiadas Até 10/09/2020 - Total 18.979



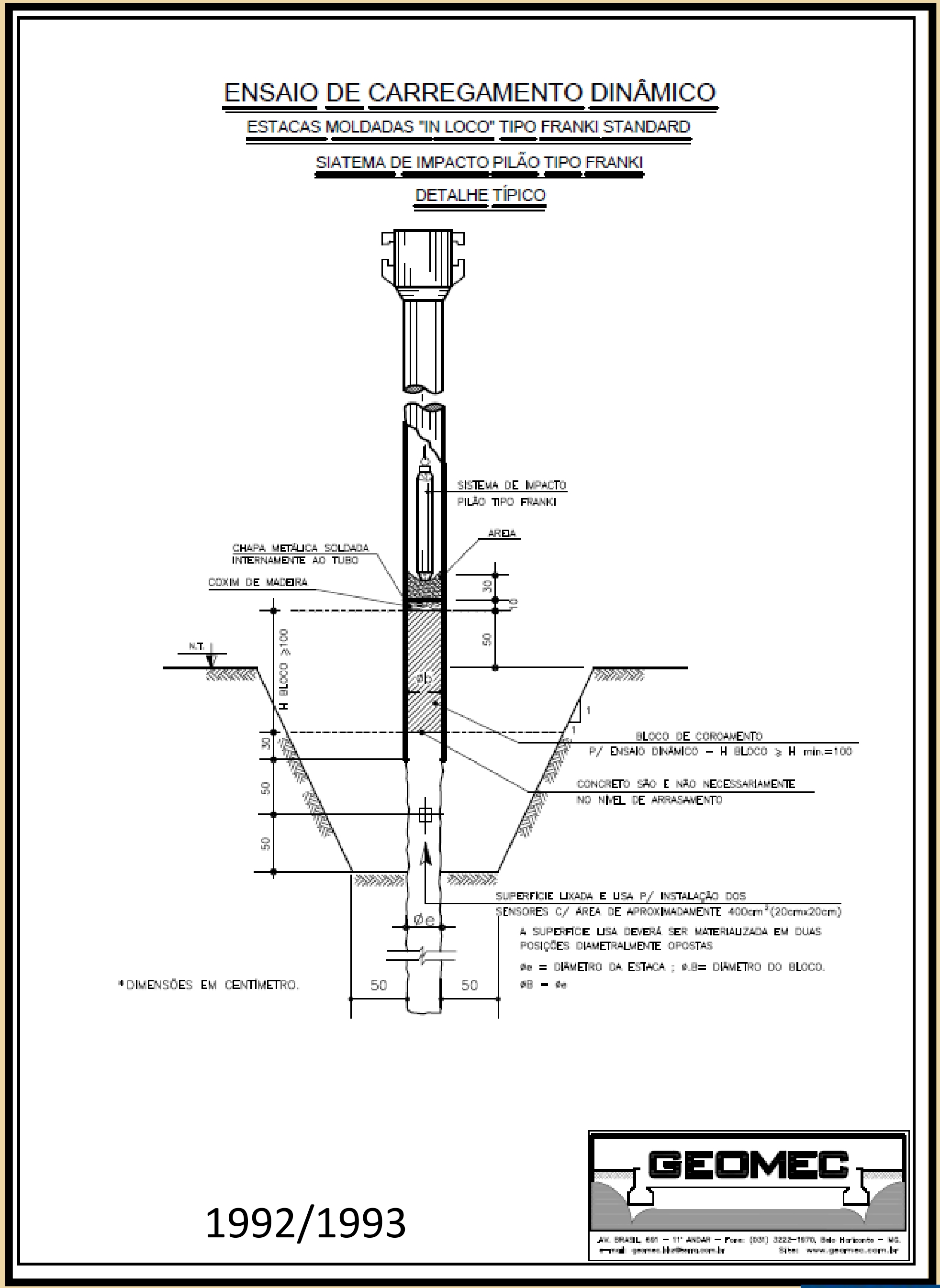
GEOMEC

P.D.A - Pile Driving Analyzer
Obras Até 10/09/2020 - Total 3.672

GEOMEC

❖ Estacas moldadas in Loco

- **1990**: Ensaios ECD em estacas tipo Franki;
- Ensaios realizados utilizando o próprio pilão Franki, com adaptação de um capacete tubular que vestia a estaca/bloco de ensaio e servia como guia para o respectivo pilão. Primeiro ensaio realizado em 28/09/1990, em estacas tipo Franki com fuste vibrado ϕ520 / 600 mm (obra Minas Shopping – BH)
- **1990 – 1993**: fase de estudos teóricos, ensaios de Carregamento Dinâmico em estacas tipo Franki em conjunto com os Eng. Jorge Beim e Gina Beim da PDI Engenharia.



- Trabalho publicado no StressWave 4 – Dynamic Testing of Enlarged Base Franki Piles (J.W.Beim, G.K.Beim e S.C. Paraíso) set/1992

Table 1. Pile characteristics

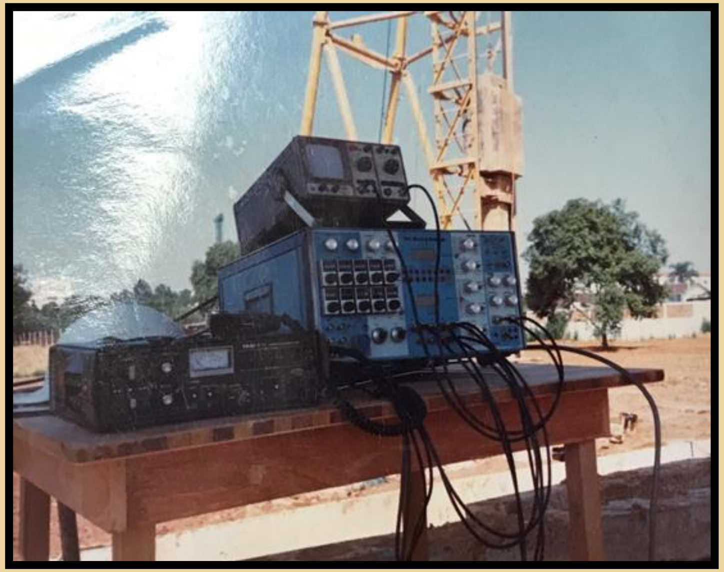
Pile	Diameter mm	Shaft Length m	Base Volume m^3	Time Days
10 (*)	600	11.5	0.45	14
11 (*)	600	11.4	0.60	15
33 (*)	520	9.0	0.75	7
122	520	15.0	0.45	13
106	520	15.0	0.45	14
91	600	12.5	0.45	16
90A	520	15.0	0.60	13
1	520	12.9	0.90	50
21	520	11.1	0.30	43

Table 2. Capacity results

Pile	Diameter	Capacities			
	mm	Skin kN	Toe kN	CAPWAP kN	Case kN
10	600	796	1433	2230	2260
11	600	659	1772	2430	2440
33	520	1279	584	1863	1660
122	520	1409	961	2370	2310
106	520	2483	747	3230	3025
91	600	2027	1774	3800	3620
90A	520	1565	1175	2740	2950
1	520	3159	2151	5310	5300
21	520	1696	2874	4570	4220

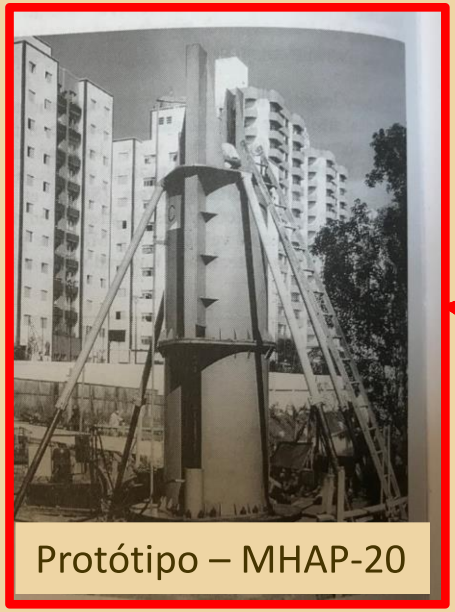
Pilão Franki 3,0 /4,0 ton – Hq até 6.0 metros

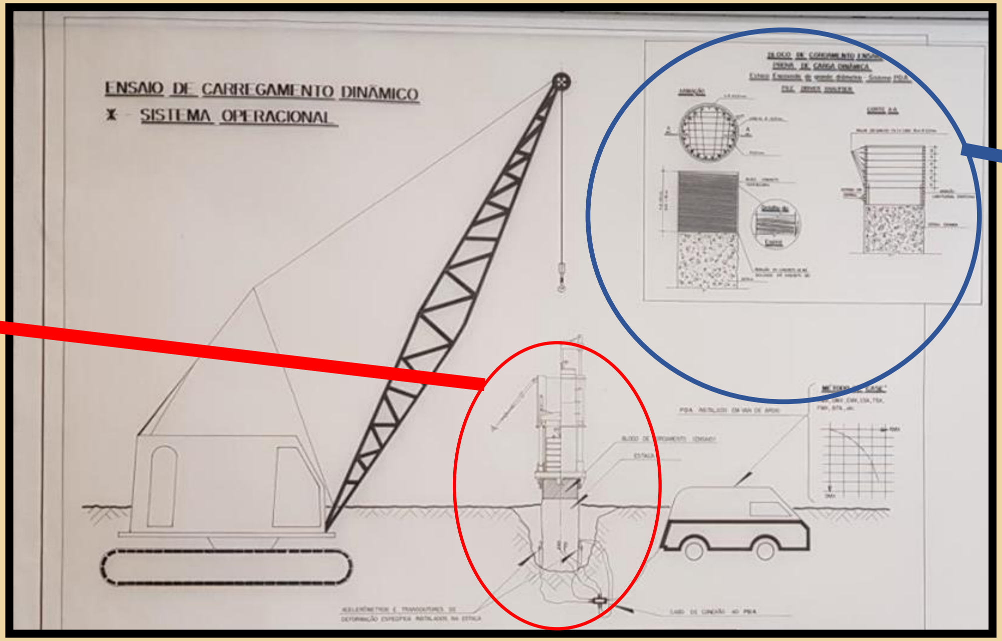
- **1993**: Aquisição do primeiro equipamento PDA (Blue Box) e início da trajetória Geomec em ECD.
- **1993 – 1998**: Ensaios ECD em Estacas cravadas e tipo Franki.

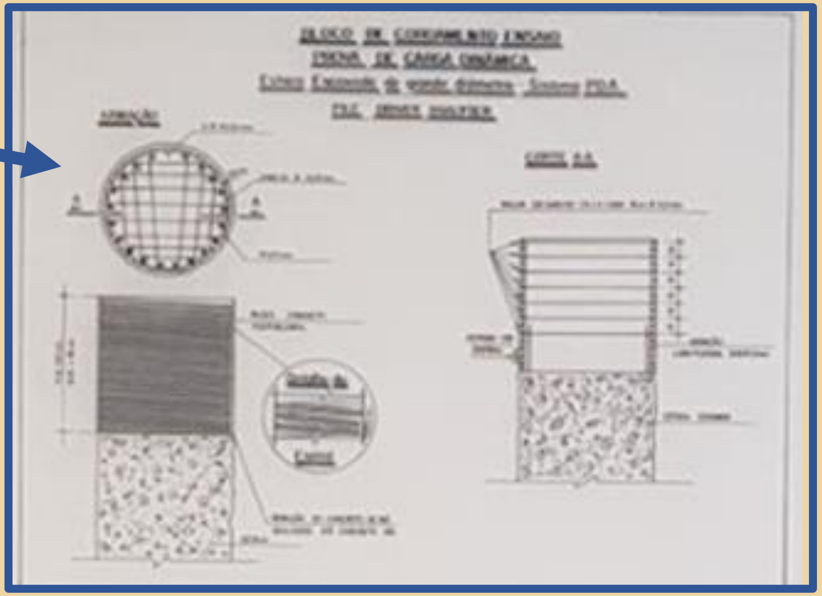


GEOMEC

- **1995**: Ideias Conceituais para projeto de um Sistema de Impacto para ensaios ECD em estacas moldadas in loco, hidráulico autopropulsor, modulável para peso de até 20 ton. e segmentado a cada 2 ton.
- **1996**: Metodologia de Execução do ECD associada ao Sistema de Impacto (Estudo Avançado).


