



Universidade do Estado do Rio de Janeiro

Centro de Tecnologia e Ciências

Faculdade de Engenharia

Raphael Martins Mantuano

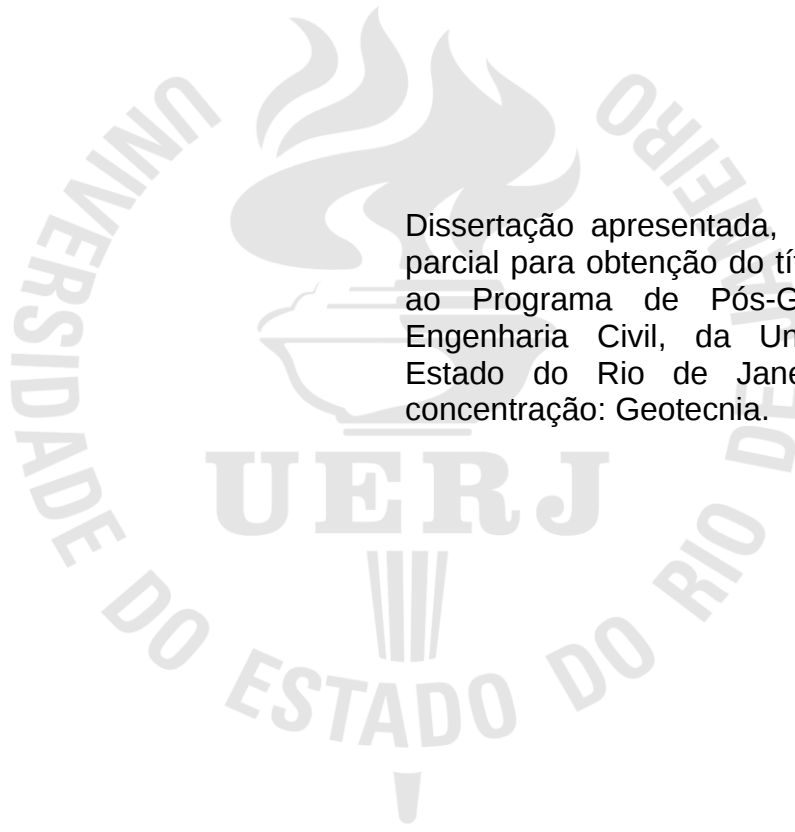
Contribuição à confiabilidade de estacas metálicas por meio da interpretação de ensaios de carga e aplicação da teoria bayesiana

Rio de Janeiro

2018

Raphael Martins Mantuano

**Contribuição à confiabilidade de estacas metálicas por meio da interpretação
dos ensaios de carga e aplicação da teoria bayesiana**



Dissertação apresentada, como requisito parcial para obtenção do título de Mestre, ao Programa de Pós-Graduação em Engenharia Civil, da Universidade do Estado do Rio de Janeiro. Área de concentração: Geotecnia.

Orientadores: Prof. Dr. Marcus Peigas Pacheco
Prof^a. Dra. Bernadete Ragoni Danziger

Rio de Janeiro

2018

CATALOGAÇÃO NA FONTE
UERJ / REDE SIRIUS / BIBLIOTECA CTC/B

M293 Mantuano, Raphael Martins.
Contribuição à confiabilidade de estacas metálicas por meio da interpretação de ensaios de carga e aplicação da teoria bayesiana / Raphael Martins Mantuano. – 2018.
189f.

Orientadores: Marcus Peigas Pacheco, Bernadete Ragoni Danziger.

Dissertação (Mestrado) – Universidade do Estado do Rio de Janeiro, Faculdade de Engenharia.

1. Engenharia civil - Teses. 2. Fundações (Engenharia) - Teses. 3. Confiabilidade (Engenharia) - Teses. 4. Estacas de aço - Teses. 5. Teoria bayesiana de decisão estatística - Teses. I. Pacheco, Marcus Peigas. II. Danziger, Bernadete Ragoni. III. Universidade do Estado do Rio de Janeiro, Faculdade de Engenharia. IV. Título.

CDU 624.15

Bibliotecária: Júlia Vieira – CRB7/6022

Autorizo, apenas para fins acadêmicos e científicos, a reprodução total ou parcial desta tese, desde que citada a fonte.

Assinatura

Data

Raphael Martins Mantuano

**Contribuição à confiabilidade de estacas metálicas por meio da interpretação
dos ensaios de carga e aplicação da teoria bayesiana**

Dissertação apresentada, como requisito parcial para obtenção do título de Mestre, ao Programa de Pós-Graduação em Engenharia Civil, da Universidade do Estado do Rio de Janeiro. Área de concentração: Geotecnia.

Aprovado em: 12 de Março de 2018.

Banca Examinadora:

Prof. Marcus Peigas Pacheco, Ph.D (Orientador)
Faculdade de Engenharia – UERJ

Prof^a. Bernadete Ragoni Danziger, D.Sc (Orientadora)
Faculdade de Engenharia – UERJ

Prof. Gustavo Vaz de Mello Guimarães, D.Sc
Universidade Federal do Estado do Rio de Janeiro - UFRJ

Prof. Bruno Teixeira Lima, D.Sc
Faculdade de Engenharia – UERJ

Rio de Janeiro

2018

DEDICATÓRIA

A Deus, por tudo isso, porque até aqui me ajudou o Senhor, e à minha família pela paciência e carinho de sempre.

AGRADECIMENTOS

Aos meus pais, irmã e avó pela paciência e incentivo durante todo este período em que tive que me ausentar do convívio familiar e me dedicar para alcançar este objetivo, muito obrigado!

Ao meu orientador, Professor Marcus Peigas Pacheco, que desde o início acreditou na realização deste trabalho e dedicou um longo tempo em prol desse objetivo, me proporcionando um excelente aprendizado.

À minha orientadora, Professora Bernadete Ragoni Danziger, pelo apoio e incentivo do início ao fim e por toda motivação demonstrada e orientações acadêmicas e profissionais de grande valia.

À empresa Fugro in situ geotecnia Ltda. por me fornecer os dados técnicos necessários para o êxito desse trabalho. Muito obrigado!

A todos os colegas de mestrado pela ajuda que me concederam, sendo sempre solícitos e dispostos a contribuir em meu favor.

Aos professores que incentivaram e contribuíram sobremaneira para minha formação acadêmica.

Tenha em mente que tudo que você aprende na escola é trabalho de muitas gerações. Receba essa herança, honre-a, acrescente a ela e, um dia, fielmente, deposite-a nas mãos de seus filhos.

Albert Einstein

RESUMO

MANTUANO, R. M. *Contribuição à confiabilidade de estacas metálicas, por meio da interpretação dos ensaios de carga e aplicação da teoria bayesiana*. 2018. 189f. Dissertação (Mestrado em Engenharia Civil) – Faculdade de Engenharia, Universidade do Estado do Rio de Janeiro, Rio de Janeiro, 2018.

Há tempos no Brasil que para projetos geotécnicos de fundações, o cálculo da carga admissível é estabelecido segundo a aplicação do conceito determinístico. Contudo, este procedimento não garante a segurança do estaqueamento como um todo e não assegura a inexistência de risco de ruptura das fundações. É consensual que a Geotecnia, em especial no ramo de fundações, está sujeita a um conjunto de incertezas capazes de influenciar diretamente a estimativa de capacidade de carga de uma estaca e, consequentemente, impactar na determinação dos fatores de segurança. À medida em que é sabido que toda e qualquer fundação apresenta algum risco de ruína, deve-se admitir uma probabilidade máxima de tal ocorrência, a fim de que os resultados encontrados, quando do dimensionamento, satisfaçam às condições propostas preliminarmente para um risco considerado aceitável. Deste modo, é necessidade primária dos projetistas buscar o conhecimento da confiabilidade de uma obra, algo ainda incipiente na prática atual da engenharia geotécnica brasileira. Com a intenção de analisar a confiabilidade das fundações por intermédio da teoria bayesiana, o estudo de caso trata de uma obra industrial, localizada na zona oeste da cidade do Rio de Janeiro, especificamente executada por estacas metálicas cravadas em região com presença de espessa camada de solo mole. Os dados dos ensaios de carregamento dinâmico e das provas de carga estática foram usados para obtenção da função de verossimilhança, necessária para atualizar as estimativas “a priori”. A previsão de capacidade de carga “a priori” foi estimada por métodos semiempíricos consagrados na literatura brasileira. A atualização da capacidade de carga será obtida por meio da aplicação da teoria bayesiana promovendo assim um entendimento global do estaqueamento, baseado nos conceitos de probabilidades.

Palavras-chave: Teoria bayesiana; Estacas metálicas; Confiabilidade das fundações; Ensaio de carregamento dinâmico; Prova de carga estática.

ABSTRACT

MANTUANO, R. M. *Contribution to the reliability of steel piles, through the interpretation of load tests and application of the Bayesian theory*. 2018. 189f. Dissertação (Mestrado em Engenharia Civil) – Faculdade de Engenharia, Universidade do Estado do Rio de Janeiro, Rio de Janeiro, 2018.

The admissible load of a pile, in deep foundation projects, is established according to the application of the deterministic concept called safety factor. However, such procedure does not guarantee the security of set of piles as a whole and does not ensure the absence of risk to collapse of the foundations. It is consensual that Geotechnical, especially the foundations field, is subject to a series of uncertainties and that such variables are capable of influence directly the estimate bearing capacity of a pile and, consequently, to impact on the determination of the safety factors. As long as it is known that every and any foundation presents risks of collapse, it is necessary to admit the maximum probability for this accident, in order that found results, to satisfy the proposed condition preliminarily for a risk considered acceptable. In such way, it is becomes primary need of the geotechnical engineers search for the construction's reliability, something still incipient to the current practice of Brazilian Geotechnical Engineering. Intending to analyze the reliability of the foundations by Bayesian theory, the study of case is about a construction located in the West Zone at Rio de Janeiro, specifically executed by steel piles spiked in areas with dense deposits of soft clay. The data of dynamic load tests as well as static load tests were interpreted to obtention of the verisimilitude's function, necessary to update the estimates "a priori". The bearing capacity "a priori" was estimated by semiempiric methods that are consecrated in the Brazilian literature. Hereupon, the updating of the bearing capacity will be presented by the application of the Bayesian theory promoting set of piles a global knowledge, based on the concept of probabilities.

Keywords: Bayesian Theory; Steel Pile; Reliability; Dynamic load test; Static load Test; bearing capacity.

LISTA DE FIGURAS

Figura 1 – Estaca submetida a carga de ruptura por compressão.	18
Figura 2 – Seções transversais de estacas metálicas. (Hachich <i>et al.</i> 2003).....	20
Figura 3 – Áreas admitidas na previsão de capacidade de carga. (Presa <i>et al.</i> 2004)	21
Figura 4 – Registro manual: (A) Nega; (B) Nega e Repique elástico. (Velloso e Lopes, 2002)	23
Figura 5 – Deslocamento de uma estaca, (a) ilustração de um golpe; (b) medida de campo para 10 golpes, Cintra e Aoki (2013).	23
Figura 6 – Instrumentação básica de campo.....	26
Figura 7 – Provas de carga com cargueiras (Valverde, 2011).	28
Figura 8 – Execução do ensaio de carregamento dinâmico (Autor).....	29
Figura 9 – Arranjo dos sensores para estacas em perfil metálico (ABNT NBR 13208:2007).	30
Figura 10 – Ilustração de PCE em estacas metálicas, (vista 1)	33
Figura 11 – Ilustração de PCE em estacas metálicas (vista 2)	33
Figura 12 – Prova de carga estática na obra em pesquisa.	35
Figura 13 – Escolha do melhor coeficiente de correlação R^2	38
Figura 14 – Gráfico carga VS rigidez do método de Décourt (1996).....	39
Figura 15 – Gráfico do método de Décourt (1996) em alguns casos.	40
Figura 16 – Q_{ult} pelo método da NBR 6122.	41
Figura 17 – Mesmo fator de segurança global e diferentes probabilidades de ruína.	48
Figura 18 – Relação entre as distribuições “a priori”, a função verossimilhança e a distribuição “a posteriori” (adaptado Cabral, 2008)	49
Figura 19 – Obra estudada demarcada em linha vermelha.	51
Figura 20 – Foto aérea da obra em implantação (Google Maps).....	52
Figura 21 – Mapa geológico identificando a obra com um círculo em vermelho. (CPRM)	52
Figura 22 – Trecho de perfil geotécnico representativo da região.....	53
Figura 23 – Sondagem SP-53, folha A.....	54
Figura 24 – Sondagem SP-53, folha B.....	55

Figura 25 – Sondagem SP-54, folha A.....	56
Figura 26 – Sondagem SP-54, folha B.....	57
Figura 27 - Folha de nega e repique da estaca ET-46a.	61
Figura 28 - Vista geral de uma PCE da obra.....	62
Figura 29 - Gráfico PCE da Estaca ET 46A.	63
Figura 30 - Gráfico PCE da Estaca ET 28A.	63
Figura 31 - Gráfico PCE da Estaca ET 28B.	64
Figura 32 – Gráfico PCE da Estaca ET 29.....	64
Figura 33 - Acelerômetros e transdutores de deformação instalados em uma estaca da obra.	66
Figura 34 –Resistência estática mobilizada (RMX) obtidas em análises CAPWAP. .	68
Figura 35 – Dados Obtidos para estaca E-3 na prova de carga dinâmica.	69
Figura 36 – Valores de previsão de capacidade pelo método de Aoki-Velloso (1975).	71
Figura 37 – Valores da previsão de capacidade pelo método de Decourt-Quaresma (1978).....	72
Figura 38 - Valores da previsão de capacidade de carga pela fórmula dos dinamarmqueses (Sorensen e Hansen, 1957).....	73
Figura 39 – Gráfico de PCD típico indicando ruptura, (Passini, <i>et al.</i> 2017).	74
Figura 40 – Dados do Ensaio de PCD da Estaca E-5 (W310 X 79,0).....	75
Figura 41 – PCD na estaca ET- 46a, extrapolado pelo método de Van der Veen (1953).....	76
Figura 42 –PCE na estaca ET- 46a extrapolada pelo método de Van der Veen (1953).....	77
Figura 43 – Resultados de carga de ruptura dos ensaios PCD e PCE.	78
Figura 44 – Método de Décourt (1996) para a estaca ET-46a.	79
Figura 45 – Resultados obtidos nas interpretação das PCE pelo método de Decourt (1996).....	80
Figura 46 – Método da NBR 6122 da estaca ET-46a.....	81
Figura 47 – Resultados obtidos pelo método da NBR 6122.....	82
Figura 48 – Comparação entre os valores calculados de capacidade de carga para os dois métodos semiempíricos.	83
Figura 49 – Comparação da capacidade de carga pelos métodos semiempíricos. ..	84
Figura 50 – Estimativas de Capacidade de carga x Comprimento cravado.	85

Figura 51 – Distribuição normal “a priori” do método Aoki-Velloso (1975).	87
Figura 52 - Distribuição normal “a priori” do método Décourt-Quaresma (1978).....	87
Figura 53 – Distribuição normal “a priori” pelo valor mais conservador entre os dois métodos aplicados.	88
Figura 54 – Comparação dos resultados de interpretação das PCEs.....	89
Figura 55 – Comparação entre métodos de interpretação das PCEs e PCDs.....	90
Figura 56 – Resistência mobilizada (RMX) e sua extrapolação por Van der Veen (1953).....	91
Figura 57 – Comparativo entre os resultados da extrapolação das PCDs e o método dos dinamarquês (todas as estacas).....	94
Figura 58 – Comparativo entre estacas com nega acima de 0,7mm/golpe.....	95
Figura 59 - Distribuições normais para a primeira análise probabilística.	96
Figura 60 - Distribuições normais para a segunda análise probabilística.....	97
Figura 61 - Distribuições normais para a terceira análise probabilística.	98
Figura 62 - Coeficiente de variação x probabilidade de ruína, caso 1.....	99
Figura 63 - Coeficiente de variação x probabilidade de ruína, caso 2.....	100
Figura 64 - Coeficiente de variação x probabilidade de ruína, caso 3.....	100

LISTA DE TABELAS

Tabela 1 – Coeficientes F1 e F2. (Aoki-Velloso, 1975)	44
Tabela 2 – Coeficientes K e α por Aoki-Velloso (1975)	44
Tabela 3 – Valores do coeficiente “C” (Décourt-Quaresma, 1978).....	46
Tabela 4 – Quantitativo geral do estaqueamento e ensaios.	59
Tabela 5 – Dados de cravação das estacas ensaiadas.	60
Tabela 6 – Resultados das PCEs.....	62
Tabela 7 – Período de “SET-UP” para as estacas ensaiadas em PCD e PCE.	65
Tabela 8 – Tabela resumo com dados obtidos no ensaio PCD.....	69
Tabela 9 – Localização, comprimento e sondagem mais próximas as estacas	70
Tabela 10 – Dados do Ensaio de PCD da Estaca E-5 (W310 X 79,0)	75
Tabela 11 – Resumo dos Dados estatísticos das distribuições “a priori”	88
Tabela 12 – Valores da resistência mobilizada (RMX) e sua extrapolação por Van der Veen (1953), com sua porcentagem de aumento.	92
Tabela 13 – Comparativo entre estacas com nega acima de 0,7mm/golpe.....	96
Tabela 14 - Resumo dos Dados estatísticos das distribuições “a posteriori”.	99

LISTA DE ABREVIATURAS E SIGLAS

ABNT	Associação Brasileira de Normas Técnicas
CPT	Ensaio de Cone
ECD	Ensaio de Carregamento Dinâmico
PCE	Prova de Carga Estática
PCD	Prova de Carga Dinâmica
NBR	Norma da Associação Brasileira de Normas Técnicas (ABNT)
SPT	Standard Penetration Test ou Sondagem à Percussão
PDA	Pile Driving Analyzer

LISTA DE SÍMBOLOS

A_b	área da ponta ou base da estaca
F_1	Fator de escala e execução (Método Aoki-Velloso)
F_2	Fator de escala e execução (Método Aoki-Velloso)
k	Índice dependente da granulometria do solo (Método Aoki-Velloso)
N	Índice de resistência à penetração do SPT, nº de golpes do SPT
N_L	tensão limite de escoamento da placa experimental
N_p	distância entre linhas de parafusos no sentido transversal ao da força aplicada
q_{cone}	resistência de ponta do cone no ensaio CPT
$q_{p,ult}$	resistência de ponta unitária
$Q_{l,ult}$	capacidade de carga por atrito lateral da estaca
$Q_{p,ult}$	capacidade de carga da ponta da estaca
Q_{ult}	capacidade de carga à compressão da estaca
U	perímetro da estaca
W	peso próprio da estaca
α	Índice dependente da granulometria do solo (Método Aoki-Velloso)
$\tau_{l,ult}$	resistência por atrito lateral unitária
ΔL	trecho do comprimento da estaca ao qual $\tau_{l,ult}$ se aplica
τ_{cone}	resistência por atrito lateral do cone no ensaio CPT

SUMÁRIO

INTRODUÇÃO	16
1 REVISÃO BIBLIOGRÁFICA	18
1.1 Fundações Profundas.....	18
1.1.1 Estacas Metálicas	19
1.1.2 Controle de Cravação “In situ”	22
1.1.3 Controle de Cravação por instrumentação	25
1.1.4 Provas de Carga	27
1.1.5 Previsão de Capacidade de Carga.....	41
1.2 ATUALIZAÇÃO BAYESIANA	47
1.2.1 Teoria Bayesiana aplicada ao estudo de confiabilidade de fundações.....	48
2 CARACTERIZAÇÃO DO ESTUDO DE CASO	51
2.1 Características Gerais e Localização	51
2.2 Caracterização Geológico-Geotécnica.....	52
2.3 Caracterização do Estaqueamento	58
2.3.1 Banco de Dados da Cravação.....	60
2.3.2 Provas de carga estáticas e seus resultados	61
2.3.3 Resultados das Provas de carga dinâmicas (PCD).....	66
3 ANÁLISE DO BANCO DE DADOS	70
3.1 Previsão de capacidade de carga “a priori”	70
3.1.1 Previsão pelo Método Aoki-Velloso (1975).....	71
3.1.2 Previsão pelo Método Decourt - Quaresma (1978)	72
3.2 Caracterização da Função Verossimilhança.....	72
3.2.1 Fórmula dos Dinamarqueses (Sorensen e Hansen, 1957)	73
3.2.2 Extrapolação pelo Método de Van der Veen (1953).....	74
3.2.3 Método de Décourt (1996).....	79
4 ANÁLISES PROBABILÍSTICAS E SUAS INTERPRETAÇÕES	83
4.1 Escolha da Estimativa “a priori”	83
4.2 Escolha da Função Verossimilhança	89
4.2.1 Fórmulas dos Dinamarqueses como Função de Verossimilhança.....	93
4.3 Resultados da Estimativa “a posteriori”	96
5 CONCLUSÕES E SUGESTÕES PARA PESQUISAS FUTURAS	101

5.1 Conclusões	101
5.2 Sugestões para futuras pesquisas	101
ANEXO A – MASTERPLAN, LOCAÇÃO DAS SONDAGENS, SONDAGENS UTILIZADAS E PERFIL GEOTÉCNICO REPRESENTATIVO	108
ANEXO B – DADOS DE CRAVAÇÃO E PLANILHAS DE CÁLCULO PELOS MÉTODOS SEMIEMPÍRICOS E FÓRMULAS DINÂMICAS	143
ANEXO C - DADOS E GRÁFICOS DAS PROVAS DE CARGA ESTÁTICA E DINÂMICA.....	163
ANEXO D – INTERPRETAÇÃO DOS RESULTADOS DOS ENSAIOS DE CARREGAMENTO DINÂMICO	177
ANEXO E – INTERPRETAÇÃO DOS RESULTADOS DAS PROVAS DE CARGA ESTÁTICAS	187

INTRODUÇÃO

Generalidades e objetivos

Há tempos, no Brasil, em projetos geotécnicos de fundações por estacas, o cálculo da carga admissível de um elemento é estabelecido segundo a aplicação do conceito denominado por fator de segurança. Contudo, este procedimento não garante a segurança do estaqueamento como um todo. Por isso, é inapropriado considerar que tal conceito assegure a inexistência de risco de ruptura das fundações.

É consensual que a Geotecnia, em especial no campo das fundações, está sujeita a um conjunto de incertezas, como as propriedades mecânicas, os processos executivos, os erros nos modelos de cálculo, dentre muitos outros. Tais variáveis são capazes de influenciar diretamente a estimativa de capacidade de carga de um elemento de fundação e, conseqüentemente, impactar na determinação de seus fatores de segurança.

À medida em que é sabido que toda e qualquer fundação apresenta algum risco de mal desempenho, deve-se a ela admitir uma probabilidade máxima de ruína, a fim de que os resultados encontrados, quando do dimensionamento, satisfaçam as condições propostas preliminarmente para um risco considerado aceitável, conforme mencionam Cintra e Aoki (2010).

O presente estudo tem por objetivo fomentar as análises de probabilidade de ruína de obras geotécnicas, em especial, nas fundações por estacas metálicas. No âmbito da engenharia geotécnica, em projetos de fundações, é necessário quantificar a confiabilidade de uma obra, embora tal conceito ainda seja incipiente na prática atual da engenharia geotécnica brasileira.

Motivações

O presente estudo vem promover o fomento das análises de probabilidade de ruína de obras geotécnicas no ramo de fundações em estacas metálicas.

O interesse pela área de fundações profundas e o conhecimento adquirido na disciplina de estatística, com o tratamento dos dados experimentais, foram as principais razões que motivaram a presente pesquisa.

Estrutura da dissertação

Segue a esta introdução o Capítulo 1, onde há breve revisão bibliográfica sobre estacas metálicas, provas de carga e suas interpretações, e métodos de cálculo da capacidade de carga axial para estacas sujeitas a carregamento de compressão. Ainda neste capítulo, o autor aborda bibliografia que diz respeito a teoria probabilística voltada para a aplicação da metodologia de Bayes.

No Capítulo 2 é realizada a descrição e caracterização da obra que foi objeto da pesquisa, assim como as peculiaridades relativas a: localização, estaqueamento, e ensaios de carga realizados para controle de desempenho das fundações.

O Capítulo 3 é composto, inicialmente, pelo estudo de capacidade de carga por métodos estáticos semiempíricos e fórmulas dinâmicas. Em seguida, são apresentadas as interpretações das provas de carga da obra.

No Capítulo 4 faz-se uma comparação entre os resultados obtidos no capítulo anterior e a seleção dos dados que serão interpretados com base em análise probabilística. São feitas três análises probabilísticas por meio da atualização Bayesiana.

No Capítulo 5 são apresentadas as conclusões a respeito dos resultados alcançados após o estudo probabilístico e, posteriormente, as sugestões para pesquisas futuras.

1 REVISÃO BIBLIOGRÁFICA

1.1 Fundações Profundas

O conceito de fundação profunda é definido pela NBR 6122 (ABNT, 2010) - Projeto e execução de fundações, como sendo o elemento construtivo capaz de transmitir para o terreno, pelo fuste ou ponta, as cargas provenientes da estrutura. Geralmente a transmissão ocorre pela combinação de ambos. Em virtude disso, a capacidade de carga geotécnica à compressão, sob o ponto de vista do contato estaca-solo, é dada pela soma das parcelas de capacidade de carga por atrito lateral e ponta, conforme ilustra figura 1, que leva à equação 1.

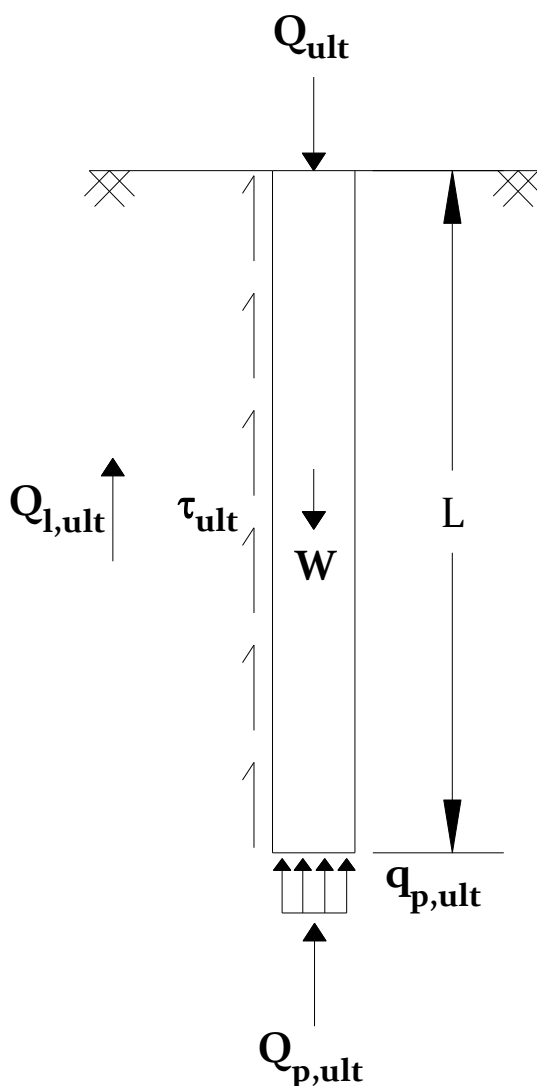


Figura 1 – Estaca submetida a carga de ruptura por compressão.

$$Q_{ult} + W = Q_{l,ult} + Q_{p,ult} \quad (1)$$

Na maioria das situações, o peso próprio da estaca (W) é desprezado em face da magnitude das cargas envolvidas. Além disso, a equação acima pode ser reescrita com as resistências unitárias de acordo com a equação 2, que segue.

$$Q_{ult} = A_p q_{p,ult} + U \int_0^L \tau_{ult} dz = A_p q_{p,ult} + U \sum \tau_{ult} \Delta L \quad (2)$$

A previsão da capacidade de carga para uma fundação profunda parte das fórmulas gerais acima expostas. Entretanto, pesquisadores em diversas regiões do mundo buscam correlações que visam estimar os valores das resistências por atrito lateral e ponta. Na maior parte das pesquisas disponíveis, as resistências são obtidas por meio da interpretação de ensaios de carga e possuem relações diretas com o tipo de investigação geotécnica aplicada, assim como o tipo de solo de cada região em particular.

No Brasil, a sondagem SPT é a investigação geotécnica mais difundida. Milititsky (1991) abordou o assunto afirmando que “a engenharia de fundações correntes no Brasil pode ser descrita como a geotecnia do SPT”. Assim sendo, os engenheiros geotécnicos de fundações procuram estabelecer métodos de cálculo de capacidade de carga em estacas utilizando os resultados deste tipo de investigação.

1.1.1 Estacas Metálicas

As estacas metálicas são fundações profundas empregadas no Brasil em larga escala e nos mais variados tipos de construções. Embora seu custo seja muitas vezes elevado em relação a outros tipos de estacas cravadas, possui diversas vantagens, como: menor vibração, elevada resistência à flexão e facilidades de cravação, manipulação, transporte e execução de emendas e cortes “in loco”.

Em comparação às demais opções disponíveis no mercado, a escolha desta solução se revela econômica, quando a obra em questão está situada em terrenos resistentes e possui nível elevado de carregamento. Em outros casos específicos, desponta como uma das melhores soluções técnicas, por exemplo, quando

executada nas divisas entre terrenos, funcionando como contenção em escavações de subsolos e, também, como fundação de pilares localizados nas divisas com o terreno vizinho.

Dentre os diversos tipos de estacas metálicas existentes, os mais comumente utilizados são:

- Perfis H ou I – Laminado e soldado;
- Perfis duplo I laminado e soldado dois a dois;
- Tubos em aço em seção circular, quadrada ou retangular;
- Trilhos simples ou compostos;
- Chapas dobradas.

A figura 2 apresenta uma gama de seções transversais de peças metálicas já utilizadas como estacas. Para o caso específico do estudo de caso contemplado nesta dissertação, os perfis metálicos tipo H ou I, foram os implementados.

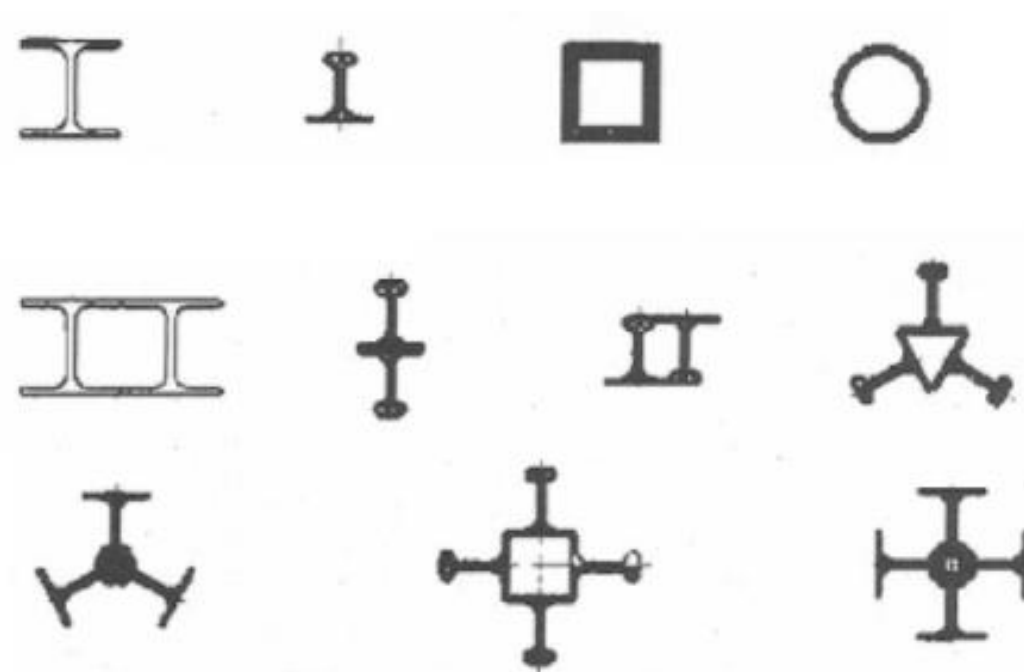


Figura 2 – Seções transversais de estacas metálicas. (Hachich *et al.* 2003).

No que tange o ponto de vista estrutural das estacas metálicas, a carga estrutural admissível é obtida quando se atende a equação 3:

$$Q_{adm,est} = \frac{f_{yk}}{2} \cdot A_s \quad (3)$$

Sendo, nesta equação, f_{yk} a resistência característica do aço, A_s a área útil da seção transversal da estaca e o coeficiente de segurança global no denominador, igual a dois.

Para estimativas de capacidade de carga geotécnica à compressão, especificamente em estacas de perfis tipo H ou I, considera-se, na maioria dos casos a área de ponta como sendo a que corresponde à seção envolvente, admitindo-se que o solo se torne fortemente aderido à estaca na região compreendida entre a alma e as mesas. Por outro lado, o cálculo da área lateral ao longo do fuste, usa-se o perímetro do perfil, conforme mostra a figura 3.

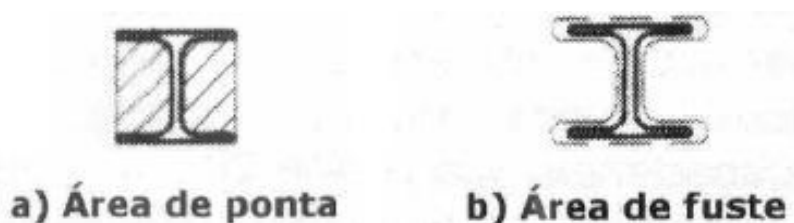


Figura 3 – Áreas admitidas na previsão de capacidade de carga. (Presa *et al.* 2004)

Embora a preferência de fundação profunda por estacas metálicas apresente muitas vantagens, como já elencado, há também desvantagens, dentre as quais pode-se mencionar o encurvamento do seu eixo devido à instabilidade dinâmica direcional, que ocorre com alguma frequência durante a cravação destas estacas em camadas de solos de baixa resistência, além da ocorrência de desvios à medida que a ponta da estaca se depara com obstáculos, tais como: blocos de rocha ou camadas muito inclinadas de rocha.

1.1.2 Controle de Cravação “In situ”

1.1.2.1 “Nega” de Cravação

A cravação de estacas pode ser controlada pela medição contínua da nega, que representa o deslocamento permanente após um golpe do martelo. Quando a energia aplicada pelo sistema de cravação não apresentar um rendimento suficiente, encerra-se a cravação da estaca.

Um valor de nega é estabelecido como critério de parada da cravação. Segundo Cintra et al. (2013), na maioria das obras, o deslocamento permanente adotado para que seja interrompida a cravação fica em torno de 1 a 3mm por golpe ou 10 a 30mm por 10 golpes, visto que a medida realizada no campo é sempre referente a 10 golpes consecutivos de martelo.

A nega é geralmente muito alta no início da cravação, o que configura um processo de ruptura do solo a cada golpe do martelo. Entretanto, ao passo que a cravação prossegue, é identificado um momento em que não ocorre mais ruptura do solo, quando a “nega” tende a zero e a descompressão da estaca após um golpe de martelo corresponde apenas ao repique elástico.

O desconhecimento desse simples conceito, no passado, levou ao desenvolvimento de inúmeras fórmulas dinâmicas que pretendiam inferir a capacidade de carga à compressão de uma estaca mediante a nega (Cintra *et al.* 2013). Algumas dessas fórmulas serão abordadas, posteriormente, ainda neste capítulo.

1.1.2.2 Medição de “Nega” e “Repique Elástico”

Quando se aplica um golpe de martelo a uma estaca, além do deslocamento plástico permanente ou “nega” (S), abordado no tópico anterior, ela sofre um deslocamento elástico chamado de repique (K), de modo que o deslocamento máximo (D) de uma estaca após um golpe do martelo é dado pela soma dessas duas parcelas, como mostra a equação 4.

$$D = S + K \quad (4)$$

Ambos os deslocamentos podem ser medidos segundo registros feitos manualmente por meio de lápis e folha de papel a ser fixada na estaca. Pode-se fazer uma medida simples somente da nega (figura 4.a) ou a medida da nega e do repique (figura 4.b), nesta última deixando-se medir continuamente o movimento da estaca durante cada golpe do martelo.

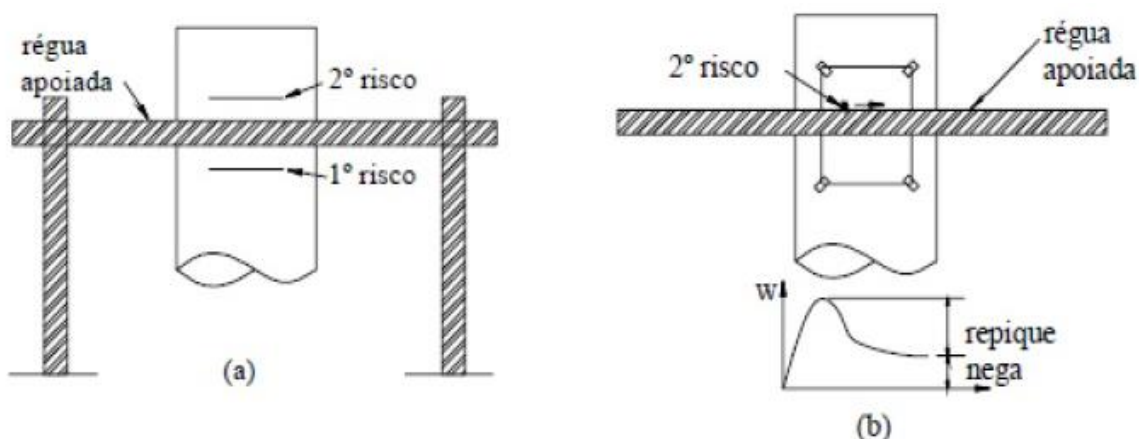


Figura 4 – Registro manual: (A) Nega; (B) Nega e Repique elástico. (Velloso e Lopes, 2002)

Ao fim da cravação, o registro no papel de nega e repique de uma estaca é apresentado na figura 5, cujo item “a” é um desenho ilustrativo de como ficam as medidas para um golpe do martelo e o item “b”, a medida real a lápis feita no campo após dez golpes consecutivos do martelo.

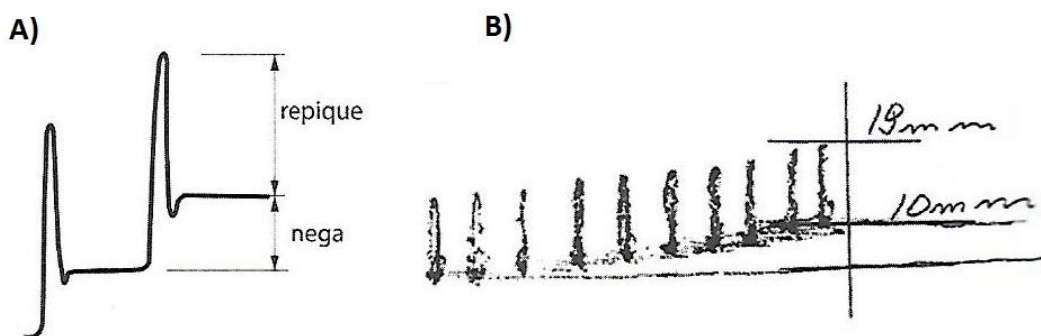


Figura 5 – Deslocamento de uma estaca, (a) ilustração de um golpe; (b) medida de campo para 10 golpes, Cintra e Aoki (2013).

Importa frisar que o repique elástico (K) é uma medida composta pela soma de duas parcelas, são elas: o encurtamento elástico da estaca e o deslocamento elástico do solo sob a ponta da estaca, também denominado “Quake”.

1.1.2.3 Fórmulas Dinâmicas

Várias fórmulas dinâmicas foram propostas com a finalidade de se obter a capacidade de carga a partir da resposta à cravação por meio da medida da nega. Posteriormente, algumas formulações também utilizaram a medida de repique nos cálculos. Essas equações auxiliam no controle e na uniformidade dos estaqueamentos, pois restringem grandes diferenças de capacidade de suporte entre estacas com as mesmas especificações em regiões com perfis geológico-geotécnicos similares.

As fórmulas dinâmicas são expressões que foram embasadas no princípio da conservação de energia, na teoria de choque Newtoniana e na lei de Hooke para corpos perfeitamente elásticos. Foram escolhidas para esta dissertação três formulações, dentre as mais difundidas na literatura, conforme as equações 5, 6 e 7.

- Fórmula de Brix:

$$R_u = \frac{W^2 \times P \times h}{s \times (W + P)^2} \quad (5)$$

- Fórmula dos Holandeses (1812):

$$R_u = \frac{W^2 \times h}{s \times (W + P)} \quad (6)$$

- Fórmula dos Dinamarqueses (1957):

$$R_u = \frac{e \times W \times h}{s + \frac{1}{2} \sqrt{\frac{2 \times e \times W \times h \times L}{A \times E}}} \quad (7)$$

Onde:

P = Peso próprio da estaca;

W = Peso do martelo;

h = Altura de queda do martelo em relação ao topo da estaca;

E = Módulo de elasticidade da estaca;

L = Comprimento da estaca;

A = Área da estaca;

s = Nega (deslocamento plástico da estaca por golpe);

e = Eficiência do sistema de cravação;

R_u = Resistência do solo à penetração da estaca.

Observa-se que a mais recente, fórmula dos dinamarquenses, desenvolvida em 1957 por Sorensen e Hansen, é a única dentre as três apresentadas que leva em conta a eficiência do sistema de cravação para cada golpe e que vem a ser uma variável com evidente relevância devido à vasta gama de opções de equipamentos de cravação disponíveis no mercado atualmente, cada qual apresentando performances distintas em termos de eficiência.

Lopes e Danziger (2004) mencionam que, apesar de fornecerem boas previsões sob certas condições, as fórmulas dinâmicas geralmente não são de aplicação geral e, portanto, a utilização delas deve ser restrita ao controle da uniformidade do estaqueamento, devendo ficar a cargo do profissional responsável escolher a fórmula que melhor se adequa a cada obra, de acordo com a experiência adquirida em situações anteriores, assim como o julgamento caso a caso, utilizando-as como critério para paralisação da cravação. Importa ressaltar que também é aconselhável que se afira o fator de correção em cada obra através da execução de provas de carga estáticas.

1.1.3 Controle de Cravação por instrumentação

A teoria da equação da onda, estabelecida pioneiramente pelo método numérico de Smith, desenvolvida em 1960 e amplamente difundida desde então, demonstrou a análise da equação unidimensional de propagação da onda em contraponto ao uso das fórmulas dinâmicas.

A aplicação prática dessa teoria para avaliação do desempenho de estacas cravadas teve seu início a partir do desenvolvimento de dispositivos capazes de medir as deformações dos corpos, denominados transdutores de deformação (ou em inglês, "strain gages"). Também foram desenvolvidos os acelerômetros, igualmente essenciais para a interpretação dos resultados.

O método de Smith consiste em aplicar um impacto no topo da estaca, que gera uma onda longitudinal descendente, ao longo da estaca. Essa onda se reflete na ponta da estaca e percorre o sentido inverso, sendo detectada pela instrumentação na parte superior (não enterrada) da estaca.

A avaliação das reflexões se torna possível a partir da obtenção dos dados de força e velocidade da onda após o impacto. Para aquisição dos referidos dados, uma seção no topo da estaca é instrumentada conforme modelo da figura 6.