Protótipo – MHAP-20



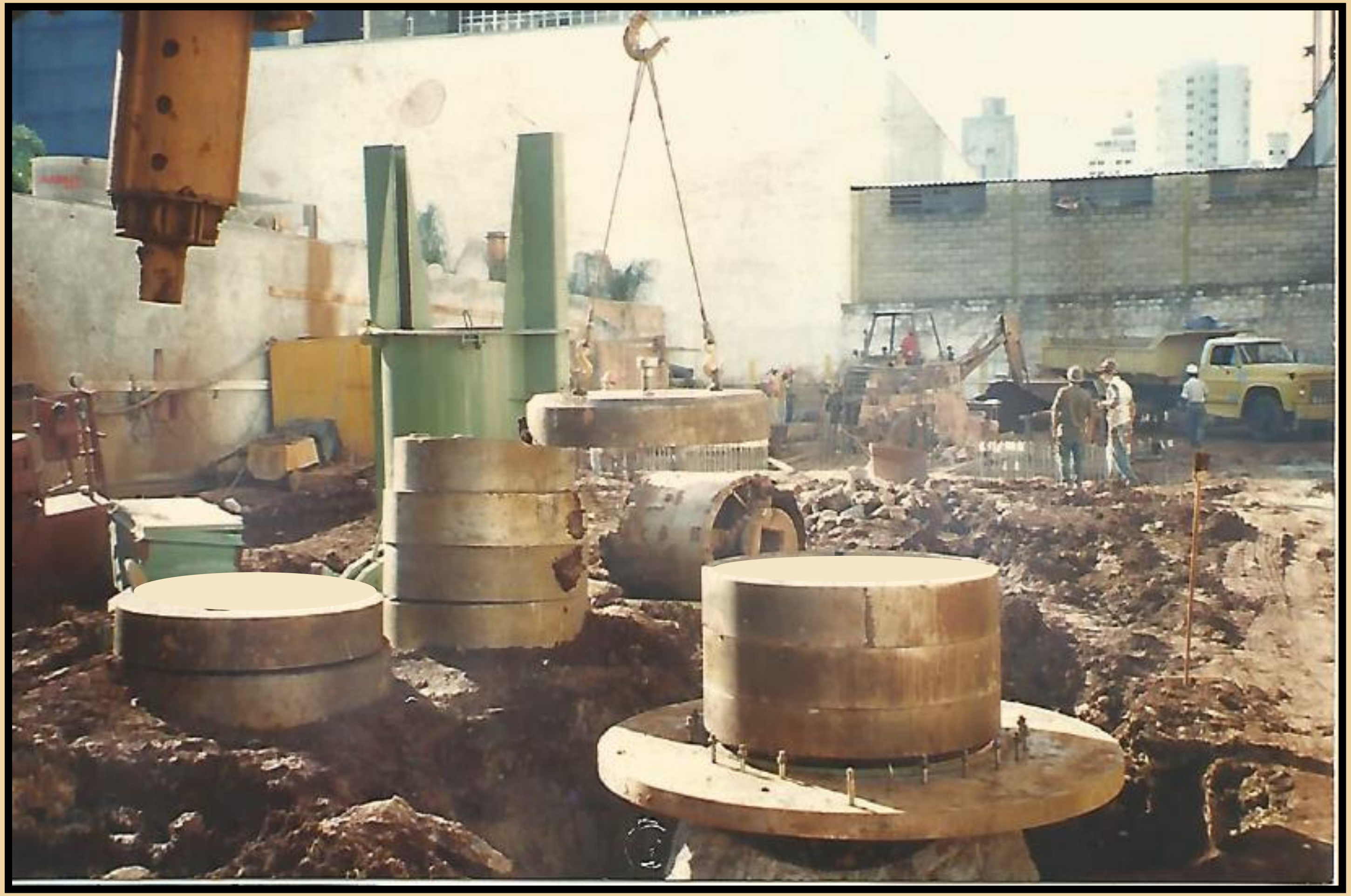



Bloco de Ensaio

f_{ck} > 35 MPa

- Estudos e testes do Bloco de Ensaio objetivando simultaneamente a resistência ao impacto dinâmico e prolongamento do fuste da estaca ensaiada, observando as mesmas relações de Impedância Bloco/Estaca.
- Estudo das propriedades de resiliência dos dispositivos de amortecimento na procura da solução de menor perda de energia.

- **1997**: Materialização final de projeto executivo e fabricação do Martelo MHAP-20;
- **Ensaio teste 1** realizado em 09/07/1997, em estaca escavada de 1,30 m de diâmetro, comprimento de 22,00 metros carga de trabalho 530 ton e carga máxima mobilizada no ECD de 1200 ton.



Montagem - 1997

- **1998**: **Ensaio teste 2** realizado em São Paulo em 05/02/1998, estaca hélice contínua monitorada diâmetro 100 cm, comprimento 15,00 metros, carga de trabalho 300 ton e carga ativada no ECD de 825,0 ton. Execução fundações – GEOFIX , projeto fundações Damasco Penna, Marques Construtora Ltda.

BAP III Deep Foundations on Bored and Auger Piles Out/1998

Deep Foundations on Bored and Auger Piles, Van Impe & Haegeman (eds) © 1998 Balkema, Rotterdam, ISBN 90 5809 022 1

Variable energy dynamic load test on a 1.0 m diameter CFA pile

Luiz Guilherme de Mello
EPUSP, Vecttor Projetos, São Paulo, Brazil
Sérgio C. Paraíso
Geomec Engs. Consultores, Brazil

MHAP-20

TABLE 4. CAPWAP Capacities

BN	Q_{TOE} (kN)	Q_{TOE} %	Q_{SKIN} (kN)	Q_{SKIN} %	Q_{ULT} (kN)
1	1785	40.23	2652	59.77	4437
2	2879	46.50	3313	53.50	6191
3	3486	50.03	3482	49.97	6968
4	3780	51.78	3520	48.22	7300
5	4429	58.28	3171	41.72	7600
6	4749	60.17	3144	39.83	7892
7	6348	76.92	1905	23.05	8253

Da esquerda para direita: Fred Falconi, Geraldo Andrade e Sérgio Paraíso

GEOMEC

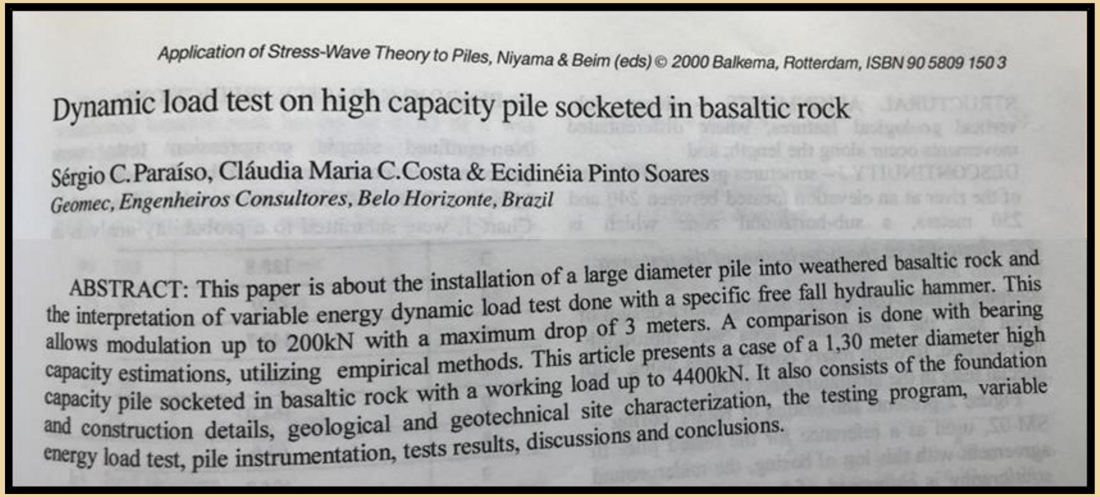
- **1998**: Primeira obra contratada, ECD realizado em 27/11/98 ponte sobre o rio Uruguai BR 153 localizada no complexo da usina hidrelétrica de Itá, na fronteira dos estados de Santa Catarina e Rio Grande do Sul. Estaca testada: escavada diâmetro 1,30 metros, 16,0 metros com embutimento em rocha de basalto de 3,20 metros. Carga total ativada no ensaio de 1500 ton. Carga de projeto 440 ton. Modulação do peso do martelo 12 ton. e altura de queda máxima 2,50 metros. Consórcio Construtor CBPO/Odebrecht/Mello de Azevedo.

GEOMEC

- **2000**: **STRESS-WAVE 2000 - São Paulo**

Session 6: High strain dynamic testing of driven and cast in situ piles - Dynamic testing of large piles

Artigos publicados referentes ao martelo MHAP-20

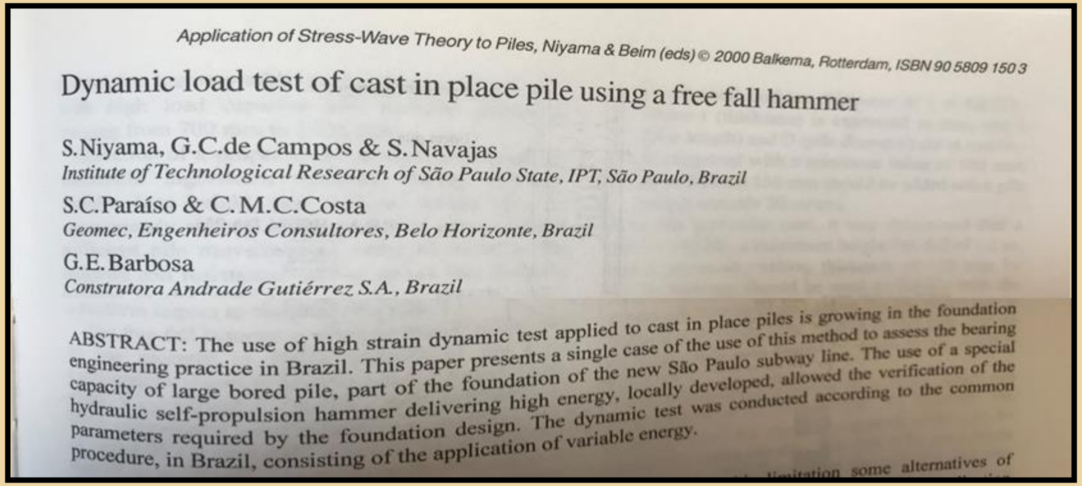


Application of Stress-Wave Theory to Piles, Niyama & Beim (eds) © 2000 Balkema, Rotterdam, ISBN 90 5809 150 3

Dynamic load test on high capacity pile socketed in basaltic rock

Sérgio C.Paraíso, Cláudia Maria C.Costa & Ecidinéia Pinto Soares
Geomec, Engenheiros Consultores, Belo Horizonte, Brazil

ABSTRACT: This paper is about the installation of a large diameter pile into weathered basaltic rock and the interpretation of variable energy dynamic load test done with a specific free fall hydraulic hammer. This allows modulation up to 200kN with a maximum drop of 3 meters. A comparison is done with bearing capacity estimations, utilizing empirical methods. This article presents a case of a 1,30 meter diameter high capacity pile socketed in basaltic rock with a working load up to 4400kN. It also consists of the foundation and construction details, geological and geotechnical site characterization, the testing program, variable energy load test, pile instrumentation, tests results, discussions and conclusions.



Application of Stress-Wave Theory to Piles, Niyama & Beim (eds) © 2000 Balkema, Rotterdam, ISBN 90 5809 150 3

Dynamic load test of cast in place pile using a free fall hammer

S.Niyama, G.C.de Campos & S.Navajas
Institute of Technological Research of São Paulo State, IPT, São Paulo, Brazil
S.C.Paraíso & C.M.C.Costa
Geomec, Engenheiros Consultores, Belo Horizonte, Brazil
G.E.Barbosa
Construtora Andrade Gutiérrez S.A., Brazil

ABSTRACT: The use of high strain dynamic test applied to cast in place piles is growing in the foundation engineering practice in Brazil. This paper presents a single case of the use of this method to assess the bearing capacity of large bored pile, part of the foundation of the new São Paulo subway line. The use of a special hydraulic self-propulsion hammer delivering high energy, locally developed, allowed the verification of the parameters required by the foundation design. The dynamic test was conducted according to the common procedure, in Brazil, consisting of the application of variable energy.

GEOMEC

GRL + PDI

Newsletter No. 38
Winter 2000

Information gathered by the engineers of
Goble Rausche Likins and Associates, Inc. and *Pile Dynamics, Inc.*

****
It is that time of the year again ....

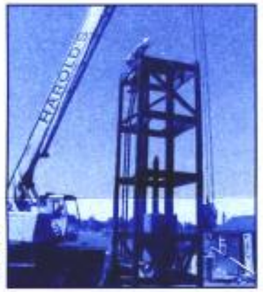
We thank our clients and readers for another good year of working together and we hope that 2001 will bring you peace, health, success and delight.
****

NEWTON'S APPLE FALLS IN AMHERST

by Frank Rausche and Brent Robinson

GRL has designed and built a new dynamic loading system for drilled shaft capacity testing. The ram is modular and its weight can be varied between 5 and 20 tons. With these ram weights, and utilizing free release drop heights of up to 9 ft (2.7 m), we can generate ultimate test loads of up to 2000 tons.

The guide frame, designed and constructed in cooperation with Fritz Koltermann of the Foundation Equipment Corporation in Dover, Ohio, has a 1.8 x 1.8 m footprint and a height of 6 m. After the ram is lifted by the crane to its top position, a pin is



Bill Maxwell of Hub Foundation operates Newton's Apple

inserted through the ram lifting bar into the guide frame to transfer the ram weight to the frame. Of course, the weight can also be dropped directly from the crane, if the crane boom can take the whip.

On September 6, 2000, GRL conducted a series of tests at the National Geotechnical Experimentation Site at the University of Massachusetts in Amherst with a 7.5 ton ram. A 25 ton hydraulic crane helped to assemble and move the loading system from shaft to shaft. We unloaded the system from the truck, tested 3 shafts of 900 mm diameter and 17 m length and reloaded the truck, all within 7 hours.

GRL performed this demonstration together with Carl Ealy from the Office of Research and Development of the Federal Highway Administration. Carl actively participated and used his own Pile Driving Analyzer® to acquire test data. Jim Maxwell of Hub Foundation in Harvard, Massachusetts operated our dynamic loading apparatus.

GRL has called its loading system "Newton's Apple" because it is really smart; it is instrumented for a precise reading of pile top force. This reduces pile excavations for strain sensor attachment and also is more accurate than the calculation of force from strain when the concrete quality is questionable. Comparison measurements between measured ram force and the force computed from pile strain measurement yielded very close agreement.

GRL's Newton's Apple has also tested piles in Tennessee and currently is testing in Houston for Berkel & Co. Contractors, Inc. Their test pile sizes vary between 350 and 450 mm diameter and have lengths up to 25 m. Proof loads of up to 400 tons have been generated with the 7.5 ton ram.

SHAFT INTEGRITY TESTS IN AMHERST

For research purposes, the shafts at the Amherst site were prepared with a variety of defects. GRL used its new Cross-Hole Analyzer™ (CHA), manufactured by Pile Dynamics (see overleaf) to locate these artificial defects. Furthermore, we used the Pile IntegrityTester™ by Pile Dynamics to conduct tests according to the Pulse Echo Method, also called the Low Strain Method.

GRL's *Brent Robinson* conducts a CHA test in Amherst

GRLWEAP NEWS

GRLWEAP 2001 is now in an extensive testing phase with emphasis on user friendliness. We are also doing a major update on our hammer data file and have submitted data request forms to hammer manufacturers and representatives. We hope to release this new software in the second quarter of 2001.

Please visit our improved web site at www.pile.com

Newsletter No. 38
Winter 2000

NEWTON'S APPLE FALLS IN AMHERST

by Frank Rausche and Brent Robinson

GRL has designed and built a new dynamic loading system for drilled shaft capacity testing. The ram is modular and its weight can be varied between 5 and 20 tons. With these ram weights, and utilizing free release drop heights of up to 9 ft (2.7 m), we can generate ultimate test loads of up to 2000 tons.

GEOMEC

- **1997 a 2020**: Sistemas de Impacto originados a partir das experiências adquiridas com a utilização do Sistema de Impacto MHAP-20 foram desenvolvidos e fabricados procurando praticidade, agilidade e relação custo-benefício atrativa. Os martelos desenvolvidos foram:
  MQL-3, MQL-8, MQL-10, MQL-13.
  Sistemas de Impacto - características de Ensaio:

Sistema Impacto	Diâmetros (m)	Peso Ensaio (kg)	Peso Ensaio Combinado
MQL3	0,30	3.750	3.750
	0,40		
	0,50		
	0,60		

Sistema Impacto	Diâmetros (m)	Peso Ensaio (kg)	Peso Ensaio Combinado
MQL8	0,30	2.000	2.000
	0,40	3.000	3.000
	0,50	3.000	5.000
	0,60		6.000
	0,70		8.000
	0,80		

GEOMEC

Sistema Impacto	Diâmetros (m)	Peso Ensaio (kg)	Peso Ensaio Combinado
MQL10	0,50	5.700	5.700
	0,60	5.000	10.700
	0,70		
	0,80		
	0,90		
	1,00		

Sistema Impacto	Diâmetros (m)	Peso Ensaio (kg)	Peso Ensaio Combinado
MQL13	0,70	7.940	7.940
	0,80	5.700	13.640
	0,90		
	1,00		
	1,10		
	1,20		

Sistema Impacto	Diâmetros (m)	Peso Ensaio Combinado
MHAP 20	0,80	8.000
	1,00	10.000
	1,20	12.000
	1,40	14.000
	1,60	16.000
	1,80	18.000
	2,00	20.000

SIPEX – 43 Ep = 1500 kJ

Lisboa - Portugal

GEOMEC SPED

GEOMEC

- **CASOS DE OBRAS:**

<u>Caso 1 - Estaca Mista</u>

Obra : 3ª Ponte Estaiada Lago Sul

Brasília – DF. (Fev. / Março 2001)

Camisa de Aço – Núcleo de Concreto

D = 120 cm – Nt = 450 t

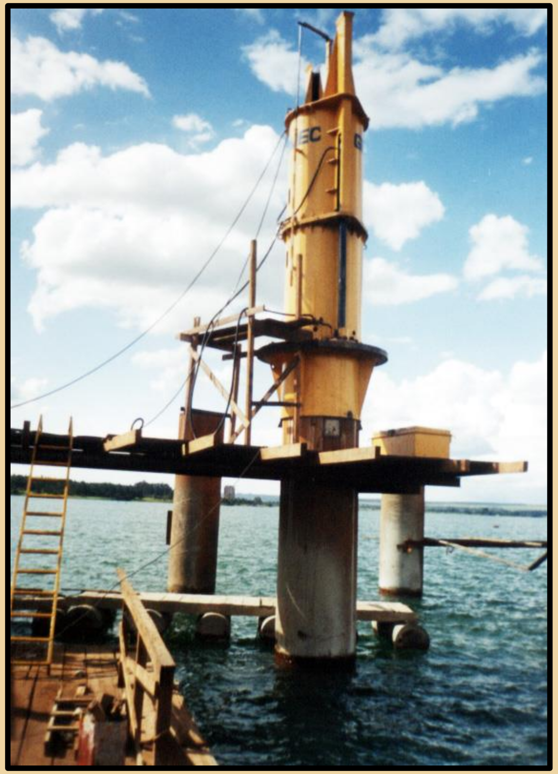
L = 48,00 m

Ru: 1650 t

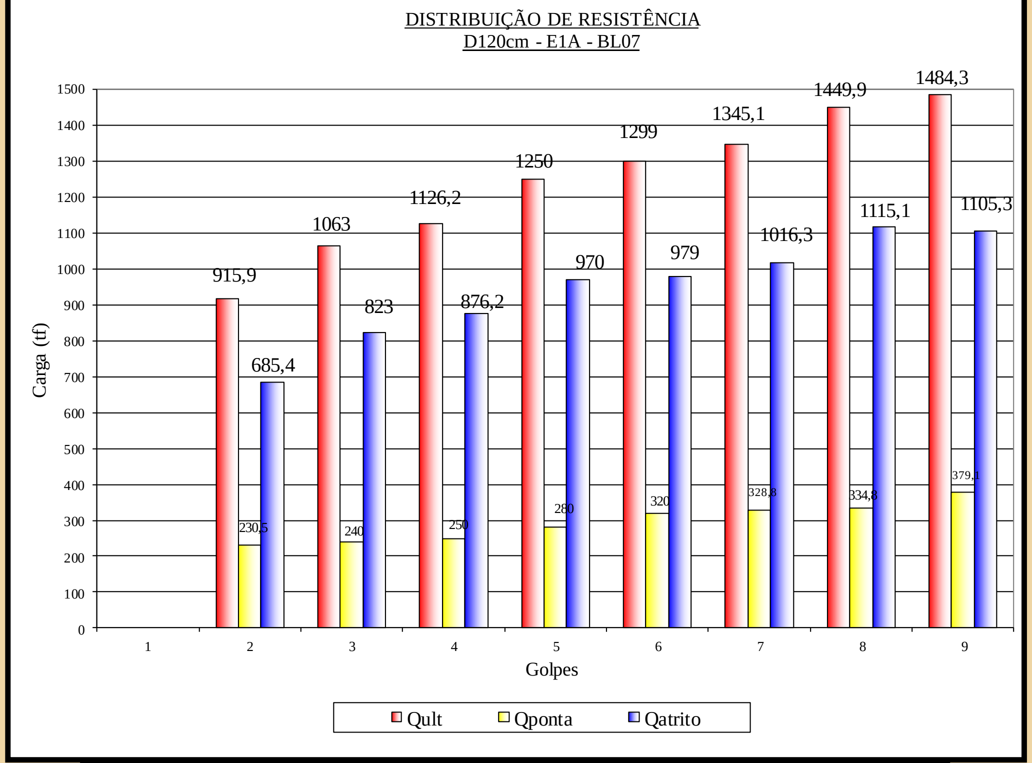
Lâmina d`água: 24,00 metros

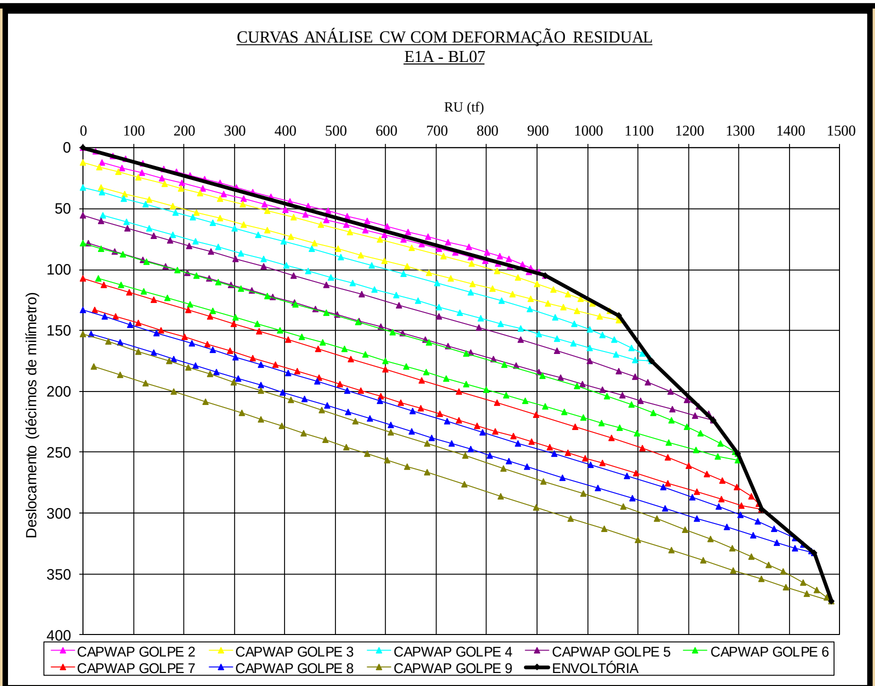
Modulação de peso: 20t – Hq = 1,40 m

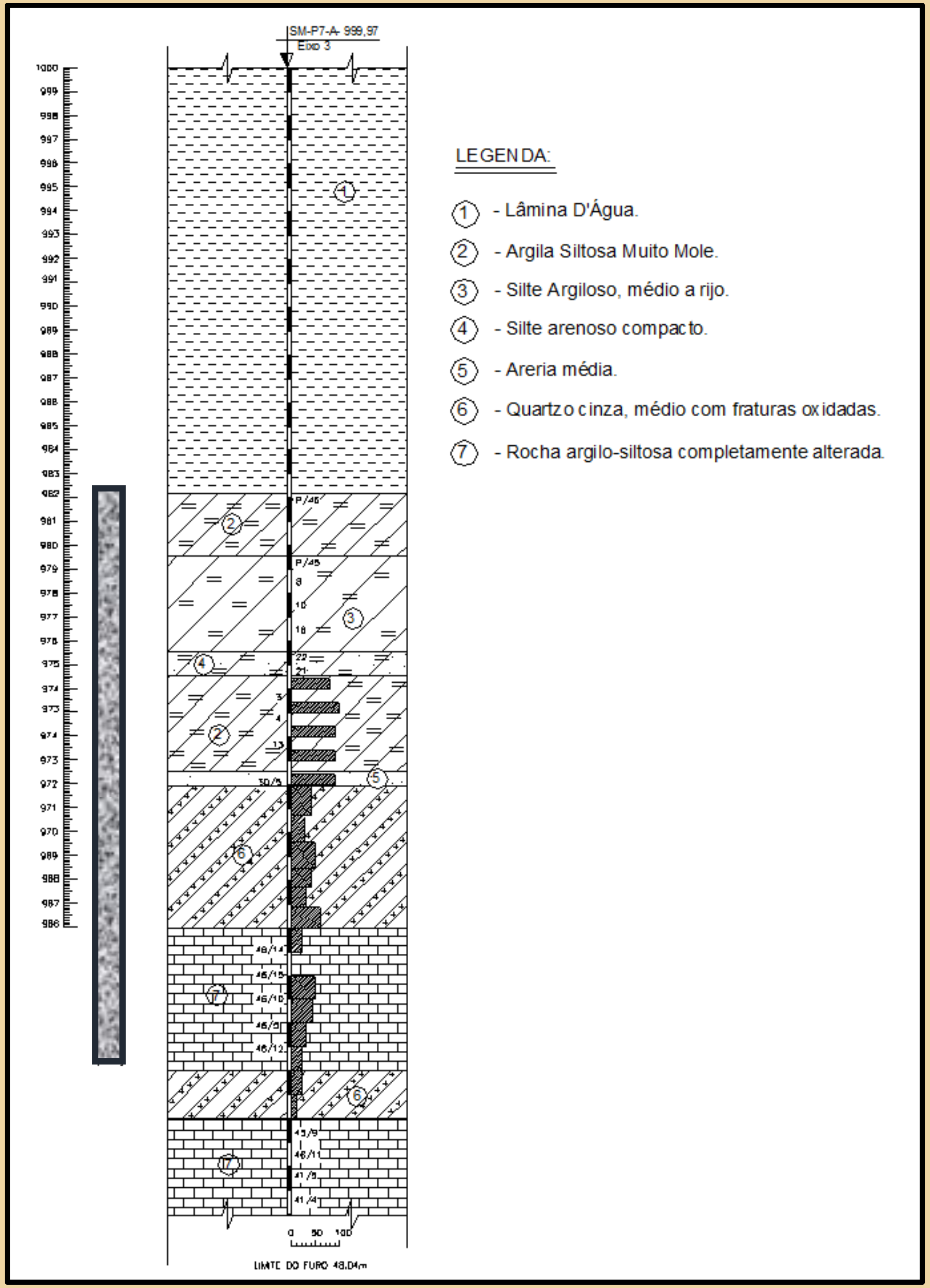
GEOMEC



GEOMEC


DISTRIBUIÇÃO DE RESISTÊNCIA
D120cm - E1A - BL07
Carga (tf)
Golpes
915,9
685,4
230,5
1063
823
240
1126,2
876,2
250
1250
970
280
1299
979
320
1345,1
1016,3
328,8
1449,9
1115,1
334,8
1484,3
1105,3
Qult
Qponta
Qatrito


CURVAS ANÁLISE CW COM DEFORMAÇÃO RESIDUAL
E1A - BL07
RU (tf)
Deslocamento (décimos de milímetro)
CAPWAP GOLPE 2
CAPWAP GOLPE 3
CAPWAP GOLPE 4
CAPWAP GOLPE 5
CAPWAP GOLPE 6
CAPWAP GOLPE 7
CAPWAP GOLPE 8
CAPWAP GOLPE 9
ENVOLTÓRIA


SM-P7-A 999,97
LIMITE DO FURO 48,04m
LEGENDA:
1 - Lâmina D'Água.
2 - Argila Siltosa Muito Mole.
3 - Silte Argiloso, médio a rijo.
4 - Silte arenoso compacto.
5 - Areria média.
6 - Quartzo cinza, médio com fraturas oxidadas.
7 - Rocha argilo-siltosa completamente alterada.

GEOMEC

Caso 2 - Estaca Mista

Obra : Ponte s/ Rio São Francisco – Ibó – BA.