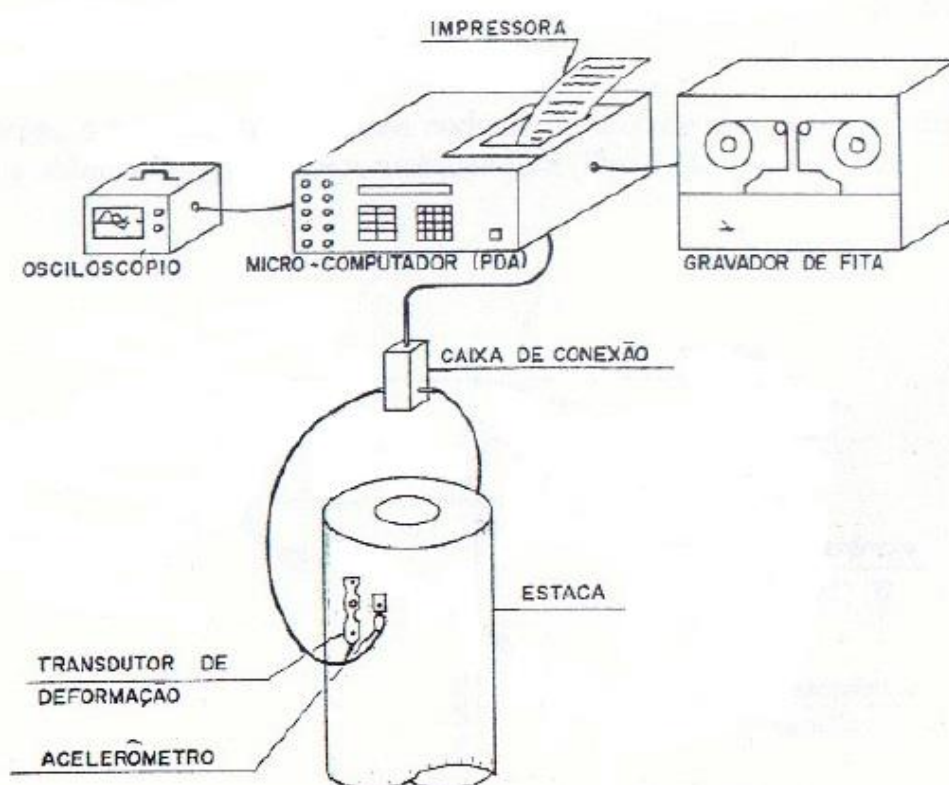


Figura 6 – Instrumentação básica de campo

Estudos teóricos e o desenvolvimento das técnicas de medições dinâmicas resultaram nas seguintes aplicações mencionadas por Goble *et al.* (1975):

- Verificação da integridade da estaca;
- Avaliação da capacidade de carga da estaca;
- Determinação das tensões atuantes na estaca durante a cravação;
- Determinação da eficiência do sistema de cravação;

Os equipamentos ilustrados constituem o analisador de cravação de estacas, que é basicamente composto por um microprocessador provido de funções de condicionamento de sinais, cujo sistema permite a realização de uma série de cálculos para cada impacto do martelo no instante da cravação.

A obtenção dos dados de cravação, de forma imediata durante as operações de instalação de um estaqueamento, possibilitam interferências sobre a qualidade das estacas e eventuais danos ou deficiências no sistema de cravação.

1.1.4 Provas de Carga

As provas de carga permitem a averiguação do comportamento das fundações sob carga, tendo em vista as variações das propriedades do solo e os erros dos próprios modelos de cálculo. Ademais, a alteração das condições iniciais do solo ocasionada pelo processo executivo de cada tipo específico de estaca, assim como o posterior comportamento do conjunto estaca-solo, demonstram a real necessidade de emprego desses ensaios.

Antigamente, a execução das provas de carga ocorria por intermédio de cargueiras, como ilustrado na figura 7:



Figura 7 – Provas de carga com cargueiras (Valverde, 2011).

Frise-se que a montagem de uma cargueira era algo oneroso em termos de custo e tempo. Além disso, se fazia necessário garantir a estabilidade do ensaio, principalmente quando a carga aplicada na estaca aproximava-se do peso da cargueira, que sofria perceptíveis deslocamentos, produzindo barulhos e estalos, gerando acidentes e, em muitos casos, não permitindo atingir a carga prevista para o ensaio. Atualmente, existem métodos mais rápidos e mais seguros, como o ensaio de carregamento dinâmico e as provas de carga estáticas com sistema de reação por tirantes, ambos expostos a seguir.

1.1.4.1 Ensaio de Carregamento Dinâmico (ECD)

O ensaio de carregamento dinâmico foi implementado a partir do desenvolvimento do modelo numérico de Smith (1960) para solução da equação da onda. Em 1964, o Case Institute of Technology de Cleveland, desenvolveu um sistema portátil para ser usado em campo na avaliação da capacidade de carga por meio dos resultados obtidos na instrumentação de transdutores de força e

aceleração no topo da estaca durante o impacto de cravação (Likins; Hussein, 1988).

O aperfeiçoamento desse sistema, a partir da década de 60, promoveu grandes avanços no equipamento. Assim, em decorrência do progresso da eletrônica, foram desenvolvidas várias pesquisas que levaram ao “pile driving analyzer” (PDA) e aos métodos de ensaio atuais, que possibilitam uma aquisição de dados acurada.

O ensaio é especificado segundo a NBR 13208 (ABNT, 2007) e tem como função principal avaliar a capacidade de carga da estaca, além de estar apto para aferir a integridade da mesma. A NBR 6122 (ABNT, 2010) determina que a prova de carga dinâmica pode ser executada em substituição à prova de carga estática na proporção de cinco para uma.

Atualmente, os modelos em operação são capazes de transmitir dados em tempo real por internet de banda larga. Ademais, funcionam com bateria interna e pesam apenas cinco quilos. A figura 8 ilustra o equipamento em operação ensaiando uma estaca moldada “in loco”.



Figura 8 – Execução do ensaio de carregamento dinâmico (Autor).

Uma prova de carga dinâmica consiste na aplicação de golpes de martelo com alturas variadas, normalmente crescentes múltiplas de dez ou vinte centímetros, conforme conceito apresentado por Aoki (1989a), sendo a coleta do sinal feita imediatamente após cada golpe. A partir do sinal gerado é fundamental monitorar cada impacto do martelo na estaca, promovendo ajustes para os golpes seguintes de forma a garantir a aplicação correta dos mesmos, sem gerar esforços excessivos que causem danos às estacas íntegras.

O ensaio de carregamento dinâmico ou no caso da aplicação de mais de um golpe com alturas de queda crescentes chamado de prova de carga dinâmica, pode ser executado em estacas moldadas “in loco”. Nesse caso para suportar os golpes do martelo é preciso reforçar o topo das estacas com um bloco de coroamento armado, como pode ser observado na figura 8.

Do processamento dos sinais podem ser obtidas informações preliminares importantes, tais como:

- Resistência mobilizada pelo método “CASE”, para um determinado fator de amortecimento JC, adotado e obtido posteriormente com base nas análises “CAPWAP” (RMX);
- Energia máxima transferida para a estaca durante o golpe (EMX);
- Força dinâmica máxima aplicada à estaca, medida na região dos sensores (FMX);
- Tensão máxima de compressão na região dos sensores, calculada com base no maior dos sinais de força (CSX);
- Tensão máxima de compressão na região dos sensores, calculada com base na média dos sinais de força (CSI);
- Máxima tensão de tração calculada ao longo do fuste da estaca; (TSX);
- Tensão máxima de compressão na ponta da estaca (CSB);
- Eficiência do equipamento de cravação (ETR);
- Máximo deslocamento da estaca durante o golpe (DMX);
- Deslocamento permanente ao final do golpe (DFN);
- Fator de amortecimento do Solo (JC).

Os resultados de campo são reanalisados posteriormente, inclusive à luz de um melhor entendimento dos dados fornecidos na obra, plantas de locação e

sondagens. Para tais análises a principal ferramenta é o programa CAPWAP®, que serve como parâmetro para um cálculo mais acurado e para comprovação das análises preliminares obtidas no campo por meio do método CASE.

Geralmente o golpe de maior carga mobilizada pelo o método CASE é reanalisado pelo programa CAPWAP®. Esse tipo de análise é um processo iterativo que envolve os sinais de força e velocidade medidos em campo, estimativas das resistências estáticas do solo e parâmetros dinâmicos da estaca e do terreno.

1.1.4.2 Provas de Carga Estática (PCE)

A prova de carga estática, normatizada pela NBR 12131 (ABNT, 2006), é apontada por muitos autores como o melhor instrumento disponível para examinar a condição de uma estaca no que concerne à sua real capacidade de carga.

O principal objetivo ao se efetuar uma prova de carga estática é investigar o comportamento de uma fundação para níveis de carga crescentes e registrar os deslocamentos correspondentes até um limite de carregamento estabelecido ou até a ruptura do sistema estaca-solo.

A NBR 12131 (ABNT, 2006) estabelece diferentes formas de aplicação dos níveis de carregamento, que conduzem a diferentes resultados de capacidade de carga estática. O mais utilizado é o carregamento lento, nessa modalidade o sistema estaca-solo é submetido à aplicação da carga em estágios crescentes, com incrementos iguais, onde em cada estágio é mantida a carga até a estabilização dos deslocamentos ou por um tempo mínimo de trinta minutos.

Os esforços mais comumente aplicados nas PCEs são os axiais de compressão, como no estudo de caso desta dissertação. Entretanto, também podem ser aplicados esforços axiais de tração e transversais. Na prática, a ruptura do sistema estaca-solo, seja qual for o tipo de solicitação, se evidencia quando um pequeno acréscimo de carga provoca um grande deslocamento.

Os resultados das PCEs permitem a obtenção de várias informações, tais como: gráfico carga versus deslocamento, capacidade de carga, deslocamento relacionado à carga de trabalho, separação das parcelas de resistência por atrito lateral e de ponta, coeficiente de segurança do elemento de fundação, dentre outros.

Há vários sistemas de reação possíveis para execução de uma PCE. Para a obra em pesquisa, foram utilizadas quatro estacas metálicas dimensionadas à tração

para obter a reação. Ademais, vigas metálicas do tipo H e com resistências adequadas à flexão foram posicionados em pares acima do macaco hidráulico e travadas no topo das quatro estacas metálicas de reação por intermédio de chapas aparafusadas, concluindo assim a montagem do sistema reativo. As figuras 10 e 11 ilustram, por meio de duas vistas esquemáticas e ortogonais entre si, como se deu a montagem do sistema de reação.

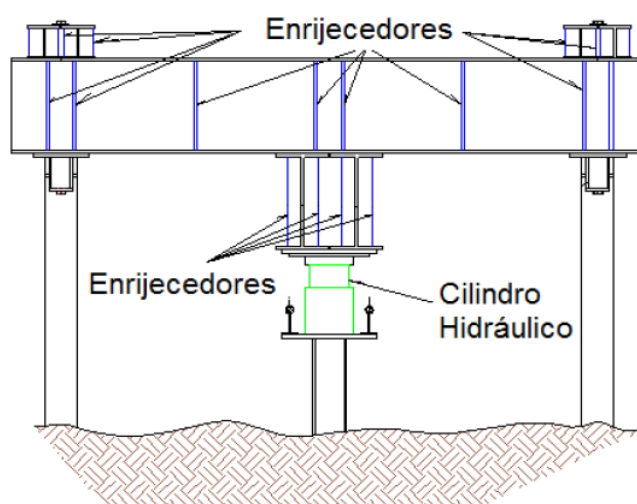


Figura 10 – Ilustração de PCE em estacas metálicas, (vista 1)

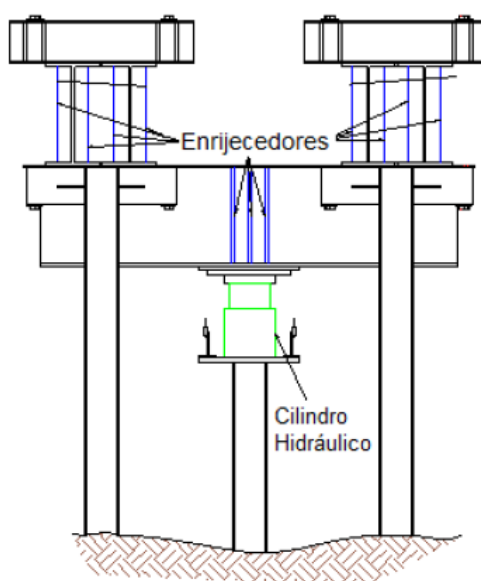


Figura 11 – Ilustração de PCE em estacas metálicas (vista 2)

No que diz respeito à distância entre os elementos de fundação que participam de uma PCE, segundo a NBR 12131 (ABNT, 2006), em estacas com seções circulares, o distanciamento entre a estaca teste e cada estaca de reação deve ser de pelo menos três vezes o diâmetro da maior seção transversal existente na estaca teste, medido do eixo da estaca teste até o ponto mais próximo da estaca de reação.

A norma também estabelece que, para estacas com seções transversais não circulares, deve ser adotado o diâmetro de uma seção circular com área equivalente. Especificamente para os casos de estacas metálicas como os perfis H, deve-se considerar como área equivalente a área do menor quadrilátero que circunscreva o perfil.

Ainda assim, a norma prevê a necessidade de que a distância mínima entre as estacas seja majorada em pelo menos 20% em alguns casos particulares, como quando as estacas tiverem comprimento superior a vinte e cinco metros e quando o processo executivo do sistema de reação ou a natureza do terreno puderem influenciar no comportamento da estaca a ser ensaiada.

As medições do carregamento aplicado em cada estágio são efetuadas por intermédio de célula de carga e/ou manômetro, desde que o conjunto macaco hidráulico, bomba e manômetro esteja devidamente calibrado por entidade com reconhecida competência no assunto e dentro do prazo estabelecido pela norma, que é de seis meses.

As medições dos deslocamentos verticais no topo da estaca teste são realizadas por meio de quatro deflectômetros instalados no topo do bloco de coroamento ou de chapa metálica, estando os equipamentos posicionados em dois eixos ortogonais entre si. Estes equipamentos são fixados, por meio de bases magnéticas, as quais, por sua vez, se fixam em vigas de referência que apresentam rigidez compatível com a sensibilidade dos deslocamentos a serem medidos e são apoiadas em pontos do terreno afastados da PCE, que devem ser pontos de apoio indeslocáveis.

As PCEs, assim como seus instrumentos de medidas e vigas de referência, devem estar abrigadas e protegidas de modo a evitar a influência de ventos, intempéries e variações de temperatura. A figura 12 apresenta uma PCE na obra pesquisada em que foram observados os referidos cuidados.



Figura 12 – Prova de carga estática na obra em pesquisa.

Para se dar início à PCE em uma determinada estaca, deve-se respeitar um prazo mínimo em relação à data da instalação da mesma. Pelo ponto de vista geotécnico, esse prazo é estabelecido para que se dê a cicatrização do solo. Tal prazo varia de acordo com o tipo de solo e também com o processo executivo da estaca.

Assim, em solos coesivos respeita-se um prazo estimado de dez dias, em caso de ocorrência de solos não coesivos o prazo costuma ser reduzido para três dias. Esses prazos podem ser modificados caso haja interesse em observar o comportamento da estaca ao longo do tempo, há casos tanto de recuperação quanto de perda de resistência ao longo do tempo devido à atuação de diversos fatores.

No que concerne à parte meramente estrutural do elemento de fundação, em estacas moldadas “in loco”, deve-se garantir o tempo necessário para a cura do concreto.

A NBR 6122 (ABNT, 2010) estabelece a quantidade de PCEs que devem ser realizadas em consonância com o número total de estacas que uma obra possui. Em linhas gerais, para estacas metálicas preconiza-se a obrigatoriedade da execução de PCEs em 1% das estacas, caso a obra possua 100 ou mais estacas, arredondando-se sempre o número encontrado para o maior número inteiro.

Ressalta-se que, na maioria das situações, as PCEs são executadas durante a obra. Entretanto, a NBR 6122 (ABNT, 2010) sugere que, caso sejam feitas PCEs na fase de elaboração e adequação do projeto, o fator de segurança possa ser ajustado do valor inicial 2,0 até o valor limite de 1,6.

1.1.4.3 Critérios de Interpretação das PCEs

A ruptura física de uma fundação submetida a uma prova de carga estática ocorre quando, dado um acréscimo de carga, percebe-se um deslocamento contínuo da fundação, de tal modo que o sistema não aceita um novo acréscimo de carga. Na grande maioria dos ensaios, o carregamento necessário para a ocorrência deste fenômeno não é atingido.

Para fins de avaliação do desempenho do sistema estaca-solo é preciso estabelecer a carga de ruptura. Para isso, a interpretação da curva carga x deslocamento do ensaio se faz necessária. As critérios de interpretação são diversos e podem ser divididos em quatro grupos com propostas distintas, conforme mostra Godoy (1983).

- I. Propostas que buscam um valor absoluto do recalque, seja total, plástico ou residual (especificado segundo a maioria dos critérios, com base nas dimensões da seção transversal do elemento em análise;
- II. Propostas que Aplicam uma regra geométrica à curva carga x deslocamento;
- III. Critérios que buscam uma assíntota vertical;
- IV. Critérios que caracterizam a ruptura pelo encurtamento elástico da estaca somado a uma porcentagem do diâmetro.

É importante mencionar que a identificação da carga de ruptura varia de acordo com o método empregado. Tais critérios precisam ser analisados minuciosamente, uma vez que deverão estar de acordo com cada situação

específica no que tange à sua aplicabilidade. Quando do estabelecimento do critério de Van der Veen (1953), aquele autor mencionou que a simples mudança de escala do eixo dos recalques pode dar uma impressão incorreta do comportamento da estaca.

Na presente dissertação, foram utilizados para interpretar os resultados das provas de carga, os métodos de Van der Veen, Décourt (1996) e NBR 6122, que serão expostos a seguir:

a) Método de Van der Veen (1953)

O método está entre os mais difundidos e utilizados no Brasil, e foi desenvolvido sob a hipótese de que a curva carga x deformação é representada por uma função exponencial.

A carga última é definida por tentativas e segundo uma equação exponencial ajustada como função do trecho que se dispõe da curva carga x deslocamento. Partindo-se de um determinado valor de Q_{ult} qualquer e adotado, calculam-se os valores correspondentes de " $\ln(1/(Q/Q_{ult}))$ ", que são plotados em um gráfico em função do recalque " r ". São realizadas tentativas com outros valores de Q_{ult} até que o gráfico resulte na melhor linha reta possível, adotando este valor Q_{ult} como o valor de carga de ruptura do elemento.

A função exponencial do método de Van der Veen (1953) é representada pela equação 8.

$$Q = Q_{ult} \cdot (1 - e^{-\alpha \cdot r}) \quad (8)$$

Sendo:

Q – Carga aplicada em determinado estágio do carregamento;

r – Deslocamento correspondente a carga Q aplicada;

α – Coeficiente da regressão linear que define a forma da curva exponencial.

Em 1976, o professor Nelson Aoki observou que a melhor reta obtida não passava pela origem, mas apresentava um intercepto. Desse modo, propôs a

inclusão de um intercepto “ β ”, dando a origem do método de Van der Veen modificado por Aoki (1976).

$$Q = Q_{ult} \cdot (1 - e^{-(\beta + \alpha \cdot r)}) \quad (9)$$

Sendo:

β – Ponto de interseção com o eixo das abcissas.

A partir da expressão acima, se escreve:

$$1 - \frac{Q}{Q_{ult}} = e^{-(\beta + \alpha \cdot r)} \approx -\ln\left(1 - \frac{Q}{Q_{ult}}\right) = (\beta + \alpha \cdot r) \quad (10)$$

Nomeando:

$$y = -\ln\left(1 - \frac{Q}{Q_{ult}}\right) \therefore y = \beta + \alpha \cdot r \quad (11)$$

Para essa regressão linear, são calculados uma série de valores de “ α ” e “ β ”, um para cada valor de Q_{ult} considerado, selecionando aquele que apresentar o maior coeficiente de correlação (R^2), assim como representado na figura 13. A curva carga versus deslocamento extrapolada pela equação 11.

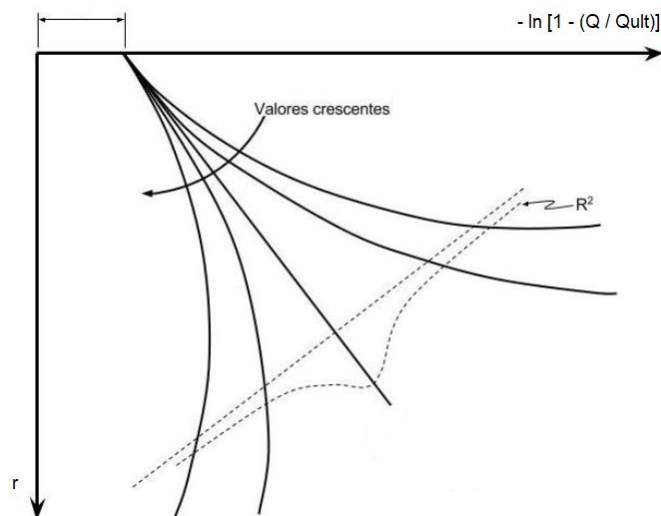


Figura 13 – Escolha do melhor coeficiente de correlação R^2 .

As PCEs extrapoladas pelo método de Van der Veen suscitam uma série de discussões e, de modo geral, é consenso que as PCEs cujos carregamentos máximos não ultrapassem o trecho linear, podem conduzir a valores de ruptura superestimados. Portanto, o estudo de caso objeto desta dissertação identificou esta ocorrência em suas análises conforme será exposto nos capítulos a frente. Por outro lado, nas PCEs que pouco ultrapassam o trecho linear, as cargas de ruptura podem ser subestimadas.

b) Método de Décourt ou da Rigidez (1996)

O Método desenvolvido em 1996 leva em consideração a hipótese de que a rigidez “K” de um elemento de fundação pode ser calculada pela relação entre força “Q” e o deslocamento “r”, isto é:

$$K = \frac{Q}{r} \quad (12)$$

A aplicação prática desse conceito se faz por intermédio do chamado gráfico de rigidez, estando no eixo das ordenadas o valor da rigidez e no eixo das abcissas o valor da carga aplicada. observa-se que a rigidez, tipicamente, diminui com o aumento da carga. A carga de ruptura é então obtida para o ponto de rigidez nula, como mostra o gráfico da figura 14.

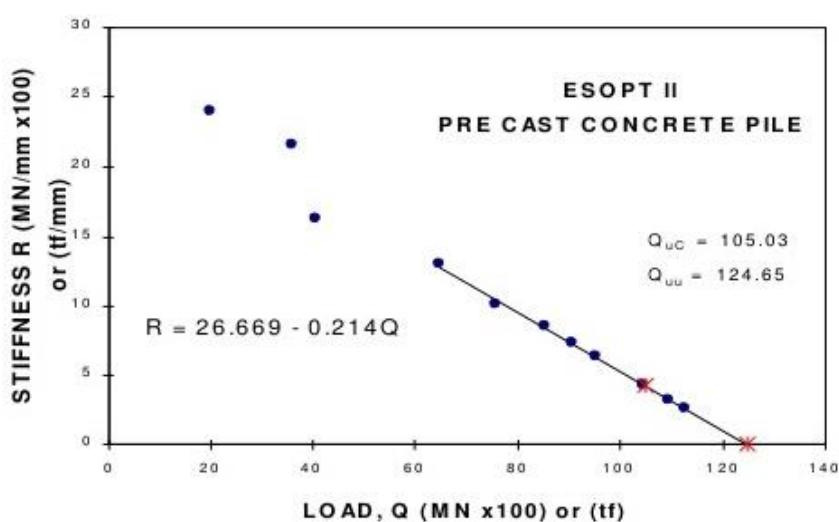


Figura 14 – Gráfico carga VS rigidez do método de Décourt (1996)

A ruptura caracterizada pela rigidez nula, que seria equivalente a um deslocamento infinito para uma dada carga limite.

Um outro critério largamente utilizado, atribui à ruptura, a carga correspondente a um deslocamento de 10% do diâmetro da estaca.

Em alguns casos, para estacas escavadas, à medida que o carregamento aumenta, há uma redução da rigidez, mas não de forma linear como no caso anterior, figura 14. A rigidez vai diminuindo, à medida que a carga vai aumentando, mas de forma não linear, conforme o gráfico da figura 15.

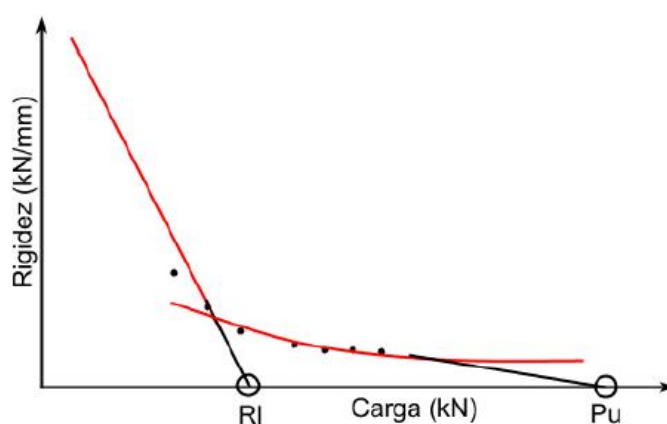


Figura 15 – Gráfico do método de Décourt (1996) em alguns casos.

c) Método da NBR 6122 (ABNT, 1996)

A NBR 6122 propõe um critério de ruptura para qualquer PCE em que não ocorra a ruptura física. Tal critério consiste no cálculo do deslocamento elástico acrescido do deslocamento plástico, e é expresso pela equação 13.

$$r = \frac{Q_{ult} \cdot L}{E \cdot A} + \frac{D}{30} \quad (13)$$

Onde:

r – Recalque por ocasião da ruptura convencional;

Q_{ult} – Carga de ruptura;

L – Comprimento da estaca;

A – Área da seção transversal da estaca;

E – Módulo de elasticidade do material da estaca;

D – Diâmetro da estaca ou do círculo circunscrito à estaca.

A partir da reta obtida da equação 13, a carga de ruptura pode ser convencionada como aquela correspondente à interseção da curva carga x recalque, (extrapolada, se necessário) com esta reta, conforme mostra a figura 16.

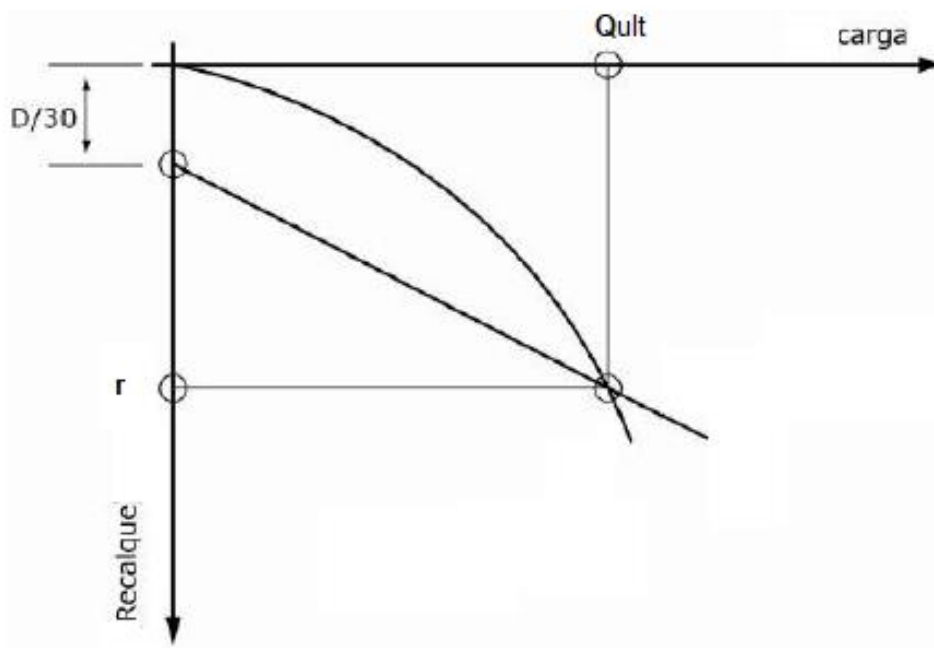


Figura 16 – Q_{ult} pelo método da NBR 6122.

De maneira geral, o método da NBR 6122 resulta em valores de carga de ruptura muito conservadores. Alguns autores explicam que esse procedimento é similar ao método de Davisson (1972), adotado pela norma canadense de fundações.

1.1.5 Previsão de Capacidade de Carga

Na elaboração do projeto para a verificação da segurança com relação à ruptura geotécnica de fundações profundas, são realizados cálculos por meio dos métodos de estimativa da capacidade de carga. Tais métodos são separados em duas categorias: estáticos e dinâmicos.

Nos métodos estáticos, a capacidade de carga é calculada por fórmulas que estudam a estaca mobilizando, ao longo de seu fuste, toda a resistência ao cisalhamento do solo presente nesta região e, ao longo de sua base, toda a resistência à compressão do solo imediatamente abaixo. Os métodos estáticos subdividem-se em: racionais ou teóricos, que utilizam soluções teóricas de capacidade de carga e são calculadas mediante a aquisição dos parâmetros de resistência do solo (coesão e ângulo de atrito) e semiempíricos, que se baseiam em ensaios de campo, tais como: ensaio de penetração do cone (CPT) e/ou de ensaio à percussão (SPT).

Os métodos dinâmicos são aqueles que estimam a capacidade de carga de uma estaca baseados na observação da resposta à cravação, ou ainda, em que uma dada resposta à cravação é especificada para o controle do estaqueamento com vistas a garantir uma determinada capacidade de carga. Esses métodos possuem uma série de questionamentos quanto à sua utilização na previsão de capacidade de carga e são geralmente mais empregados de modo a garantir o controle de um estaqueamento.

Os métodos estáticos racionais surgiram com os trabalhos de Terzaghi na primeira metade do século XX. Atualmente, constituem a teoria clássica de capacidade de suporte, a qual calcula a tensão última através dos parâmetros de resistência ao cisalhamento do solo em estudo após estabelecido um mecanismo de colapso. Essa abordagem é utilizada para fundações superficiais em larga escala (Terzaghi & Peck, 1967), onde o ângulo de atrito interno do solo é relacionado aos coeficientes de capacidade de carga do terreno.

No entanto, para fundações profundas, diferentemente da prática adotada em alguns países europeus, a teoria clássica de capacidade de carga não é empregada com frequência pela engenharia brasileira.

Alternativamente ao método racional, difundiram-se os métodos semiempíricos que objetivam relacionar medidas de ensaios CPT e SPT diretamente com a capacidade de carga de estacas (Aoki & Velloso, 1975; Décourt & Quaresma, 1978), também difundida internacionalmente. Estes e outros métodos semiempíricos constituem ferramentas valiosas à engenharia de fundações profundas e serão abordados no presente estudo. Todavia, cabe ressaltar que é importante reconhecer a abrangência limitada à prática construtiva regional.

1.1.5.1 Método de Aoki–Velloso (1975)

O método semiempírico de Aoki-Velloso teve seu desenvolvimento a partir de estudos comparativos entre resultados de provas de carga estática em estacas e investigações geotécnicas.

A primeira expressão de capacidade de carga de uma estaca pode ser descrita relacionando as resistências por atrito lateral e de ponta de uma estaca com os resultados do ensaio de cone (CPT) como mostra a equação 14.

$$Q_{ult} = A_p q_{p,ult} + U \sum \tau_{l,ult} \Delta L = \frac{A_p q_{Cone}}{F1} + U \sum \frac{\tau_{Cone}}{F2} \Delta L \quad (14)$$

O método pode ser utilizado também a partir dos dados obtidos através dos ensaios SPT. Para isto, foram introduzidas as correlações entre os ensaios, apresentadas nas equações 15 e 16.

$$q_{Cone} = K \times N \quad (15)$$

$$\tau_{Cone} = \alpha \times q_{Cone} = \alpha \times K \times N \quad (16)$$

Por conseguinte, obtém-se a equação 17 para uso do método segundo os resultados das sondagens à percussão (SPT).

$$Q_{ult} = A_p \cdot \frac{K \cdot N}{F1} + U \cdot \sum \frac{\alpha \cdot K \cdot N}{F2} \cdot \Delta L \quad (17)$$

Na equação 17, os fatores de correção F1 e F2 estão apresentados na tabela 1 e levam em conta os efeitos de execução e escala entre o tipo de estaca e o cone do ensaio CPT.

Tabela 1 - Coeficientes F1 e F2. (Aoki-Velloso, 1975)

Estaca	F1	F2
Franki	2,5	5
Metálica	1,75	3,5
Pré-moldada de concreto	1,75	3,5

Ainda sobre a equação 17, os valores de K e α , propostos por aqueles autores com base em suas experiências e em valores da literatura, dependem do tipo de solo e constam na tabela 2.

Tabela 2 – Coeficientes K e α por Aoki-Velloso (1975)

Solo	k	α (%)
Areia	10	1,4
Areia siltosa	8	2
Areia silto-argilosa	7	2,4
Areia argilo-siltosa	5	2,8
Areia argilosa	6	3
Silte arenoso	5,5	2,2
Silte areno-argiloso	4,5	2,8
Silte	4	3
Silte argilo-arenoso	2,5	3
Silte argiloso	2,3	3,4
Argila arenosa	3,5	2,4
Argila areno-siltosa	3	2,8
Argila silto-arenosa	3,3	3
Argila siltosa	2,2	4
Argila	2	6

Os valores foram obtidos por meio da análise dos resultados de provas de carga estáticas em diferentes tipos de fundações.

Na época, não se dispunha de muitas provas de carga instrumentadas, já que estas permitiriam separar a capacidade de carga última mobilizada pelo fuste ($Q_{l,ult}$) da ponta ($Q_{p,ult}$). Diante deste impeditivo, foi possível obter apenas um dos fatores de correção, de modo que a generalização de $F2 = 2F1$, embora criteriosa, precisou ser adotada, conforme exposto na tabela 1.

O método apresentado foi desenvolvido inicialmente para ser utilizado no estudo de estacas Franki, pré-moldadas de concreto e metálicas. Entretanto foi adaptado por diversos autores para outras estacas também executadas em grande escala no país.

Ao longo dos mais de 40 anos desde a criação deste método genuinamente brasileiro, algumas contribuições importantes foram dadas, tais como, Velloso *et al.* (1978), que utilizou para efeito de cálculo da resistência de ponta, a média de três valores de “N”: no nível de cálculo, um metro acima e um metro abaixo; e Monteiro (1997) que, dentre outras proposições, limitou o valor máximo de “N” em até quarenta golpes.

1.1.5.2 Método de Décourt – Quaresma (1978)

Durante o 6º Congresso Brasileiro de Mecânica dos Solos e Engenharia de Fundações, ocorrido em 1978, foi apresentado pelos autores um método semiempírico baseado exclusivamente na análise dos resultados de ensaios SPT e em um banco de dados que constava com mais de quarenta PCEs em estacas pré-moldadas de concreto.

Pelo método, a estimativa da resistência lateral unitária é feita tomando-se o valor médio de número de golpes do ensaio SPT ao longo do fuste da estaca, sem considerar aqueles que se encontram nas profundidades utilizadas para a estimativa da resistência de ponta, que será vista a seguir, sendo que nenhuma distinção é feita em relação ao tipo de solo para o cálculo da resistência por atrito lateral.

Décourt (1982) substituiu os valores de cálculo, antes apenas tabelados, pela equação 18.

$$\tau_{l,ult} = 10 \cdot \left(\frac{\bar{N}}{3} + 1 \right) \quad (18)$$

A equação 18 fornece a resistência por atrito lateral unitária em kN/m². Uma regra adotada impôs que, para o cálculo da equação 18, caso “ $\bar{N}$ ” seja inferior a três golpes, considera-se três golpes. De modo análogo, caso “N” seja superior que cinquenta golpes, é admitido no cálculo o valor de cinquenta golpes

Já para a estimativa da resistência de ponta unitária, o valor de “N_p” é considerado como sendo a média entre o valor correspondente à profundidade da ponta da estaca, o imediatamente anterior e o imediatamente posterior. Assim sendo, a resistência de ponta unitária é dada pela equação 19.

$$q_{p,ult} = C \times N_p \quad (19)$$

A equação 19 fornece a resistência de ponta unitária em KPa. Os diferentes tipos de solo estão contemplados através do coeficiente “C”, expresso na tabela 3:

Tabela 3 - Valores do coeficiente “C” (Décourt-Quaresma, 1978)

Solo	C (kPa)
Areia	400
Silte arenoso	250
Silte argiloso ¹	200
Argila	120

¹ alteração de rocha (solo residuais).

Desta forma, partindo-se das equações anteriores, temos a equação 20 que é a expressão geral para o cálculo da capacidade de carga pelo método de Décourt-Quaresma (1978), fornecendo valores de “Q_{ult}” em kN, com “A_p”, “U” e “ΔL” dados em m² e m.

$$Q_{ult} = CN_p A_p + U \sum 10 \cdot \left[\left(\frac{\bar{N}}{3} \right) + 1 \right] \cdot \Delta l \quad (20)$$

Onde:

A_p = Área de ponta da estaca;

U = perímetro da seção transversal do fuste;

Δl = Comprimento da cada camada.

Vale ressaltar que o métodos semiempíricos de Décourt-Quaresma (1978) e de Aoki-Velloso (1975) foram desenvolvidos em regiões geotécnicas específicas e exigem extrema precaução quanto às suas utilizações, afim de que se obtenham boas acurácias nos resultados.

1.2 ATUALIZAÇÃO BAYESIANA

A metodologia proposta por Peck (1969), conhecida como método observacional, prevê ajustes no projeto durante sua execução, de acordo com mudanças de seu comportamento. Assim sendo, na fase de projeto, para se assumir determinado risco, há a necessidade de incorporar valores determinísticos ao risco de obra, por meio do conceito de fator de segurança (FS). Como contraponto a isto, os métodos probabilísticos surgem como alternativas sistemáticas de incorporar as variabilidades aos parâmetros de projeto, possibilitando o cálculo do risco de falhas ou da confiabilidade destas estruturas geotécnicas.

A necessidade de dominar a teoria e a prática da probabilidade e estatística é imperiosa, à medida que o engenheiro geotécnico consegue quantificar e, de certa forma, controlar as variabilidades intrínsecas aos projetos oriundos da própria dispersão observada nos parâmetros a eles inerentes (Ribeiro, 2008).

As variáveis no comportamento de fundações foram elencadas por Lacasse e Nadim (1994) como sendo referentes às propriedades do solo, à investigação geotécnica limitada, à incerteza nos parâmetros do solo, à restrições do modelo de cálculo e às incertezas das cargas atuantes. Esses autores também dissertaram sobre a relevância do enfoque racional aos projetos que levem em consideração toda a gama de incertezas inseridas nos estudos.

Segundo Pacheco (2013), até mesmo ensaios em uma amostra de mesmo solo podem apresentar resultados diversos e que estas variáveis estão associadas às distribuições estatísticas com média e desvios padrão amostrais. Por isso, ocorre uma mudança de enfoque aos problemas de engenharia, onde a definição dos parâmetros de projeto é função direta da incerteza associada, sendo que o conhecimento de probabilidade e estatística possibilitará o cálculo quantitativo do risco de colapso ou ruína.

Em defesa dessa mudança de enfoque e conforme Pacheco (2013), a probabilidade de ruptura incorpora as principais incertezas intrínsecas em um projeto, ressaltando-se que um mesmo fator de segurança (FS) pode representar níveis distintos de probabilidade de ruína, como ilustrado na figura 17 (adaptado por Aoki, 2009).

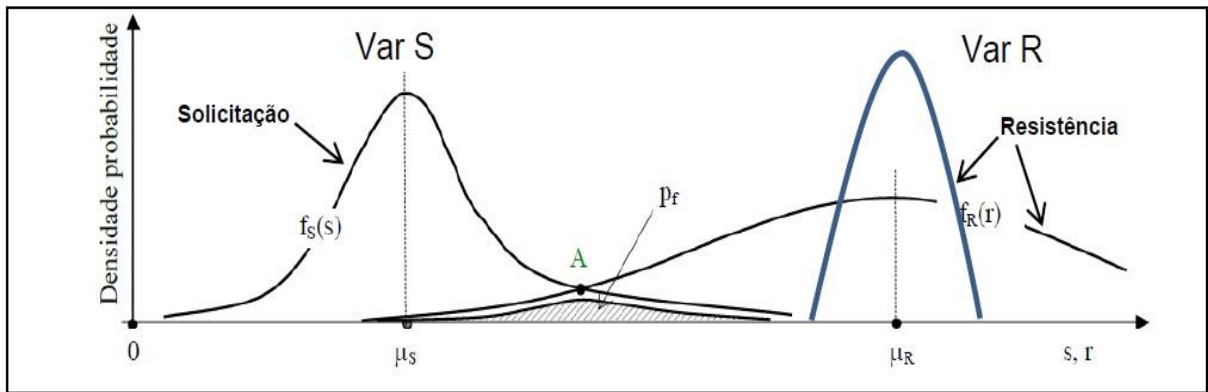


Figura 17 – Mesmo fator de segurança global e diferentes probabilidades de ruína.

1.2.1 Teoria Bayesiana aplicada ao estudo de confiabilidade de fundações

A teoria de Bayesiana descreve a probabilidade de um evento ocorrer baseado em um conhecimento “a priori” que pode estar relacionado ao evento. O teorema mostra como alterar a probabilidade “a priori” tendo em vista novas evidências para obter a probabilidade “a posteriori”.

O enfoque da atualização da capacidade de carga em estacas por meio da metodologia de Bayes é uma aplicação de probabilidade condicional, uma vez que a probabilidade “a posteriori” está condicionada aos resultados de ensaios (função verossimilhança) para atualizar a probabilidade “a priori”. A incerteza do estaqueamento é modelada por distribuições “a priori” e “a posteriori”. A distribuição “a posteriori” é calculada pela atualização da distribuição “a priori” por meio da utilização da função de “verossimilhança” conforme a formulação a seguir:

$$p(A_i / B) = \frac{p(B / A_i) \times p(A_i)}{\sum_{i=1}^m p(B / A_i) \times p(A_i)} \quad (21)$$

Sendo:

$p(A_i / B)$ é a probabilidade de ocorrência do evento A_i , dado que o evento B ocorreu, também chamada de probabilidade posterior (“a posteriori”);

$p(B / A_i)$ é a probabilidade de ocorrência do evento B , dado que o evento A_i ocorreu, que representa a nova informação (função verossimilhança);

$p(A_i)$ é a probabilidade de ocorrência do evento A_i , também chamada de probabilidade anterior (“a priori”).

O denominador da equação 21 é chamado de fator de normalização ou ponderação. Pacheco (2007) ressaltou que a expressão pode ser vista como uma média ponderada, sendo muito útil na atualização de probabilidades.

A ferramenta será utilizada na presente dissertação para atualização da capacidade de carga em estacas metálicas de uma mesma obra, obtidas “a priori” na fase de projetos por meio de métodos semiempíricos, calculados com base nos resultados de sondagens SPT da obra. A partir de novas informações, disponibilizadas por intermédio das provas de carga, serão obtidas as probabilidades “a posteriori”. A metodologia é ilustrada na figura 18, que foi utilizada com esse enfoque primeiramente por Guttormsen em 1987.