Camisa de Aço – Núcleo de Concreto

D = 160cm – Nt = 629 t

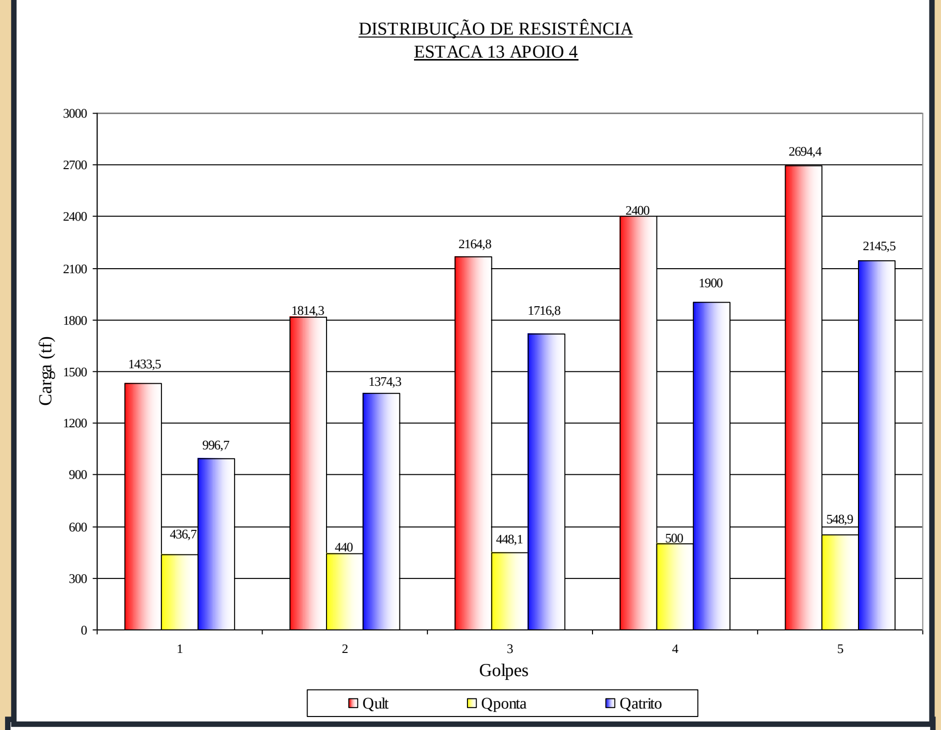
L = 30,0m

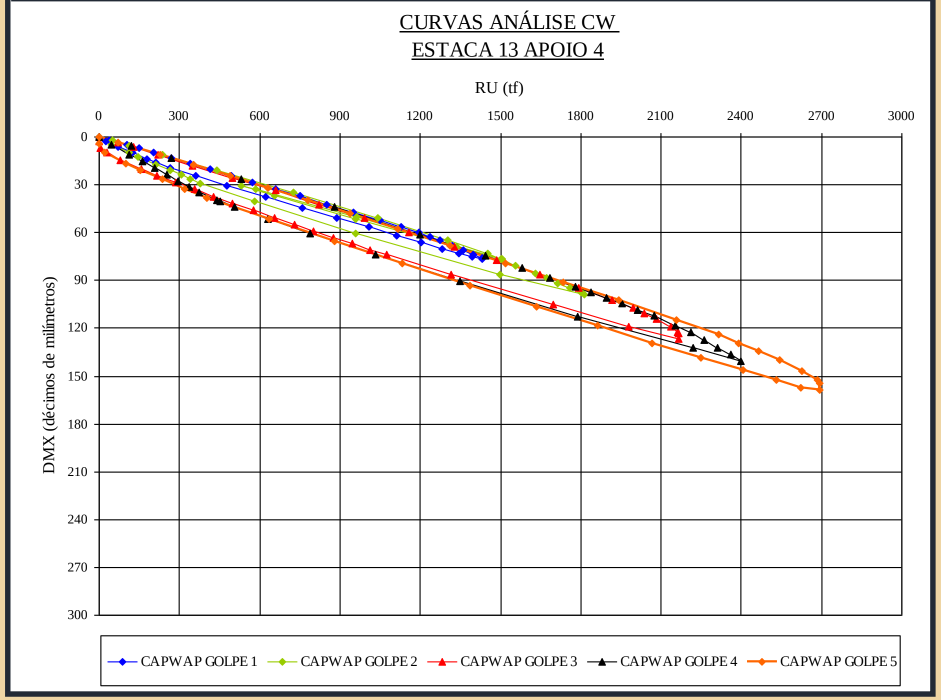
Ru: 2695 t

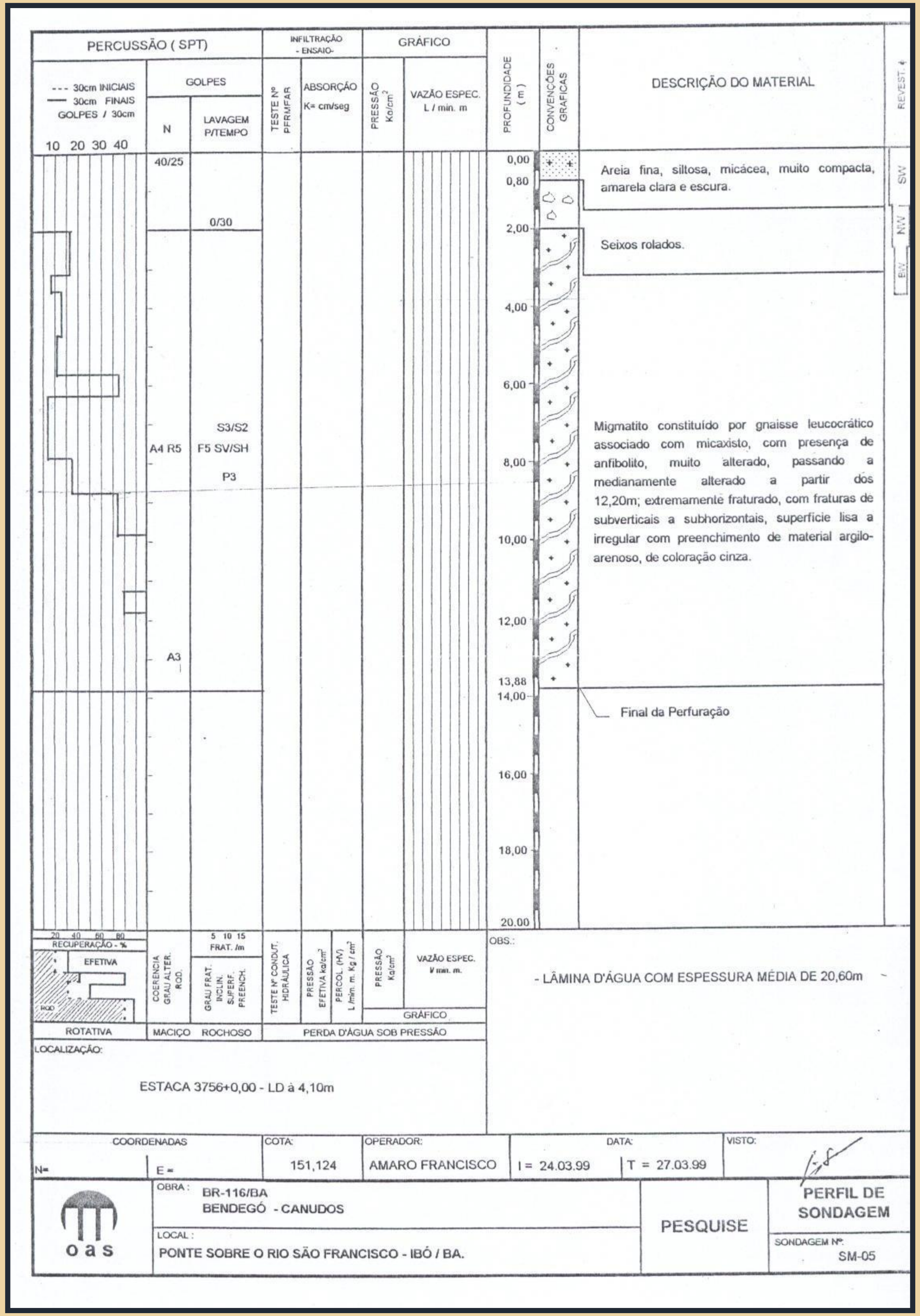
Lâmina d`água: 20,00 metros

Modulação de peso: 20t – Hq = 1,80 m

GEOMEC


DISTRIBUIÇÃO DE RESISTÊNCIA
ESTACA 13 APOIO 4
Carga (tf)
Golpes
1433,5
436,7
996,7
1814,3
440
1374,3
2164,8
448,1
1716,8
2400
500
1900
2694,4
548,9
2145,5
Qult
Qponta
Qatrito


CURVAS ANÁLISE CW
ESTACA 13 APOIO 4
RU (tf)
DMX (décimos de milímetros)
CAPWAP GOLPE 1
CAPWAP GOLPE 2
CAPWAP GOLPE 3
CAPWAP GOLPE 4
CAPWAP GOLPE 5


PERCUSSÃO (SPT)
INFILTRAÇÃO - ENSAIO -
GRÁFICO
PROFUNDIDADE (m)
CONVENÇÕES GRÁFICAS
DESCRIÇÃO DO MATERIAL
REVEST.
--- 30cm INICIAIS
— 30cm FINAIS
GOLPES / 30cm
GOLPES
N
LAVAGEM P/TEMPO
TESTE Nº PERMEAB.
ABSORÇÃO K= cm/seg
PRESSÃO Kg/cm²
VAZÃO ESPEC. L / min. m
10 20 30 40
40/25
0/30
S3/S2
A4 R5
F5 SV/SH
P3
A3
0,00
0,80
2,00
4,00
6,00
8,00
10,00
12,00
13,88
14,00
16,00
18,00
20.00
Areia fina, siltosa, micácea, muito compacta, amarela clara e escura.
Seixos rolados.
Migmatito constituído por gnaisse leucocrático associado com micaxisto, com presença de anfibolito, muito alterado, passando a medianamente alterado a partir dos 12,20m; extremamente fraturado, com fraturas de subverticais a subhorizontais, superfície lisa a irregular com preenchimento de material argilo-arenoso, de coloração cinza.
Final da Perfuração
SW
NW
BW
RECUPERAÇÃO - %
EFETIVA
ROTATIVA
COERÊNCIA GRAU ALTER. ROD.
GRAU FRAT. INCLIN. SUPERF. PREENCH.
FRAT. /m
MACIÇO ROCHOSO
TESTE Nº CONDUT. HIDRÁULICA
PRESSÃO EFETIVA kg/cm²
PERCOL. (HV) L /min. m. Kg / cm²
PRESSÃO Kg/cm²
VAZÃO ESPEC.
GRÁFICO
PERDA D'ÁGUA SOB PRESSÃO
OBS.:
- LÂMINA D'ÁGUA COM ESPESSURA MÉDIA DE 20,60m
LOCALIZAÇÃO:
ESTACA 3756+0,00 - LD à 4,10m
COORDENADAS
N=
E=
COTA:
151,124
OPERADOR:
AMARO FRANCISCO
DATA:
I = 24.03.99
T = 27.03.99
VISTO:
OBRA:
BR-116/BA
BENDEGÓ - CANUDOS
LOCAL:
PONTE SOBRE O RIO SÃO FRANCISCO - IBÓ / BA.
oas
PESQUISE
PERFIL DE SONDAGEM
SONDAGEM Nº:
SM-05

GEOMEC

Caso 3

Estaca Premoldada em Concreto Protendido

Obra : Porto de Vila do Conde – Barcarena – PA -Abril /2002

D = 80 cm – vazada – parede 13 cm

Ponteira de Aço

- **D = 80 cm**
- **# 16 mm**
- **L = 4 metros**

L Levantado ≈ 45,00 metros

Lâmina d`água: 25,00 metros

Nt = 250 t – Ru: 420 t

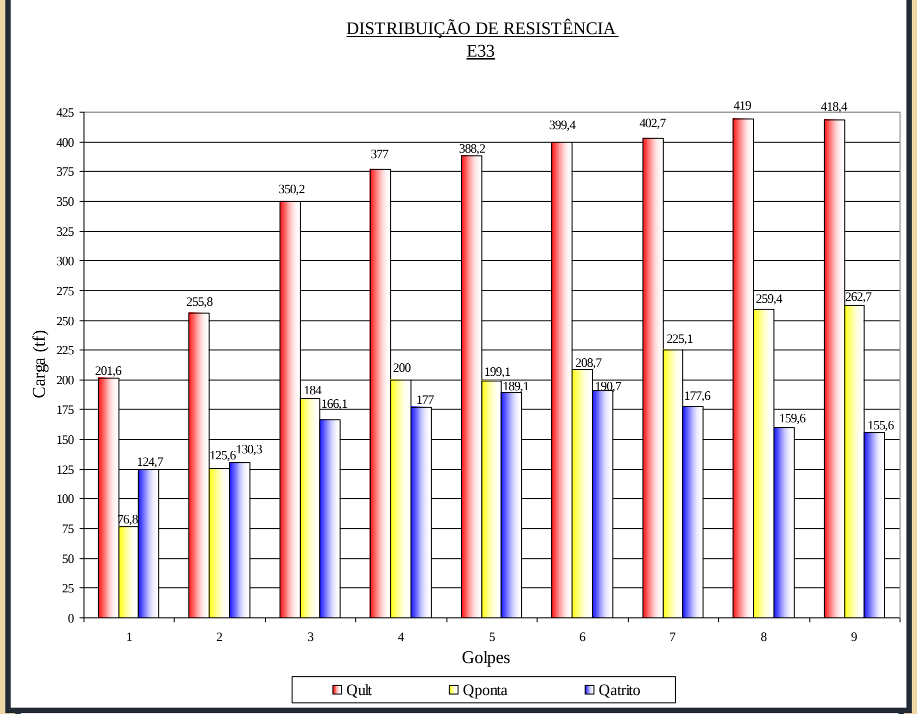
Modulação de peso: 20 t – Hq = 0,80 m

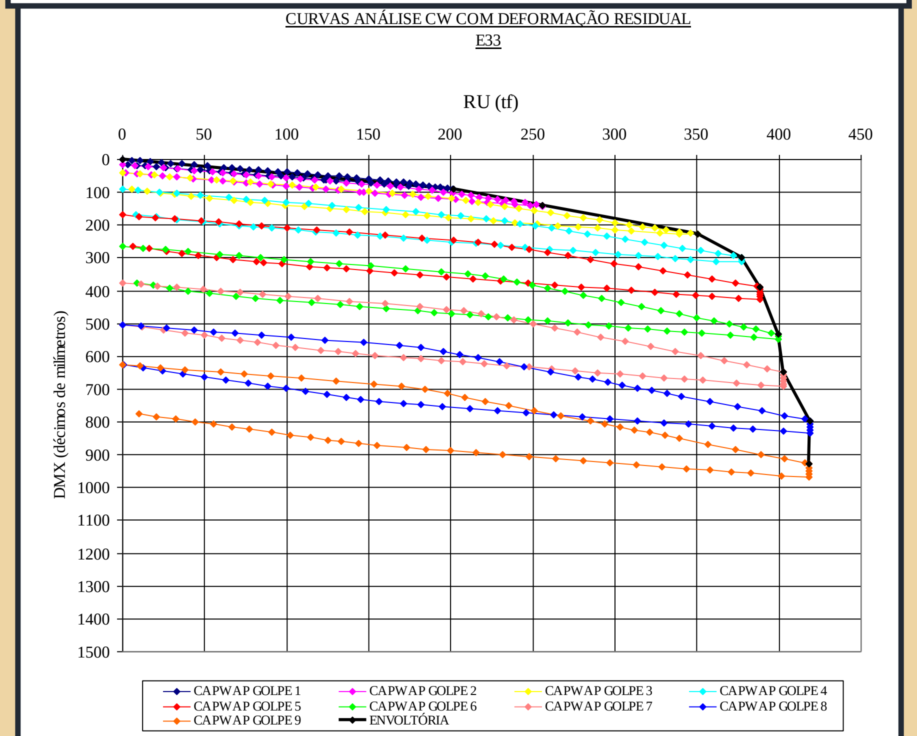
Martelo utilizado na cravação:

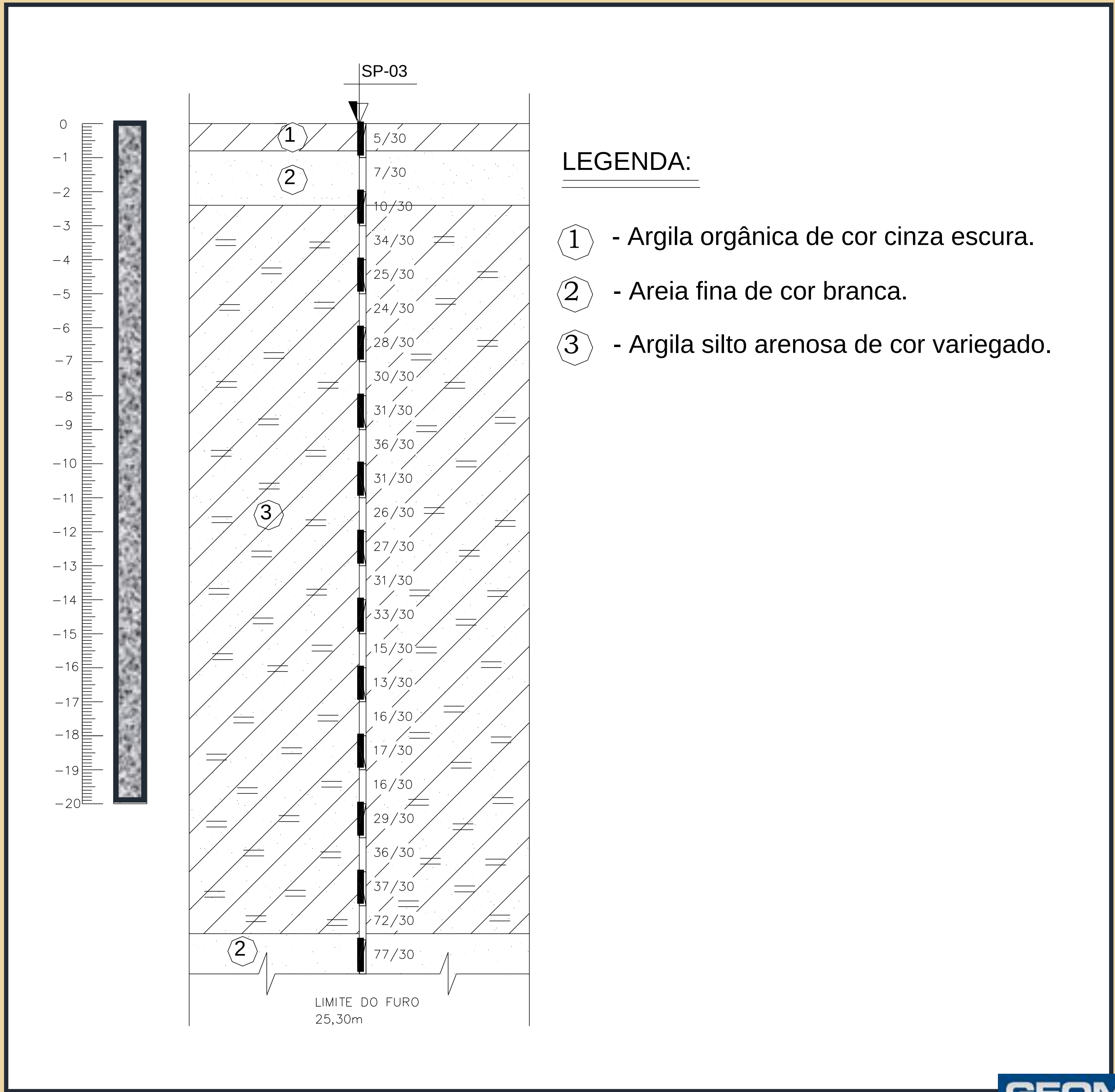
DELMAG D8

GEOMEC

GEOMEC


DISTRIBUIÇÃO DE RESISTÊNCIA
E33
Carga (tf)
Golpes
201,6
76,8
124,7
255,8
125,6
130,3
350,2
184
166,1
377
200
177
388,2
199,1
189,1
399,4
208,7
190,7
402,7
225,1
177,6
419
259,4
159,6
418,4
262,7
155,6
Qult
Qponta
Qatrito

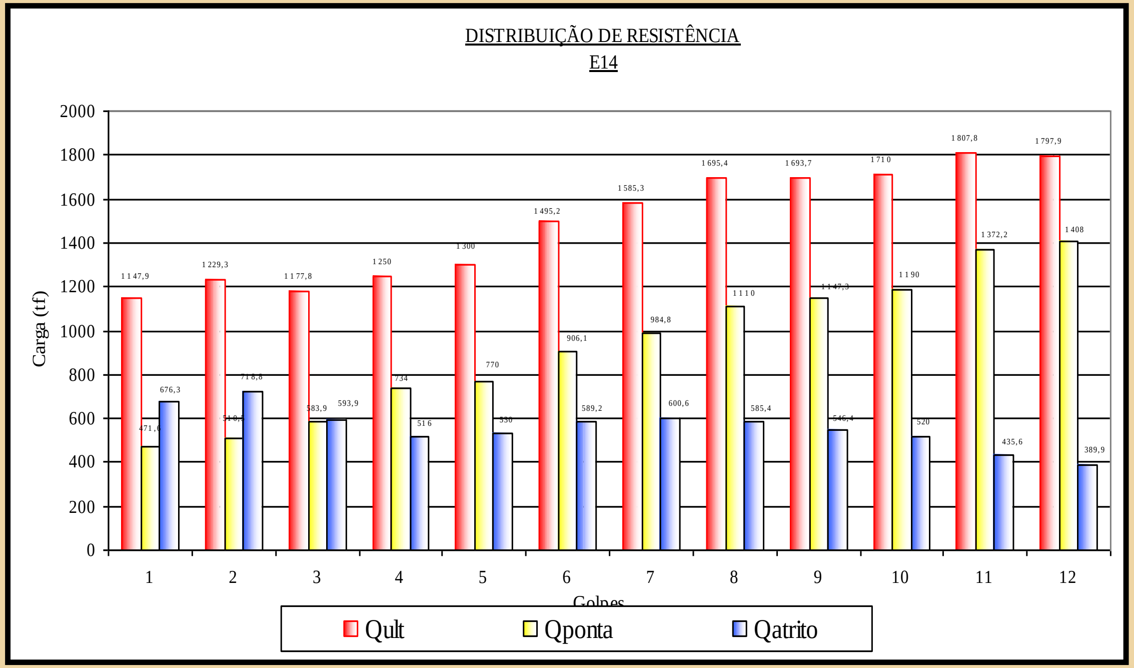

CURVAS ANÁLISE CW COM DEFORMAÇÃO RESIDUAL
E33
RU (tf)
DMX (décimos de milímetros)
CAPWAP GOLPE 1
CAPWAP GOLPE 2
CAPWAP GOLPE 3
CAPWAP GOLPE 4
CAPWAP GOLPE 5
CAPWAP GOLPE 6
CAPWAP GOLPE 7
CAPWAP GOLPE 8
CAPWAP GOLPE 9
ENVOLTÓRIA

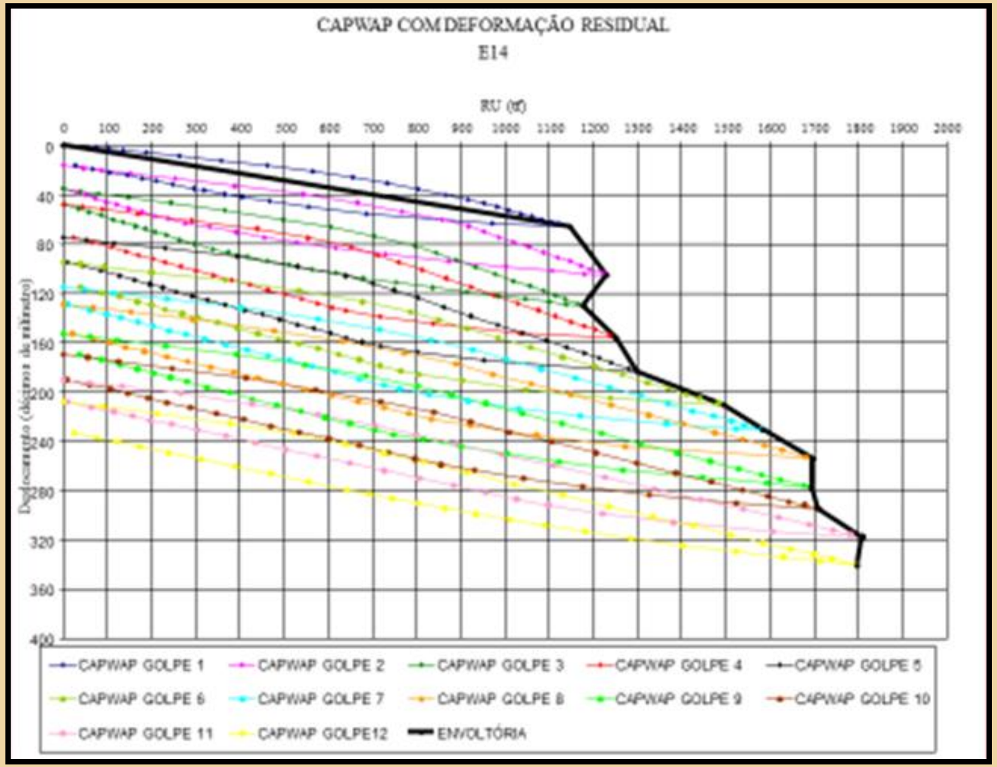

SP-03
5/30
7/30
10/30
34/30
25/30
24/30
28/30
30/30
31/30
36/30
31/30
26/30
27/30
31/30
33/30
15/30
13/30
16/30
17/30
16/30
29/30
36/30
37/30
72/30
77/30
LIMITE DO FURO
25,30m
LEGENDA:
1 - Argila orgânica de cor cinza escura.
2 - Areia fina de cor branca.
3 - Argila silto arenosa de cor variegado.