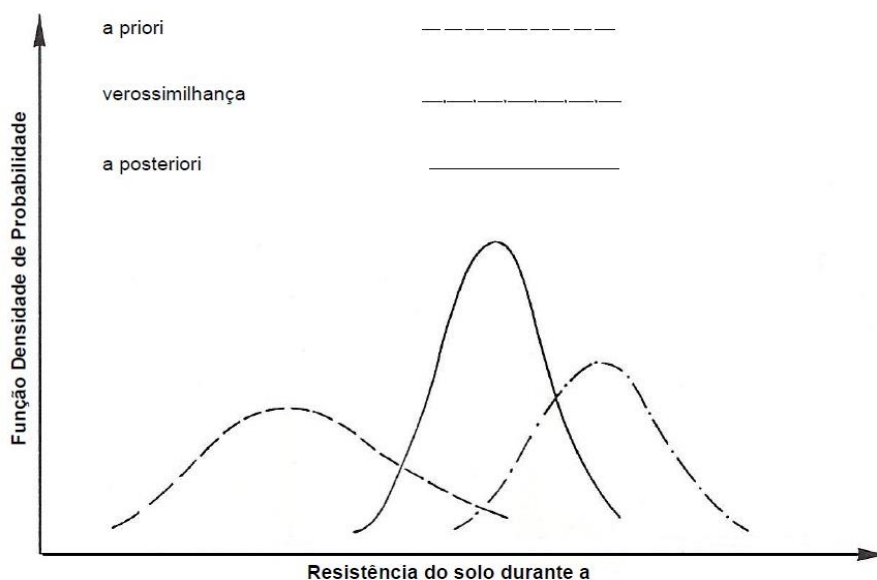


Figura 18 – Relação entre as distribuições “a priori”, a função verossimilhança e a distribuição “a posteriori” (adaptado Cabral, 2008)

As equações de Bayes possibilitam o cálculo do valor esperado e da variância da capacidade de carga das estacas “a posteriori”, em função do valor esperado e

da variância da previsão “a priori” e da distribuição probabilística de função de verossimilhança, conforme as equações 22 e 23.

$$\mu_Q = \frac{\sigma_Q^{2,L} \cdot \mu_Q^P + \sigma_Q^{2,P} \cdot \mu_Q^L}{\sigma_Q^{2,L} + \sigma_Q^{2,P}} \quad (22)$$

$$\sigma_Q^2 = \frac{\sigma_Q^{2,L} \cdot \sigma_Q^{2,P}}{\sigma_Q^{2,L} + \sigma_Q^{2,P}} \quad (23)$$

Onde:

μ_Q Valor esperado da capacidade de carga das estacas (“a posteriori”);

σ_Q^2 Variância da distribuição atualizada da capacidade de carga das estacas (“a posteriori”);

μ_Q^P Valor esperado da capacidade de carga estimada pelos métodos semiempíricos (“a priori”);

$\sigma_Q^{2,P}$ Variância da distribuição de capacidade de carga estimada pelos métodos semiempíricos (“a priori”);

μ_Q^L Valor esperado da capacidade de cargas das estacas ensaiadas obtido através dos ensaios de carga (função verossimilhança);

$\sigma_Q^{2,L}$ Variância da distribuição de capacidade de cargas das estacas ensaiadas obtido através dos ensaios de carga (função verossimilhança);

Ressalta-se que Vrouwenvelder (1992) promoveu estudo de atualização da capacidade de carga e obteve conclusões que indicam que esse procedimento pode ser executado diante de novas informações colhidas por meio de ensaios de carga estática, dinâmica ou, até mesmo, de posse dos boletins de cravação das estacas.

2 CARACTERIZAÇÃO DO ESTUDO DE CASO

2.1 Características Gerais e Localização

O estudo de caso proposto nesta dissertação envolve um estaqueamento em obra situada na zona oeste da cidade do Rio de Janeiro, precisamente no Distrito Industrial de Santa Cruz. O local está na divisa entre os municípios do Rio de Janeiro e de Itaguaí e nas proximidades da BR-101 e do Rio Guandu, conforme figura 19 que exhibe a obra já instalada no local.



Figura 19 – Obra estudada demarcada em linha vermelha.

No distrito, estão instaladas importantes indústrias, sendo as mais conhecidas: Cosigua (Grupo Gerdau), White Martins, Glasurit (Grupo Basf), Rolls-Royce Energy, Casa da Moeda do Brasil e a Companhia Siderúrgica do Atlântico (CSA). A inauguração do Porto de Itaguaí, em 1982, também gerou estímulo relevante ao desenvolvimento local.

Compreendido em um terreno com área de 580.000m², destes 216.000 m² serão áreas edificadas. O empreendimento desponta com potencial para se tornar uma importante fonte de dados para fomento de estudos geotécnicos, os quais serão de interesse quando da implantação de novas indústrias na região, já que possui muitas áreas vizinhas disponíveis, como se pode verificar na figura 20.



Figura 20 – Foto aérea da obra em implantação (Google Maps)

A área de 216.000m² contará com cerca de quarenta edificações (prédios), incluindo áreas administrativas, produção, qualidade, apoio, restaurante, auditório, salas de reunião e treinamento, bem como outras estruturas como lazer e conforto dos funcionários.

2.2 Caracterização Geológico-Geotécnica

A região de interesse se localiza em uma planície, às margens do Rio Guandu, onde se encontram extensos depósitos sedimentares flúvio-lagunares (areia, silte e argila), conforme o mapa do serviço geológico do Brasil ou CPRM (companhia de pesquisa dos recursos minerais), exposto na figura 21.

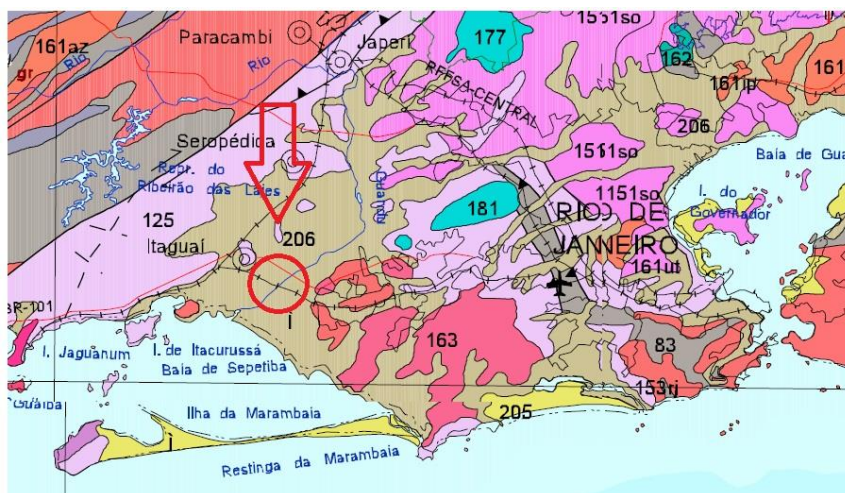


Figura 21 – Mapa geológico identificando a obra com um círculo em vermelho.
(CPRM)

A investigação geotécnica da área se deu por meio da execução de ensaios SPT (Standard Penetration Test), que de acordo com Schnaid (2012), nada mais são que medidas da resistência dinâmica do solo a cada metro perfurado, conjugadas com uma sondagem de simples reconhecimento realizada por tradagem, utilizando circulação de água e o trépano de escavação, com a coleta de amostras a cada metro perfurado.

Foram executados cinquenta e nove ensaios SPT devidamente locados em planta específica. Em linhas gerais, o terreno possui pouca variação altimétrica, podendo ser considerado área plana. O nível d'água se situa em profundidades entre um e dois metros em relação à cota da boca dos furos de sondagem SPT.

O perfil geotécnico representativo da estratigrafia do subsolo possui camada superficial de argila com consistência variando entre muito mole a mole e espessuras entre dez a treze metros na maioria das sondagens, subjacente a argila mole ocorre de espessa camada de areia, de compactidade variando de fofa à muito compacta, com SPT crescente até atingir o nível impenetrável, onde foram finalizadas as sondagens. A figura 22 apresenta um trecho do perfil geotécnico que consta no ANEXO A.



Figura 22 – Trecho de perfil geotécnico representativo da região

Do trecho de perfil geotécnico exposto acima, é importante ressaltar que, entre a camada espessa de areia de cor cinza, surge uma pequena camada de material argiloso que aparece em algumas sondagens. As sondagens SP-53 e SP-54 foram usadas como base para obtenção deste trecho do perfil geotécnico e estão exibidas a seguir nas figuras 23 a 26.

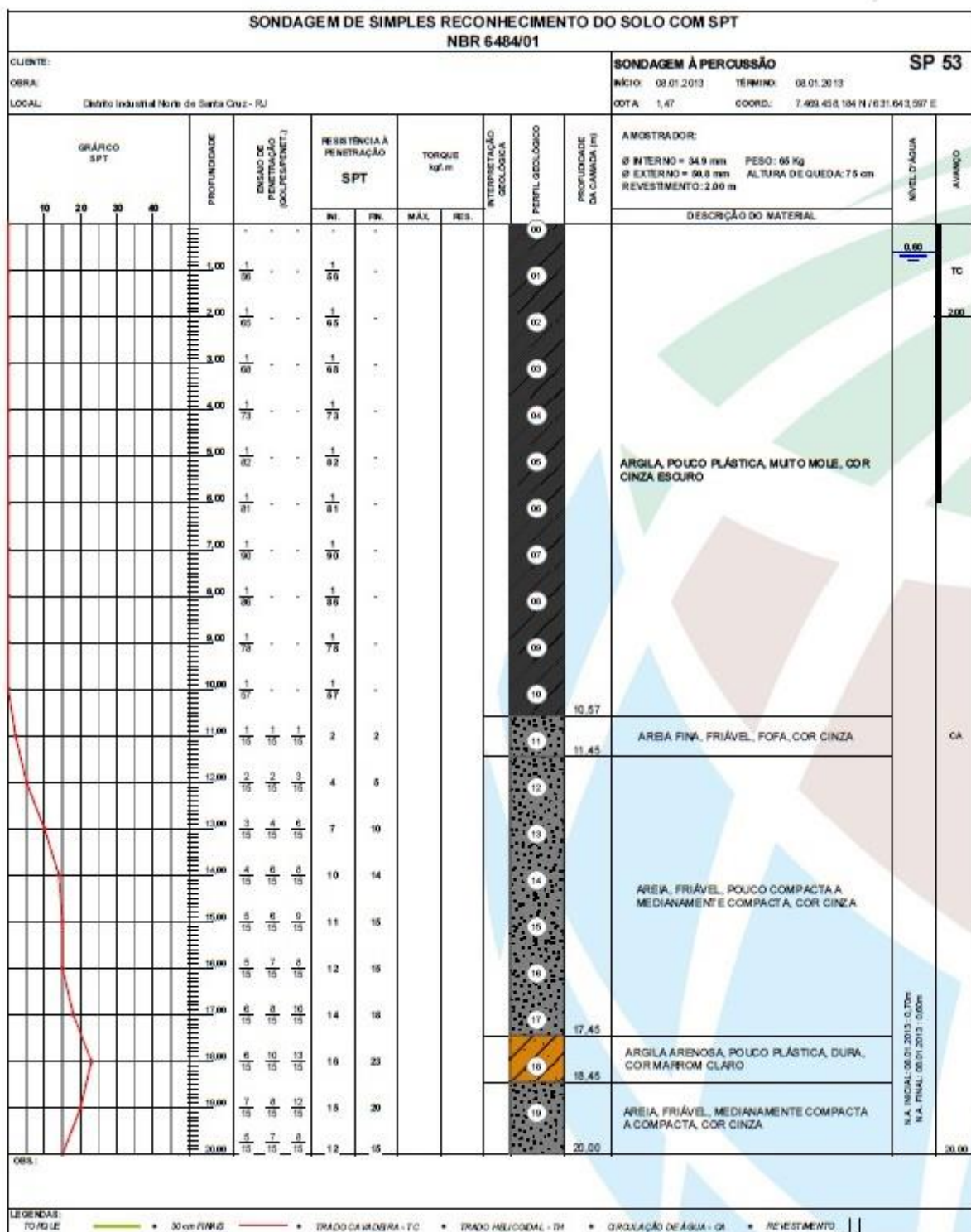


Figura 23 – Sondagem SP-53, folha A.

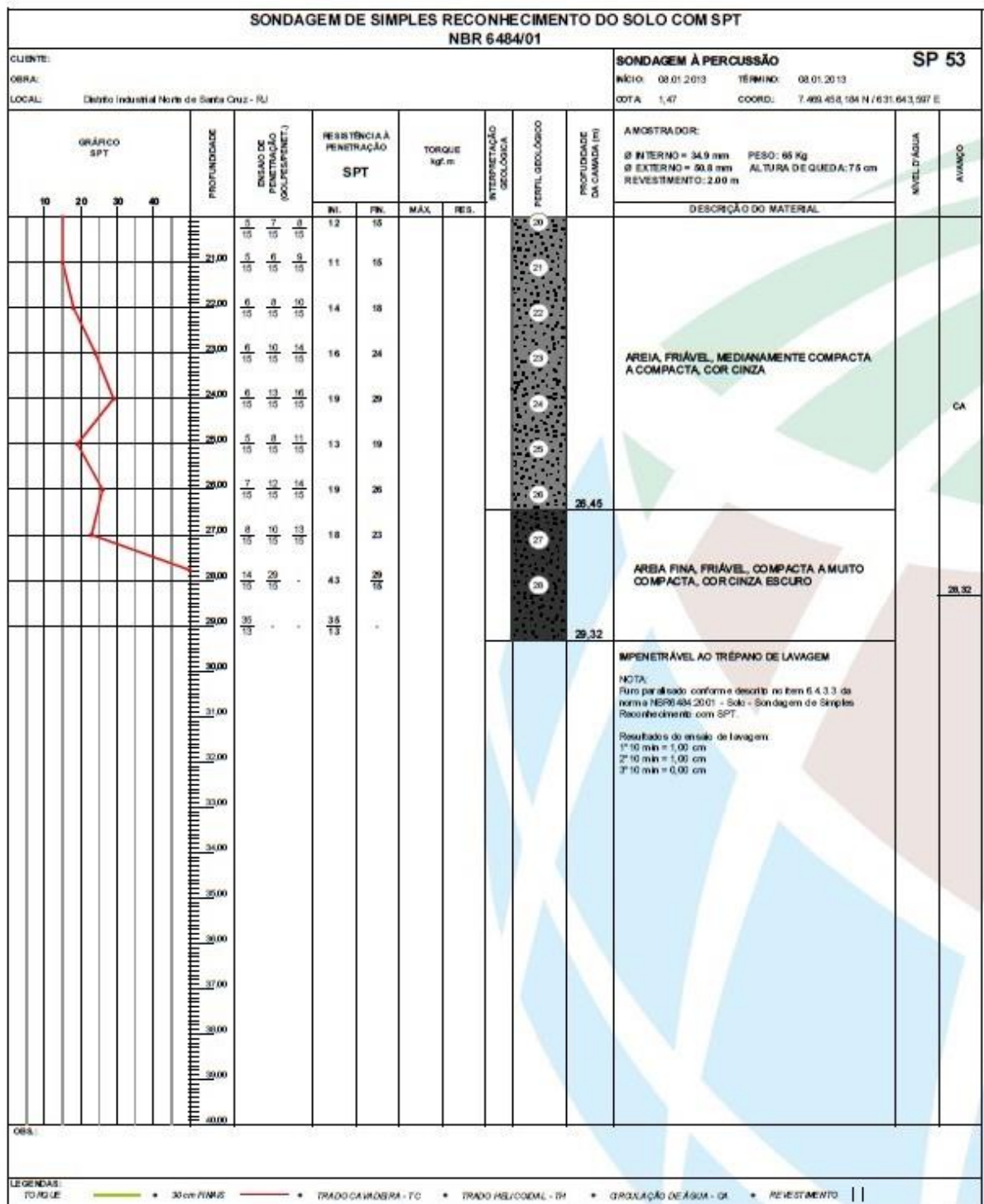


Figura 24 – Sondagem SP-53, folha B.

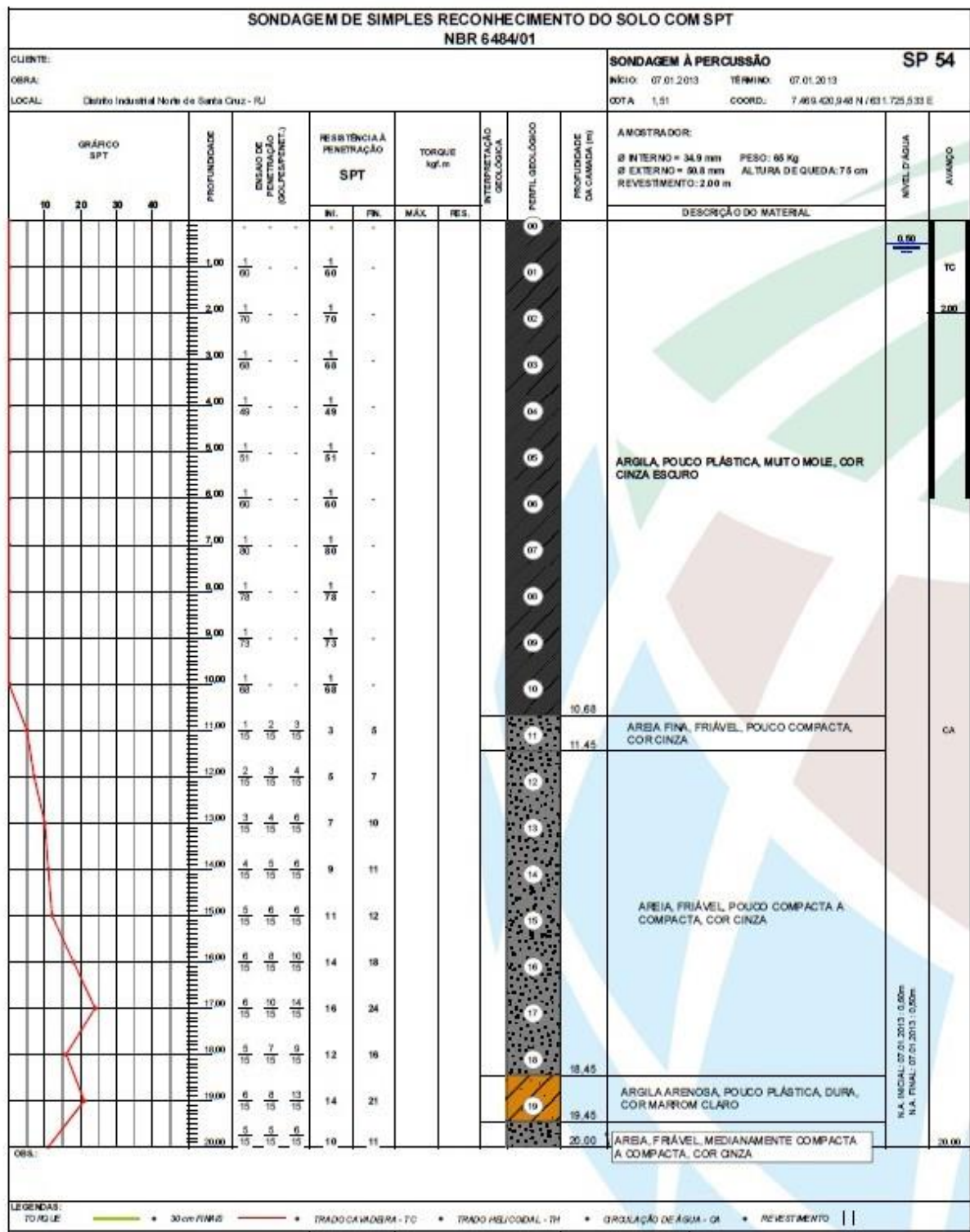


Figura 25 – Sondagem SP-54, folha A.

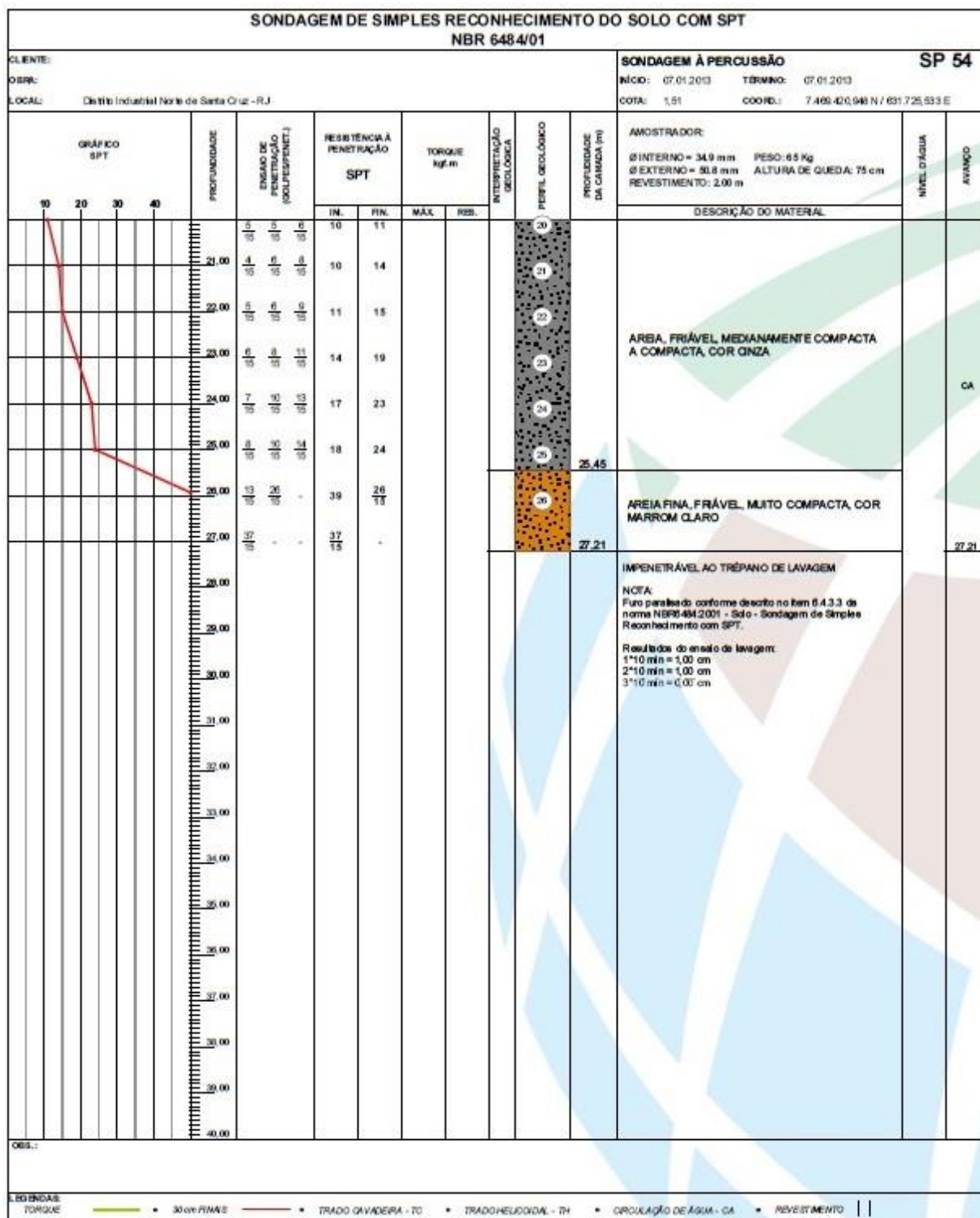


Figura 26 – Sondagem SP-54, folha B.

A planta de locação das sondagens, as demais sondagens utilizadas e o perfil geotécnico completo de um eixo longitudinal da obra, que contemplou ao todo quatorze sondagens, constam do ANEXO A desta dissertação.

2.3 Caracterização do Estaqueamento

O estaqueamento objeto deste estudo teve em seu total a cravação de seis mil cento e noventa e sete (6.197) estacas, todas elas metálicas e instaladas em quatro tipos de perfis distintos, a saber:

- W 250 x 38,5 – 931 estacas;
- W 310 x 52,0 – 2.132 estacas;
- HP 310 x 79,0 – 2.286 estacas;
- HP 310 x 125,0 – 658 estacas;

Os dados para a pesquisa foram disponibilizados em arquivos eletrônicos e se referem aos seguintes documentos:

- Locação das Sondagens no arranjo geral;
- Locação dos Prédios no arranjo geral;
- Relatório de sondagens;
- Plantas de Locação das Estacas;
- Boletins de Cravação das estacas ensaiadas com registros de nega e repique;
- Relatórios de PCE;
- Relatórios de PCD;

De posse dos dados e avaliando os resultados encontrados, dentre todas as quatro opções de perfis disponíveis na obra, estabeleceu-se restringir as análises apenas das estacas de perfil W 250 x 38,5. Assim sendo, os demais dados estão disponíveis para outras pesquisas.

Uma porcentagem do total dessas estacas foram testadas pelos ensaios de prova de carga estática e/ou prova de carga dinâmica, sendo que todas as estacas ensaiadas em PCE haviam sido anteriormente ensaiadas em PCD. A tabela 4 apresenta o quantitativo geral dos ensaios.

Tabela 4 – Quantitativo geral do estaqueamento e ensaios.

PERFIL	Estacas na obra	Estacas c/ PDA e PCE	Estacas só PDA	Estacas ensaiadas
W 250 X 38,5	931	4	18	21
W 310 X 52,0	2.322	5	29	34
HP 310 X 79,0	2.286	9	27	36
HP 310 X 125,0	658	7	21	28
TOTAL	6.197	25	94	120

No que diz respeito à observância das normas vigentes e conforme descrito no item 1.1.4.1 desta dissertação, a NBR 6122 (ABNT, 2010) estipula que a prova de carga dinâmica possa ser executada em substituição à prova de carga estática na proporção de cinco para uma. Neste caso, as noventa e quatro PCDs executadas puderam substituir dezoito PCE, que somadas às vinte e cinco PCEs executadas, equivaleriam a um total de quarenta e três ensaios PCEs.

De acordo com exposto no item 1.1.4.2, a NBR 6122 discorre que para estacas metálicas e outras preconiza-se a obrigatoriedade da execução de PCEs em 1% das estacas da obra caso a mesma possua cem ou mais estacas, logo o número mínimo de ensaios para o estaqueamento em questão é de sessenta e duas PCEs, podendo cada qual ser substituída por cinco PCDs conforme a NBR 6122 (ABNT, 2010).

Em concordância ao mencionado no item anterior, os ensaios nos perfis W 250 x 38,5 nortearão a presente pesquisa, contando com vinte e uma estacas ensaiadas em um universo de novecentas e dezessete estacas, sendo quatro PCEs e vinte e um PCDs. Desse montante, quatro estacas foram submetidas aos dois ensaios (PCE e PCD).

2.3.1 Banco de Dados da Cravação

Do banco de dados disponibilizado, no que se refere à cravação das estacas de perfil W 250 x 38,5, foram obtidas as seguintes informações: comprimento cravado, peso do martelo de cravação, altura de queda do martelo e nega. A tabela 5 exibe as informações para cada uma das estacas.

Tabela 5 – Dados de cravação das estacas ensaiadas.

CRAVAÇÃO				
Estaca	L (m)	W(kN)	H _{Queda} (cm)	NEGA (mm)
E-134	28,60	50	25	0,80
E-176	22,40	50	20	0,10
E-9	26,20	40	25	0,90
E-25	24,40	40	30	0,60
E-28	28,40	40	25	1,00
E-12	26,35	40	30	0,70
E-108	23,50	50	20	0,40
E-171	24,90	40	30	0,20
E-16	23,40	50	30	0,00
E-38	25,60	50	30	0,40
E-68	26,05	50	50	0,00
E-75	22,30	50	30	0,30
E-154	23,60	50	30	0,10
E-2	29,00	40	25	0,70
E-3	33,65	40	20	0,70
E-11	25,30	40	20	0,30
E-94	33,00	40	20	1,10
ET-46A	26,40	50	25	0,50
ET-28A	23,30	40	20	0,30
ET-28B	23,30	40	30	0,00
ET-29	22,30	40	30	0,70

Da tabela 5, destacam-se o comprimento cravado médio de vinte e cinco metros e oitenta centímetros (25,80m), com a profundidade das estacas variando entre vinte e dois metros e trinta centímetros (22,30m) a vinte e nove metros (29,00m), ademais, os martelos utilizados na cravação pesavam quatro e cinco toneladas.

Observa-se que a nega das estacas ficou entre zero e um milímetro por golpe. Entretanto, é importante destacar que a nega obtida em campo foi medida, como de praxe, segundo a aplicação de dez golpes do martelo. A figura 27 mostra a medição da nega referente à estaca ET-46a.

OBRA:		CLIENTE:	PRÉDIO: 046
ESTRUTURA: BLOCO DE FUNDACOES		CARGA DE TRABALHO MÁXIMA : 40 tf	DATA: 08-11-2016
ESTACA Nº: ET-46A	PERFIL TIPO: W 250 x 38,5	PROJETO: DE-3-046-C-2U001	PROF. FINAL: 26,40 m
EQUIPAMENTO: DM 25 H 02	PESO DO MARTELO: 5 t	ALTURA DA QUEDA: 0,25 m	NEGA / GOLPES REPIQUE: 15 mm para 10 golpes por 5 vezes consecutivas e repique de 20 mm

Cole aqui o repique

Figura 27 - Folha de nega e repique da estaca ET-46a.

A estaca ET-46a apresentou ao fim da cravação nega de cinco milímetros por dez golpes e um repique elástico de vinte e dois milímetros. As demais folhas de campo com medida da nega estão no ANEXO B. Algumas estacas não tiveram as folhas de nega acessíveis, tendo este autor recorrido aos dados anotados na ficha de campo dos ensaios de carregamento dinâmico para obter estes valores.

2.3.2 Provas de carga estáticas e seus resultados

As estacas ET-46a, ET-28a, ET-28b e ET-29 foram selecionadas e testadas, primeiramente, por ensaio de carregamento dinâmico e, posteriormente, pelo ensaio de prova de carga estática. Os ensaios estáticos foram realizados seguindo a NBR 12131 (ABNT, 2006) aplicando-se a carga de ensaio máxima igual ao dobro da carga de trabalho das estacas, que é de 450kN, em níveis carregamento lento. A figura 28 apresenta foto com a visão geral da finalização da montagem de uma das PCEs da obra.



Figura 28 - Vista geral de uma PCE da obra.

Os dados relativos às quatro estacas ensaiadas estão apresentados na tabela 6, são eles: carga máxima de ensaio, comprimento cravado, deslocamento máximo após a aplicação do último estágio de carregamento e deslocamento residual após o descarregamento total da prova de carga estática.

Tabela 6 – Resultados das PCEs.

PCE - PERFIL W 250 X 38,5			
Nº da estaca	Carga de Ensaio (kN)	Deslocamento máximo (mm)	Deslocamento Residual (mm)
ET-46A	812	26,40	15,71
ET-28A	901	23,30	15,05
ET-28B	914	23,30	15,06
ET-29	902	22,30	16,33

Analisando cada resultado encontrado, verifica-se que os valores de deslocamento máximo estão muito próximos e que a parcela de deslocamento residual é praticamente nula, o que indica que os deslocamentos alcançados nas PCEs foram somente elásticos. As figuras 29 à 32 apresentam os gráficos Carga (kN) x Deslocamento (mm) dos quatro ensaios, evidenciando o exposto. A interpretação destes resultados será abordada no capítulo 4.

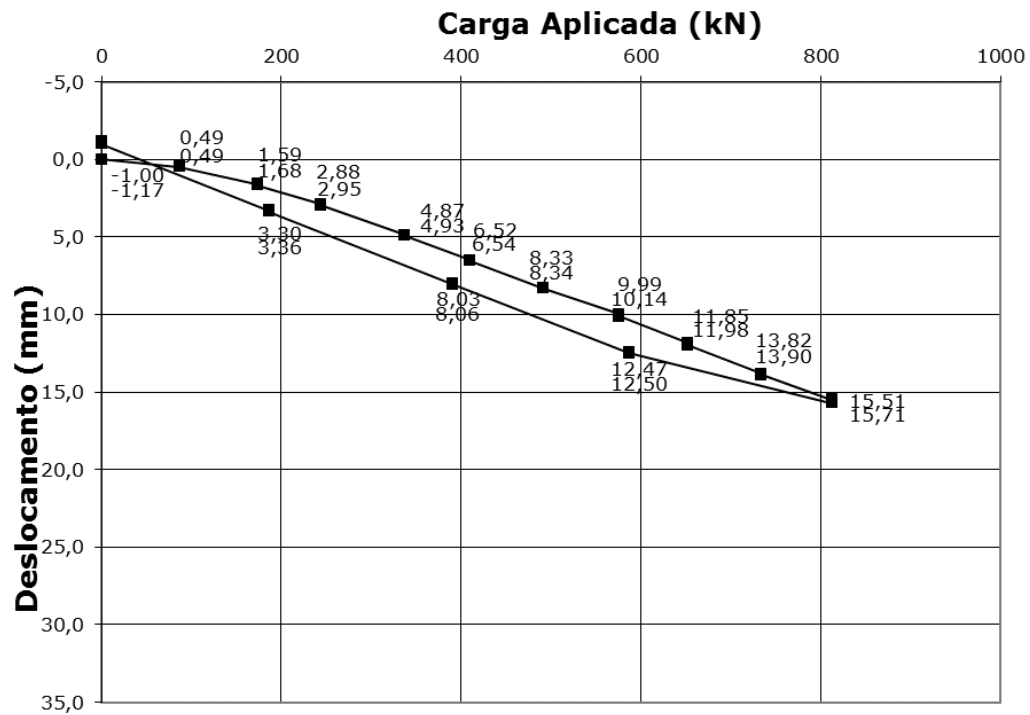


Figura 29 - Gráfico PCE da Estaca ET 46A.

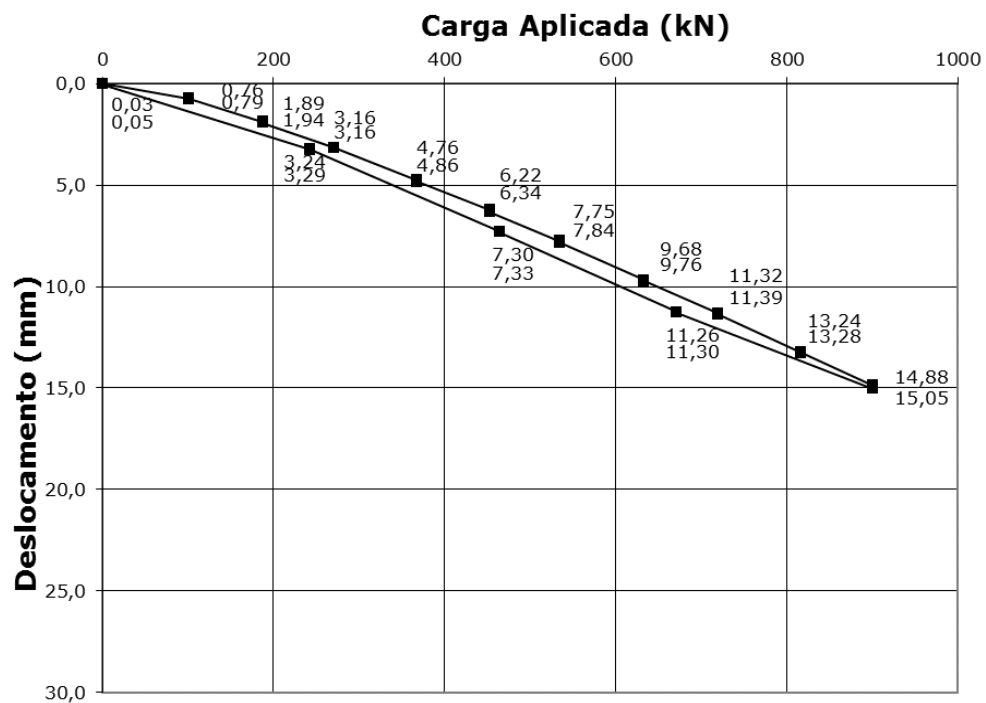


Figura 30 - Gráfico PCE da Estaca ET 28A.

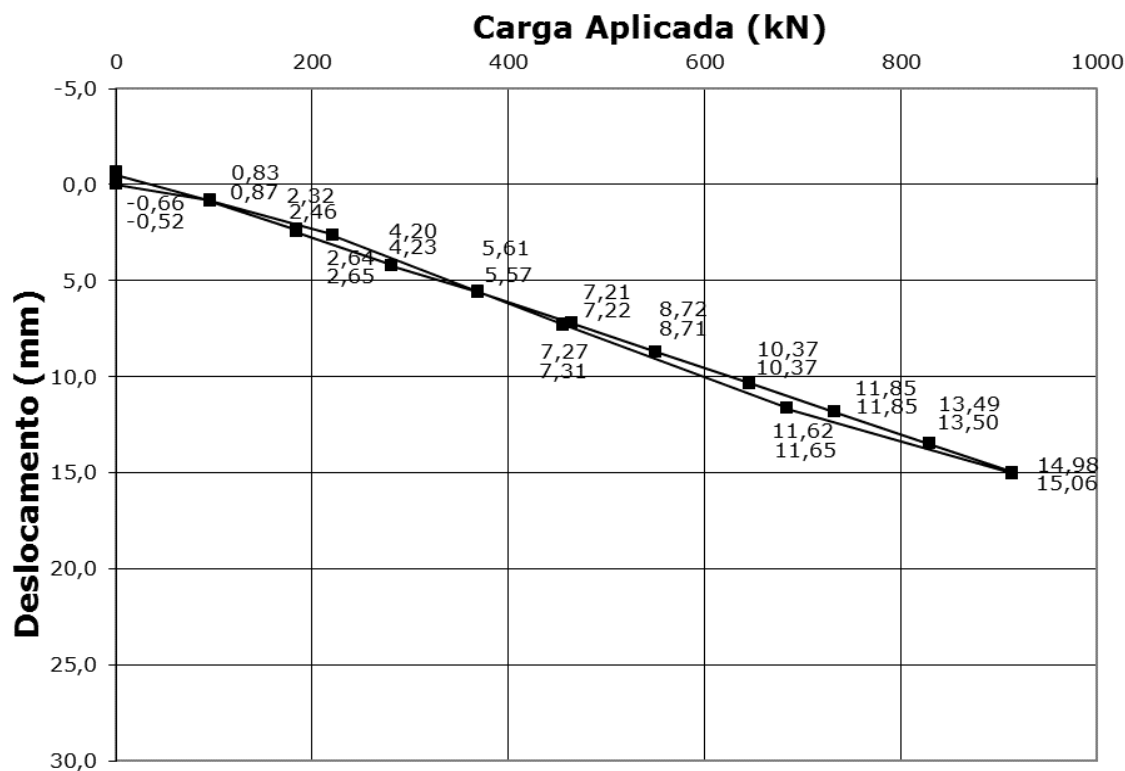


Figura 31 - Gráfico PCE da Estaca ET 28B.

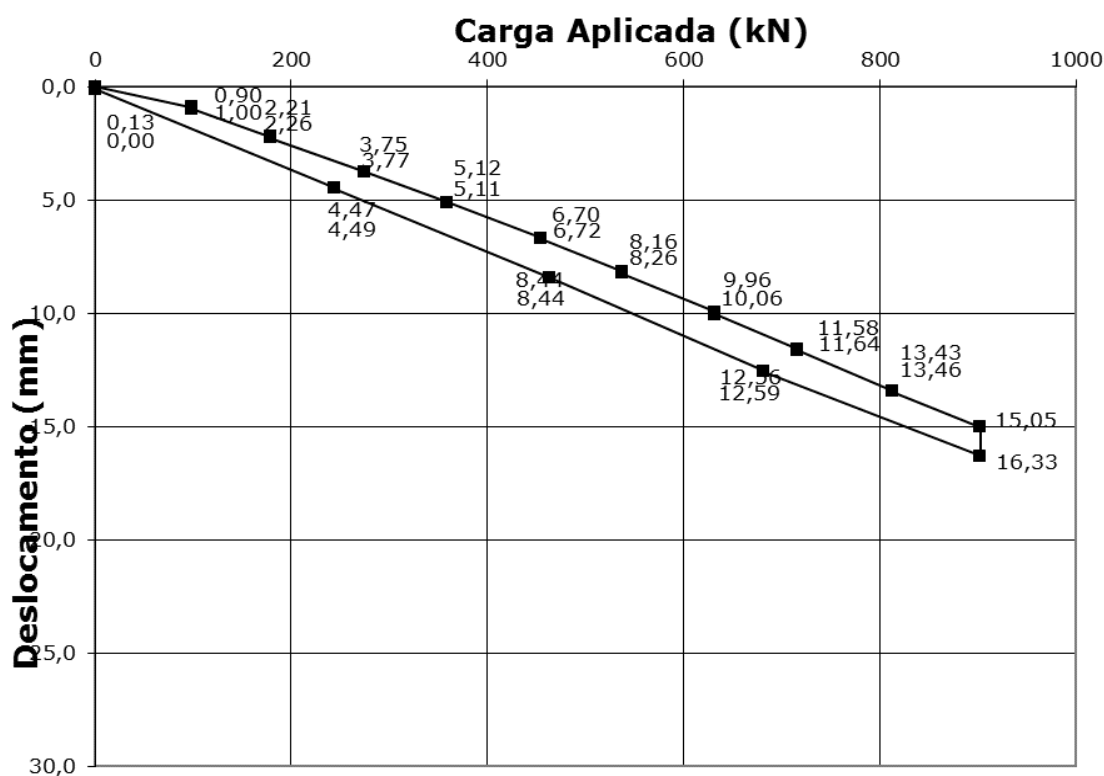


Figura 32 – Gráfico PCE da Estaca ET 29.

Na cravação de uma estaca ou mesmo na execução do ensaio de carregamento dinâmico, a região que circunda a estaca sofre perturbação e há

interferência na estrutura preexistente do solo, que por algum tempo tende a ter suas características mecânicas reduzidas.

A cravação também gera excessos de poro-pressões na massa de solo, por isso, tal fenômeno ainda é motivo de muitas pesquisas na área. Entretanto, sabe-se que, passado um certo intervalo de tempo, o solo tende a voltar à sua configuração original, dissipando os excessos de poro-pressões gerados a partir da penetração da estaca no solo. A essa recuperação de resistência dá-se o nome de “set-up” do solo.

Diversos estudos na literatura identificaram ocorrência de aumentos ou reduções de resistência após o período de “set up”. Esses efeitos foram denominados, respectivamente, de cicatrização e relaxação do solo.

A tabela abaixo apresenta para os ensaios dois períodos distintos: O primeiro entre a cravação e a execução das PCDs e o segundo entre as PCDs e a execução das PCEs.

Tabela 7 – Período de “SET-UP” para as estacas ensaiadas em PCD e PCE.

Estaca	SET-UP Cravação e PCD	SET-UP PCD e PCE
ET-46A	2	15
ET-28A	5	25
ET-28B	4	30
ET-29	9	0

No que se refere especificamente ao período de “set-up”, observado nas estacas que foram testadas também por PCE, ressalta-se que na estaca ET-29 ambos os ensaios foram realizados no mesmo dia (PCD e PCE). Essa peculiaridade será levada em consideração, muito embora as alterações mais substanciais de capacidade de carga sejam evidenciadas em estacas instaladas em perfis geotécnicos predominantemente argilosos. Ainda assim, em solos predominantemente arenosos, como é o caso, se verifica ao término da cravação uma capacidade de carga, que provavelmente não será igual após ser decorrido o período de “Set-up” do solo.

2.3.3 Resultados das Provas de carga dinâmicas (PCD)

Os ensaios PCD respeitaram o estabelecido na NBR 13208 (ABNT, 2007). A figura 33 apresenta uma foto dos sensores instalados em uma estaca, frisando que a instalação seguiu o esquema apresentado na figura 9 desta dissertação.



Figura 33 - Acelerômetros e transdutores de deformação instalados em uma estaca da obra.