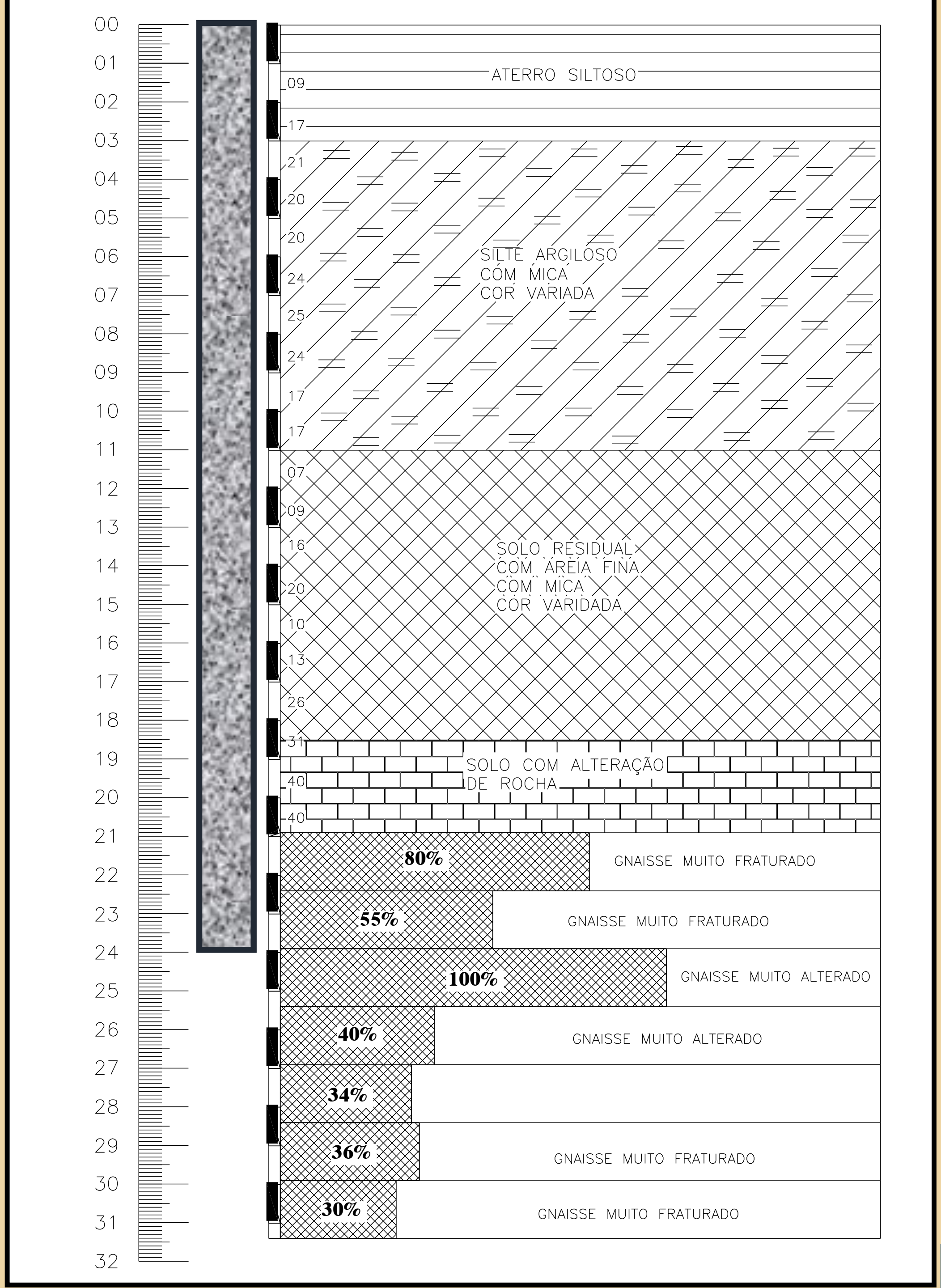
GEOMEC

Caso 4 - Estaca Escavada

Obra : Cervejaria Cintra – Piraí - RJ. 20/11/2000
D = 140cm – Nt = 870 t.
L = 24,0m
Ru: 1.807 t.
Modulação de peso: 20t – Hq = 1,30 m


DISTRIBUIÇÃO DE RESISTÊNCIA
E14
Carga (tf)
Golpes
1 147,9
1 229,3
1 177,8
1 250
1 300
1 495,2
1 585,3
1 695,4
1 693,7
1 710
1 807,8
1 797,9
734
770
906,1
984,8
1 110
1 147,3
1 190
1 372,2
1 408
676,3
718,8
583,9
593,9
516
530
589,2
600,6
585,4
546,4
520
435,6
389,9
Qult
Qponta
Qatrito


CAPWAP COM DEFORMAÇÃO RESIDUAL
E14
RU (tf)
CAPWAP GOLPE 1
CAPWAP GOLPE 2
CAPWAP GOLPE 3
CAPWAP GOLPE 4
CAPWAP GOLPE 5
CAPWAP GOLPE 6
CAPWAP GOLPE 7
CAPWAP GOLPE 8
CAPWAP GOLPE 9
CAPWAP GOLPE 10
CAPWAP GOLPE 11
CAPWAP GOLPE12
ENVOLTÓRIA


ATERRO SILTOSO
SILTE ARGILOSO
COM MICA
COR VARIADA
SOLO RESIDUAL
COM AREIA FINA
COM MICA
COR VARIADA
SOLO COM ALTERAÇÃO
DE ROCHA
80%
GNAISSE MUITO FRATURADO
55%
GNAISSE MUITO FRATURADO
100%
GNAISSE MUITO ALTERADO
40%
GNAISSE MUITO ALTERADO
34%
36%
GNAISSE MUITO FRATURADO
30%
GNAISSE MUITO FRATURADO

GEOMEC

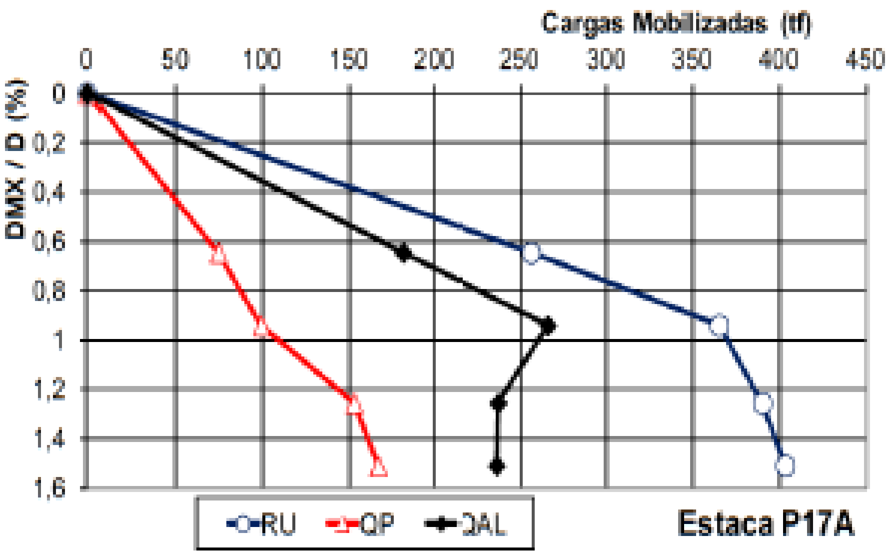
Caso 5 - Estaca Hélice Contínua

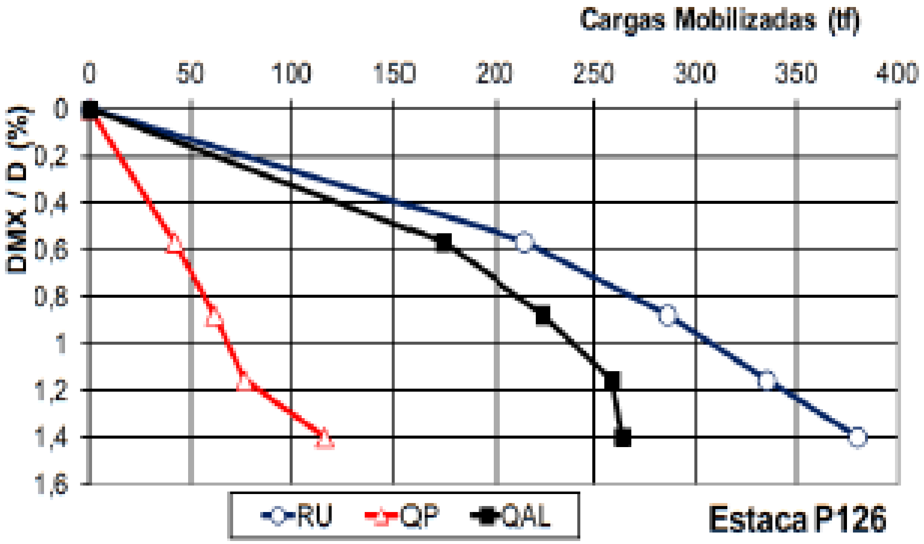
Obra : Tecnum Construtora– São Paulo – S.P. Nov./2010

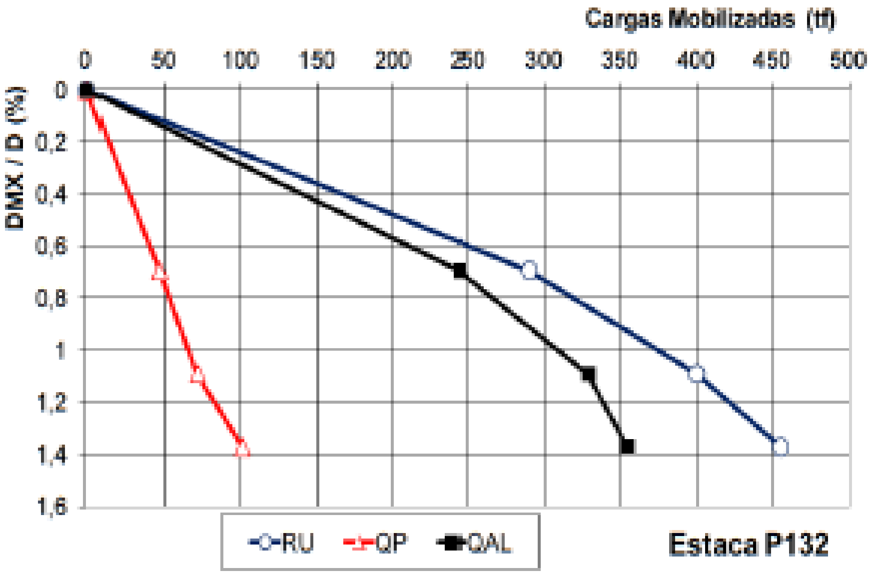
MQL - 8: modulação de peso: 6 ton – Hq = até 0,9 m

GEOMEC

HCM – ϕ 60 cm Nt 100/140 ton







ENSAIO DE CARREGAMENTO DINÂMICO COMO VERIFICAÇÃO DE DESEMPENHO E ECONOMIA DE FUNDAÇÕES

Sussumu Niyama - Diretor
Tecnum Construtora
sniyama@tecnum.com.br

Milton Golombek – Diretor
Consultrix – Engenheiros Consultores Associados
milton@consultrix.com.br

Sérgio C. Paraiso – Diretor
Geomec – Engenharia, Consultoria e Projetos
sergioparaiso@terra.com.br

Jose Eduardo Lodi
MASB –Desenvolvimento Imobiliário S. A.
joseeduardo@masb.com.br

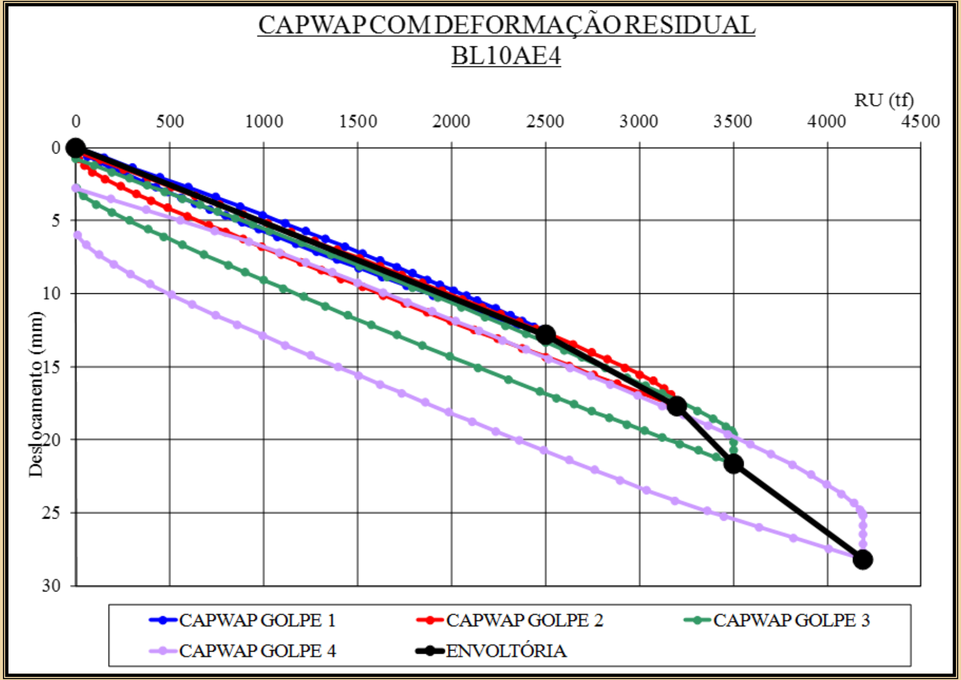
SEFE7
Seminário de Engenharia de Fundações Especiais e Geotecnia
1ª Feira da Indústria de Fundações eGeotecnia