O par de transdutores de deformação, de maior comprimento, ficam aparafusados um de cada lado da alma, em formato de “sanduíche”, com a alma do perfil metálico entre os dois. Os acelerômetros também ficam instalados um de cada lado da alma, porém em posições simetricamente opostas em relação aos transdutores de deformação.

Alguns dados gerais do ensaio de carregamento dinâmico são de suma importância para uma análise criteriosa dos resultados encontrados, os quais estão compilados na tabela 8 apresentada a seguir.

Tabela 8 – Tabela resumo com dados obtidos nos ensaios PCD.

Prova de Carga dinâmica (PCD)						
Nº da Estaca	Nº de Golpes	Peso do Martelo (kN)	H _{máx} (cm)	NEGA (mm)	Eficiência (%)	SET UP (dias)
E-134	4	50	60	0,5	83%	37
E-176	4	50	60	0	66%	126
E-9	4	50	80	0,5	77%	20
E-25	3	50	60	0,5	67%	15
E-28	6	50	120	0,5	45%	13
E-12	4	50	60	0,5	64%	8
E-16	3	50	50	1,5	80%	33
E-38	4	50	40	0,5	86%	32
E-68	3	50	60	0,5	80%	27
E-75	8	50	50	0	77%	35
E-154	4	50	60	0	79%	39
E-2	4	50	80	0,5	76%	26
E-3	4	50	80	0,5	75%	17
E-11	3	50	60	0,5	71%	4
E-94	4	50	80	0,5	71%	18
ET-46A	4	40	60	1,5	84%	2
ET-28A	4	50	60	1,0	87%	5
ET-28B	4	50	60	0,5	74%	4
ET-29	3	50	60	0,5	74%	9

As colunas da tabela 8 indicam: número de golpes no ensaio, peso do martelo de ensaio, altura de queda do golpe de maior altura (todos os ensaios foram realizados com alturas de queda crescentes), nega registrada para o golpe de maior energia, eficiência alcançada pelo golpe de maior energia e período de “set-up” do solo.

Os golpes de maior energia e que mobilizaram a maior resistência no campo, calculada pelo método CASE, foram reanalisados posteriormente em escritório pelo método iterativo CAPWAP.

Um gráfico de barras com os resultados de resistência mobilizada no golpe de maior impacto, após a análise CAPWAP (RMX) obtidos em cada estaca, está apresentado na figura 34.

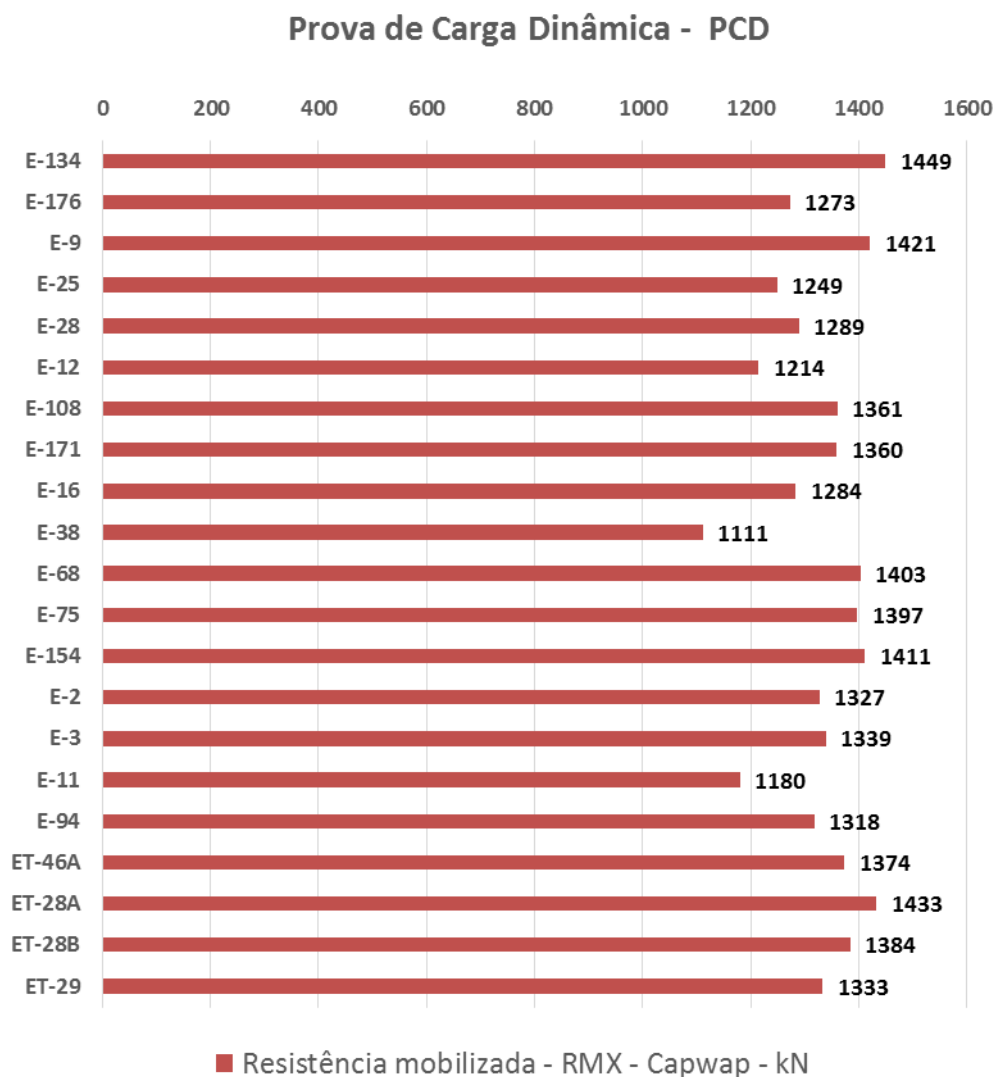


Figura 34 –Resistência estática mobilizada (RMX) obtidas em análises CAPWAP.

Os dados completos referentes à estaca E-3, obtidos em cada golpe, assim como o gráfico de resistência mobilizada nos golpes (RMX) x Energia máxima dos golpes (EMX) estão apresentados na figura 35. Os dados para as demais estacas constam no ANEXO C.

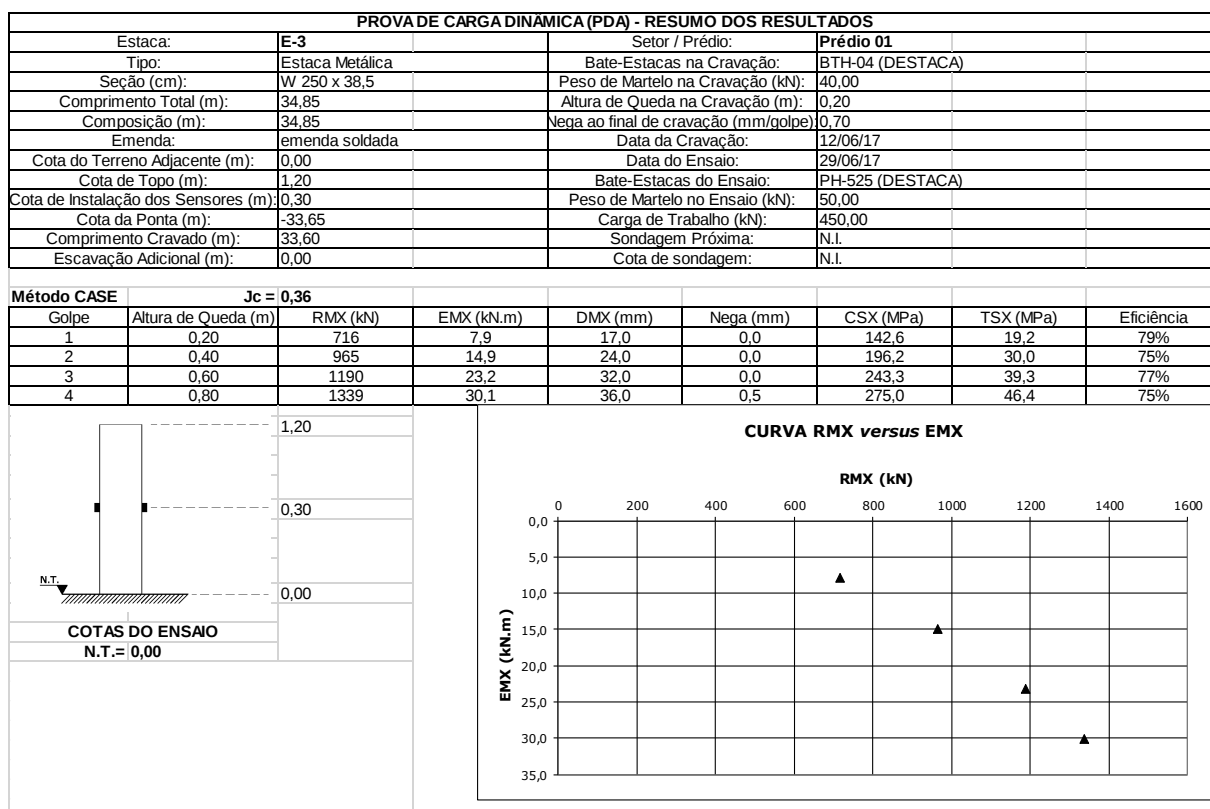


Figura 35 – Dados Obtidos para estaca E-3 na prova de carga dinâmica.

É importante ressaltar que em qualquer obra, os executores dos ensaios de carregamento dinâmico precisam respeitar alguns critérios de interrupção dos mesmos, são eles: identificação de dano estrutural à estaca, risco iminente de dano à estaca, limitação de energia do sistema de cravação, alcance do limite de tensões de tração ou compressão na estaca e ruptura do sistema estaca-solo.

A maioria dos critérios visam a preservação da integridade da estaca, em decorrência disso, muitas vezes não há a ruptura do sistema estaca-solo, que se evidencia quando ocorre um deslocamento plástico relevante após um golpe. Nessas circunstâncias, fica claro que a resistência estática mobilizada na estaca pelo golpe traduz à capacidade de carga de ruptura da mesma.

Em virtude do limite de tensões de tração ou compressão ter sido atingido, todos os ensaios desta obra precisaram ser interrompidos antes da ruptura do sistema estaca-solo, como é possível observar dado os pequenos valores obtidos de “nega”, os quais estão apresentados na tabela 8, isso indica que as estacas possuem capacidade de carga superior a resistência máxima mobilizada pelo golpe que gerou maior energia.

3 ANÁLISE DO BANCO DE DADOS

3.1 Previsão de capacidade de carga “a priori”

As capacidades de carga das estacas que sofreram os testes foram estimadas de acordo com as suas profundidades de instalação e sondagens mais próximas, respectivamente obtidas a partir dos boletins de cravação e das plantas de locação das sondagens e fundações. De posse dessas informações, foram utilizados os métodos de previsão de: Aoki-Velloso (1975) e Decourt-Quaresma (1978). A tabela 9 identifica a sondagem mais próxima à estaca considerada, assim como o seu comprimento cravado e o prédio que pertence à estaca.

Tabela 9 – Localização, comprimento e sondagem mais próximas as estacas

Estaca	L (m)	PRÉDIO	SP
E-134	28,60	46	4
E-176	22,40	28	9
E-9	26,20	33	7
E-25	24,40	29	8
E-28	28,40	33	7
E-12	26,35	24	10
E-108	23,50	28	9
E-171	24,90	28	9
E-16	23,40	PASSARELA	7
E-38	25,60	PASSARELA	7
E-68	26,05	45	31
E-75	22,30	PASSARELA	7
E-154	23,60	PASSARELA	7
E-2	29,00	48	33
E-3	33,65	1	41
E-11	25,30	52	4
E-94	33,00	3	28
ET-46A	26,40	46	5
ET-28A	23,30	28	9
ET-28B	23,30	28	9
ET-29	22,30	29	8

Conforme já exposto no capítulo passado, no banco de dados em estudo estão reunidos os resultados das vinte e cinco provas de carga, sendo que destas,

vinte uma são provas de carga dinâmicas e quatro são provas de carga estáticas; as estacas ensaiadas em PCE foram ensaiadas em PCD anteriormente. É importante ressaltar que serão analisadas ao todo vinte e uma estacas metálicas com o mesmo perfil (W 250 x 38,5), instaladas em subsolo identificado por meio de investigações geotécnicas em sondagens SPT.

3.1.1 Previsão pelo Método Aoki-Velloso (1975)

O método de Aoki-Velloso foi utilizado com os fatores de correção e parâmetros do tipo de solo expostos nas tabelas 1 e 2 desse estudo. A figura 36 apresenta os valores estimados de capacidade de carga total nas estacas.

É importante ressaltar que, o autor considerou os comprimentos cravados obtidos nos boletins de cravação das estacas.

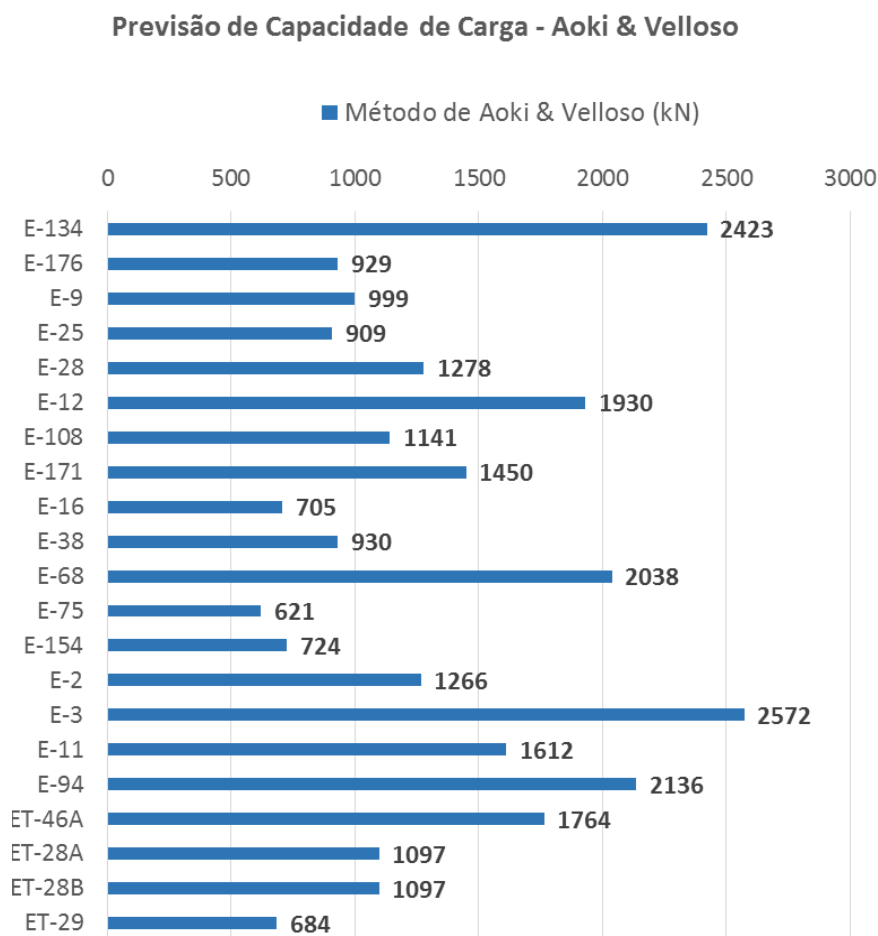


Figura 36 – Valores de previsão de capacidade pelo método de Aoki-Velloso (1975).

3.1.2 Previsão pelo Método Decourt - Quaresma (1978)

O método Decourt-Quaresma (1978) foi utilizado conforme exposto neste estudo e seguindo os parâmetros dos solo expostos na tabela 3 desta dissertação. A figura 37 apresenta os resultados estimados de capacidade de carga pelo método.

Assim como no método anterior, o autor utilizou as profundidades de comprimento cravado dos boletins de cravação para aferir a capacidade de carga.

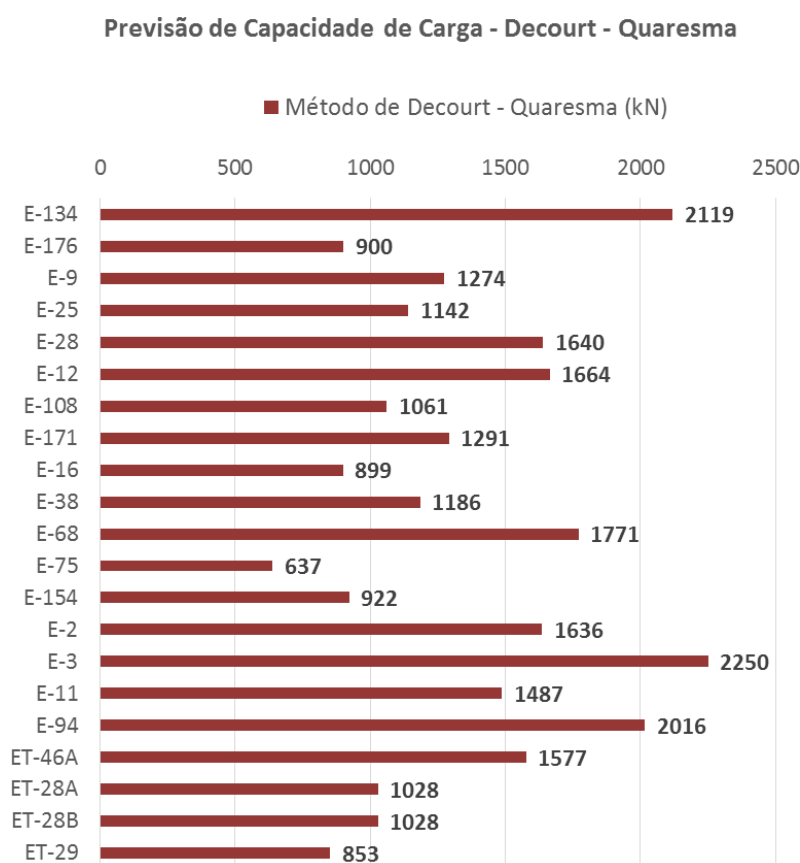


Figura 37 – Valores da previsão de capacidade pelo método de Decourt-Quaresma (1978)

3.2 Caracterização da Função Verossimilhança

Como relatado no capítulo passado, as provas de carga tanto dinâmicas quanto estáticas não atingiram a ruptura física. Em razão disso, na tentativa de se obter a função verossimilhança a ser utilizada nas análises probabilísticas, o autor aplicou a fórmula dos dinamarqueses (Sorensen e Hansen, 1957).

Além disso, de posse dos resultados dos ensaios, foram utilizados os métodos para extrapolação da capacidade de carga, são eles: Método de Van der Veen (1953), método de Decourt (1996) e método da NBR 6122.

3.2.1 Fórmula dos Dinamarqueses (Sorensen e Hansen, 1957)

A fórmula dos dinamarqueses (Sorensen e Hansen, 1957) foi aplicada levando em conta os dados dos boletins de cravação. Para obtenção da carga de ruptura, esta fórmula utiliza a eficiência do sistema de cravação como uma de suas incógnitas. Observando os valores de eficiência para martelos hidráulicos em geral e os registros das eficiências dos golpes nas provas de carga dinâmica da obra, identificou-se que a eficiência dos golpes é em torno de 60% à 80%.

De modo conservador, resolveu-se adotar em um primeiro momento a eficiência de 60% para os golpes. Os valores alcançados para carga de ruptura estão apresentados na figura 38.

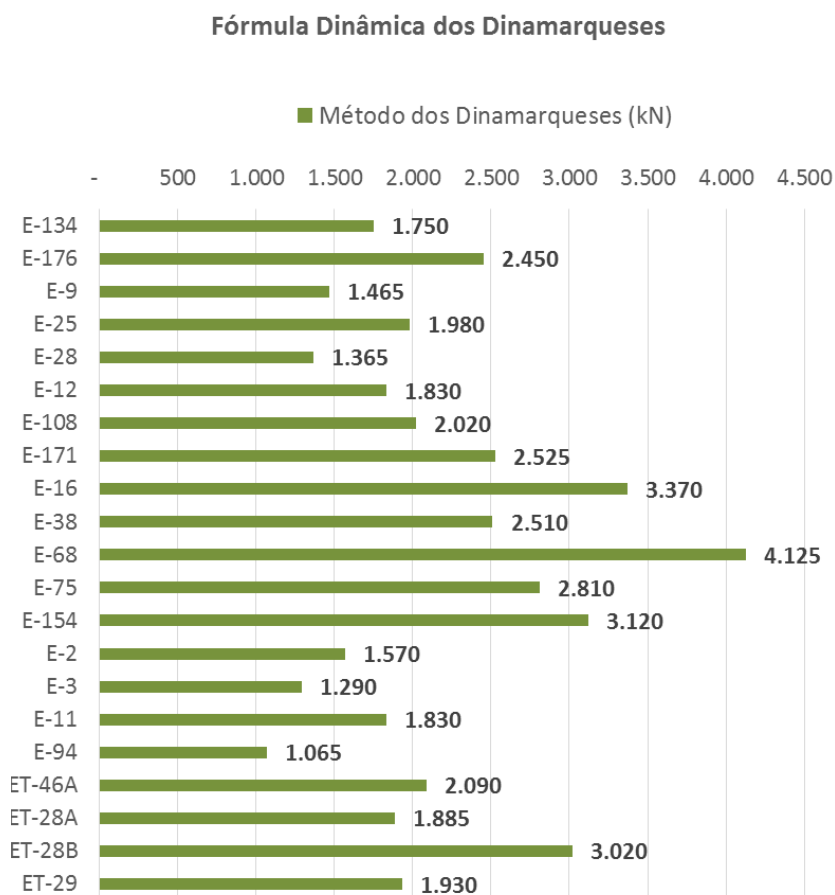


Figura 38 - Valores da previsão de capacidade de carga pela fórmula dos dinamarqueses (Sorensen e Hansen, 1957).

Inicialmente, verificou-se que os resultados obtidos, para as estacas que apresentaram valores de nega de cravação nulo ou próximo à zero (tabela 5), ficaram muito acima das previsões dos métodos semiempíricos, ainda que tenha sido adotado um valor de eficiência conservador para sistema de cravação.

As comparações que se fazem necessárias entre os resultados obtidos pela aplicação da fórmula dos dinamarqueses (Sorensen e Hansen, 1957) e as alcançados pelos métodos de extrapolação e interpretação das provas de carga serão elucidadas no capítulo 5.

3.2.2 Extrapolação pelo Método de Van der Veen (1953)

O método de Van der Veen foi desenvolvido para extrapolar provas de carga estáticas que não apresentavam ruptura física, conforme ocorreu nas PCEs dessa obra. Entretanto a não ocorrência de ruptura do sistema estaca-solo também foi identificada nas provas de carga dinâmicas, as quais necessitaram ser interrompidas devido às altas tensões de compressão e tração apresentadas na ocasião em que se elevou progressivamente a altura de queda do martelo.

Em virtude disso, recorrendo à literatura técnica, o autor identificou que os gráficos de resistência mobilizada no golpe x energia mobilizada no golpe, obtidos na PCD, apresentam características similares aos gráficos de prova de carga estática normalmente extrapolados pelo método de Van der Veen. A figura 39 ressalta essa similaridade, apresentando resultados de quatro PCDs para uma mesma estaca, por meio de estudo em que se objetivou medir o ganho de resistência ocorrido segundo períodos decorridos de cicatrização do solo.

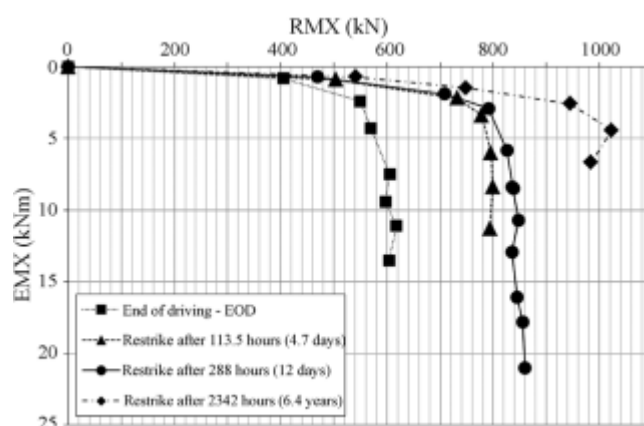


Figura 39 – Gráfico de PCD típico indicando ruptura, (Passini, *et al.* 2017).

Para evidenciar sobremaneira tal fato, foi realizada observação das demais provas de carga dinâmicas que ocorreram em outros tipos de perfis metálicos existentes na obra. Em Algumas PCDs se identificou a ruptura do sistema estaca-solo, visto que os ensaios alcançaram deslocamentos plásticos consideráveis e crescentes à medida que os golpes de martelo com alturas também crescentes eram aplicados, consoante exemplo exposto pela tabela 10 e a figura 40, referentes a uma estaca de perfil W 310 x 79,0.

Tabela 10 – Dados do Ensaio de PCD da Estaca E-5 (W310 X 79,0)

nº do GOLPE	H _{queda} (m)	RMX (kN)	EMX (kN.m)	Nega (mm)
1	0,50	1687	16,8	0,0
2	1,00	2364	34,7	0,5
3	1,50	2878	59,3	0,5
4	3,00	3123	122,1	10,0

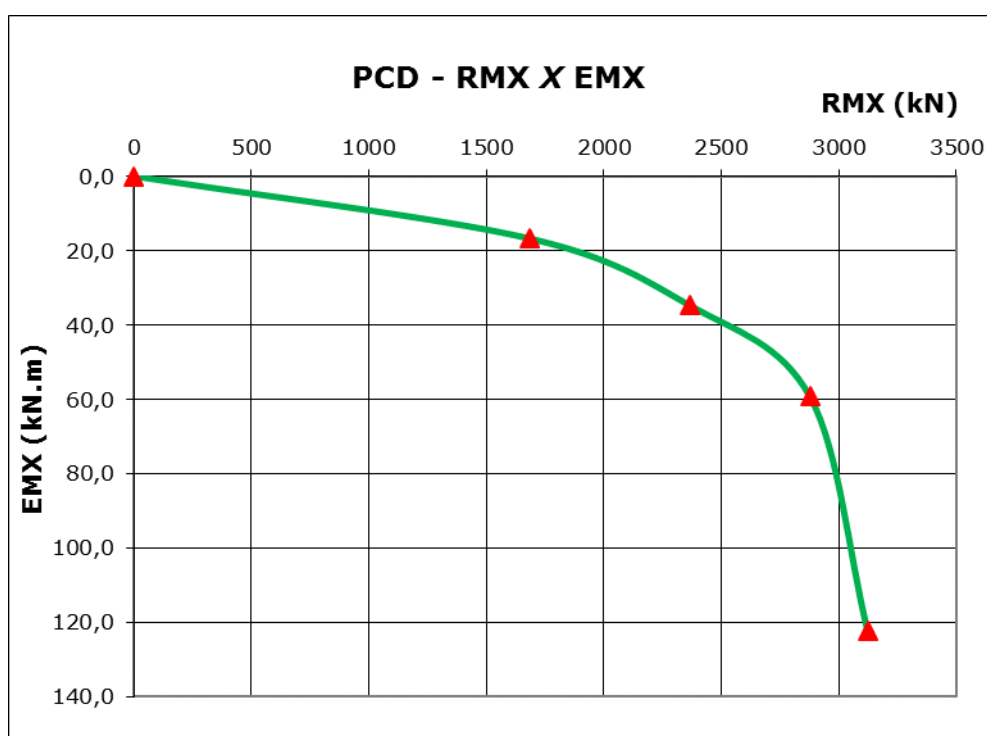


Figura 40 – Dados do Ensaio de PCD da Estaca E-5 (W310 X 79,0).

No gráfico acima, o último golpe evidenciou a ruptura do sistema estaca-solo, visto que, o deslocamento plástico alcançou 10mm após o registro do ultimo golpe.

O aumento do deslocamento plástico em relação ao golpe anterior foi vinte vezes maior e a estaca entrou em processo de recravação.

Assim sendo, a extrapolação pelo método de Van der Veen foi aplicada para as provas de carga dinâmicas e como de costume para as provas de carga estáticas. As figuras 41 e 42 apresentam, respectivamente, os resultados de ambas as extrapolações obtidos para a estaca ET-49a.

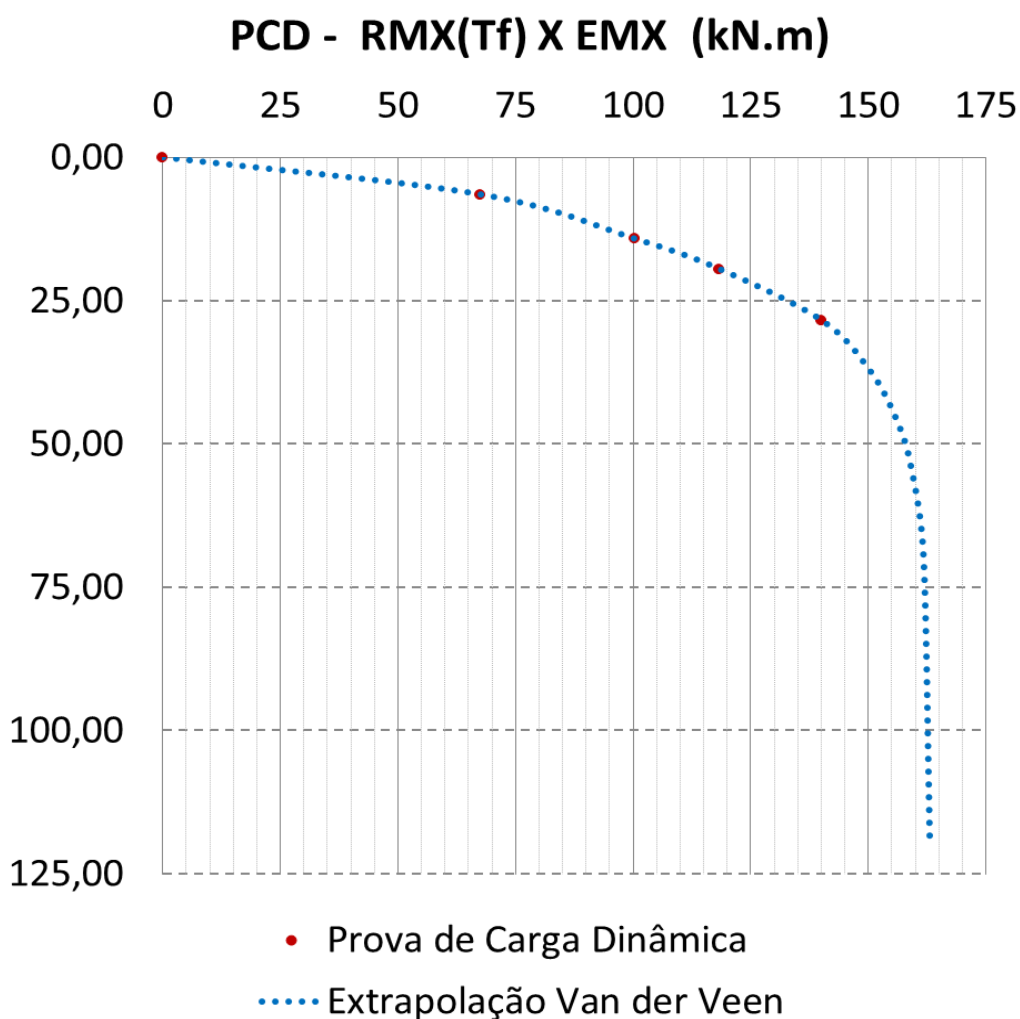


Figura 41 – PCD na estaca ET- 46a, extrapolado pelo método de Van der Veen (1953).

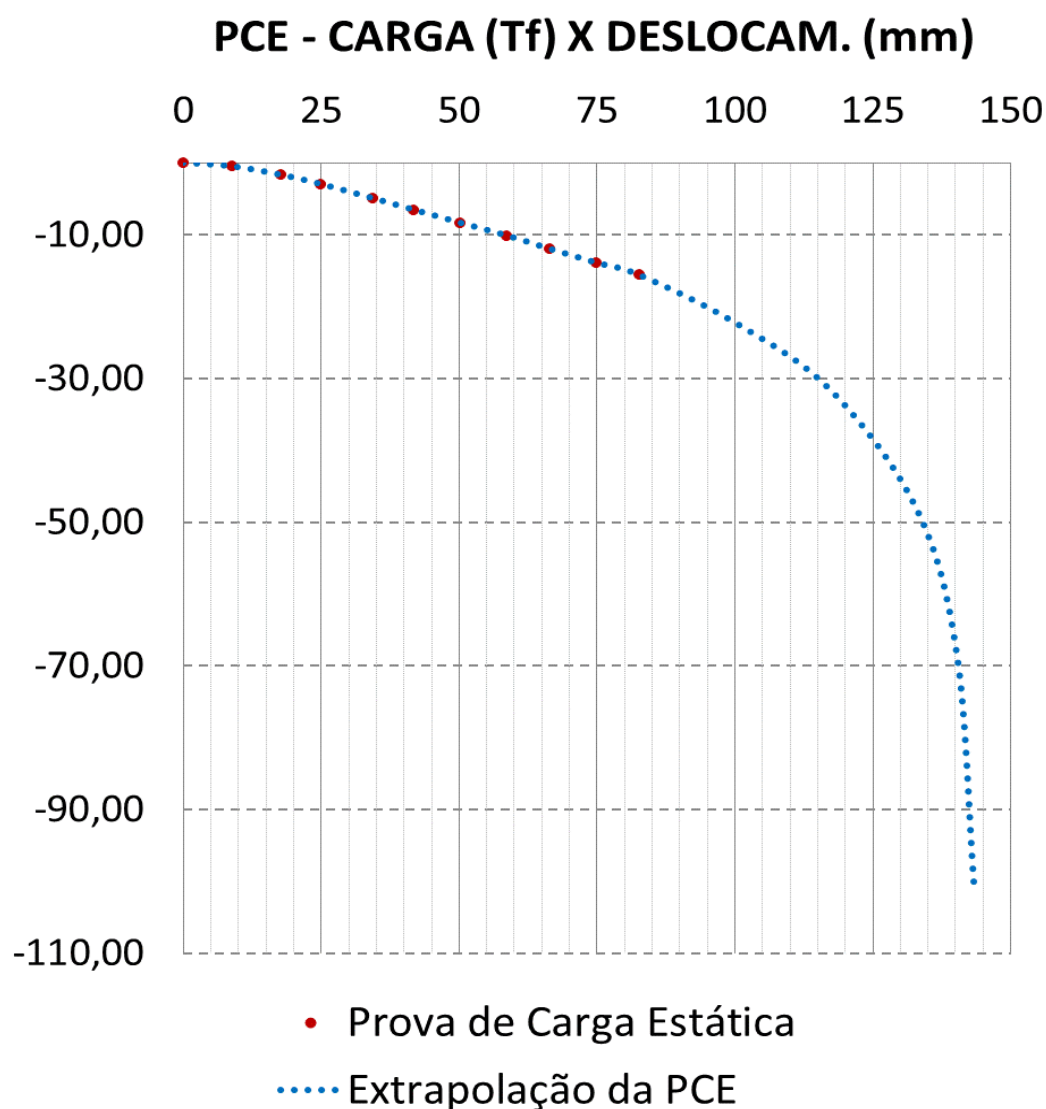


Figura 42 –PCE na estaca ET- 46a extrapolada pelo método de Van der Veen (1953).

Os gráficos obtidos a partir da extrapolação pelo método de Van der Veen (1953) para as demais estacas constam nos ANEXOS D e E,

Ressalta-se que os resultados de carga de ruptura encontrados a partir da interpretação das PCEs pelo referido método para as estacas submetidas a este ensaio obtiveram em três das quatro estacas, valor maior que os encontrados para as mesmas estacas a partir da interpretação dos resultados de PCD pelo mesmo método.

Os resultados encontrados estão, apresentados em formato de um gráfico de barras, na figura 43.

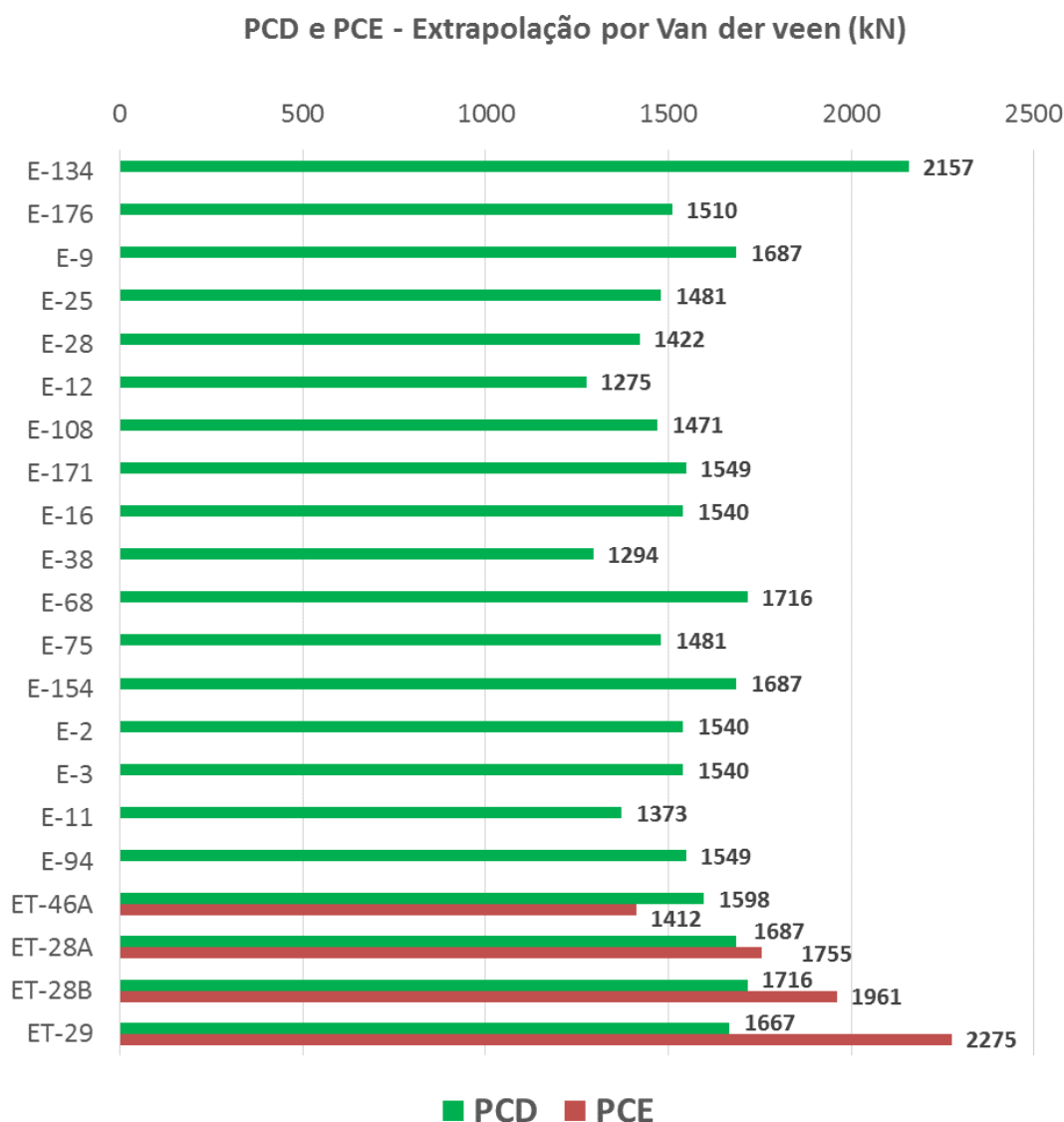


Figura 43 – Resultados de carga de ruptura dos ensaios PCD e PCE.

A ocorrência dos resultados de carga de ruptura extrapolada por Van der Veen terem sido quase sempre superiores nas PCEs em relação as PCDs, se justifica pelo fato de que as PCEs, ainda que levadas até a carga máxima de ensaio igual ao dobro da carga de trabalho, produziram gráficos de carga x deslocamento lineares e com deslocamento plástico tendendo a zero, quando observado o descarregamento (figuras 29 à 32). Nessas circunstâncias, o método aplicado para se obter a interpretação, se mostra pouco acurado e tende a apresentar cargas de ruptura superestimadas, como mencionado na revisão bibliográfica do referido método, item 1.1.4.3b.

3.2.3 Método de Décourt (1996)

O método de Décourt (1996) foi aplicado nas estacas ensaiadas por prova de carga estática. A análise por esse método é feita a partir do gráfico da rigidez x carga. A estaca ET-46a foi interpretada segundo o gráfico da figura 44.

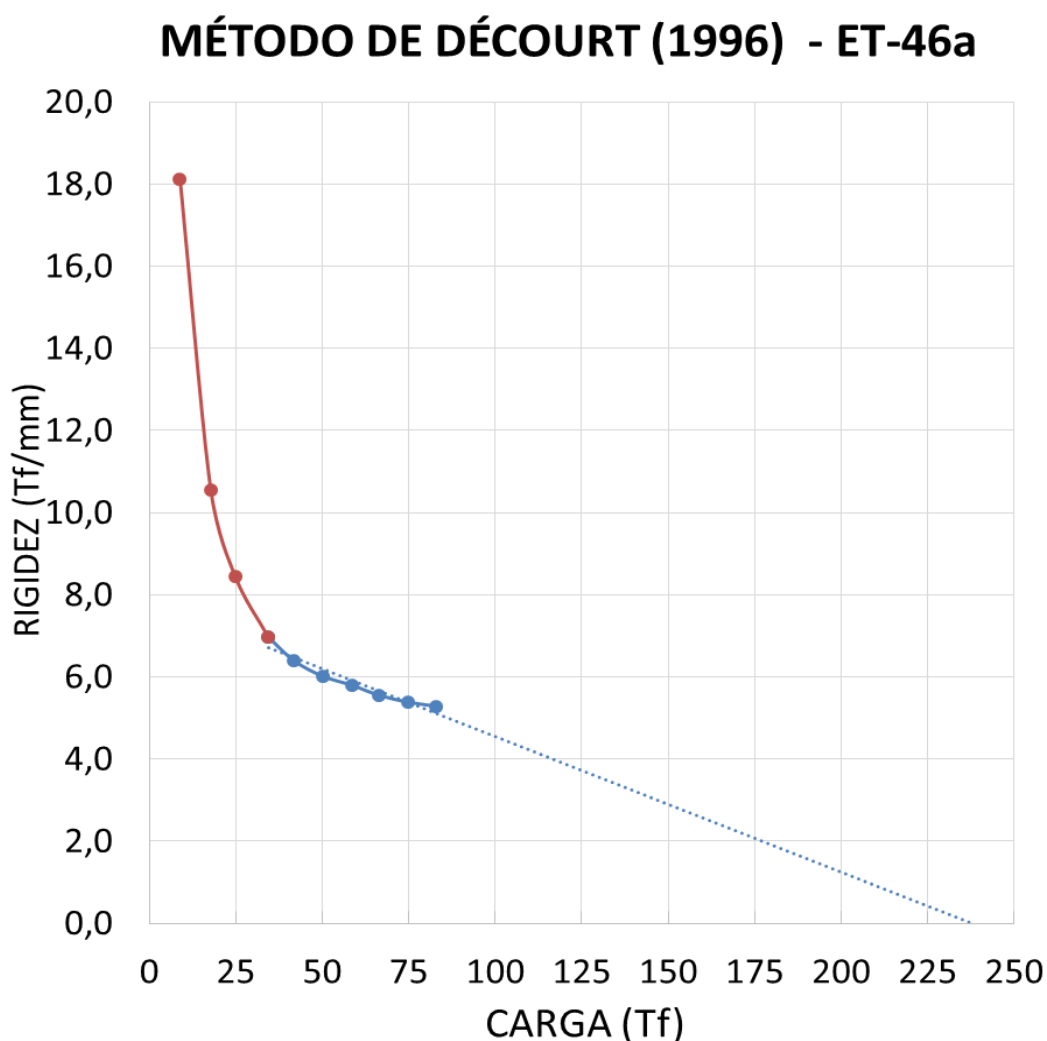


Figura 44 – Método de Décourt (1996) para a estaca ET-46a.

A partir do gráfico da figura 44 é importante frisar que, os dez pontos identificam cada estágio de carregamento da PCE. Nota-se que, do quarto estágio de carregamento em diante, a redução da rigidez ocorre de forma não linear à medida que a prova de carga estática avança. Além disso, o valor rigidez ao final do ensaio está distante da ordenada zero.

Em razão dessas circunstâncias, houve necessidade de se proceder com uma extrapolação criteriosa, afim de que fosse obtida a carga em que a rigidez é nula, que por definição do referido método, vem estar associada à carga de ruptura física da estaca. Entretanto, diante de situações como esta, o método de Décourt (1996) é, por vezes, desaconselhável por muitos autores, uma vez que pode induzir a valores de carga de ruptura superestimados.

Os resultados das análises interpretativas para as demais estacas submetidas a PCEs apresentaram a mesma peculiaridade. Todavia, seus resultados encontram-se no gráfico de barras da figura 45 e serão posteriormente comparados com as demais interpretações de PCEs.

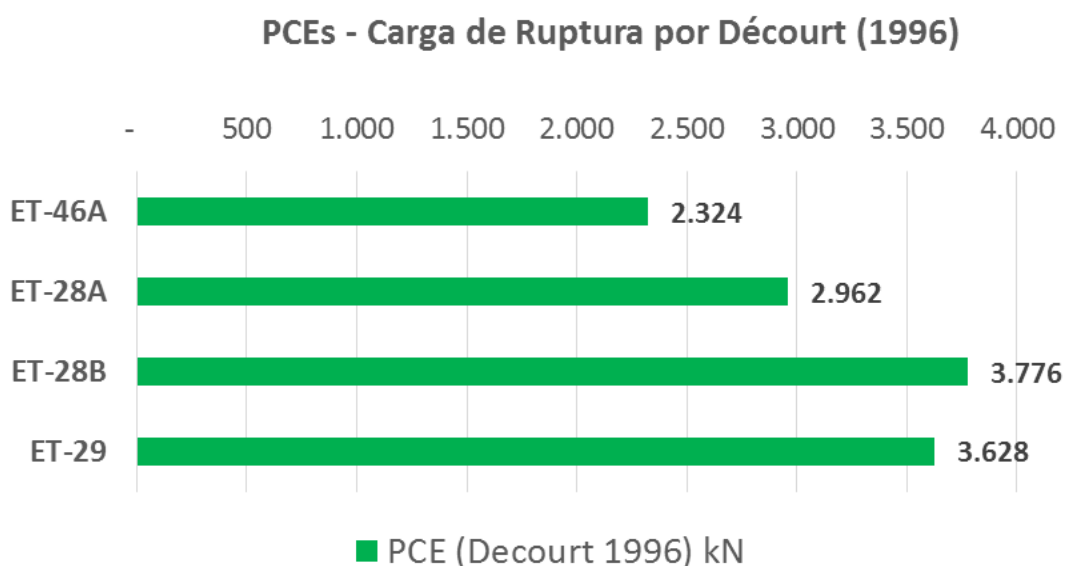


Figura 45 – Resultados obtidos nas interpretação das PCE pelo método de Decourt (1996).

4.2.4 Método da NBR 6122

Para o estudo de caso em pesquisa, a obtenção da carga de ruptura convencionada pela método da NBR 6122 dá-se após a extrapolação da PCE pelo método de Van der Veen (1953). A figura 46 exhibe o gráfico para a estaca ET-46a.

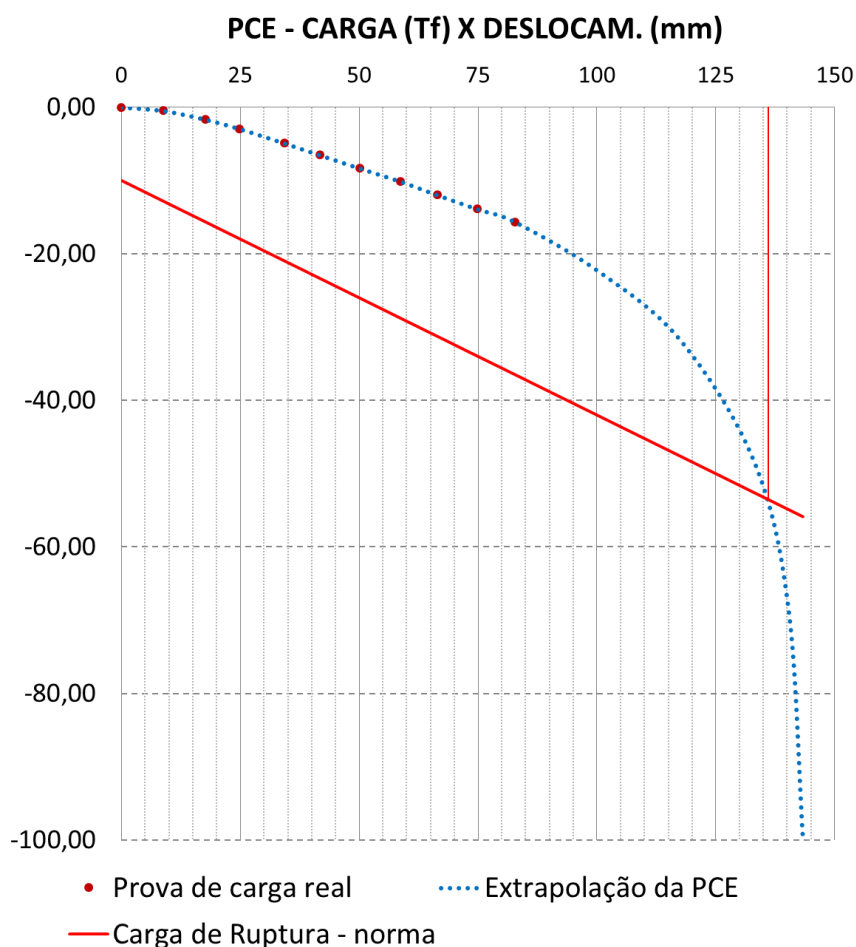


Figura 46 – Método da NBR 6122 da estaca ET-46a.

Geralmente, quando uma prova de carga estática é carregada até a ruptura geotécnica, o método da NBR 6122 nos indica uma carga de ruptura convencionada muito conservadora. Todavia, para o estudo de caso em pesquisa, é sabido que as extrapolações pelo método de Van der Veen (1953), em razão do que foi exposto no item 4.2.2, possivelmente se encontram superestimadas,.

Assim sendo, a aplicação do método da NBR 6122 a partir das extrapolações obtidas pelo método de Van der Veen (1953) pode indicar valores de capacidade de carga de ruptura mais adequados a realidade da obra. Tais valores, foram obtidos e serão comparados com os resultados dos demais métodos aplicados para a obtenção da função de verossimilhança.

Os resultados de carga de ruptura convencionada, pelo método da NBR 6122, obtidos para as demais estacas submetidas a PCE estão apresentados no gráfico de barra da figura 47.

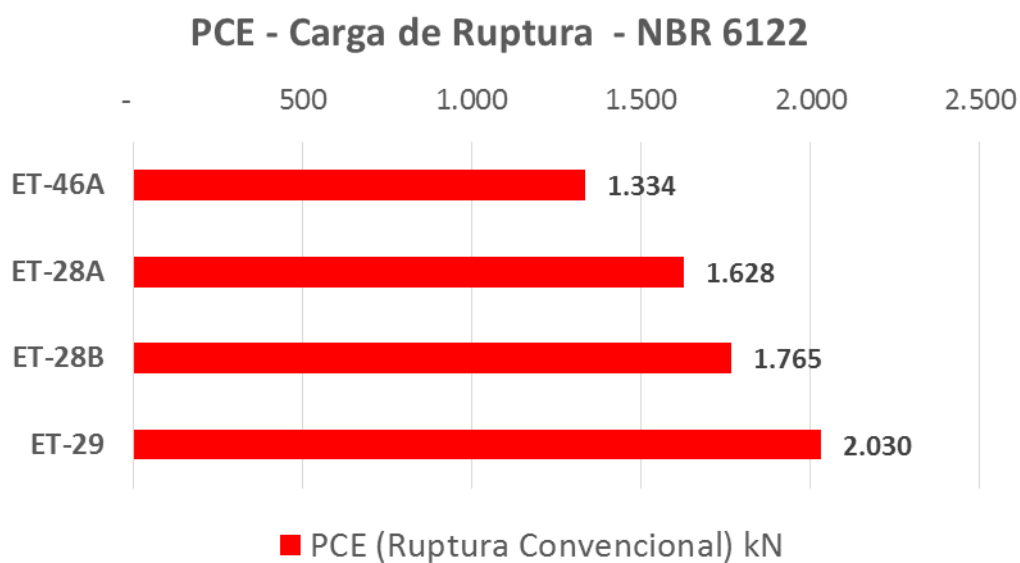


Figura 47 – Resultados obtidos pelo método da NBR 6122.

Os gráficos carga x deslocamento para as outras três estacas apresentaram condições semelhantes a da estaca ET-46a e estão apresentados no ANEXO E desta dissertação.

4 ANÁLISES PROBABILÍSTICAS E SUAS INTERPRETAÇÕES

4.1 Escolha da Estimativa “a priori”

Para que se estabelecessem os dados de entrada a serem utilizados como capacidade de carga “a priori”, foram comparados os valores obtidos nos cálculos para os dois métodos semiempíricos. A figura 48 os exibe em gráfico de barras.

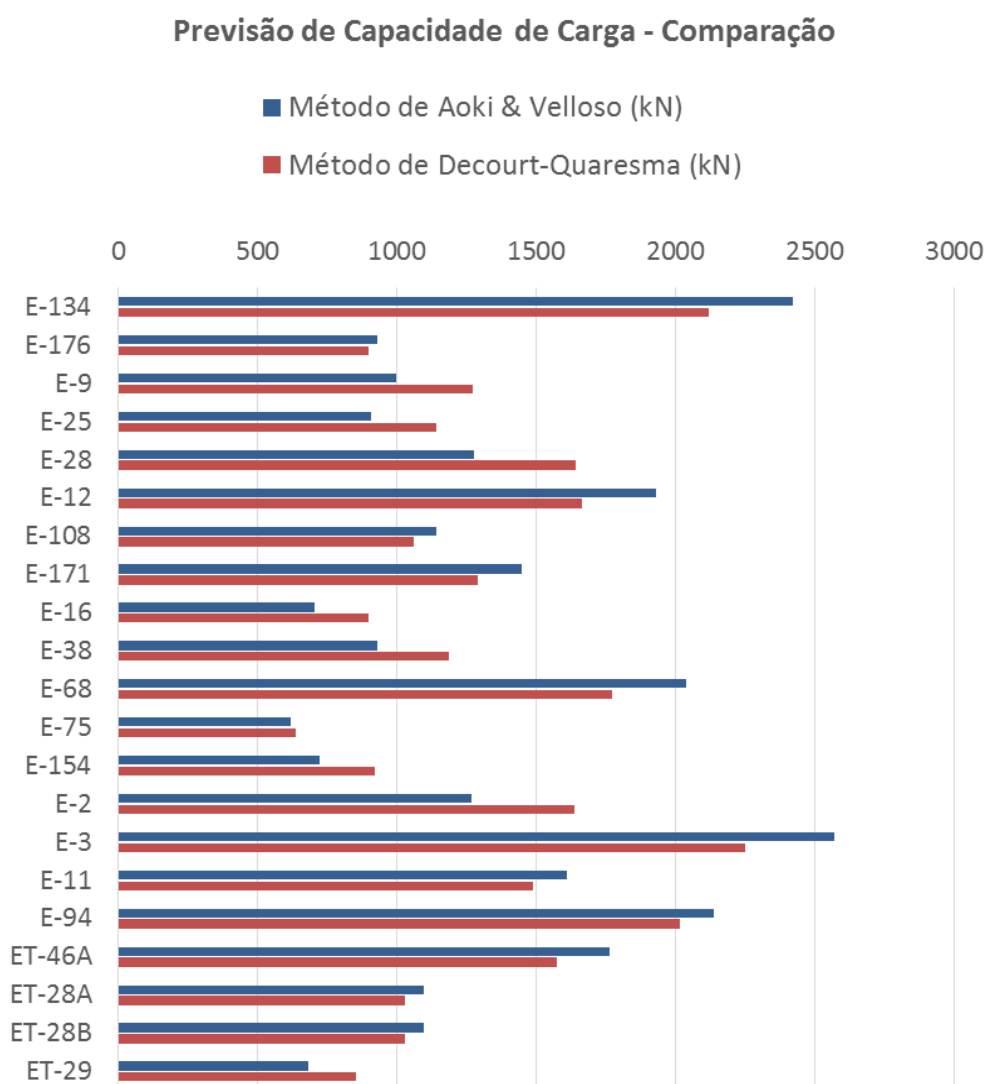


Figura 48 – Comparação entre os valores calculados de capacidade de carga para os dois métodos semiempíricos.

Ao se analisar os resultados para cada estaca em particular, nota-se que os valores obtidos pelos dois métodos ficaram próximos entre si, sem que um método se mostrasse preponderantemente mais conservador que o outro. Conforme mostra o gráfico da figura 49.

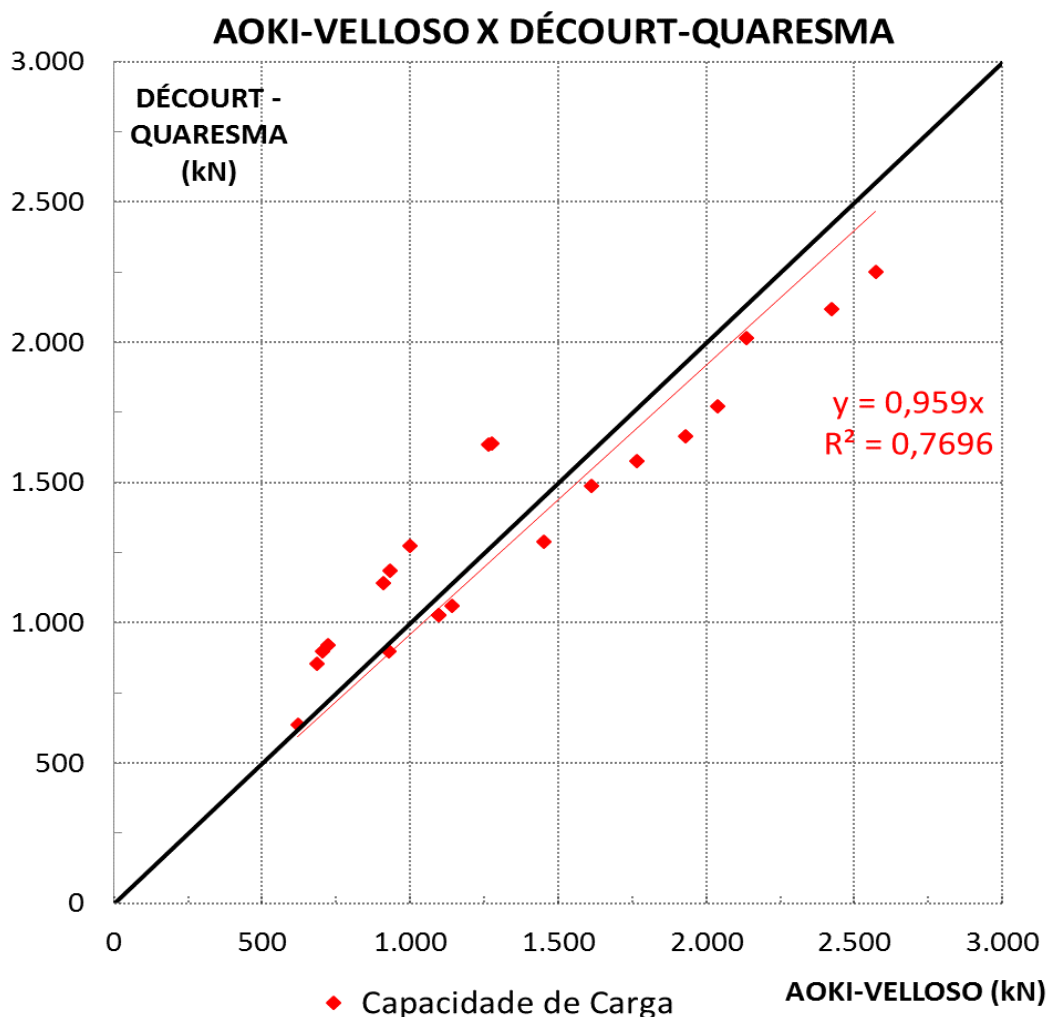


Figura 49 – Comparação da capacidade de carga pelos métodos semiempíricos.

As áreas equivalentes àsquelas da figura 3 deste estudo foram consideradas para os cálculos das resistências lateral e de ponta. Todas as planilhas com os cálculos estão apresentados no Anexo B desta dissertação.

Cabe ressaltar ainda que, de uma estaca para outra, há uma dispersão considerável entre os valores encontrados pelos métodos. Sendo que algumas estacas obtiveram capacidade de carga estimada maior que o dobro de outras.

Embora a capacidade de carga de cada estaca tenha sido estimada por sondagens distintas, é sabido que o perfil geológico-geotécnico da obra não se altera muito ao longo do terreno. Ademais, segundo a análise do comprimento cravado das estacas, é evidenciada as diferenças relevantes entre as capacidades de carga estimadas, visto que as estacas que alcançaram maiores profundidades obtiveram valores de resistência lateral e em muitos casos valores de resistência de ponta acima das demais. A figura 49 ilustra o mencionado, a partir de um gráfico da estimativa de capacidade de carga x comprimento cravado das estacas.

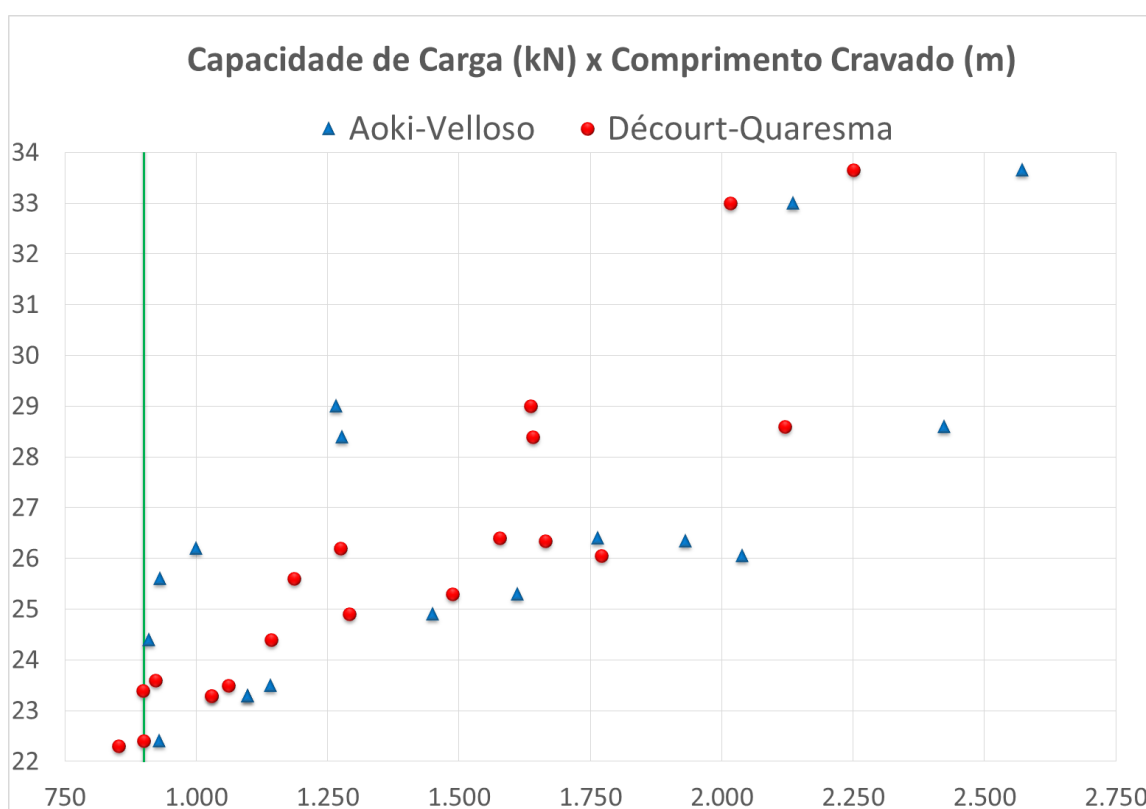


Figura 50 – Estimativas de Capacidade de carga x Comprimento cravado.

Na figura 50, a linha em cor verde é referente ao dobro da carga de trabalho das estacas (900kN). Tal valor é o utilizado de praxe nas estimativas de capacidade de carga, obtendo assim um fator de segurança determinístico de 2,0.

Observa-se que, quase todas as estacas se encontram com capacidade de carga estimada acima de 900kN, com exceção de uma estaca que obteve valor inferior à este, quando analisada pelo método de Decourt-Quaresma (1978).

Entretanto, devido ao fato da dispersão entre os valores de capacidade de carga estimada entre estacas ser exacerbada, existem estacas que estão com capacidade de carga estimada muito maior do que a necessária, de acordo com os conceitos de segurança determinístico abordados pela NBR 6122.

Como mencionado anteriormente, a atualização bayesiana é aplicada partindo-se das estimativas de capacidade de carga “a priori”. O autor optou por realizar esta pesquisa acadêmica considerando três diferentes casos de capacidade de carga “a priori”, a saber:

1. Estimativa de Capacidade de carga “a priori” pelo método de Aoki-Velloso (1975);
2. Estimativa de Capacidade de carga “a priori” pelo método de Décourt-Quaresma (1978);
3. Estimativa de Capacidade de carga “a priori” pelos valores mais conservadores entre os dois métodos, por estaca.

Os valores de capacidade de carga para cada distribuição estatística “a priori” apresentaram média, desvio padrão e o coeficiente de variação de:

$$1. \quad \mu_Q^{1,P} = 1.348kN \quad \sigma_Q^{1,P} = 590kN \quad C_v^1 = 0,438$$

$$2. \quad \mu_Q^{2,P} = 1.351kN \quad \sigma_Q^{2,P} = 451kN \quad C_v^2 = 0,334$$

$$3. \quad \mu_Q^{3,P} = 1.253kN \quad \sigma_Q^{3,P} = 489kN \quad C_v^3 = 0,390$$

As figura 51, 52 e 53 mostram as distribuições normais “a priori” para os três casos escolhidos.

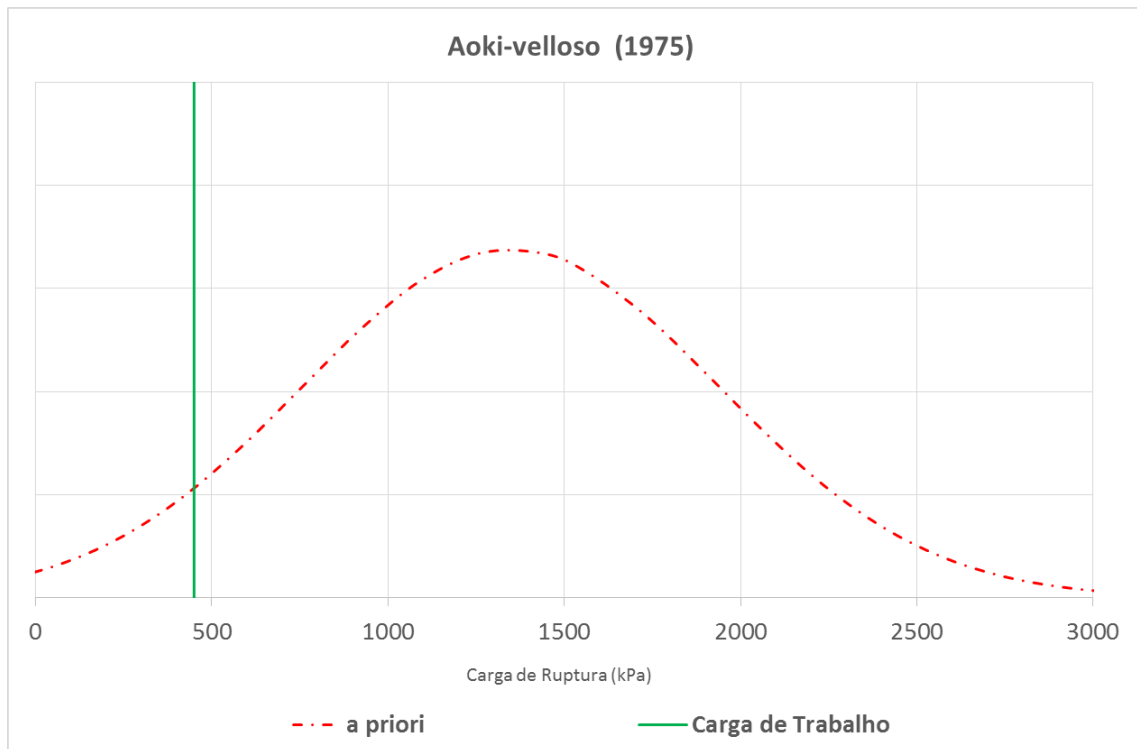


Figura 51 – Distribuição normal “a priori” do método Aoki-Velloso (1975).

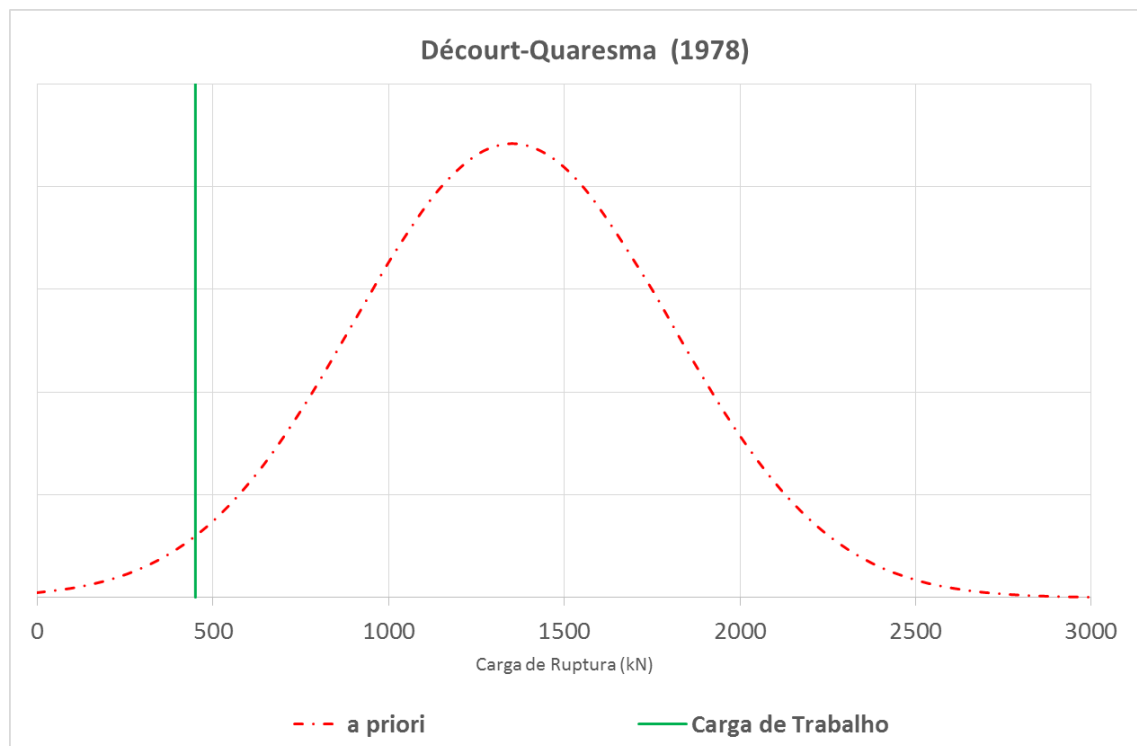


Figura 52 - Distribuição normal “a priori” do método Décourt-Quaresma (1978).

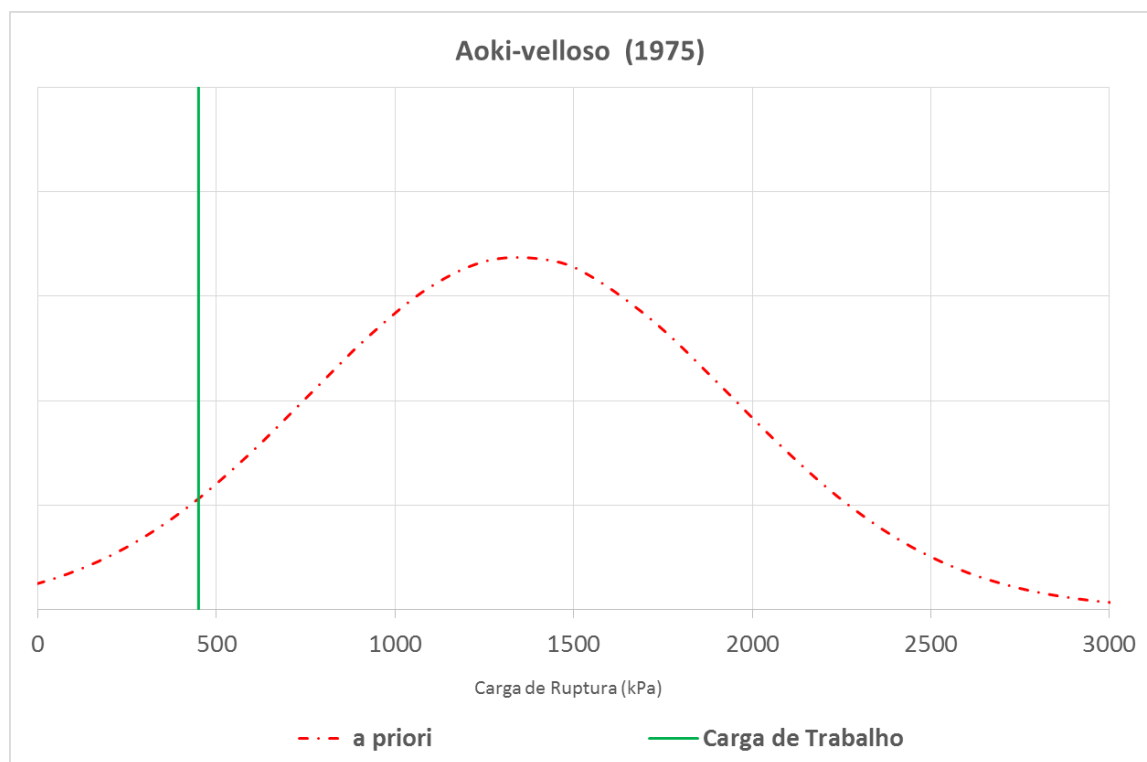


Figura 53 – Distribuição normal “a priori” pelo valor mais conservador entre os dois métodos aplicados.

Diante dos dados estatísticos acima, frisa-se que o coeficiente de variação (C_v), em todos os três casos é maior que 0,30, portanto, as distribuições estatísticas podem ser consideradas como sendo de dispersão de dados muito alta.

De fato, as estimativas de capacidade de carga “a priori”, em virtude do desconhecimento dos ensaios de carga, tendem a apresentar uma variabilidade de resultados elevada. A tabela 11 exhibe o resumo das distribuições a priori e também o fator de segurança, o índice de confiabilidade e a probabilidade de ruína.

Tabela 11 – Resumo dos Dados estatísticos das distribuições “a priori”.

	Aoki-Velloso (1975)	Decourt-Quaresma (1978)	Método mais Conservador
Média (kN)	1.348	1.351	1.253
Desvio Padrão (kN)	590	451	489
Coef. Variação	0,438	0,334	0,39
Fator de Segurança	3,00	3,00	2,78
Índice de confiabilidade	1,52	2,00	1,64
Probabilidade de ruína	6,43%	2,28%	5,05%

A atualização bayesiana que será desenvolvida pretende justamente reduzir significativamente as variabilidades, afim de que seja obtida uma análise probabilística muito mais conclusiva, no que se refere ao índice de confiabilidade das fundações metálicas em perfil W 250 x 38,5 e sua consequente probabilidade de ruína.

4.2 Escolha da Função Verossimilhança

Para a escolha da função verossimilhança que melhor retrataria a real condição das estacas de perfil W 250 x 38,5 da obra, realizou-se a comparação entre todos os ensaios e métodos de interpretação dos resultados de carga de ruptura. A figura 49 apresenta os resultados obtidos para as 4 estacas que foram ensaiadas em prova de carga estática.

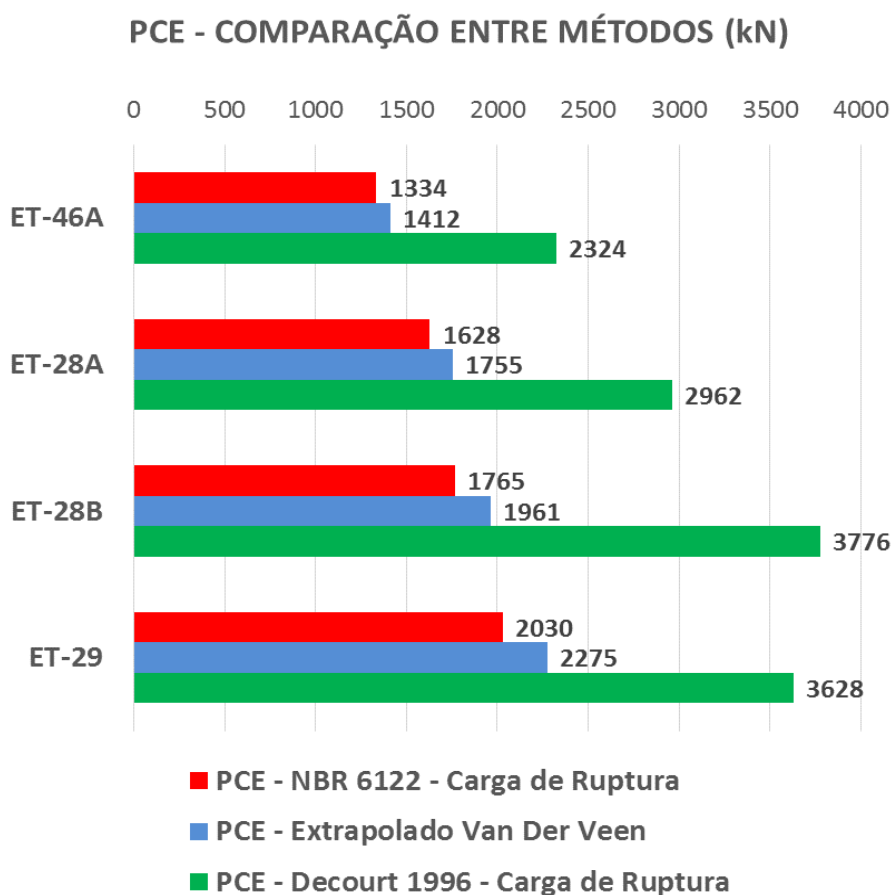


Figura 54 – Comparação dos resultados de interpretação das PCEs.

As provas de carga estáticas foram levadas até o dobro da carga de trabalho, entretanto as estacas sofreram apenas deslocamentos elásticos, o que pôde ser comprovado quando do descarregamento dos ensaios (figuras 29 a 32) . Essa peculiaridade fez com que os gráficos de carga x deslocamento ficassem em uma região ainda de reta, dificultando as extrapolações por Van der Veen.

Já o método de Decourt (1996) apresentou valores de rigidez muito elevados, situação que o torna pouco preciso e acurado. Assim sendo, os resultados que este método obteve foram descartados.

Mediante a situação apresentada e de posse dos dados das provas de carga dinâmicas e suas interpretações, o autor resolveu comparar os valores obtidos por Van der Veen (1953) e pelo método da NBR 6122 da figura 51 com a extrapolação por Van der Veen (1953) da curva RMX x EMX das PCDs nessas quatro estacas. A figura 52 exibe essa comparação.

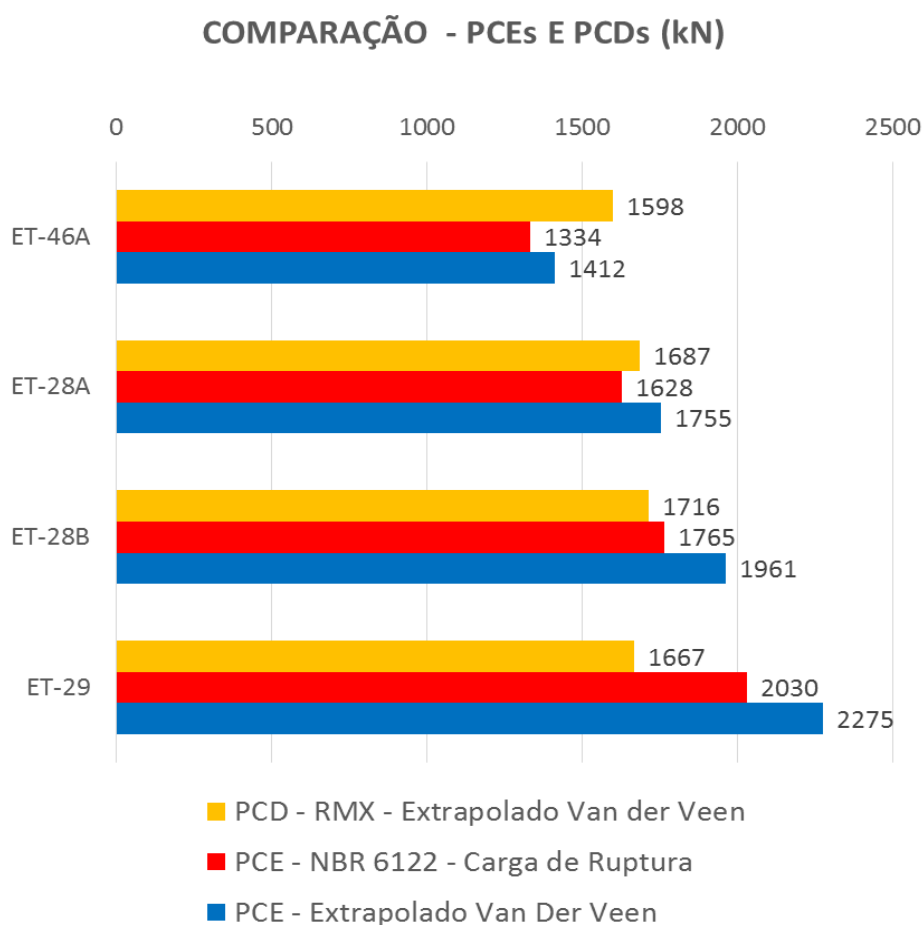


Figura 55 – Comparação entre métodos de interpretação das PCEs e PCDs.

Conforme o esperado, os método de Van der Veen (1953) nas provas de carga estáticas obteve valores, na maioria dos casos, superiores aos resultados encontrados pelas extrapolações também por Van der Veen (1953) das PCDs.

A explicação para tal resultado pode ser sustentada pelo fato que, as provas de carga dinâmicas foram levados a níveis de energia que possibilitaram a formação de uma curva no gráfico RMX x EMX (figura 40), privilegiando assim a extrapolação pelo referido método, algo que não ocorreu nas curvas carga x deslocamento dos ensaios de PCE, que permaneceram no trecho retilíneo.

Assim sendo, o autor julgou por bem considerar como a primeira função de verossimilhança os resultados obtidos segundo as extrapolações por Van der Veen das PCDs, estendendo essa linha de raciocínio para todas as vinte e uma estacas ensaiadas em PCD. A figura 53 mostra os resultados encontrados.

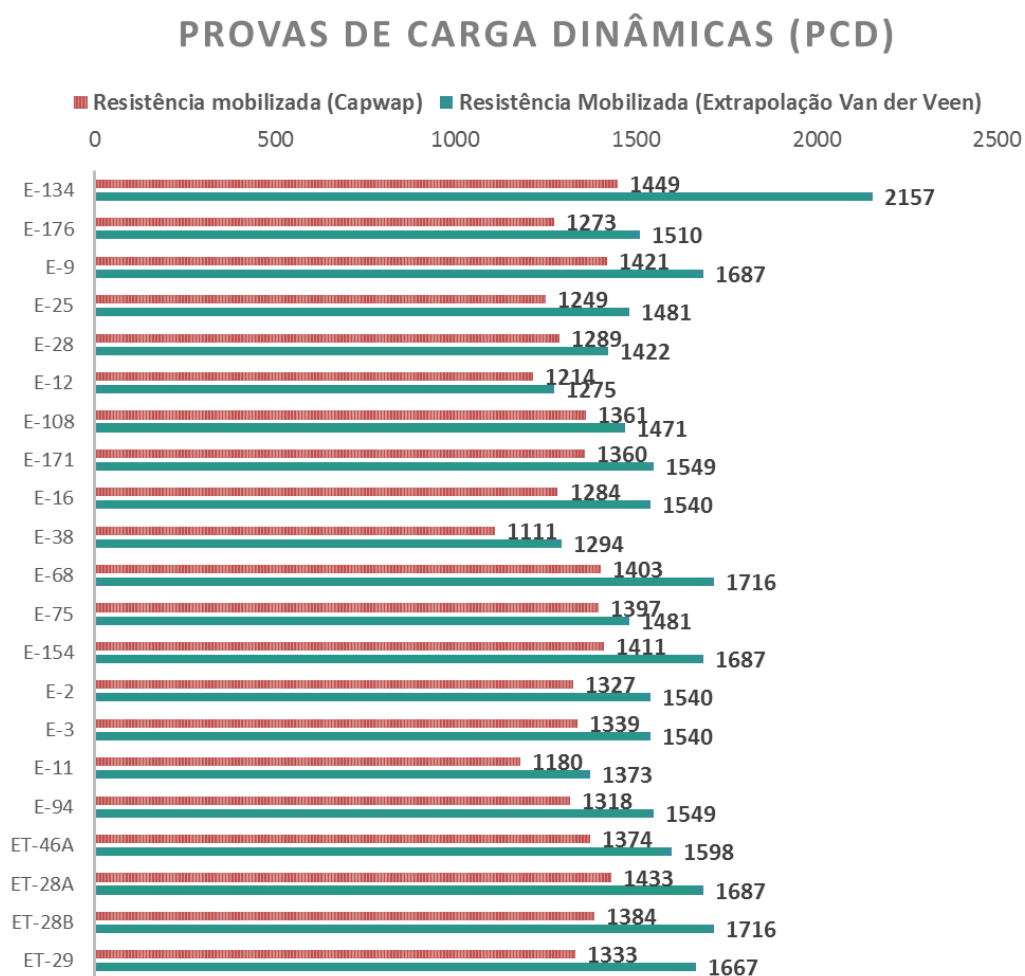


Figura 56 – Resistência mobilizada (RMX) e sua extrapolação por Van der Veen (1953).

É importante ressaltar que as extrapolações das PCDs, na maior parte dos casos, acarretou em pequeno aumento da resistência mobilizada (RMX) obtida pelo método CAPWAP. A tabela 12 exhibe os percentuais de aumento para cada estaca.