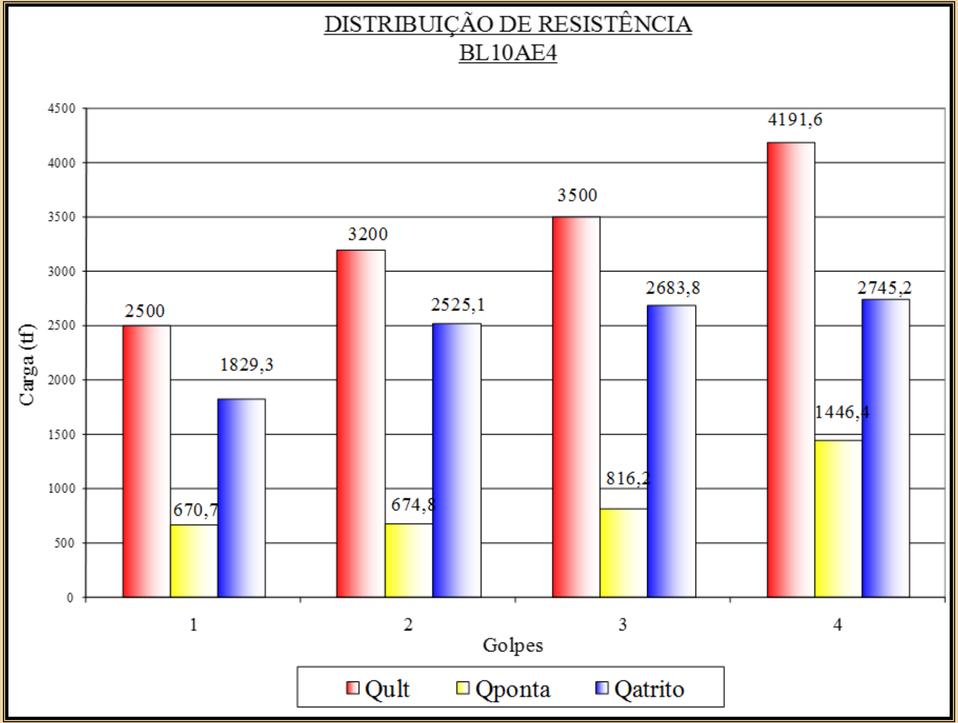
GEOMEC

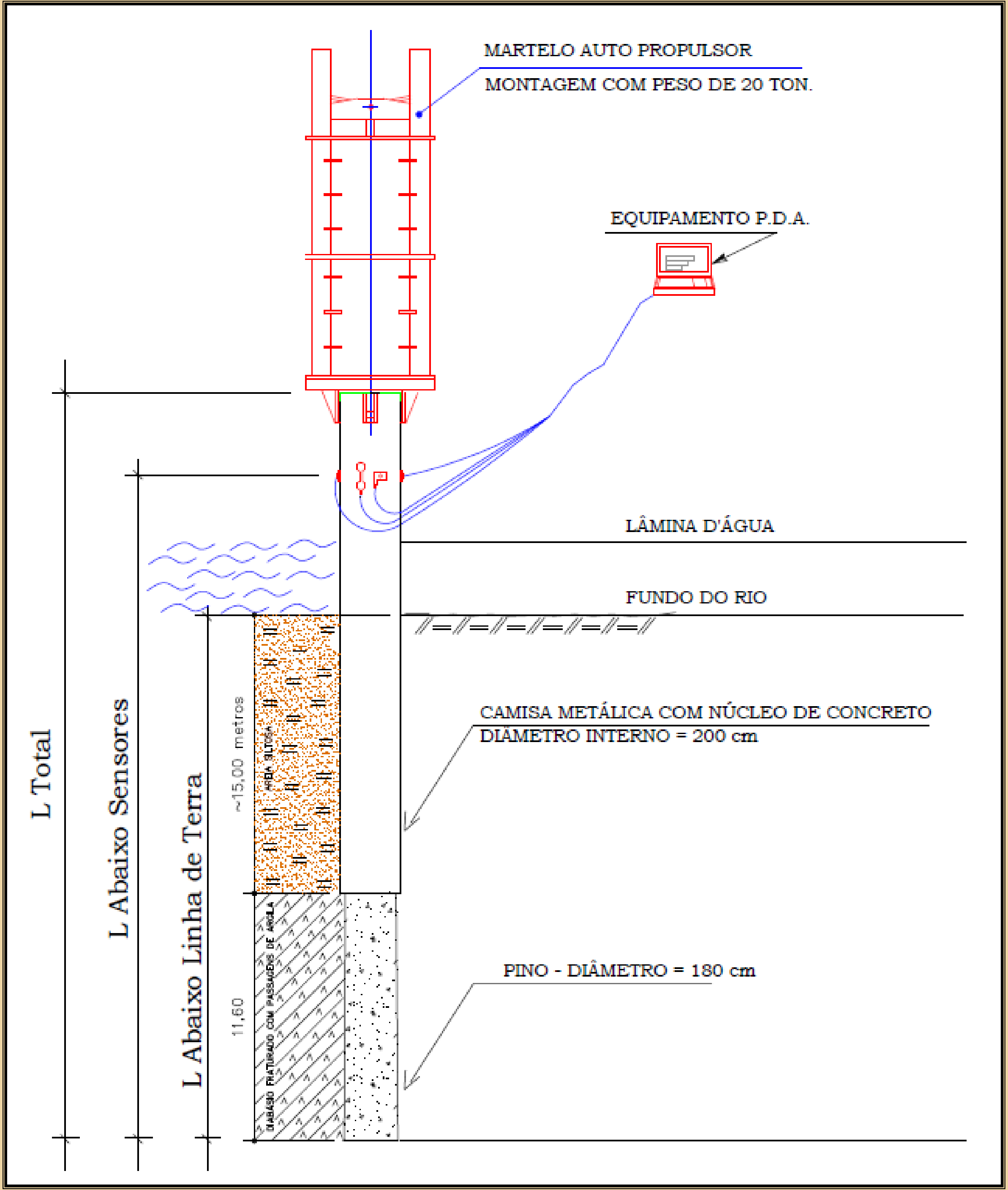
- <u>Caso 6 - Estaca Escavada</u>

- **Obra : Ponte Sobre o Rio Madeira – Porto Velho - RO. Junho/2011**
- **D = 200cm – Nt = 1450 ton.**
- **L = 57,50m**
- **Lâmina d`água: 25,00 metros**
- **Ru: 4.198 ton.**
- **Modulação de peso: 20t – Hq = até 3,00 m**

GEOMEC


CAPWAP COM DEFORMAÇÃO RESIDUAL
BL10AE4
RU (tf)
0
500
1000
1500
2000
2500
3000
3500
4000
4500
0
5
10
15
20
25
30
Deslocamento (mm)
CAPWAP GOLPE 1
CAPWAP GOLPE 2
CAPWAP GOLPE 3
CAPWAP GOLPE 4
ENVOLTÓRIA


DISTRIBUIÇÃO DE RESISTÊNCIA
BL10AE4
Carga (tf)
4500
4000
3500
3000
2500
2000
1500
1000
500
0
2500
670,7
1829,3
3200
674,8
2525,1
3500
816,2
2683,8
4191,6
1446,4
2745,2
1
2
3
4
Golpes
Qult
Qponta
Qatrito


MARTELO AUTO PROPULSOR
MONTAGEM COM PESO DE 20 TON.
EQUIPAMENTO P.D.A.
LÂMINA D'ÁGUA
FUNDO DO RIO
CAMISA METÁLICA COM NÚCLEO DE CONCRETO
DIÂMETRO INTERNO = 200 cm
PINO - DIÂMETRO = 180 cm
L Total
L Abaixo Sensores
L Abaixo Linha de Terra
~15,00 metros
11,60