Tabela 12 – Valores da resistência mobilizada (RMX), extrapolação por Van der Veen (1953), e porcentagem de acréscimo de carga de ruptura.

Estaca	RMX (kN)	EXTRAPOLAÇÃO (kN)	ACRÉSCIMO %
E-134	1.449	2.157	48,9%
E-176	1.273	1.510	18,6%
E-9	1.421	1.687	18,7%
E-25	1.249	1.481	18,6%
E-28	1.289	1.422	10,3%
E-12	1.214	1.275	5,0%
E-108	1.361	1.471	8,1%
E-171	1.360	1.549	13,9%
E-16	1.284	1.540	19,9%
E-38	1.111	1.294	16,5%
E-68	1.403	1.716	22,3%
E-75	1.397	1.481	6,0%
E-154	1.411	1.687	19,6%
E-2	1.327	1.540	16,1%
E-3	1.339	1.540	15,0%
E-11	1.180	1.373	16,4%
E-94	1.318	1.549	17,5%
ET-46A	1.374	1.598	16,3%
ET-28A	1.433	1.687	17,7%
ET-28B	1.384	1.716	24,0%
ET-29	1.333	1.667	25,1%

Os valores de capacidade de carga adotados para a função de verossimilhança apresentaram média, desvio padrão e o coeficiente de variação abaixo:

$$1. \quad \mu_Q^{1,L} = 1.569kN \quad \sigma_Q^{1,L} = 186kN \quad C_v^1 = 0,118$$

Conforme esperado, a partir dos resultados dos ensaios e suas interpretações, a função de verossimilhança escolhida obteve coeficientes de variação de baixa dispersão, diferentemente do encontrado nas distribuições “a priori”, uma vez que o estaqueamento foi controlado por medição de nega e repique elástico e os ensaios promoveram acurácia amplamente superior as estimativas de capacidade de carga pelos métodos semiempíricos.

4.2.1 Fórmulas dos Dinamarqueses como Função de Verossimilhança

Em linhas gerais, os resultados obtidos pela fórmula dos dinamarqueses (Sorensen e Hansen, 1957) podem ser utilizados como função de verossimilhança à medida que se tem conhecimento dos dados de cravação com as medições de nega e da eficiência do sistema de cravação.

Entretanto, foi observado que para o estudo de caso em tela as negas de cravação foram diminutas em sua maioria (tabela 5), alcançando valores que não são os de praxe em projetos de fundações por estacas metálicas submetidas à cravação.

Em virtude disso, os resultados obtidos pela aplicação da fórmula dos dinamarqueses (Sorensen e Hansen, 1957) ficaram em sua maioria superestimados (figura 38) e com uma dispersão de dados muito alta. A figura 54 mostra tal dispersão de valores em comparação com as capacidades de carga obtidas pelas extrapolações por Van der Veen (1953) das PCDs.

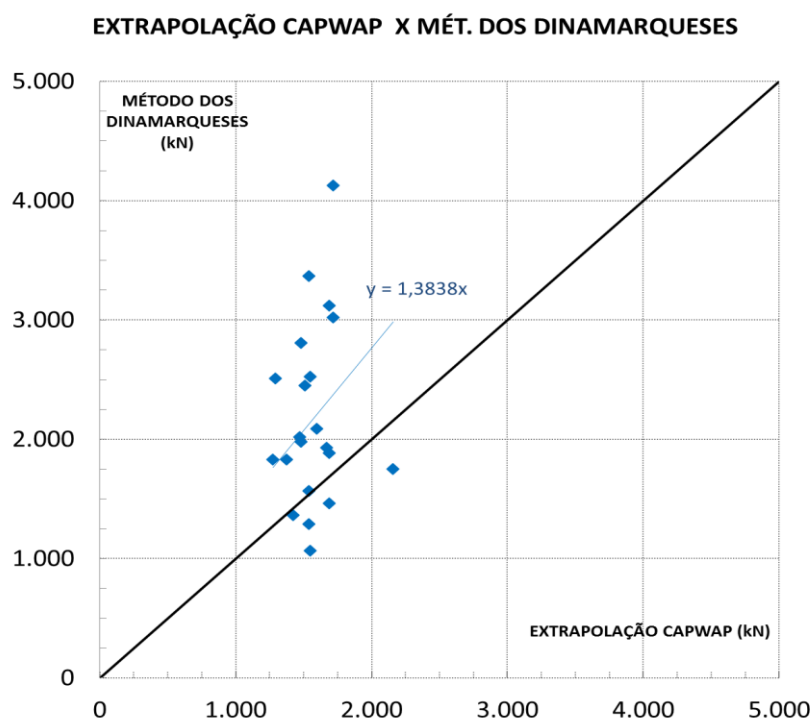


Figura 57 – Comparativo entre os resultados da extrapolação das PCDs e o método dos dinamarqueses (todas as estacas)

Ressalta-se que os valores de capacidade de carga obtidos pelo método dos dinamarqueses (Sorensen e Hansen, 1957) considerou uma eficiência do sistema de cravação conservador (60%), ainda assim os resultados ficaram superestimados.

Em razão disso, o autor selecionou as estacas que obtiveram nega igual ou maior que 0,7mm, considerando este valor razoável para aplicação do método dos dinamarqueses no intuito de obter resultados coerentes.

A tabela 13 exhibe as estacas selecionadas, assim como suas respectivas negas e seus valores de capacidade de carga para os métodos em tela.

Tabela 13 – Comparativo entre estacas com nega acima de 0,7mm/golpe.

Estaca	Nega (mm)	Extrapolação PCD (kN)	Método Dinamarqueses e=60% (kN)	Método Dinamarqueses e=70% (kN)	Método Dinamarqueses e=80% (kN)
E-134	0,80	2.157	1.750	1.940	2.130
E-9	0,90	1.687	1.465	1.630	1.795
E-28	1,00	1.422	1.365	1.525	1.680
E-28	0,70	1.540	1.570	1.740	1.910
E-3	0,70	1.540	1.290	1.430	1.565
E-94	1,10	1.549	1.065	1.195	1.315

A partir da tabela 13, foram plotados os valores para cada eficiência, gerando o gráfico exibido na figura 55.

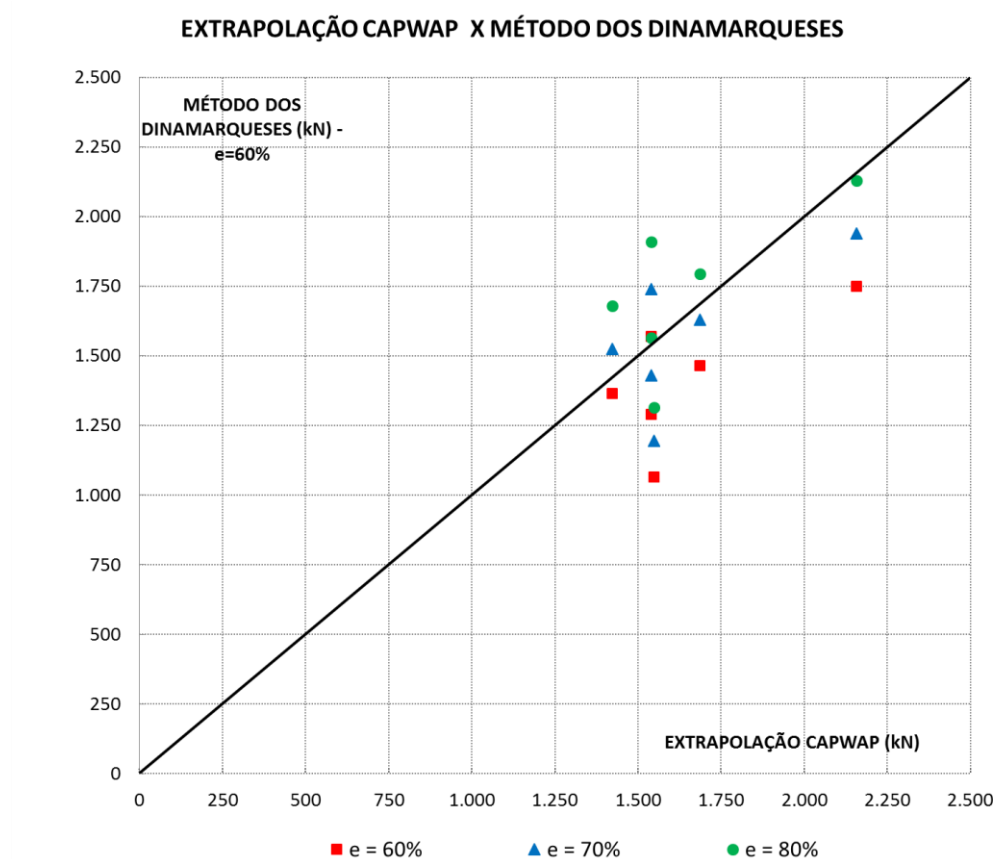


Figura 58 – Comparativo entre estacas com nega acima de 0,7mm/golpe.

Conforme mencionado, quando se reduziu a amostra para apenas as seis estacas, selecionando as que obtiveram maior valor de nega, os resultados atingidos pelo método dos dinamarqueses (Sorensen e Hansen, 1957) se mostrou muito próximo aos obtidos por meio da extrapolação de Van de Veen (1953) das PCDs.

Em virtude do método dos dinamarqueses estar com sua aplicação prática reduzida a apenas seis estacas, O autor usou os resultados acima apenas como comparação entre os valores anteriormente escolhidos como sendo a primeira função de verossimilhança.

4.3 Resultados da Estimativa “a posteriori”

A combinação dos dados estabelecidos como capacidade de carga “a priori” e função verossimilhança gerou um total de três análises probabilísticas. Tais análises serão desenvolvidas em separado.

A primeira análise corresponde a estimativa de capacidade de carga “a priori” pelo método de Aoki-Velloso (1975); e a função de verossimilhança obtida por meio dos dados das PCDs extrapolados pelo método de Van der Veen (1953).

A figura 56 apresenta a atualização bayesiana com as distribuições normais de estimativas “a priori”, “a posteriori” e a função verossimilhança.

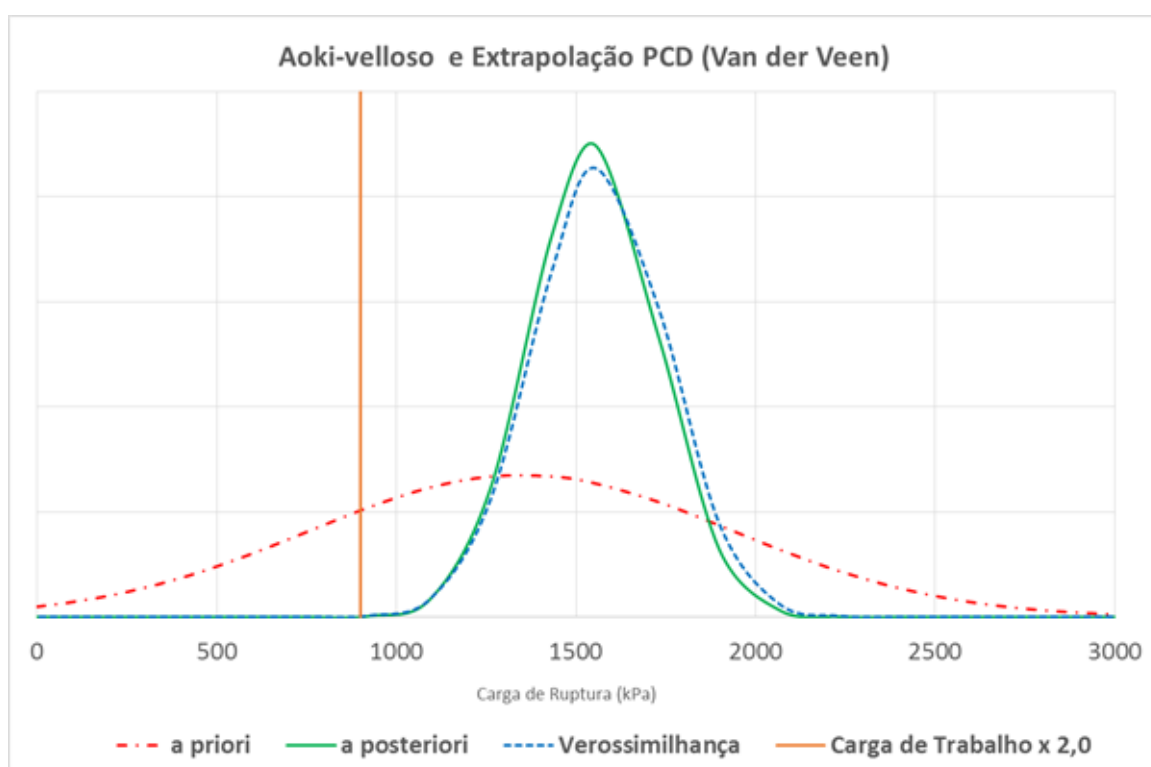


Figura 59 - Distribuições normais para a primeira análise probabilística.

Para esta primeira análise, foi obtida a curva de distribuição de capacidade de carga a “posteriori”. A média, desvio padrão e coeficiente de variação da distribuição “a posteriori” está a seguir.

“À Posteriori”

$$\mu_Q^{1,1} = 1.548kN \quad \sigma_Q^{1,1} = 178kN \quad C_v^{1,1} = 0,115$$

A segunda análise corresponde a estimativa de capacidade de carga “a priori” pelo método de Décourt-Quaresma (1978); e a função de verossimilhança obtida por meio dos dados das PCDs extrapolados pelo método de Van der Veen (1953).

A figura 57 apresenta a atualização bayesiana com as distribuições normais de estimativas “a priori”, “a posteriori” e a função verossimilhança.

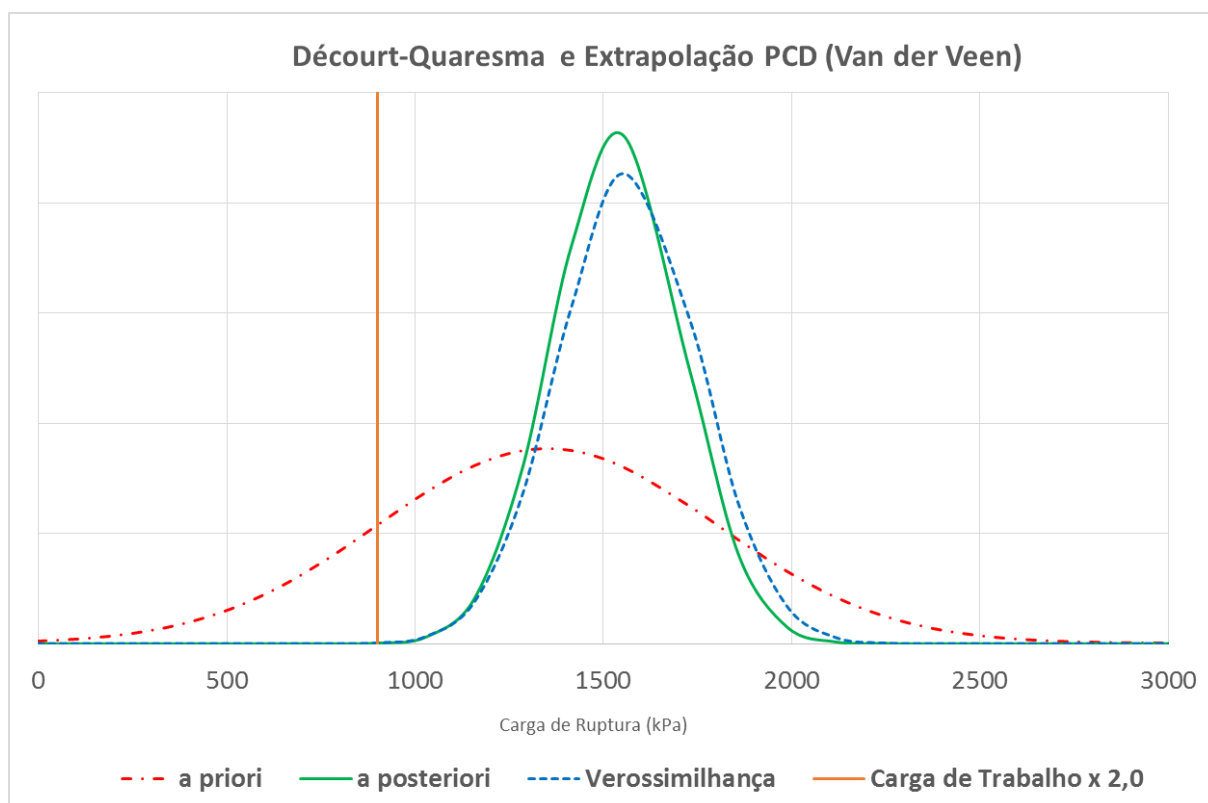


Figura 60 - Distribuições normais para a segunda análise probabilística.

Para a segunda análise foi obtida a curva de distribuição de capacidade de carga a “posteriori”. A média, desvio padrão e coeficiente de variação da distribuição “a posteriori” está a seguir.

“À Posteriori”

$$\mu_Q^{2,1} = 1.537 \text{ kN} \quad \sigma_Q^{2,1} = 172 \text{ kN} \quad C_v^{2,1} = 0,112$$

A terceira análise corresponde a estimativa de capacidade de carga “a priori” pelo menor valor obtido entre os métodos de Aoki-Velloso (1975) e Décourt-

Quaresma (1978); e a função de verossimilhança obtida por meio dos dados das PCDs extrapolados pelo método de Van der Veen (1953).

A figura 58 apresenta a atualização bayesiana com as distribuições normais de estimativas “a priori”, “a posteriori” e a função verossimilhança.

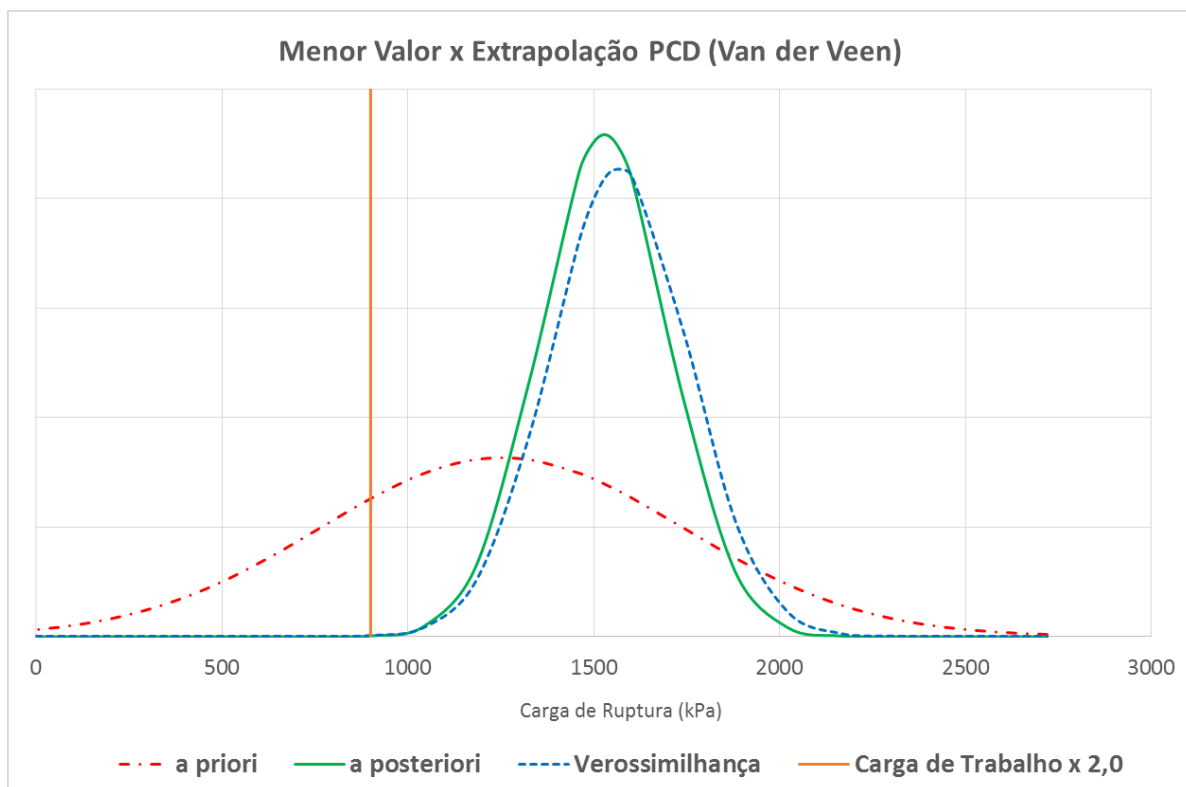


Figura 61 - Distribuições normais para a terceira análise probabilística.

Para a terceira análise foi obtida a curva de distribuição de capacidade de carga a “posteriori”. A média, desvio padrão e coeficiente de variação das três distribuições estão a seguir.

“À Posteriori”

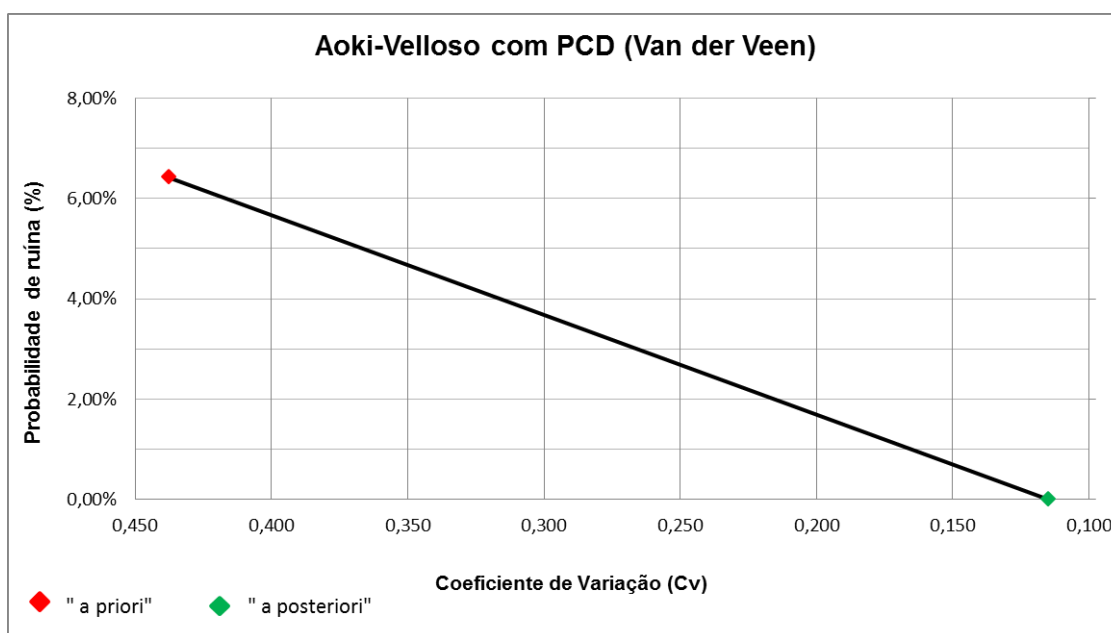
$$\mu_Q^{3,1} = 1.528 \text{ kN} \quad \sigma_Q^{3,1} = 174 \text{ kN} \quad C_v^{3,1} = 0,114$$

Assim sendo, a tabela 13 apresenta os valores alcançados, para as três análises, de estimativa de capacidade de carga “a posteriori”. Constam ainda, o fator de segurança em relação à média das distribuições, o índice de confiabilidade e a probabilidade de ruína

Tabela 14 - Resumo dos Dados estatísticos das distribuições “a posteriori”.

	Aoki-Velloso (1975) X PCD Extrapolada	Decourt-Quaresma (1978) X PCD Extrapolada	Mais Conservador X PCD extrapolada
Média (kN)	1.549	1.537	1.528
Desvio Padrão (kN)	178	172	174
Coef. Variação	0,115	0,112	0,114
Fator de Segurança	3,44	3,42	3,40
Índice de confiabilidade	6,18	6,31	6,19
Probabilidade de ruína	3,21E-08 %	1,40E-08 %	3,01E-08 %

Em resumo, exibe-se por meio das figuras 62, 63 e 64, o gráfico do coeficiente de variação versus probabilidade de ruína para os dois métodos semiempíricos e a análise utilizando o valor mais conservador ao se comparar os resultados de ambos.

**Figura 62** - Coeficiente de variação x probabilidade de ruína, caso 1.

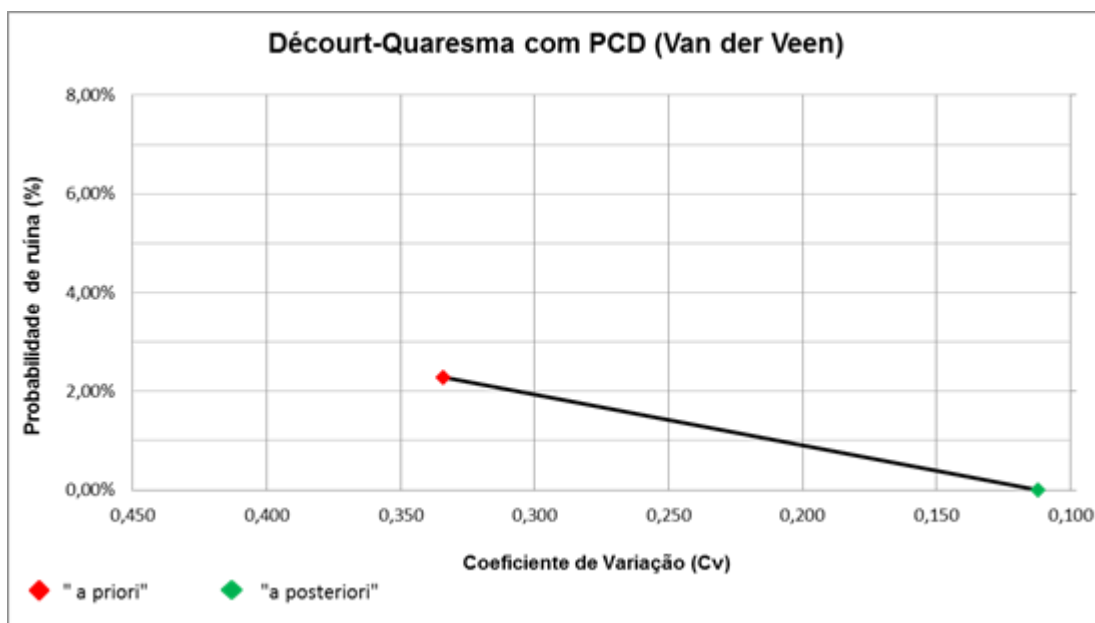


Figura 63 - Coeficiente de variação x probabilidade de ruína, caso 2.

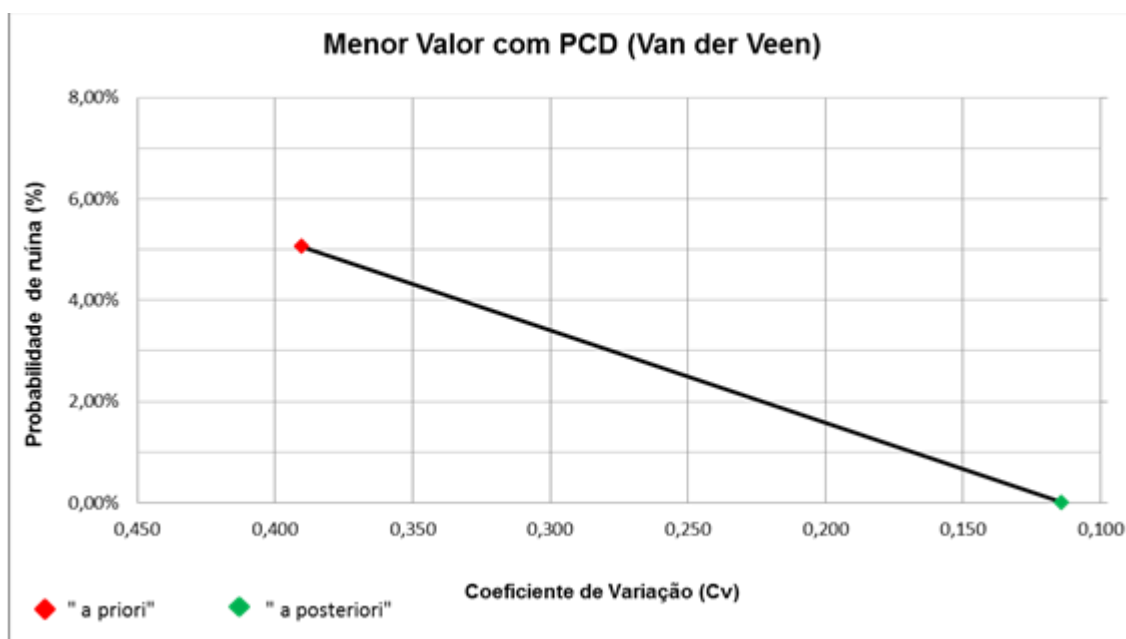


Figura 64 - Coeficiente de variação x probabilidade de ruína, caso 3

5 CONCLUSÕES E SUGESTÕES PARA PESQUISAS FUTURAS

5.1 Conclusões

Diante dos resultados obtidos nas três análises probabilísticas realizadas por meio da atualização bayesiana, é possível concluir que as estacas do perfil selecionado neste estudo que foram ensaiadas, possuem em média uma capacidade de carga muito superior às cargas de trabalho.

Ademais, a atualização bayesiana mostrou redução significativa da probabilidade de ruína e consequente acréscimo no índice de confiabilidade do estaqueamento dos perfis sob análise na obra em epígrafe.

Os coeficientes de variação obtidos “a posteriori” indicaram dados de baixa dispersão. A atualização bayesiana foi eficaz, visto que os coeficientes de variação das distribuições atualizadas “a posteriori” foram muito inferiores aos obtidos na distribuição “a priori”, em suma, houve redução significativa das incertezas.

Após a atualização, é possível afirmar que a probabilidade de ruína das estacas do perfil em estudo nesta obra é desprezível e sua segurança correlação a ruptura é satisfatória.

5.2 Sugestões para futuras pesquisas

O autor sugere que este estudo seja aplicado para os demais perfis da obra, outrossim indica a aplicação de estudos equivalentes a outros tipos de estacas e em outras regiões com perfis geotécnicos distintos. Além disso, sugere a realização de pesquisas que identifiquem o efeito de cicatrização do solo e sua influência nos resultados probabilísticos de obras, principalmente as executadas com estacas cravadas.

A aplicação da metodologia Bayesiana é recomendável na avaliação da segurança dos mais variados tipos de estacas, reduz as incertezas intrínsecas dos métodos determinísticos de análise. Assim sendo, indica-se o uso da metodologia bayesiana na avaliação das obras correntes.

REFERÊNCIAS

- ABNT. (2001). Solo – Sondagens de simples reconhecimento SPT – Método de ensaio . NBR 6484. Rio de Janeiro, RJ.
- ABNT. (2006). Estacas – Prova de carga estática. NBR 12131. Rio de Janeiro, RJ.
- ABNT. (2010). Estacas – Ensaio de carregamento dinâmico. NBR 13208. Rio de Janeiro, RJ.
- ABNT. (2010). Projeto e execução de Fundações. NBR 6122. Rio de Janeiro, RJ.
- Aoki, N., & Velloso, D. A. (1975). An approximate method to estimate the bearing capacity of piles. PANAMERICAN CONFERENCE ON SOIL MECHANICS AND FOUNDATION ENGINEERING, p 367- 376. Buenos Aires.
- Aoki, N. (1976). Considerações sobre a capacidade de carga de estacas isoladas. Notas de aula. Universidade Gama Filho.
- AOKI, N. (1989). A New Dynamic Load Test Concept. In: INTERNATIONAL CONFERENCE ON SOIL MECHANICS AND FOUNDATION ENGINEERING, Discussion Session 14. Rio de Janeiro: ABMS, 1989a. V.1, p. 1-4.
- Alves, A. M. L.; Lopes, F. R.; Danziger, B. R. (2004). Métodos dinâmicos para previsão e controle do comportamento de estacas cravadas. Teoria e Prática na Engenharia Civil, Porto Alegre, vol. 4, p. 12-21.
- Benegas, H. Q. (1993). Previsões para a curva carga-recalque de estacas a partir de SPT.1993. Dissertação (Mestrado) – COPPE/UFRJ, Rio de Janeiro.
- Bussab, W. O. (1986). Métodos Quantitativos: Análise de Variância e de Regressão. Atual Editora Ltda, São Paulo, SP.

Cabral, E. V. (2008). Contribuição à Confiabilidade de Estacas Cravadas através de um estudo de caso com Aplicação da Teoria Bayesiana. Dissertação de Mestrado. Rio de Janeiro, RJ: PGECIV - UERJ.

Cintra, J. A., & Aoki, N. (2010). Fundações por estacas: projeto geotécnico. São Paulo, SP: Oficina de Textos.

Cintra, J. A., Aoki, N., Tsuha, C. d., & Giacheti, H. L. (2013). Fundações: ensaios estáticos e dinâmicos. São Paulo, SP: Oficina de Textos.

Chin, E. K. (1971). Discussion: "Pile Tests: Arkansas River Project". American Society of Civil Engineers, Journal of Soil Mechanics and Foundation Engineering, ASCE, v. 97, n. SM7, p. 930-932.

Danziger, B. R. (1991). Análise dinâmica da cravação de estacas. Tese de D.Sc., COPPE-UFRJ, Rio de Janeiro, Brasil.

Danziger, B.R.; Ferreira, J.S. (2000). Backanalysis of steel pile driving for quality assurance. Anais, 6. International Conference on the Application of the Stress- Wave Theory to Piles, São Paulo, Brasil, pp.657 – 663.

Danziger, B. R. (1982). Estudo de correlações entre os ensaios de penetração estática e dinâmica e suas aplicações ao projeto de fundações profundas. Dissertação de Mestrado. Rio de Janeiro, RJ: COPPE / UFRJ.

Danziger, B. R. (2013). Fundações Especiais. Notas de Aula. PGECIV UERJ.

Davisson, M. T. (1972). High capacity piles. Innovations in Foundation Construction, ASCE. Lecture Series, Illinois.

Davisson, M. T. (1975). High capacity piles. Innovations in Foundation Construction, ASCE. Lecture Series, Illinois, 1972 apud FELLENIUS, B. H. Test loading of piles and new proof testing procedure, JGED, ASCE, v. 101, n. GT4, p. 855-869.

Décourt, L., Albiero, J.H., & Cintra, J.C.A. (1996). *Análise e Projetos de Fundações Profundas. Fundações Teoria e Prática*. Hachich e outros. São Paulo SP: PINI.

Décourt, L. (1996). *A Ruptura De Fundações Avaliada Com Base No Conceito De Rigidez*. SEFE III. São Paulo, vol 20 , 10p.

Décourt, L., & Quaresma, A. R. (1978). *Capacidade de carga de estacas a partir de valores de SPT*. COBRAMSEF, 6., p 45 - 53. Rio de Janeiro.

Freitas, D. A. (2011). *Análise Estática e Dinâmica de Fundações e Interação Solo x Estrutura*. Dissertação de Mestrado. Rio de Janeiro, RJ: PGECIV UERJ.

Goble, G. G., Rausche, F. (1976). *Wave Equation Analysis of Pile Driving, WEAP Program*. U.S. Department of Transportation, Federal Highway Administration, Washington, DC. Report FWHA-IP-76-13.

Godoy, N. S. (1983). *Interpretação de provas de carga em estacas*. In: Encontro Técnico sobre Capacidade de Carga de Estacas pré-moldadas, São Paulo. Anais... São Paulo: ABMS-NRSP, p. 25-60.

Gonçalves, C., Andreo, C. S., Bernardes, G. P. (1996). *Ensaio de Carregamento Dinâmico*. 1. ed. São Paulo, 1996.

Gonçalves, C., Bernades, G. P., Neves, L. F. S., (2007). *Estacas Pré-Fabricadas De Concreto, Teoria E Prática*, 1ª edição.

Gonçalves, C., Andreo, C. S., Bernardes, G. P., Fortunato, S. G. S. (2000). *Controle de Fundações Profundas Através de Métodos Dinâmicos*. 1. ed. São Paulo.

Guttormsen, T. R. (1987). *Uncertainty in Offshore Geotechnical Engineering. Application of Bayesian Theory to Pile Driving Predictions*. Research Report Societe Nationale Elf Aquitaine. NGI Report 85307-9.

Hachich, W et al. (2003). *Fundações: Teoria e prática*. São Paulo. Pini, 2. Ed. 751p.

Lacasse, S. & Nadim, F. (1994). Reliability Issues and Future Challenges in Geotechnical Engineering for Offshore Structures. NGI Publication No 191, p. 1-30.

Laprovitera, H. (1998) Reavaliação de método semiempírico de previsão da capacidade de carga de estacas a partir do Banco de Dados. Dissertação de Mestrado. COPPE / UFRJ, Rio de Janeiro, RJ.

Likins, G. E. & Hussein, M. H. A summary of the pile driving analyzer capacity methods past and presente. In: PDA USER'S DAY, 11., Cleveland, 1988.

Mantuano, R. M. (2013). Comparação entre Métodos de Dimensionamento e Influências do processo executivo no comportamento de estacas hélice. Trabalho de Conclusão de Curso. Rio de Janeiro, RJ: Escola Politécnica - UFRJ.

Meyerhof, G. G. (1951). The ultimate bearing capacity of foundations, Geotechnique, v. 2, n. 4, p. 301-332.

Milititsky, J. (1991). Provas de carga estáticas. In: Seminário de engenharia de fundações especiais, 2., São Paulo, SP: v.2, p.203-228.

Monteiro, P. F. (1997). Capacidade de carga de estacas – Método Aoki & Velloso. Rio de Janeiro: Relatório Interno de Estacas Franki Ltda.

Montgomery, D. C. & Runger, G. C. (2003). Applied Statistics and Probability for Engineers 3ed. John Wiley & Sons, Inc.

Niyama, S. (1983). Medições dinâmicas na cravação de estacas – fundamentos, instrumentação e aplicações práticas. Tese de M.Sc., EPUSP, São Paulo, Brasil.

Pacheco, M. P. (2008). Interpretação das Provas de carga estáticas, relatório técnico do estaqueamento – comunicação pessoal. Rio de Janeiro: PGECIV UERJ.

Pacheco, M. P. (2017). Métodos Probabilísticos em Geotecnia. Notas de aula. Rio de Janeiro: PGECIV UERJ.

L.B. Passini, L.B. Benetti, A.C.M. Kormann (2017). Pile Setup over a Period of Seven Years Based on Dynamic Load Tests in Overconsolidated Clay. Publication of ABMS - Brazilian Association for Soil Mechanics and Geotechnical Engineering SPG - Portuguese Geotechnical Society Volume 40, N. 1, January-April 2017

Presa, E. P. & Pousada, M. C. (2004). Restropectivas e técnicas modernas de fundações em estacas. Salvador: ABMS, 2 ed.

Ribeiro, R. C. (2008). Aplicações de probabilidade e estatística em análises geotécnicas. Tese de Doutorado . Rio de Janeiro: PUC.

Schnaid, F. & Odebrecht, E. (2012). Ensaios de campo e suas aplicações à Engenharia de Fundações. São Paulo: 2ed Oficina de Textos.

Silva, B. L. M. (2015). Contribuição à confiabilidade de estacas tipo raiz através de um estudo de provas de carga estáticas com aplicação da teoria bayesiana. Dissertação de Mestrado. Rio de Janeiro, RJ: PGECIV UERJ

Terzaghi, K. & Peck, R. (1967) Soil Mechanics in Engineering Practice. 2nd Edition, John Wiley, New York.

Van Der Veen, C. (1953). The bearing capacity of a pile. Proceedings 3rd International Conference of Soil Mechanics and Foundation Engeneering. Zurich, p 84 - 90.

Velloso, D. A., Lopes, F. R. (2002). Fundações Vol. 2. Rio de Janeiro: Editora COPPE - UFRJ.

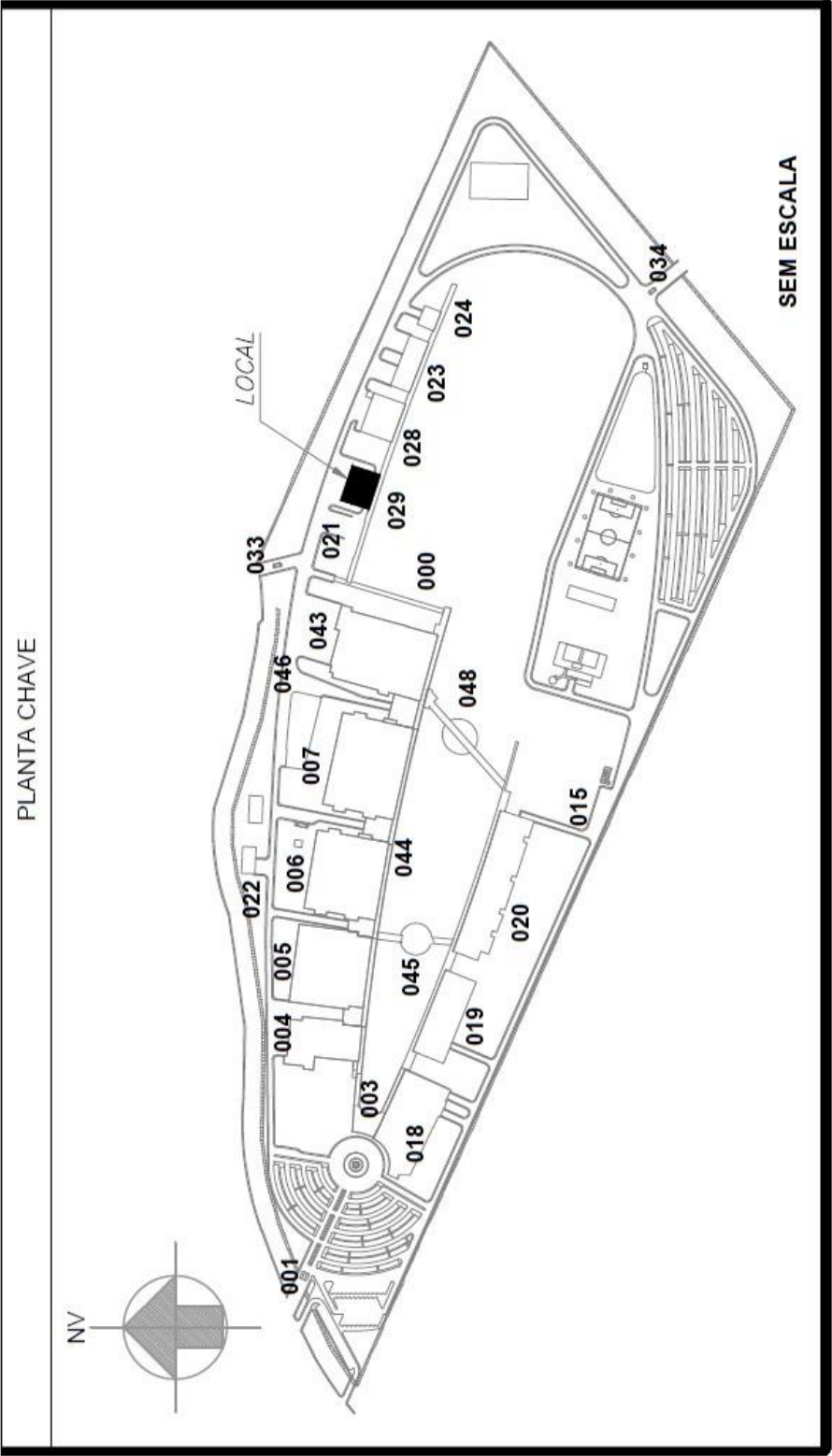
Vesic, A. S. (1975). Principles of pile foundation design. Soil Mechanics Series n. 38, Duke University School of Engineering.

Vieira, F. P. (2015). Critério estatístico para obtenção de valores de NSPT para previsão da capacidade de carga de estacas por métodos semiempíricos. Dissertação de Mestrado. Rio de Janeiro, RJ: PGECIV UERJ.

Vrouwenvelder, A. (1992). Effects of Inspection on the Reliability of Foundation Piles. In: Barends, F.B.J. (ed), Application of Stress Wave Theory to Piles, Rotterdam.

WEAP. (1986). Wave Equation Analysis of Pile Driving, Manual.

ANEXO A – MASTERPLAN, LOCAÇÃO DAS SONDAGENS, SONDAGENS UTILIZADAS E PERFIL GEOTÉCNICO REPRESENTATIVO



A.1 – Planta de locação dos Setores



A.2 – Planta de localização das sondagens

SONDAGEM DE SIMPLES RECONHECIMENTO DO SOLO COM SPT												
NBR 6484/01												
CLIENTE: Fundação para o Desenvolvimento Científico e Tecnológico em Saúde - FIOCRUC						SONDAGEM À PERCUSSÃO						
OBRA:						SP 04						
LOCAL: Distrito Industrial Norte de Santa Cruz - RJ						COTA: 1,20 COORD.: 7.469.927,406 N / 631.263,688 E						
GRUPO SPT	PROFUNDIDADE	ENSIO DE PENETRAÇÃO (SPT)	RESISTÊNCIA À PENETRAÇÃO SPT		TORQUE kgf.m		INTERPRETAÇÃO GEOLÓGICA	PERFIL GEOLÓGICO	PROFUNDIDADE DA CAMADA (m)	AMOSTRADOR: Ø INTERNO = 34,9 mm PESO: 65 Kg Ø EXTERNO = 50,8 mm ALTURA DE QUEDA: 75 cm REVESTIMENTO: 2,00 m	NÍVEL D'ÁGUA	AVANÇO
			INÍ.	FIN.	MÁX.	MÉD.						
10 20 30 40												
	1.00	1 1 1	2	2				00				
	2.00	1 1 2	2	3				01			1.37	TC
	3.00	1 2 3	3	5				02			2.00	
	4.00	2 2 4	4	6				03				
	5.00	2 4 6	6	10				04				
	6.00	2 3 5	5	8				05				
	7.00	2 2 3	4	5				06				
	8.00	2 4 4	6	8				07				
	9.00	3 5 6	8	11				08				
	10.00	3 6 8	9	14				09				
	11.00	1 2 2	3	4				10	10.45			
	12.00	1 2 4	3	6				11				
	13.00	2 2 5	4	7				12				
	14.00	3 3 6	6	9				13				
	15.00	2 3 3	5	6				14	14.45			
	16.00	2 3 6	5	9				15				
	17.00	3 4 6	7	10				16	16.45			
	18.00	3 6 7	8	12				17				
	19.00	3 6 6	9	12				18				
	20.00	4 6 8	10	14				19	20.00			
OBS:												
LEGENDAS: TORQUE: 30 cm FINIS TRADO CAVADEIRA - TC TRADO HEDUCODAL - TH CIRCULAÇÃO DE ÁGUA - CA REVESTIMENTO:												
			DATA: 21.01.2013 ESCALA: 1/100		TRABALHO Nº: DESENHISTA: Kalma Pereira		FOLHA: 04 SONDADOR: Francisco		Geólogo (Dgo André Ghetti) Pereira - CREAS P 508347/2082			

SONDAGEM DE SIMPLES RECONHECIMENTO DO SOLO COM SPT NBR 6484/01												
CLIENTE: Fundação para o Desenvolvimento Científico e Tecnológico em Saúde - FIOTEC					SONDAGEM À PERCUSSÃO SP 04							
OBRA:					INÍCIO: 19.12.2012 TÉRMINO: 19.12.2012							
LOCAL: Distrito Industrial Norte de Santa Cruz - RJ					COTA: 1,26 COORD: 7469.927,406 N / 631.263,690 E							
GRUPO SPT	PROFUNDIDADE	ENSAYO DE PENETRAÇÃO (GOLPES/CMET.)	RESISTÊNCIA À PENETRAÇÃO SPT		TORQUE kgf.m		INTERPRETAÇÃO GEOLOGICA	PERFIL GEOLOGICO	PROFUNDIDADE DA CAMADA (m)	AMOSTRADOR: Ø INTERNO = 34,9 mm PESO: 65 Kg Ø EXTERNO = 50,8 mm ALTURA DE QUEDA: 75 cm REVESTIMENTO: 2,00 m	NÍVEL D'ÁGUA	AVANÇO
			INT.	EXT.	MÁX.	MÍN.						
10	21,00	4 15	6 15	8 15	10	14		20		ARSA, FRIÁVEL, MEDIANAMENTE COMPACTA, COR CINZA		
	21,50	4 15	7 15	9 15	11	16		21	21,45			
	22,00	3 15	6 15	8 15	9	14		22		AREIA FINA, FRIÁVEL, MEDIANAMENTE COMPACTA A MUITO COMPACTA, COR CINZA CLARO		
	23,00	4 15	6 15	10 15	10	16		23				
	24,00	7 15	10 15	14 15	17	24		24				
	25,00	11 15	16 15	18 15	27	34		25				
	26,00	14 15	19 15	23 15	33	42		26				
	27,00	17 15	23 15	27 15	39	49		27	27,70			
	28,00									IMPENETRÁVEL AO TRÉPANO DE LAVAGEM		
	29,00									NOTA: Furo penalizado conforme descrito no item 8.4.3.3 da norma NBR 494/2001 - Solo - Sondagem de Simples Reconhecimento com SPT.		
	30,00									Resultados do ensaio de lavagem: 1"10 min = 2,00 cm 2"10 min = 2,00 cm 3"10 min = 1,00 cm		
	31,00											
	32,00											
	33,00											
	34,00											
	35,00											
	36,00											
	37,00											
	38,00											
	39,00											
	40,00											

OBS:

LEGENDAS:
TORQUE: — 30 cm RWIS — TRADO CIVADEIRA - TO — TRADO HELICOIDAL - TH — CIRCULAÇÃO DE ÁGUA - CA — REVESTIMENTO

	DATA: 21.01.2013	TRABALHO Nº:	FOURA 04
	ESCALA 1/100	DESENHISTA: Kátia Pereira	SONDADOR: Francisco

Geólogo Diego Andréghetti Pereira - CREA/SP 5063472532

SONDAGEM DE SIMPLES RECONHECIMENTO DO SOLO COM SPT													
NBR 6484/01													
CLIENTE: Fundação para o Desenvolvimento Científico e Tecnológico em Saúde - FIOTEC										SONDAGEM À PERCUSSÃO		SP 05	
OBRA: Distrito Industrial Norte de Santa Cruz - RJ										INÍCIO: 19.12.2012		TÉRMINO: 19.12.2012	
										COTA: 1,27		COORD: 7.469.890,170 N / 631.345,624 E	
GRÁFICO SPT	PROFUNDIDADE	ENSAIO DE PENETRAÇÃO (SPT)	RESISTÊNCIA À PENETRAÇÃO SPT		TORQUE kgf.m		INTERPRETAÇÃO GEOLOGICA	PERFIL GEOLOGICO	PROFUNDIDADE DA CAMADA (m)	AMOSTRADOR: Ø INTERNO = 34,9 mm PESO: 65 kg Ø EXTERNO = 50,8 mm ALTURA DE QUEDA: 75 cm REVESTIMENTO: 2,00 m	NÍVEL D'ÁGUA	AVANÇO	
			INL	PNL	MÁX	RES							DESCRIÇÃO DO MATERIAL
	1,00	1/90	-	1/90	-	-	-	00	-	ARGILA ARENOSA, POUCO PLÁSTICA, MUITO MOLE, COR PRETO	0,00	TC	
	2,00	1/75	1/75	2/75	2	3	-	01	1,80				
	3,00	1/75	2/75	3/75	3	5	-	02	-	AREIA, FRIÁVEL, FOFA A POUCO COMPACTA, COR MARROM CLARO		2,00	
	4,00	1/60	-	1/60	-	-	-	03	3,45				
	5,00	1/75	-	1/75	-	-	-	04	-	ARGILA ARENOSA, POUCO PLÁSTICA, MUITO MOLE, COR CINZA ESCURO		CA	
	6,00	1/70	-	1/70	-	-	-	05	-				
	7,00	1/83	-	1/83	-	-	-	06	-				
	8,00	1/91	-	1/91	-	-	-	07	-				
	9,00	1/91	-	1/91	-	-	-	08	-				
	10,00	2/75	3/75	4/75	5	7	-	09	9,51				
	11,00	3/75	3/75	4/75	6	7	-	10	-	AREIA, FRIÁVEL, POUCO COMPACTA A MEDIANAMENTE COMPACTA, COR CINZA			
	12,00	4/75	5/75	6/75	9	11	-	11	-				
	13,00	4/75	4/75	6/75	8	10	-	12	-				
	14,00	5/75	6/75	7/75	11	13	-	13	-				
	15,00	6/75	6/75	8/75	12	14	-	14	-				
	16,00	6/75	8/75	9/75	14	17	-	15	-				
	17,00	6/75	8/75	10/75	14	18	-	16	-				
	18,00	6/75	7/75	9/75	13	16	-	17	-				
	19,00	7/75	8/75	10/75	15	18	-	18	-				
	20,00	6/75	7/75	8/75	13	15	-	19	-				
OBS:													
LEGENDAS: TORQUE — 30 cm FINAS — TRADO CAVERNA - TC — TRADO PEUCIDEAL - TH — CIRCULAÇÃO DE ÁGUA - CA — REVESTIMENTO													
		DATA: 21.01.2013		TRABALHO Nº		FOLHA 05		Geólogo Diego Amelghetti Pereira - CREASP 5052472032					
		ESCALA: 1/100		DESENHISTA: Kalma Pereira		SONDADOR: Raydon							

SONDAGEM DE SIMPLES RECONHECIMENTO DO SOLO COM SPT												
NBR 6484/01												
CLIENTE: Fundação para o Desenvolvimento Científico e Tecnológico em Saúde - FIOTEC						SONDAGEM À PERCUSSÃO			SP 05			
OBRA: Distrito Industrial Norte de Santa Cruz - RJ						INÍCIO: 19.12.2012			TÉRMINO: 19.12.2012			
LOCAL: Distrito Industrial Norte de Santa Cruz - RJ						COTA: 1,27			COORD: 7.469.890,170 N / 631.345.824 E			
GRÁFICO SPT	PROFUNDIDADE	ENSAYO DE PENETRAÇÃO (GOLPES/CM)	RESISTÊNCIA À PENETRAÇÃO SPT		TORQUE kgf.m		INTERPRETAÇÃO GEOLÓGICA	PERFIL GEOLOGICO	PROFUNDIDADE DA CAMADA (m)	AMOSTRADOR: Ø INTERNO = 34,9 mm PESO: 65 Kg Ø EXTERNO = 60,8 mm ALTURA DE QUEDA: 75 cm REVESTIMENTO: 2,00 m	NÍVEL D'ÁGUA	AVANÇO
			INI.	FIN.	MAX.	RES.						
	21.00	6 7 8 15 15 15	13	15				20		AREIA, FRÁVEL, POUCO COMPACTA A MEDIANAMENTE COMPACTA, COR CINZA		
	22.00	5 6 8 15 15 15	11	14			21					
	23.00	6 7 9 15 15 15	13	16			22	22.45	AREIA FINA, FRÁVEL, COMPACTA, COR MARROM CLARO		CA	
	24.00	8 10 13 15 15 15	18	23			23					
	25.00	8 11 16 15 15 15	19	27			24		AREIA FINA, FRÁVEL, COMPACTA A MUITO COMPACTA, COR CINZA			
	26.00	10 14 18 15 15 15	24	32			25	25.45				
	27.00	10 14 19 15 15 15	24	33			26		IMPENETRÁVEL AO TRÉPANO DE LAVAGEM			
	28.00	11 13 17 15 15 15	24	30			27					
	29.00	15 20 - 15 15 -	43	28 15			28		NOTA: Furo paralisado conforme descrito no item 6.4.3.3 da norma NBR 6484/2001 - Solo - Sondagem de Simples Reconhecimento com SPT. Resultados do ensaio de lavagem: 1"10 min = 1,00 cm 2"10 min = 1,00 cm 3"10 min = 0,00 cm			
	30.00	18 37 - 15 15 -	55	37 15			29	29.45				
OBS:												
LEGENDA: TORQUE 30 cm RABE TRADO CAVERNA - TC TRADO HELICOIDAL - TH CIRCULAÇÃO DE ÁGUA - CA REVESTIMENTO												
			DATA:	TRABALHO Nº	FOLHA	05						
			21.01.2013									
ESCALA:			DESENHISTA:	SONDADOR:	Geólogo Diego Andréghetti Pereira - CREASP 5062472032							
1/100			Katrina Pereira	Raydon								

SONDAGEM DE SIMPLES RECONHECIMENTO DO SOLO COM SPT																																																																																																																																																																																																																																																						
NBR 6484/01																																																																																																																																																																																																																																																						
CLIENTE: Fundação para o Desenvolvimento Científico e Tecnológico em Saúde - FIOCRUC										SONDAGEM À PERCUSSÃO		SP 07																																																																																																																																																																																																																																										
OBRA:										INÍCIO: 14.01.2013		TÉRMINO: 14.01.2013																																																																																																																																																																																																																																										
LOCAL: Distrito Industrial Norte de Santa Cruz - RJ										COTA: 1,98		COORD: 7.495.815,899 N / 631.509,496 E																																																																																																																																																																																																																																										
GRÁFICO SPT		PROFUNDIDADE	ENSAIO DE PENETRAÇÃO (SOLAPAMENTO)			RESISTÊNCIA À PENETRAÇÃO SPT		TORQUE kgf.m		INTERPRETAÇÃO GEOLOGICA	PERFIL GEOLOGICO	PROFUNDIDADE DA CAMADA (m)	AMOSTRADOR: Ø INTERNO = 34,9 mm PESO: 65 Kg Ø EXTERNO = 50,8 mm ALTURA DE QUEDA: 75 cm REVESTIMENTO: 2,00 m	NÍVEL D'ÁGUA	AVANÇO																																																																																																																																																																																																																																							
10	20		30	40	INÍ.	FIN.	MÁX.	RES.																																																																																																																																																																																																																																														
<table border="1"> <tr> <th>PROFUNDIDADE (m)</th> <th>INÍ.</th> <th>FIN.</th> <th>MÁX.</th> <th>RES.</th> <th>INTERPRETAÇÃO GEOLOGICA</th> <th>PERFIL GEOLOGICO</th> <th>PROFUNDIDADE DA CAMADA (m)</th> <th>AMOSTRADOR</th> <th>NÍVEL D'ÁGUA</th> <th>AVANÇO</th> </tr> <tr> <td>1,00</td> <td>1</td> <td>2</td> <td>2</td> <td>3</td> <td>4</td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> </tr> <tr> <td>2,00</td> <td>1</td> <td>2</td> <td>4</td> <td>3</td> <td>6</td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> </tr> <tr> <td>3,00</td> <td>2</td> <td>3</td> <td>5</td> <td>5</td> <td>8</td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> </tr> <tr> <td>4,00</td> <td>1</td> <td>1</td> <td>2</td> <td>2</td> <td>3</td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> </tr> <tr> <td>5,00</td> <td>1</td> <td>1</td> <td>2</td> <td>1</td> <td>45</td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> </tr> <tr> <td>6,00</td> <td>1</td> <td>1</td> <td>1</td> <td>2</td> <td>2</td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> </tr> <tr> <td>7,00</td> <td>1</td> <td>2</td> <td>3</td> <td>3</td> <td>6</td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> </tr> <tr> <td>8,00</td> <td>1</td> <td>2</td> <td>4</td> <td>3</td> <td>6</td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> </tr> <tr> <td>9,00</td> <td>2</td> <td>3</td> <td>3</td> <td>5</td> <td>6</td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> </tr> <tr> <td>10,00</td> <td>2</td> <td>4</td> <td>5</td> <td>6</td> <td>9</td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> </tr> <tr> <td>11,00</td> <td>3</td> <td>4</td> <td>6</td> <td>7</td> <td>10</td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> </tr> <tr> <td>12,00</td> <td>3</td> <td>5</td> <td>7</td> <td>8</td> <td>12</td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> </tr> <tr> <td>13,00</td> <td>2</td> <td>2</td> <td>3</td> <td>4</td> <td>5</td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> </tr> <tr> <td>14,00</td> <td>2</td> <td>4</td> <td>4</td> <td>6</td> <td>8</td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> </tr> <tr> <td>15,00</td> <td>3</td> <td>5</td> <td>7</td> <td>8</td> <td>12</td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> </tr> <tr> <td>16,00</td> <td>4</td> <td>4</td> <td>6</td> <td>8</td> <td>10</td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> </tr> <tr> <td>17,00</td> <td>4</td> <td>6</td> <td>6</td> <td>10</td> <td>12</td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> </tr> <tr> <td>18,00</td> <td>4</td> <td>6</td> <td>8</td> <td>10</td> <td>14</td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> </tr> <tr> <td>19,00</td> <td>3</td> <td>3</td> <td>5</td> <td>6</td> <td>8</td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> </tr> <tr> <td>20,00</td> <td>4</td> <td>5</td> <td>7</td> <td>9</td> <td>12</td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> </tr> </table>																PROFUNDIDADE (m)	INÍ.	FIN.	MÁX.	RES.	INTERPRETAÇÃO GEOLOGICA	PERFIL GEOLOGICO	PROFUNDIDADE DA CAMADA (m)	AMOSTRADOR	NÍVEL D'ÁGUA	AVANÇO	1,00	1	2	2	3	4						2,00	1	2	4	3	6						3,00	2	3	5	5	8						4,00	1	1	2	2	3						5,00	1	1	2	1	45						6,00	1	1	1	2	2						7,00	1	2	3	3	6						8,00	1	2	4	3	6						9,00	2	3	3	5	6						10,00	2	4	5	6	9						11,00	3	4	6	7	10						12,00	3	5	7	8	12						13,00	2	2	3	4	5						14,00	2	4	4	6	8						15,00	3	5	7	8	12						16,00	4	4	6	8	10						17,00	4	6	6	10	12						18,00	4	6	8	10	14						19,00	3	3	5	6	8						20,00	4	5	7	9	12					
PROFUNDIDADE (m)	INÍ.	FIN.	MÁX.	RES.	INTERPRETAÇÃO GEOLOGICA	PERFIL GEOLOGICO	PROFUNDIDADE DA CAMADA (m)	AMOSTRADOR	NÍVEL D'ÁGUA	AVANÇO																																																																																																																																																																																																																																												
1,00	1	2	2	3	4																																																																																																																																																																																																																																																	
2,00	1	2	4	3	6																																																																																																																																																																																																																																																	
3,00	2	3	5	5	8																																																																																																																																																																																																																																																	
4,00	1	1	2	2	3																																																																																																																																																																																																																																																	
5,00	1	1	2	1	45																																																																																																																																																																																																																																																	
6,00	1	1	1	2	2																																																																																																																																																																																																																																																	
7,00	1	2	3	3	6																																																																																																																																																																																																																																																	
8,00	1	2	4	3	6																																																																																																																																																																																																																																																	
9,00	2	3	3	5	6																																																																																																																																																																																																																																																	
10,00	2	4	5	6	9																																																																																																																																																																																																																																																	
11,00	3	4	6	7	10																																																																																																																																																																																																																																																	
12,00	3	5	7	8	12																																																																																																																																																																																																																																																	
13,00	2	2	3	4	5																																																																																																																																																																																																																																																	
14,00	2	4	4	6	8																																																																																																																																																																																																																																																	
15,00	3	5	7	8	12																																																																																																																																																																																																																																																	
16,00	4	4	6	8	10																																																																																																																																																																																																																																																	
17,00	4	6	6	10	12																																																																																																																																																																																																																																																	
18,00	4	6	8	10	14																																																																																																																																																																																																																																																	
19,00	3	3	5	6	8																																																																																																																																																																																																																																																	
20,00	4	5	7	9	12																																																																																																																																																																																																																																																	
ARGILA, POUCA PLÁSTICA, MUITO MOLE A RUJA, COR MARROM ESCURO ARGILA ARENOSA, NÃO PLÁSTICA, MÉDIA A RUJA, COR CINZA																																																																																																																																																																																																																																																						
1,80 TC 4,00 12,45 13,45 20,00																																																																																																																																																																																																																																																						
CA																																																																																																																																																																																																																																																						
OBS:																																																																																																																																																																																																																																																						
LEGENDAS: TORQUE 30 cm FINES TRADO CAVERNA - TC TRADO RECUSAL - TR CIRCULAÇÃO DE ÁGUA - CA REVESTIMENTO																																																																																																																																																																																																																																																						
					DATA: 21.01.2013 ESCALA: 1/100		TRABALHO Nº: DESENHISTA: Kalma Pereira		FOLHA: 07 SONDADOR: Francisco		Geólogo Diogo Andreighetti Pereira - CREA/SP 506247/2002																																																																																																																																																																																																																																											

SONDAGEM DE SIMPLES RECONHECIMENTO DO SOLO COM SPT												
NBR 6484/01												
CLIENTE: Fundação para o Desenvolvimento Científico e Tecnológico em Saúde - FIOTEC						SONDAGEM À PERCUSSÃO			SP 07			
DESA: Distrito Industrial Norte de Santa Cruz - RJ						INÍCIO: 14.01.2013			TÉRMINO: 14.01.2013			
LOCAL: Distrito Industrial Norte de Santa Cruz - RJ						COTA: 1,98			COORD: 7.493.815,898 N / 631.503,486 E			
GRÁFICO SPT	PROFUNDIDADE	ENSAYO DE PENETRAÇÃO (SPT)	RESISTÊNCIA À PENETRAÇÃO SPT		TORQUE kgf.m		INTERPRETAÇÃO GEOLÓGICA	PERFIL GEOLÓGICO	PROFUNDIDADE DA CAMADA (m)	AMOSTRADOR: Ø INTERNO = 34,9 mm PESO: 65 Kg Ø EXTERNO = 50,8 mm ALTURA DE QUEDA: 75 cm REVESTIMENTO: 2,00 m	NÍVEL D'ÁGUA	AVANÇO
			INI.	FIN.	MAX.	RES.						
	20.00	4 15	5 15	7 15	9	12			20.45	ARGILA ARENOSA, NÃO PLÁSTICA, MÉDIA A RUA, COR CINZA		
	21.00	4 15	6 15	9 15	10	16			21.45	ARGILA ARENOSA, NÃO PLÁSTICA, RUA, COR MARROM CLARO		
	22.00	6 15	8 15	11 15	14	19			22.45	ARGILA ARENOSA, NÃO PLÁSTICA, RUA, COR CINZA		
	23.00	8 15	11 15	14 15	19	25						
	24.00	12 15	14 15	18 15	26	32						
	25.00	14 15	17 15	19 15	31	36						
	26.00	16 15	19 15	22 15	35	41						
	27.00	19 15	23 15	27 15	42	50						
	27.77								27.77			
	28.00											
IMPENETRÁVEL AO TRÉPANO DE LAVAGEM NOTA: Furo paralisado conforme descrito no item 6.4.3.3 da norma NBR 6484/2001 - Solo - Sondagem de Simples Reconhecimento com SPT. Resultados do ensaio de lavagem: 1"10 min = 2,00 cm 2"10 min = 1,00 cm 3"10 min = 0,00 cm												
OBS:												
LEGENDA: TORQUE — 30 cm RUA — TRADO CAVALDEIRA - TC — TRADO PEUCOIMA - TR — CIRCULAÇÃO DE ÁGUA - CA — REVESTIMENTO												
			DATA:	TRABALHO Nº	FOLHA	07						
			21.01.2013									
ESCALA:			DESENHISTA:	SONDADOR:	Geólogo Diogo Andreghetti Pereira - CREA/RJ 505247/2032							
1/100			Katma Pereira	Francisco								

SONDAGEM DE SIMPLES RECONHECIMENTO DO SOLO COM SPT													
NBR 6484/01													
CLIENTE: Fundação para o Desenvolvimento Científico e Tecnológico em Saúde - FIDTEC										SONDAGEM À PERCUSSÃO		SP 08	
OBRA: Distrito Industrial Norte de Santa Cruz - RJ										INÍCIO: 13.01.2013		TÉRMINO: 13.01.2013	
LOCAL: Distrito Industrial Norte de Santa Cruz - RJ										COTA: -2,18		COORD.: 7.469.773,109 N / 631.591,432 E	
GRÁFICO SPT	PROFUNDIDADE	ENSAYO DE PENETRAÇÃO (SOLUPEMET.)	RESISTÊNCIA À PENETRAÇÃO SPT		TORQUE kgf.m		INTERPRETAÇÃO GEOLÓGICA	PERFIL GEOLÓGICO	PROFUNDIDADE DA CAMADA (m)	AMOSTRADOR: Ø INTERNO = 34,9 mm PESO: 65 Kg Ø EXTERNO = 50,8 mm ALTURA DE QUEDA: 75 cm REVESTIMENTO: 2,00 m	NÍVEL D'ÁGUA	AVANÇO	
			INÍ.	FIN.	MÁX.	RES.							
10 20 30 40	1.00	1 1 2	2	3				00					
	2.00	1 2 2	3	4				01					
	3.00	2 2 4	4	6				02					
	4.00	2 3 5	5	8				03					
	5.00	3 4 4	7	8				04					
	6.00	1 1 -	2	45				05	5.45				
	7.00	1 1 1	2	33				06					
	8.00	1 1 1	2	33				07					
	9.00	1 1 1	2	35				08					
	10.00	1 2 4	3	6				09					
	11.00	2 3 5	5	8				10					
	12.00	2 4 6	6	10				11					
	13.00	2 2 5	4	7				12	12.45				
	14.00	2 3 6	5	9				13					
	15.00	2 4 4	6	8				14					
	16.00	3 3 5	6	8				15					
	17.00	3 5 7	8	12				16					
	18.00	4 4 6	8	10				17					
	19.00	3 3 5	6	8				18	18.45				
	20.00	3 4 6	7	10				19	20.00				
OBS:													
LEGENDAS: TORQUE: 30 cm FALAS TRACO CAVADEIRA - TC TRACO HEUCODAL - TH CIRCULAÇÃO DE ÁGUA - CA REVESTIMENTO													
			DATA: 21.01.2013 ESCALA: 1/100		TRABALHO Nº: DESENHISTA: Kátia Pereira		FOLHA: 08 SONDADOR: Francisco		Geólogo Diego Andréghetti Pereira - CREASP 0092472032				

SONDAGEM DE SIMPLES RECONHECIMENTO DO SOLO COM SPT													
NBR 6484/01													
CLIENTE: Fundação para o Desenvolvimento Científico e Tecnológico em Saúde - FIOTEC						SONDAGEM À PERCUSSÃO							
OBRA:						INÍCIO: 13.01.2013 TÉRMINO: 13.01.2013							
LOCAL: Distrito Industrial Norte de Santa Cruz - RJ						COTA: 2,18 COORD.: 7.469.778,109 N / 631.591.432 E							
GRÁFICO SPT	PROFUNDIDADE	ENSAYO DE PENETRAÇÃO (GOLPES/CM)	RESISTÊNCIA À PENETRAÇÃO SPT		TORQUE kgf.m		INTERPRETAÇÃO GEOLOGICA	PERFIL GEOLOGICO	PROFUNDIDADE DA CAMADA (m)	AMOSTRADOR: Ø INTERNO = 34,9 mm PESO: 65 Kg Ø EXTERNO = 90,6 mm ALTURA DE QUEDA: 75 cm REVESTIMENTO: 2,00 m	NÍVEL D'ÁGUA	AVANÇO	
			IN.	FIN.	MÁX.	RES.							
	21.00	3 15 15 15	4 15 15 15	6 15 15 15	7	10							
	22.00	4 15 15 15	7 15 15 15	10 15 15 15	11	17							
	23.00	6 15 15 15	10 15 15 15	16 15 15 15	16	26							
	24.00	10 15 15 15	12 15 15 15	17 15 15 15	22	29							
	25.00	14 15 15 15	17 15 15 15	19 15 15 15	31	36							
	26.00	15 15 15 15	18 15 15 15	22 15 15 15	33	40							
	27.00	17 15 15 15	21 15 15 15	23 15 15 15	38	46							
	28.00	19 15 15 15	23 15 15 15	24 15 15 15	42	51							
	29.00												
	30.00												
ARGILA ARENOSA, NÃO PLÁSTICA, MÉDIA A DURA, COR CINZA ESCURO													
IMPENETRÁVEL AO TRÉPANO DE LAVAGEM NOTA: Furo paralisado conforme descrito no item 8.4.3.3 da norma NBR 6484/2001 - Solo - Sondagem de Simples Reconhecimento com SPT. Resultados do ensaio de lavagem: 1"10 min = 2,60 cm 2"10 min = 1,00 cm 3"10 min = 1,00 cm													
OBS.:													
LEGENDAS: TORQUE: 30 cm FANUS • TRADO CAVADERA - TC • TRADO HELICOIDAL - TH • CIRCULAÇÃO DE ÁGUA - CA • REVESTIMENTO													
			DATA: 21.01.2013 ESCALA: 1/100		TRABALHO Nº: DESINHISTA: Kalma Pereira		FOLHA: 08 SONDADOR: Francisco		Gedige Diego Aníbalotti Pereira - CREA/RJ 506247/2002				

SONDAGEM DE SIMPLES RECONHECIMENTO DO SOLO COM SPT												
NBR 6484/01												
CLIENTE: Fundação para o Desenvolvimento Científico e Tecnológico em Saúde - FIOTEC						SONDAGEM À PERCUSSÃO			SP 09			
OBRA:						INÍCIO: 13.01.2013			TÉRMINO: 13.01.2013			
LOCAL: Distrito Industrial Norte de Santa Cruz - RJ						COTA: 2,33			COORD.: 7.469.741,227 N / 631.673,368 E			
GRÁFICO SPT	PROFUNDIDADE	ENSAYO DE PENETRAÇÃO (SOLTESPENET.)	RESISTÊNCIA À PENETRAÇÃO SPT		TORQUE kgf.m		INTERPRETAÇÃO GEOLOGICA	PERFIL GEOLÓGICO	PROFUNDIDADE DA CAMADA (m)	AMOSTRADOR: Ø INTERNO = 34,9 mm PESO: 65 Kg Ø EXTERNO = 50,8 mm ALTURA DE QUEDA: 75 cm REVESTIMENTO: 2,00 m	NÍVEL D'ÁGUA	AVANÇO
			IN.	FIN.	MÁX.	RES.						
	1,00	1 1 2 15 15 15	2	3				00				10
	2,00	1 2 3 15 15 15	3	5				01				2,00
	3,00	2 3 3 15 15 15	5	6				02				
	4,00	2 4 6 15 15 15	6	10				03				
	5,00	3 5 7 15 15 15	8	12				04				
	6,00	1 1 1 15 15 15	2	2				05	5,45			
	7,00	1 1 1 15 15 15	2	2				06				
	8,00	1 1 1 15 15 15	2	2				07				
	9,00	1 1 2 15 15 15	2	3				08				
	10,00	1 2 3 15 15 15	3	5				09				
	11,00	2 2 4 15 15 15	4	6				10				
	12,00	2 3 5 15 15 15	5	8				11				
	13,00	2 3 4 15 15 15	5	7				12	12,45			
	14,00	2 4 6 15 15 15	6	10				13				
	15,00	3 3 5 15 15 15	6	8				14				
	16,00	3 4 7 15 15 15	7	11				15				
	17,00	4 4 6 15 15 15	8	10				16				
	18,00	4 6 8 15 15 15	10	14				17				
	19,00	3 3 7 15 15 15	6	10				18	18,45			
20,00	3 5 7 15 15 15	8	12				19	20,00			20,00	
DESCRIÇÃO DO MATERIAL 00-05: AREIA FINA, FRIÁVEL, FOFA A MEDIANAMENTE COMPACTA, COR MARROM CLARO 06-12: ARGILA, POUCO PLÁSTICA, MUITO MOLE A MÉDIA, COR CINZA ESCURO 13-18: AREIA, FRIÁVEL, POUCO COMPACTA A MEDIANAMENTE COMPACTA, COR CINZA 19: AREIA ARGILOSA, NÃO PLÁSTICA, MEDIANAMENTE COMPACTA A MUITO COMPACTA, COR CINZA												
LEGENDAS: TORQUE: 30 cm RMUS TRADO CAVADERA - TC TRADO HELICOIDAL - TH CIRCULAÇÃO DE ÁGUA - CA REVESTIMENTO												
		DATA: 21.01.2013	TRABALHO Nº:	FOURA: 09								
		ESCALA: 1/100	DESENHISTA: Ketma Pereira	SONDADOR: Francisco	Geólogo: Diogo André Gomes Pereira - CREA SP 506247/2032							

SONDAGEM DE SIMPLES RECONHECIMENTO DO SOLO COM SPT NBR 6484/01												
CLIENTE: Fundação para o Desenvolvimento Científico e Tecnológico em Saúde - FICTEC						SONDAGEM À PERCUSSÃO			SP 09			
CORA: LOCAL: Distrito Industrial Norte de Santa Cruz - RJ						INÍCIO: 13.01.2013			TÉRMINO: 13.01.2013			
						COTA: 2,33			COORD: 7.469.741,227 N / 631.673,368 E			
GRÁFICO SPT	PROFUNDIDADE	ENSAYO DE PENETRAÇÃO (SOLAPAMENTO)	RESISTÊNCIA À PENETRAÇÃO SPT		TORQUE kgf.m		INTERPRETAÇÃO GEOLOGICA	PERFIL GEOLOGICO	PROFUNDIDADE DA CAMADA (m)	AMOSTRADOR: Ø INTERNO = 34,9 mm PESO: 65 Kg Ø EXTERNO = 50,8 mm ALTURA DE QUEDA: 75 cm REVESTIMENTO: 2,00 m	NÍVEL D'ÁGUA	AVANÇO
			IN.	FIN.	MAX.	RES.						
	21,00	3 15	5 15	7 15	8	12			20	ARSIA ARGILOSA, NÃO PLÁSTICA, MEDIANAMENTE COMPACTA A MUITO COMPACTA, COR CINZA.		
	22,00	4 15	6 15	9 15	10	16			21			
	23,00	5 15	7 15	10 15	12	17			22			
	24,00	8 15	10 15	14 15	18	24			23			
	25,00	10 15	14 15	18 15	24	32			24			
	26,00	12 15	16 15	21 15	28	37			25			
	27,00	14 15	17 15	23 15	31	40			26			
	28,00	16 15	19 15	26 15	35	45			27			
	29,00								27,85			
	30,00											
IMPENETRÁVEL AO TRÉPANO DE LAVAGEM NOTA: Furo perfurado conforme descrito no item 8.4.3.3 da norma NBR 6484/2001 - Solo - Sondagem de Simples Reconhecimento com SPT. Resultados do ensaio de lavagem: 1"10 min = 2,00 cm 2"10 min = 1,00 cm 3"10 min = 1,00 cm												
OBS.:												
LEGENDAS: TORQUE: 30 cm RWIS TRADO CAVADERA - TC TRADO HELICOIDAL - TH CIRCULAÇÃO DE ÁGUA - CA REVESTIMENTO												
		DATA: 21.01.2013		TRABALHO Nº:		FOLHA: 09		Gedilgo Diego Andreighetti Pereira - CREASP 5092472032				
		ESCALA: 1/100		DESENHISTA: Kalma Pereira		SONDADOR: Francisco						

SONDAGEM DE SIMPLES RECONHECIMENTO DO SOLO COM SPT												
NBR 6484/01												
CLIENTE: Fundação para o Desenvolvimento Científico e Tecnológico em Saúde - FIOTEC						SONDAGEM À PERCUSSÃO			SP 10			
OBRA:						INÍCIO: 12.01.2013			TÉRMINO: 12.01.2013			
LOCAL: Distrito Industrial Norte de Santa Cruz - RJ						COTA: 2,46			COORD: 7.469.703,962 N / 631.755,304 E			
GRÁFICO SPT	PROFUNDIDADE	ENSAYO DE PENETRAÇÃO (POUS/PEMET.)	RESISTÊNCIA À PENETRAÇÃO SPT		TORQUE kgf.m		INTERPRETAÇÃO GEOLÓGICA	PERFIL GEOLÓGICO	PROFUNDIDADE DA CAMADA (m)	AMOSTRADORE: Ø INTERNO = 34,9 mm PESO: 65 Kg Ø EXTERNO = 90,8 mm ALTURA DE QUEDA: 75 cm REVESTIMENTO: 2,00 m	NÍVEL D'ÁGUA	AVANÇO
			IN.	FIN.	MÁX.	MÍN.						
	1.00	1 2 2	3	4				00		AREIA FINA, FRÁVEL, FOFA A POUCO COMPACTA, COR MARROM CLARO	1.18	TC
	2.00	1 2 4	3	6				01				
	3.00	2 3 3	5	6				02				
	4.00	2 3 5	5	8				03				
	5.00	1 1 -	2	1				04	4.45	ARGILA, POUCO PLÁSTICA, MUITO MOLE A RIJA, COR CINZA ESCURO		
	6.00	1 1 -	2	1				05				
	7.00	1 1 1	2	2				06				
	8.00	1 2 3	3	5				07				
	9.00	1 2 4	3	6				08				
	10.00	2 3 6	5	9				09				
	11.00	2 4 6	6	10				10				
	12.00	3 5 7	8	12				11				
	13.00	2 2 2	4	4				12	12.45	AREIA, FRÁVEL, FOFA A MEDIANAMENTE COMPACTA, COR CINZA		
	14.00	2 3 4	5	7				13				
	15.00	3 3 5	6	8				14				
	16.00	3 4 6	7	10				15				
	17.00	3 5 7	8	12				16				
	18.00	4 6 8	10	14				17				
	19.00	4 7 9	11	16				18				
20.00	3 5 5	8	10				19	19.45	AREIA ARGILOSA, FRÁVEL, MEDIANAMENTE COMPACTA A MUITO COMPACTA, COR CINZA			
							20	20.00				
OBS:												
LEGENDAS: TORQUE 30 cm FINIS TRADO CAVALHEIRA - TC TRADO HELICOIDAL - TH CIRCULAÇÃO DE ÁGUA - CA REVESTIMENTO												
			DATA: 21.01.2013		TRABALHO Nº:		FOLHA: 10		Geólogo: Diego André Ghetti Pereira - CREA/RJ 506347/2003			
			ESCALA: 1/100		DESENHISTA: Katina Pereira		SONDADOR: Francisco					

SONDAGEM DE SIMPLES RECONHECIMENTO DO SOLO COM SPT												
NBR 6484/01												
CLIENTE: Fundação para o Desenvolvimento Científico e Tecnológico em Saúde - FIOTEC						SONDAGEM À PERCUSSÃO						
OBRA:						INÍCIO: 12.01.2013 TÉRMINO: 12.01.2013						
LOCAL: Distrito Industrial Norte de Santa Cruz - RJ						COTA: 2,46 COORD.: 7.469.703,962 N / 631.755,304 E						
GRÁFICO SPT	PROFUNDIDADE	ENSAYO DE PENETRAÇÃO (GOLPES/CM)	RESISTÊNCIA À PENETRAÇÃO SPT		TORQUE kgf.m		INTERPRETAÇÃO GEOLOGICA	PERFIL GEOLOGICO	PROFUNDIDADE DA CAMADA (m)	AMOSTRADOR: Ø INTERNO = 34,9 mm PESO: 65 Kg Ø EXTERNO = 90,6 mm ALTURA DE QUEDA: 75 cm REVESTIMENTO: 2,00 m	NÍVEL D'ÁGUA	AVANÇO
			IN.	FIN.	MÁX.	RES.						
		3 15	5 15	5 15	8	10			20	ÁREA ARGILOSA, FRÁVEL, MEDIANAMENTE COMPACTA A MUITO COMPACTA, COR CINZA		
		4 15	6 15	8 15	10	14			21			
		6 15	8 15	10 15	14	18			22			
		10 15	13 15	18 15	23	31			23			
		13 15	16 15	19 15	29	35			24			
		15 15	18 15	23 15	33	41			25			
		17 15	21 15	25 15	38	46			26			
		19 15	24 15	29 15	43	53			27			
									27,64			
IMPENETRÁVEL AO TRÉPANO DE LAVAGEM NOTA: Furo paralisado conforme descrito no item 6.4.3.3 da norma NBR 6484/2001 - Solo - Sondagem de Simples Reconhecimento com SPT. Resultados do ensaio de lavagem: 1"10 min = 2,60 cm 2"10 min = 2,00 cm 3"10 min = 1,00 cm												

OBS.:

LEGENDAS:
TORQUE: — 30 cm FANIS — TRADO CAVADEIRA - TC — TRADO HELICOIDAL - TH — CIRCULAÇÃO DE ÁGUA - CA — REVESTIMENTO

	DATA: 21.01.2013	TRABALHO Nº:	FOLHA: 10
	ESCALA: 1/100	DESENHISTA: Kátia Pereira	SONDADOR: Francisco

Geólogo Diego Antônio Pereira - CREA/RJ 506247/2002

SONDAGEM DE SIMPLES RECONHECIMENTO DO SOLO COM SPT											
NBR 6484:01											
CLIENTE: Fundação para o Desenvolvimento Científico e Tecnológico em Saúde - FIDTEC						SONDAGEM À PERCUSSÃO			SP 28		
OBRA:						INÍCIO: 12.12.2012			TÉRMINO: 13.12.2012		
LOCAL: Distrito Industrial Norte de Santa Cruz - RJ						COTA: 1,91			COORD.: 7.469.921,590 N / 630.865,610 E		
GRÁFICO SPT	PROFUNDIDADE	ENSAIO DE PENETRAÇÃO (SOLTEIROS)	RESISTÊNCIA À PENETRAÇÃO SPT		TORQUE kgf.m	INTERPRETAÇÃO GEOLOGICA	PERFIL GEOLOGICO	PROFUNDIDADE DA CAMADA (m)	AMOSTRADOR: Ø INTERNO = 34,9 mm Ø EXTERNO = 50,8 mm REVESTIMENTO: 2,00 m PESO: 65 Kg ALTURA DE QUEDA: 75 cm	NÍVEL D'ÁGUA	AVANÇO
			IN	FIN							
	0,00	-	-	-	-		00				
	1,00	1	1	2	2	3					
	2,00	1	1	2	2	3					
	3,00	1	2	3	3	5					
	4,00	1	-	-	1	-					
	5,00	1	-	-	1	-					
	6,00	1	-	-	1	-					
	7,00	1	-	-	1	-					
	8,00	1	-	-	1	-					
	9,00	1	2	3	3	5					
	10,00	2	2	3	4	5					
	11,00	2	3	3	5	6					
	12,00	3	4	4	7	8					
	13,00	4	6	7	10	13					
	14,00	4	6	7	10	13					
	15,00	5	7	8	12	15					
	16,00	4	4	6	8	10					
	17,00	4	4	5	8	9					
	18,00	4	6	6	10	12					
	19,00	4	6	7	10	13					
20,00	3	4	5	7	9						
OBS:											
LEGENDAS: TORQUE 30 cm FINIS TRADO CAVADEIRA - TC TRADO HELICODAL - TH CIRCULAÇÃO DE ÁGUA - CA REVESTIMENTO											
		DATA: 21.01.2013		TRABALHO Nº:		FOLHA: 28		Geólogo Diogo Andréghetti Pereira - CREASP 506247/2032			
		ESCALA: 1/100		DESENHISTA: Ketma Pereira		SONDADOR: Raydon					