GEOMEC

Caso 7 – ESTACA MISTA

Obra: Travessia do Tejo no Carregado – Consórcio Construtor TACE

LISBOA - PORTUGAL - Março 2006

Camisa de Aço – Núcleo de Concreto

Dinterno = 2200mm – espessura parede #19mm

Aço S355

Nt = 1900t L = 40,0 m – lâmina d'água - 5,0m

aluvião – 30,0m

miocênico – 5,0m

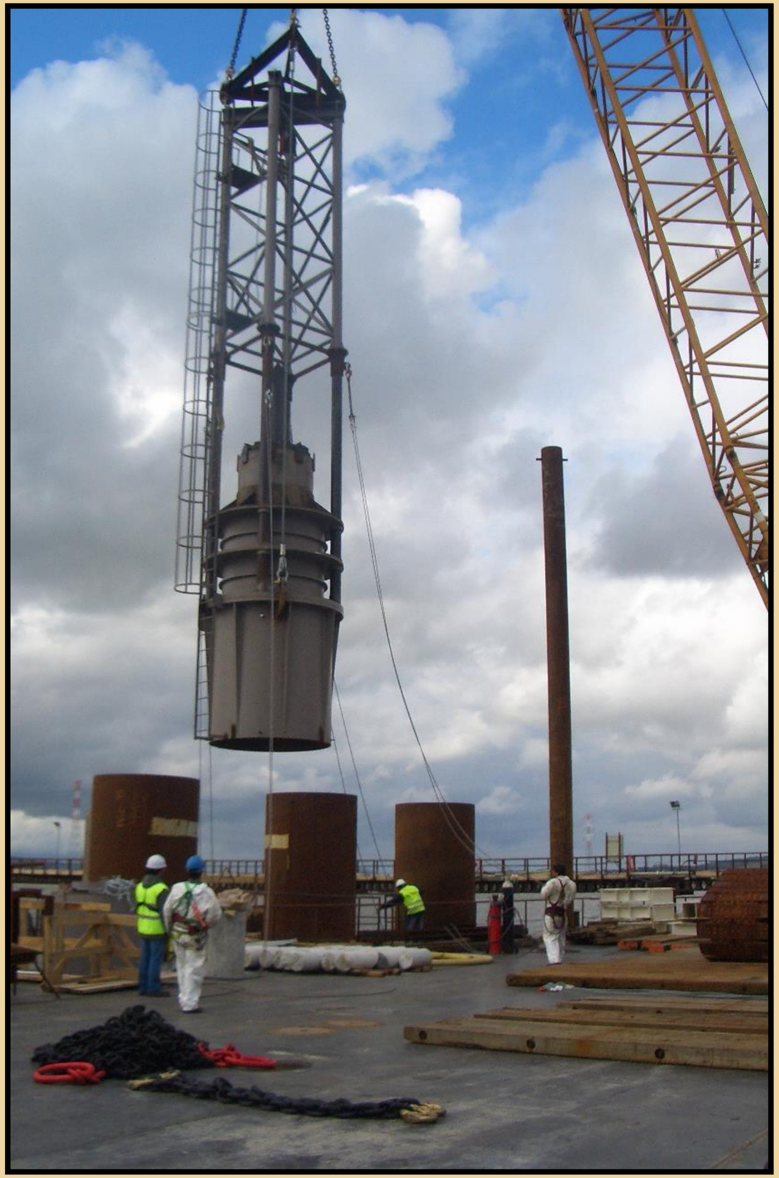
R_u: 2.500t

Rs: 1.500t

Modulação de peso: 43t

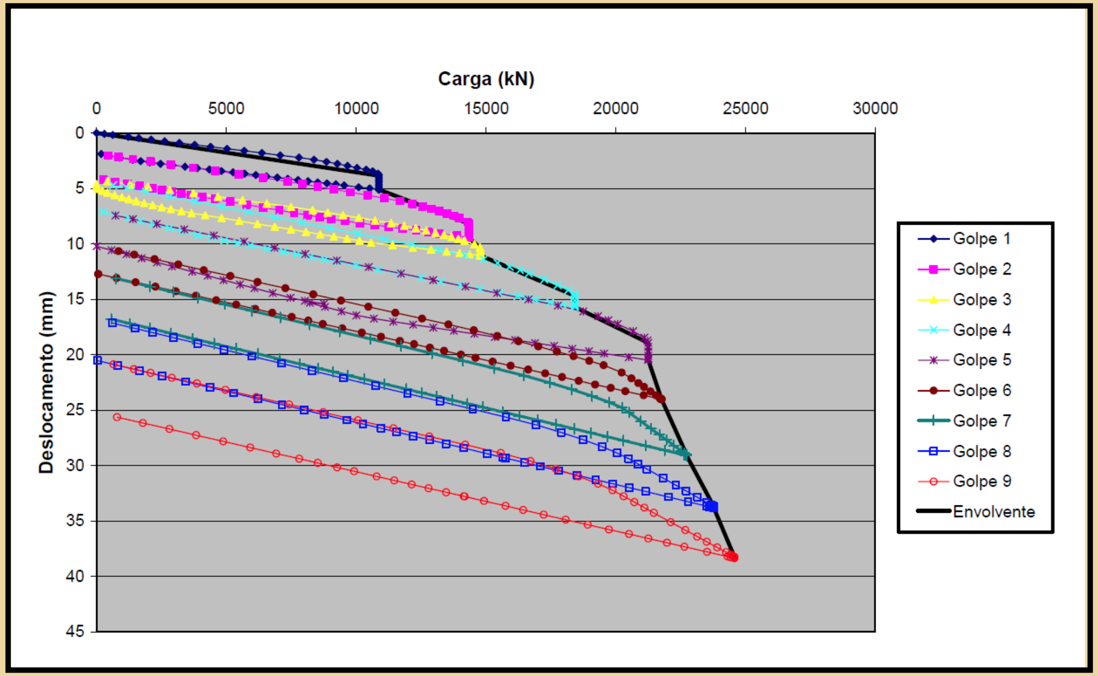
Hq = 3,00m

GEOMEC

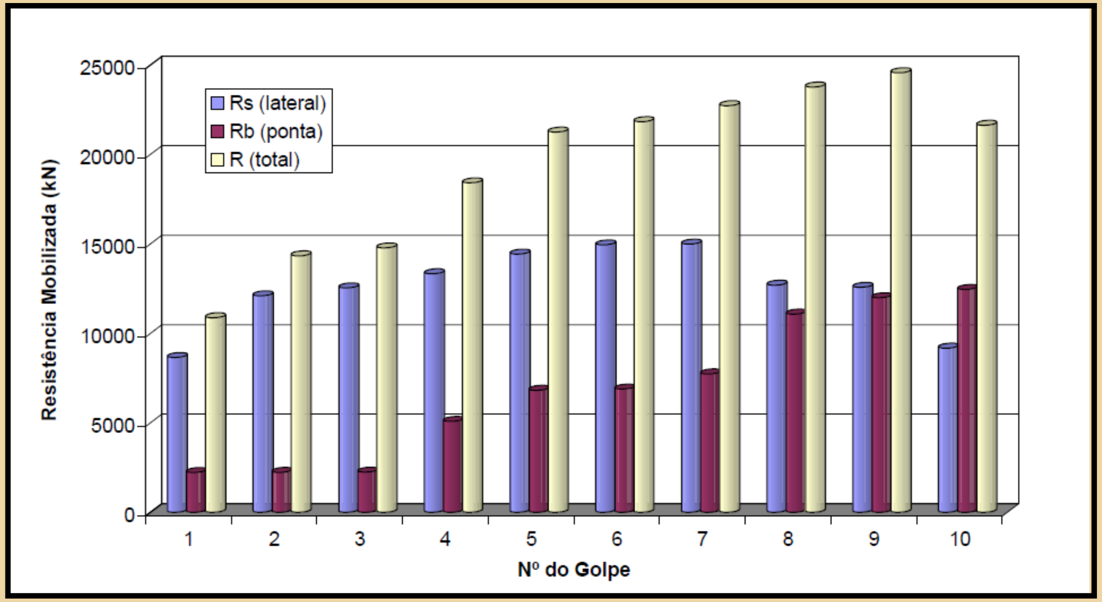


SIPEX – 43
Ep = 1500 kJ

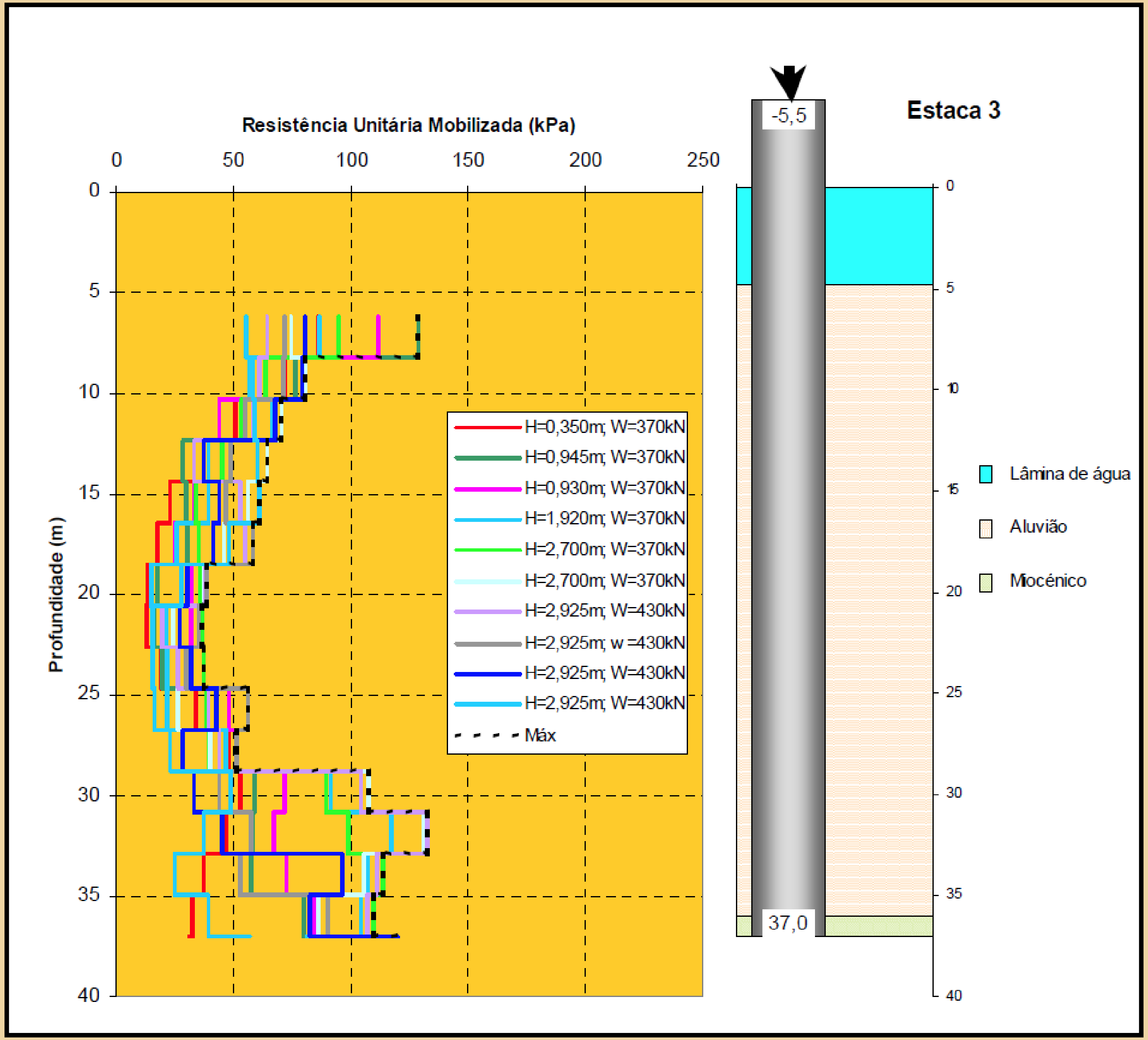
GEOMEC



Carga (kN)
0
5000
10000
15000
20000
25000
30000
Deslocamento (mm)
0
5
10
15
20
25
30
35
40
45
Golpe 1
Golpe 2
Golpe 3
Golpe 4
Golpe 5
Golpe 6
Golpe 7
Golpe 8
Golpe 9
Envolvente



Resistência Mobilizada (kN)
25000
20000
15000
10000
5000
0
Rs (lateral)
Rb (ponta)
R (total)
1
2
3
4
5
6
7
8
9
10
Nº do Golpe



Resistência Unitária Mobilizada (kPa)
0
50
100
150
200
250
Profundidade (m)
0
5
10
15
20
25
30
35
40
H=0,350m; W=370kN
H=0,945m; W=370kN
H=0,930m; W=370kN
H=1,920m; W=370kN
H=2,700m; W=370kN
H=2,700m; W=370kN
H=2,925m; W=430kN
H=2,925m; w =430kN
H=2,925m; W=430kN
H=2,925m; W=430kN
Máx
-5,5
Estaca 3
37,0
Lâmina de água
Aluvião
Miocénico

GEOMEC

Ensaio ECD não convencional: Estaca Barrete

Barrete 80 x 280 - Ru = 1240 ton Nt = 685 ton

Barrete 100 x 280 - Ru = 1900 ton Nt = 1170 ton

Obra: Belo Horizonte – MG Julho / 2012.

GEOMEC

AVALIAÇÃO DE DESEMPENHO SISTEMA DE IMPACTO

- Hussein M., et al - Stress Wave 1996: Selection of a Hammer for High-Strain Dynamic Testing of Cast-in-place Shafts (simulações teóricas com análises no software WEAP):

  $1\% \leq \frac{WH}{RU} \leq 2\%$

  sendo:

  WH = peso do martelo

  RU = Carga última esperada no ECD

- Paikowsky S. G., Stress Wave 2004: Drop Weight Dynamic Testing of Drilled Deep Foundations $\eta = 0{,}025$:
- Paraíso e Costa, Stress Wave 2004 e Cobrameg 2006 $\eta = 0{,}033$

  $E_p \geq \eta \text{ RU}$

  Sendo:

  E_p = Energia potencial

  η = fator de conversão

- Paraíso e Santos, 2020 (Revista Geotecnia em publicação)

  $E_p \geq (0{,}0264 \text{ RU} + 100)\frac{D_1}{D}$ (kN, m)

  Sendo:

  D_1 = Diâmetro 1,0 metro

GEOMEC

Sixty Years of dynamic testing and analysis of piles

A retrospective

Bengt H. Fellenius

June 29, 2018

10th International Conference on Stress-wave Theory and Testing Methods For Deep Foundations
June 27-29, 2018, San Diego, CA

- *Proudly Sponsored By: The Pile Driving Contractors Association*

2574 August, 1960 SM 4

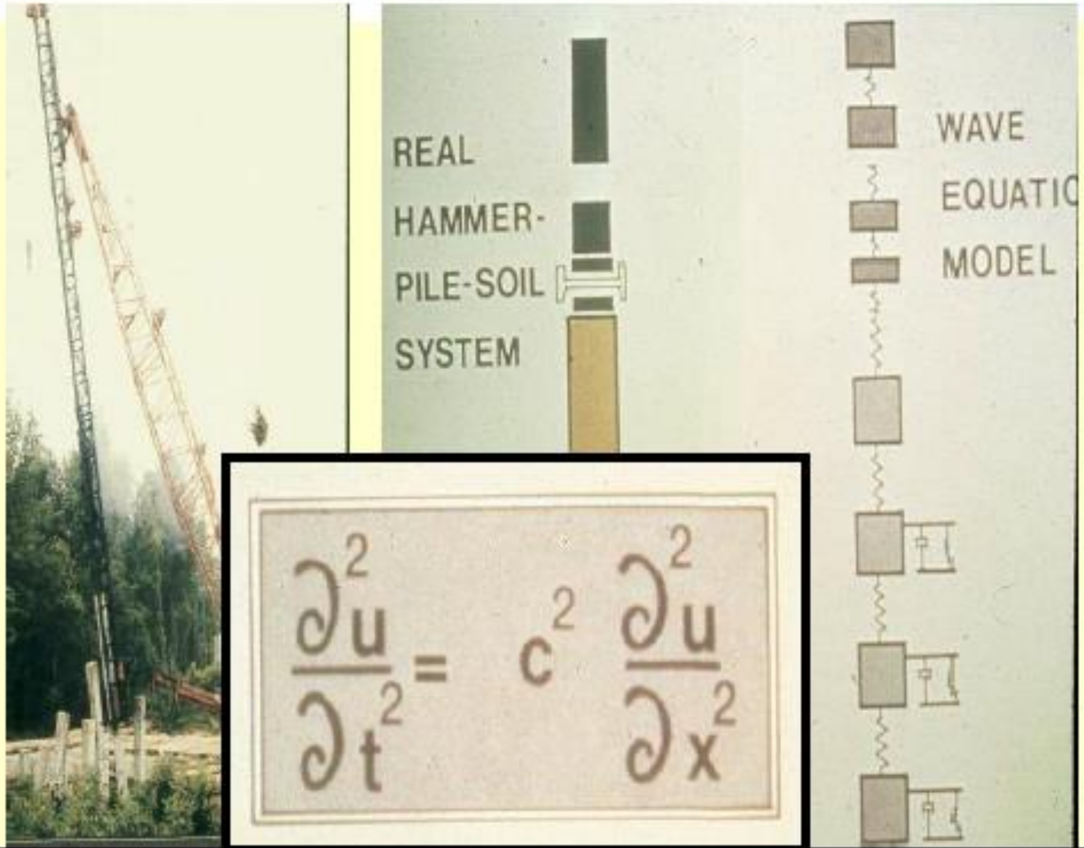
Journal of the

SOIL MECHANICS AND FOUNDATIONS DIVISION

Proceedings of the American Society of Civil Engineers

PILE-DRIVING ANALYSIS BY THE WAVE EQUATION

By E. A. L. Smith[1]

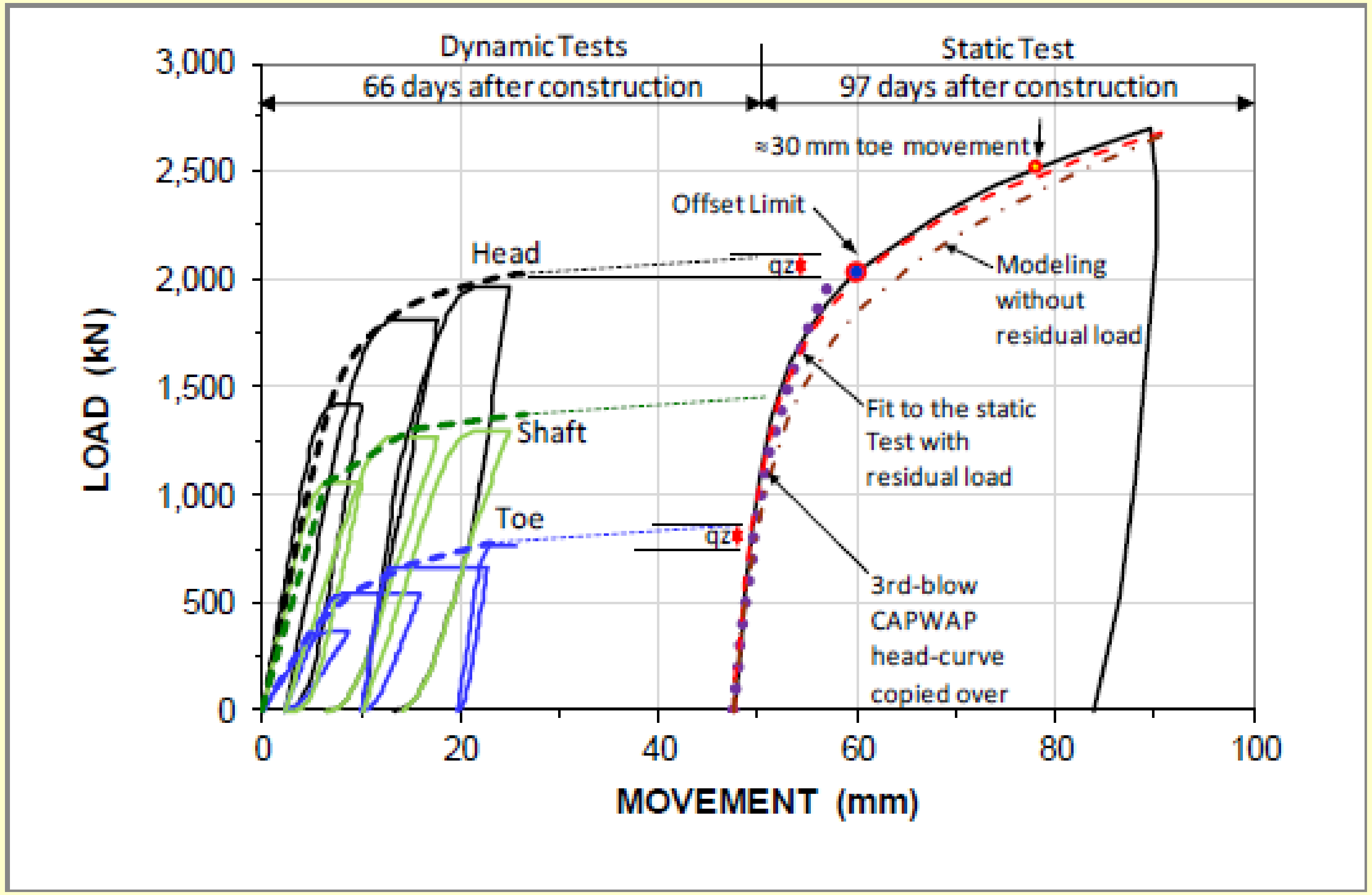


$$\frac{\partial^2 u}{\partial t^2} = c^2 \frac{\partial^2 u}{\partial x^2}$$

Slide by courtesy of
Mohamad Hussein, GRL

GEOMEC

Now, with the load-movement curve from the static tests



On closer examination, the records do agree and the quality of the agreement is unusually good.

As no surprise at all, the dynamic testing introduced residual load in the pile which made the pile response in the static test a little stiffer than would have been the case in the absence of a prior dynamic test (as shown by the curve "Modeling without residual load).

Os dados de ECD utilizados referem-se à obra instrumentada pela Geomec em estaca tipo HCM com martelo MQL - 8

GEOMEC

Obrigado a Todos
Obrigado ABMS pela premiação
sergioparaiso@geomec.com.br

GEOMEC