SONDAGEM DE SIMPLES RECONHECIMENTO DO SOLO COM SPT												
NBR 6484/01												
CLIENTE: Fundação para o Desenvolvimento Científico e Tecnológico em Saúde - FIDTEC						SONDAGEM À PERCUSSÃO			SP 28			
OBRA:						INÍCIO: 12.12.2012			TÉRMINO: 13.12.2012			
LOCAL: Distrito Industrial Norte de Santa Cruz - RJ						COTA: 1,91			COORD.: 7.469.921,590 N / 630.865,610 E			
GRÁFICO SPT	PROFUNDIDADE	ENSAYO DE PENETRAÇÃO (SOLTEIROS)	RESISTÊNCIA À PENETRAÇÃO SPT		TORQUE kgf.m	INTERPRETAÇÃO GEOLOGICA	PERFIL GEOLOGICO	PROFUNDIDADE DA CAMADA (m)	AMOSTRADOR:	NÍVEL D'ÁGUA	AVANÇO	
			IN	FIN								MÁX
	0	3	4	5	7	9						
	10	10	10	10								
	20	4	4	6	8	10						
	30	4	4	5	8	9						
	40	3	4	4	7	8						
	50	4	5	6	9	11						
	60	5	6	8	11	14						
	70	9	11	14	20	25						
	80	8	11	13	19	24						
	90	8	10	14	18	24						
100	7	9	13	16	22							
110	8	10	15	18	25							
120	8	11	16	19	27							
130	9	12	17	21	29							
140												
150												
160												
170												
180												
190												
200												
210												
220												
230												
240												
250												
260												
270												
280												
290												
300												
310												
320												
330												
340												
350												
360												
370												
380												
390												
400												
OBS:												
LEGENDAS: TORQUE: 30 cm FINIS TRADO CAVADEIRA - TC TRADO HELICOIDAL - TH CIRCULAÇÃO DE ÁGUA - CA REVESTIMENTO												
		DATA:	TRABALHO Nº:	FOLHA:	28							
		21.01.2013										
ESCALA:		DESENHISTA:	SONDADOR:	Geólogo Diego Andréghetti Pereira - CREASP 5062473332								
1/100		Kelma Pereira	Raydon									

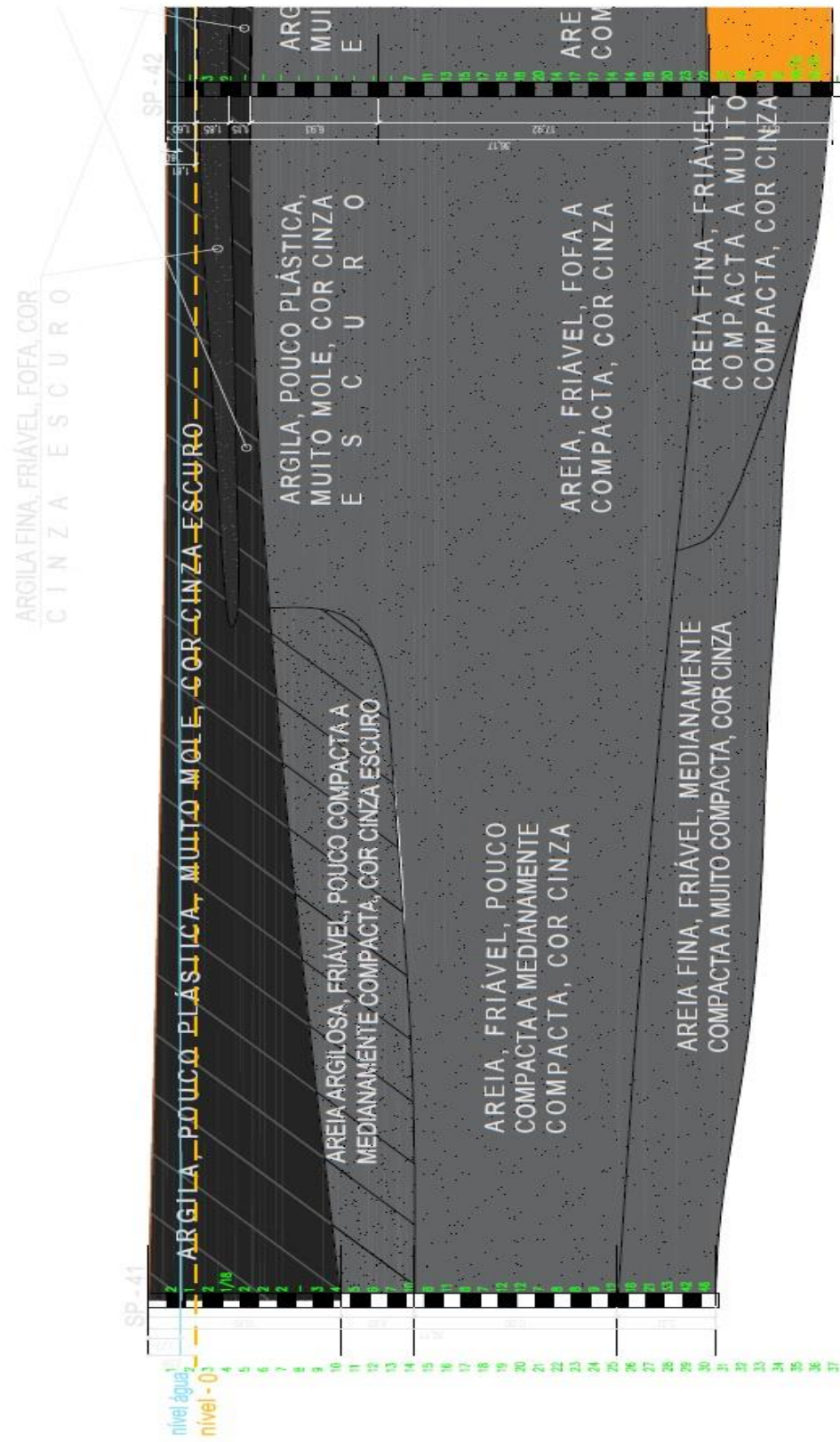
SONDAGEM DE SIMPLES RECONHECIMENTO DO SOLO COM SPT													
NBR 6484/01													
CLIENTE: Fundação para o Desenvolvimento Científico e Tecnológico em Saúde - FIOTEC										SONDAGEM À PERCUSSÃO		SP 31	
OBRA:										INÍCIO: 15.12.2012		TÉRMINO: 15.12.2012	
LOCAL: Distrito Industrial Norte de Santa Cruz - RJ										COTA: 1,14		COORD.: 7.469.809,873 N / 621.111,418 E	
GRÁFICO SPT		PROFUNDIDADE	ENSAYO DE PENETRAÇÃO (SOLUSPENET.)	RESISTÊNCIA À PENETRAÇÃO SPT		TORQUE kgf.m		INTERPRETAÇÃO GEOLOGICA	PERFIL GEOLÓGICO	PROFUNDIDADE DA CAMADA (m)	AMOSTRADOR: Ø INTERNO = 34,9 mm PESO: 65 Kg Ø EXTERNO = 50,8 mm ALTURA DE QUEDA: 75 cm REVESTIMENTO: 2,00 m	NÍVEL D'ÁGUA	AVANÇO
10	20			30	40	IN.	FIN.						
		1,00	1/60	-	1/60	-			00			0,00	
		2,00	1/71	-	1/71	-			01				TC
		3,00	1/58	-	1/58	-			02				2,00
		4,00	1/81	-	1/81	-			03				
		5,00	1/73	-	1/73	-			04				
		6,00	1/90	-	1/90	-			05				
		7,00	1/49	-	1/49	-			06				
		8,00	1/51	-	1/51	-			07				
		9,00	1/63	-	1/63	-			08				
		10,00	1/90	-	1/90	-			09				
		11,00	2/10	3/10	4/10	5	7		10	10,96			
		12,00	3/10	4/10	6/10	7	10		11				CA
		13,00	4/10	5/10	5/10	9	10		12				
		14,00	5/10	6/10	6/10	11	12		13				
		15,00	6/10	6/10	8/10	12	14		14				
		16,00	5/10	6/10	7/10	11	13		15	15,45			
		17,00	6/10	6/10	7/10	12	13		16				
		18,00	4/10	5/10	5/10	9	10		17				
		19,00	5/10	6/10	7/10	11	13		18				
		20,00	4/10	6/10	8/10	10	14		19	19,45			
		20,00	10/10	10/10	10/10	10	14		20	20,00			20,00
OBS.: AREIA, FRÁVEL, MEDIANAMENTE COMPACTA, COR MARROM CLARO													
LEGENDAS: TORQUE — 30 cm RMUS — TRADO CAVADERA - TC — TRADO HELICOIDAL - TH — CIRCULAÇÃO DE ÁGUA - CA — REVESTIMENTO													
		DATA:	TRABALHO Nº:	FOURA:	31								
		21.01.2013											
ESCALA:		DESENHISTA:	SONDADOR:	Geólogo Diego Andréghetti Parais - CREA/RJ 506247/2032									
1/100		Kelma Pereira	Raydon										

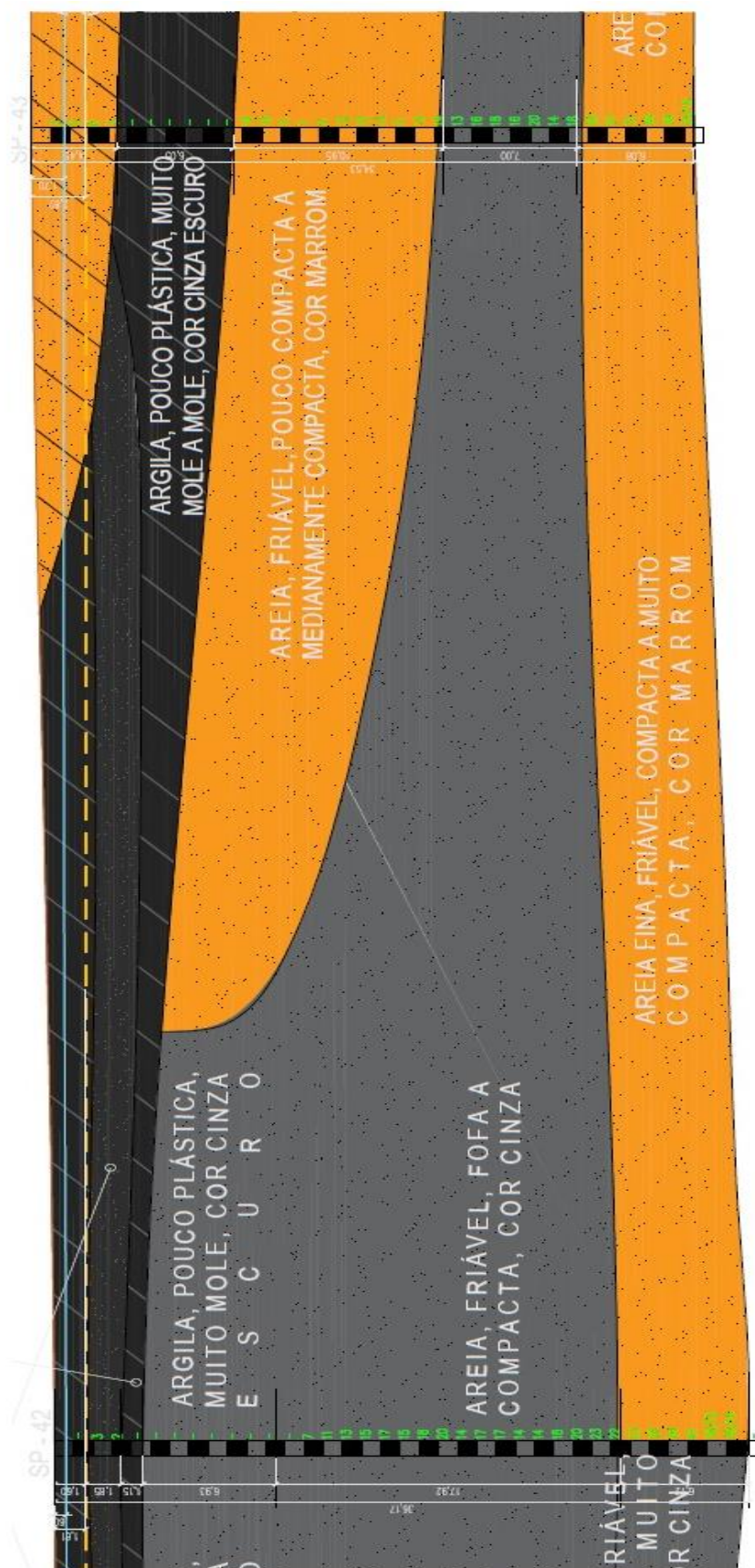
SONDAGEM DE SIMPLES RECONHECIMENTO DO SOLO COM SPT												
NBR 648/401												
CLIENTE: Fundação para o Desenvolvimento Científico e Tecnológico em Saúde - FIDTEC						SONDAGEM À PERCUSSÃO			SP 31			
OBRA:						INÍCIO: 15.12.2012			TÉRMINO: 15.12.2012			
LOCAL: Distrito Industrial Norte de Santa Cruz - RJ						COTA: 1,14			COORD.: 7 465 806,873 N / 631.111,418 E			
GRÁFICO SPT	PROFUNDIDADE	ENSAIO DE PENETRAÇÃO (SOLTEIROS)	RESISTÊNCIA À PENETRAÇÃO SPT		TORQUE kgf.m		INTERPRETAÇÃO GEOLOGICA	PERFIL GEOLOGICO	PROFUNDIDADE DA CAMADA (m)	AMOSTRADOR: Ø INTERNO = 34,9 mm PESO = 65 Kg Ø EXTERNO = 50,8 mm ALTURA DE QUEDA = 75 cm REVESTIMENTO = 2,00 m	NÍVEL D'ÁGUA	AVANÇO
			NI	FIN	MÁX.	RES.						
	0,00	6 10	6 10	10	14			20		AREIA, FRIÁVEL, MEDIANAMENTE COMPACTA, COR MARROM CLARO		
	1,00	6 10	6 10	11	13			21	21,45			
	2,00	6 10	7 10	13	15			22	22,45	ARGILA, POUCO PLÁSTICA, RIJA, COR MARROM CLARO		
	3,00	6 10	6 10	11	14			23		AREIA FINA, FRIÁVEL, MEDIANAMENTE COMPACTA A MUITO COMPACTA, COR MARROM CLARO		
	4,00	10 10	15 10	25	34			24				
	5,00	16 10	28 10	44	28 10			25				
	6,00	17 10	31 10	48	31 10			26				
	7,00	18 10	36 10	54	36 10			27				
	8,00	36 10	-	34 10	-			28	27			
	9,00									IMPENETRÁVEL AO TRÊSPASSO DE LAVAGEM		
10,00									NOTA: Furo perfurado conforme descrito no item 6.4.3.3 da norma NBR 6484/2001 - Solo - Sondagem de Simples Reconhecimento com SPT.			
11,00									Resultados do ensaio de lavagem: 1" 10 min = 1,00 cm 2" 10 min = 1,00 cm 3" 10 min = 0,00 cm			
12,00												
13,00												
14,00												
15,00												
16,00												
17,00												
18,00												
19,00												
20,00												
21,00												
22,00												
23,00												
24,00												
25,00												
26,00												
27,00												
28,00												
29,00												
30,00												
31,00												
32,00												
33,00												
34,00												
35,00												
36,00												
37,00												
38,00												
39,00												
40,00												
OBS:												
LEGENDAS: TORQUE: 30 cm FAMES TRADO CAVADEIRA - TC TRADO HELICODAL - TH CIRCULAÇÃO DE ÁGUA - CA REVESTIMENTO												
			DATA:		TRABALHO Nº:		FOLHA:		31			
			21.01.2013									
ESCALA: 1/100			DESENHISTA:		SONDADOR:		Geólogo Diego Araújo Peres - CREASP 5062472032					
			Kátia Pereira		Raydon							

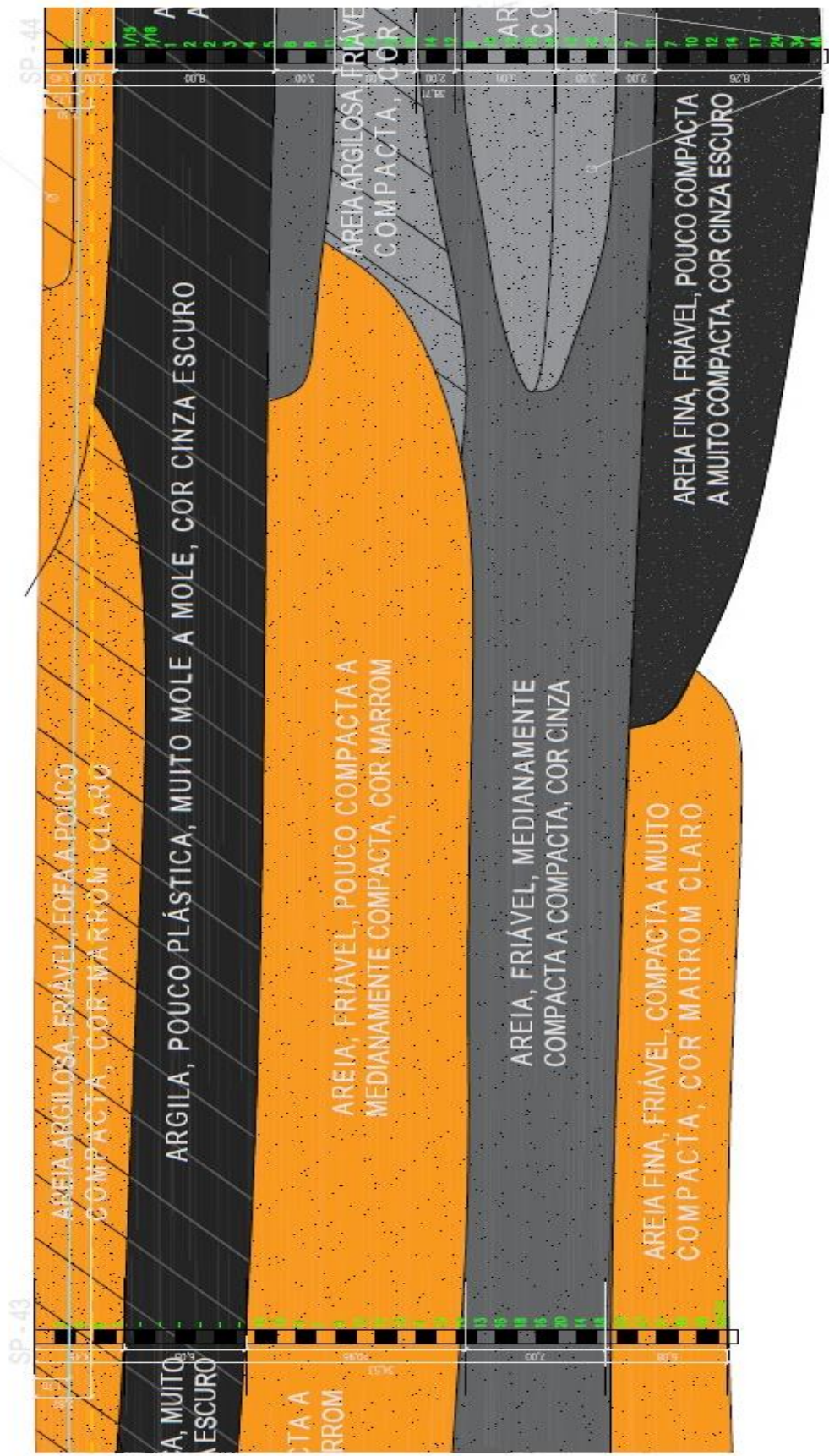
SONDAGEM DE SIMPLES RECONHECIMENTO DO SOLO COM SPT													
NBR 6484/01													
CLIENTE: Fundação para o Desenvolvimento Científico e Tecnológico em Saúde - FIOCRUC										SONDAGEM À PERCUSSÃO		SP 33	
OBRA: Distrito Industrial Norte de Santa Cruz - RJ										INÍCIO: 21.12.2012		TÉRMINO: 21.12.2012	
										COTA: 1,97		COORD.: 7.469.735.402 N / 631.275.290 E	
GRÁFICO SPT	PROFUNDIDADE	ENSAYO DE PENETRAÇÃO (GOLPES/CM)	RESISTÊNCIA À PENETRAÇÃO SPT		TORQUE kgf.m		INTERPRETAÇÃO GEOLOGICA	PERFIL GEOLOGICO	PROFUNDIDADE DA CAMADA (m)	AMOSTRADOR: Ø INTERNO = 34,9 mm PESO: 65 Kg Ø EXTERNO = 50,8 mm ALTURA DE QUEDA: 75 cm REVESTIMENTO: 2,00 m	NÍVEL D'ÁGUA	AVANÇO	
			INI.	FIN.	MÁX.	MÉD.							
	0,00	-	-	-	-	-		00					
	1,00	1	2	2	3	4		01		ARGILA, ARENOSA, NÃO PLÁSTICA, MOLE, COR MARROM CLARO	1,70	TC	
	2,00	1	1	2	2	3		02	2,45				
	3,00	1	2	3	3	5		03					
	4,00	2	2	4	4	6		04		AREIA, FRÁVEL, POUCO COMPACTA, COR MARROM CLARO			
	5,00	2	3	5	5	8		05	5,45				
	6,00	1	1	-	2	1		06					
	7,00	1	1	1	2	2		07					
	8,00	1	1	-	2	1		08					
	9,00	1	1	1	2	2		09					
	10,00	1	1	2	2	3		10					
	11,00	1	2	2	3	4		11					
	12,00	1	2	4	3	6		12	12,45				
	13,00	1	2	3	3	5		13					
	14,00	1	2	4	3	6		14					
	15,00	2	2	4	4	6		15					
	16,00	2	4	4	6	8		16					
	17,00	3	3	5	6	8		17					
	18,00	3	4	6	7	10		18					
	19,00	3	5	7	8	12		19					
20,00	2	4	8	6	9		20	20,00					
OBS: -													
LEGENDAS: TORQUE 30 cm RABO TRADO CAVERNA - TC TRADO HELICOIDAL - TH CIRCULAÇÃO DE ÁGUA - CA REVESTIMENTO													
		DATA: 21.01.2013		TRABALHO Nº:		FOLHA: 33		Geólogo Dágo Andréghetti Pereira - CREASP 505247/2032					
		ESCALA: 1/100		DESENHISTA: Kalma Pereira		SONDADOR: Francisco							

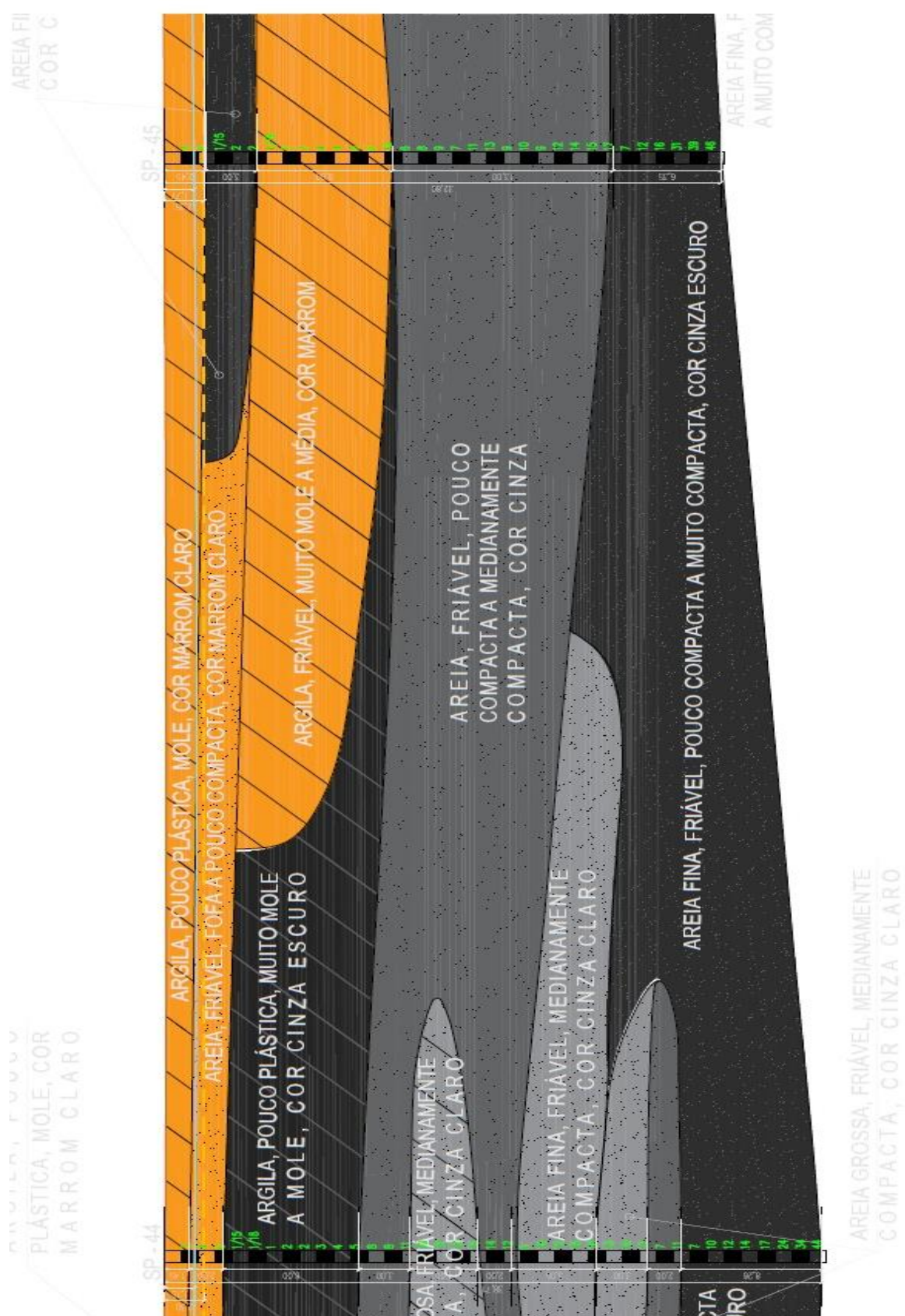
SONDAGEM DE SIMPLES RECONHECIMENTO DO SOLO COM SPT													
NBR 6484/01													
CLIENTE: Fundação para o Desenvolvimento Científico e Tecnológico em Saúde - FIOCRUC										SONDAGEM À PERCUSSÃO			
OBRA:										SP 41			
LOCAL: Distrito Industrial Norte de Santa Cruz - RJ										COTA: 2,58			
										COORD.: 7.493.905,012 N / 630.600.990 E			
GRÁFICO SPT	PROFUNDIDADE	ENSAYO DE PENETRAÇÃO (SPT)	RESISTÊNCIA À PENETRAÇÃO SPT		TORQUE kgf.m		INTERPRETAÇÃO GEOLÓGICA	PERFIL GEOLÓGICO	PROFUNDIDADE DA CAMADA (m)	AMOSTRADOR: Ø INTERNO = 34,9 mm PESO: 65 Kg Ø EXTERNO = 50,8 mm ALTURA DE QUEDA: 75 cm REVESTIMENTO: 2,00 m	NÍVEL D'ÁGUA	AVANÇO	
			IN.	FIN.	MÁX.	RES.							
10 20 30 40													
	1.00	1 1 1 10 10 10	2 33	2				00					
	2.00	1 1 1 20 10 10	2 33	1				01					
	3.00	1 1 1 10 10 10	2 33	2				02					
	4.00	1 1 1 10 10 10	2 33	1				03					
	5.00	1 1 1 10 10 10	2 33	2				04					
	6.00	1 1 1 10 10 10	2 33	2				05					
	7.00	1 1 1 10 10 10	2 33	2				06					
	8.00	1 1 1 10 10 10	2 33	2				07					
	9.00	1 1 1 10 10 10	2 33	2				08					
	10.00	1 1 1 10 10 10	2 33	2				09					
	11.00	1 1 1 10 10 10	2 33	2				10	10.45				
	12.00	1 1 1 10 10 10	2 33	2				11					
	13.00	1 1 1 10 10 10	2 33	2				12					
	14.00	1 1 1 10 10 10	2 33	2				13					
	15.00	1 1 1 10 10 10	2 33	2				14	14.45				
	16.00	1 1 1 10 10 10	2 33	2				15					
	17.00	1 1 1 10 10 10	2 33	2				16					
	18.00	1 1 1 10 10 10	2 33	2				17					
	19.00	1 1 1 10 10 10	2 33	2				18					
	20.00	1 1 1 10 10 10	2 33	2				19	20.00				
OBS:													
LEGENDAS: TORQUE: 30 cm FINIS TRADO CAVERNA - TC TRADO HELICOIDAL - TH CIRCULAÇÃO DE ÁGUA - CA REVESTIMENTO													
			DATA: 21.01.2013		TRABALHO Nº:		FOLHA: 41						
			ESCALA: 1/100		DESENHISTA: Katia Pereira		SONDADOR: Francisco		Geólogo Diego Andréghetti Pereira - CREA/RJ 506347/2002				

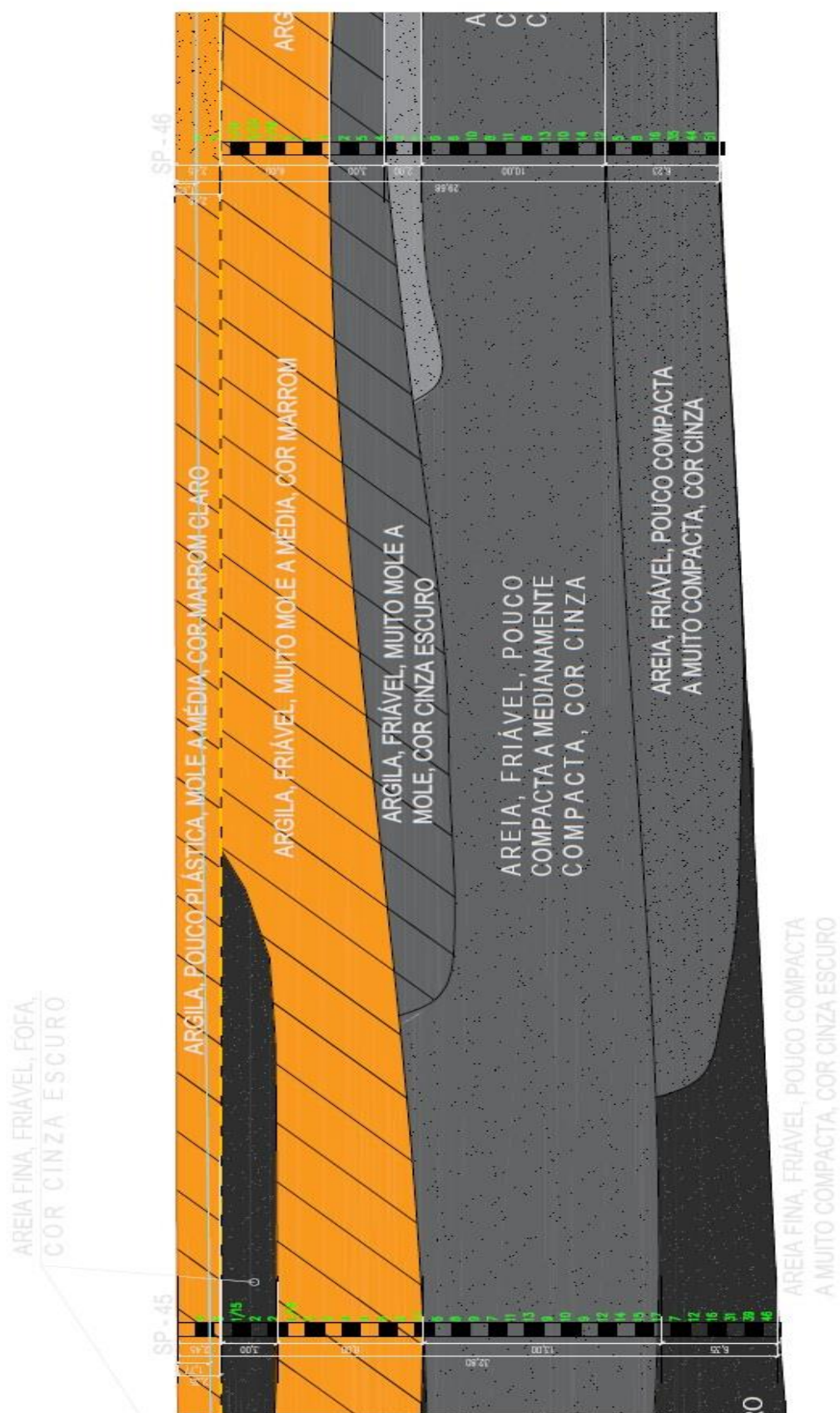
SONDAGEM DE SIMPLES RECONHECIMENTO DO SOLO COM SPT													
NBR 6484/01													
CLIENTE: Fundação para o Desenvolvimento Científico e Tecnológico em Saúde - FIOCRUC										SONDAGEM À PERCUSSÃO			
OBRA:										SP 41			
LOCAL: Distrito Industrial Norte de Santa Cruz - RJ										COTA: 2,58 COORD: 7.499.905,012 N / 690.690,990 E			
GRÁFICO SPT	PROFUNDIDADE	ENSIO DE PENETRAÇÃO (COLPES/PM)	RESISTÊNCIA À PENETRAÇÃO SPT		TORQUE kgf.m		INTERPRETAÇÃO GEOLOGICA	PERFIL GEOLOGICO	PROFUNDIDADE DA CAMADA (m)	AMOSTRADOR: Ø INTERNO = 34,9 mm PESO: 65 Kg Ø EXTERNO = 50,8 mm ALTURA DE QUEDA: 75 cm REVESTIMENTO: 2,00 m	NÍVEL D'ÁGUA	AVANÇO	
			IN.	FN.	MAX.	RES.							
	21.00	3 6 6 15 15 15	9	12					20				
	22.00	2 3 4 15 15 15	5	7					21				
	23.00	2 4 4 15 15 15	6	8					22				
	24.00	2 3 5 15 15 15	5	8					23				
	25.00	3 3 6 15 15 15	6	9					24				
	26.00	3 5 7 15 15 15	8	12					25				
	27.00	4 8 10 15 15 15	12	18					26				
	28.00	7 9 12 15 15 15	16	21					27				
	29.00	10 15 18 15 15 15	25	33					28				
	30.00	14 19 23 15 15 15	33	42					29				
	30.77	17 21 25 15 15 15	38	46					30.77				
										AREIA, FRIÁVEL, POUCA COMPACTA A MEDIANAMENTE COMPACTA, COR CINZA			
										AREIA FINA, FRIÁVEL, MEDIANAMENTE COMPACTA A MUITO COMPACTA, COR CINZA			
										IMPENETRÁVEL AO TRÉPANO DE LAVAGEM NOTA: Furo paralisado conforme descrito no item 6.4.3.3 da norma NBR 6484/2001 - Solo - Sondagem de Simples Reconhecimento com SPT. Resultados do ensaio de lavagem: 1"10 min = 2,00 cm 2"10 min = 2,00 cm 3"10 min = 1,00 cm			
OBS.:													
LEGENDAS: TORQUE: — 30 cm PMK-5 — TRADO CAVALDEIRA - TC — TRADO HELICOIDAL - TH — CIRCULAÇÃO DE ÁGUA - CA — REVESTIMENTO													
		DATA:	TRABALHO Nº:	FOLHA:	41								
		21.01.2013											
ESCALA:		DESENHISTA:		SONDADOR:	Gedrygo Diego Andrighetti Pereira - CREA/RJ 5062472032								
1/100		Kátia Pereira		Francisco									

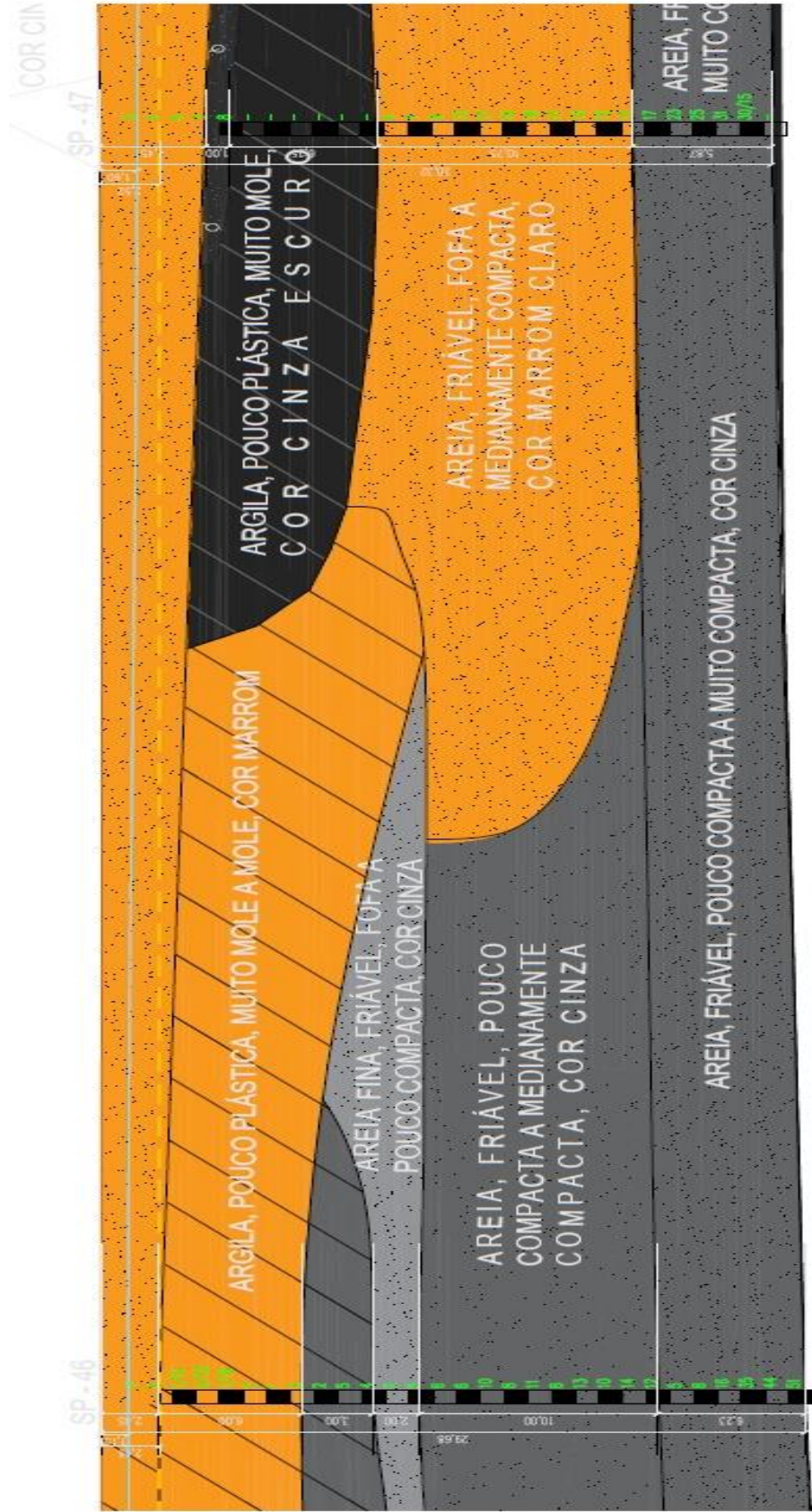




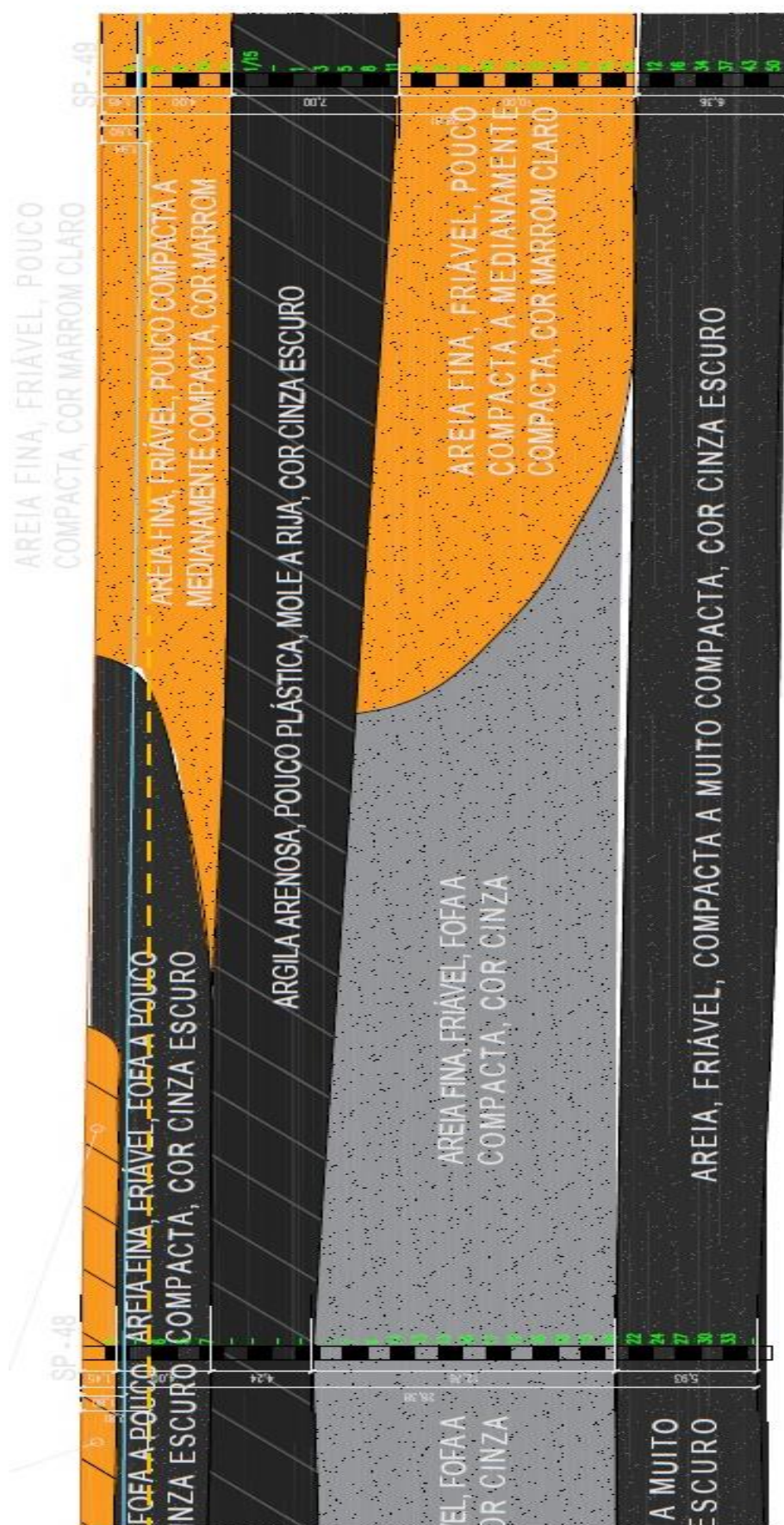








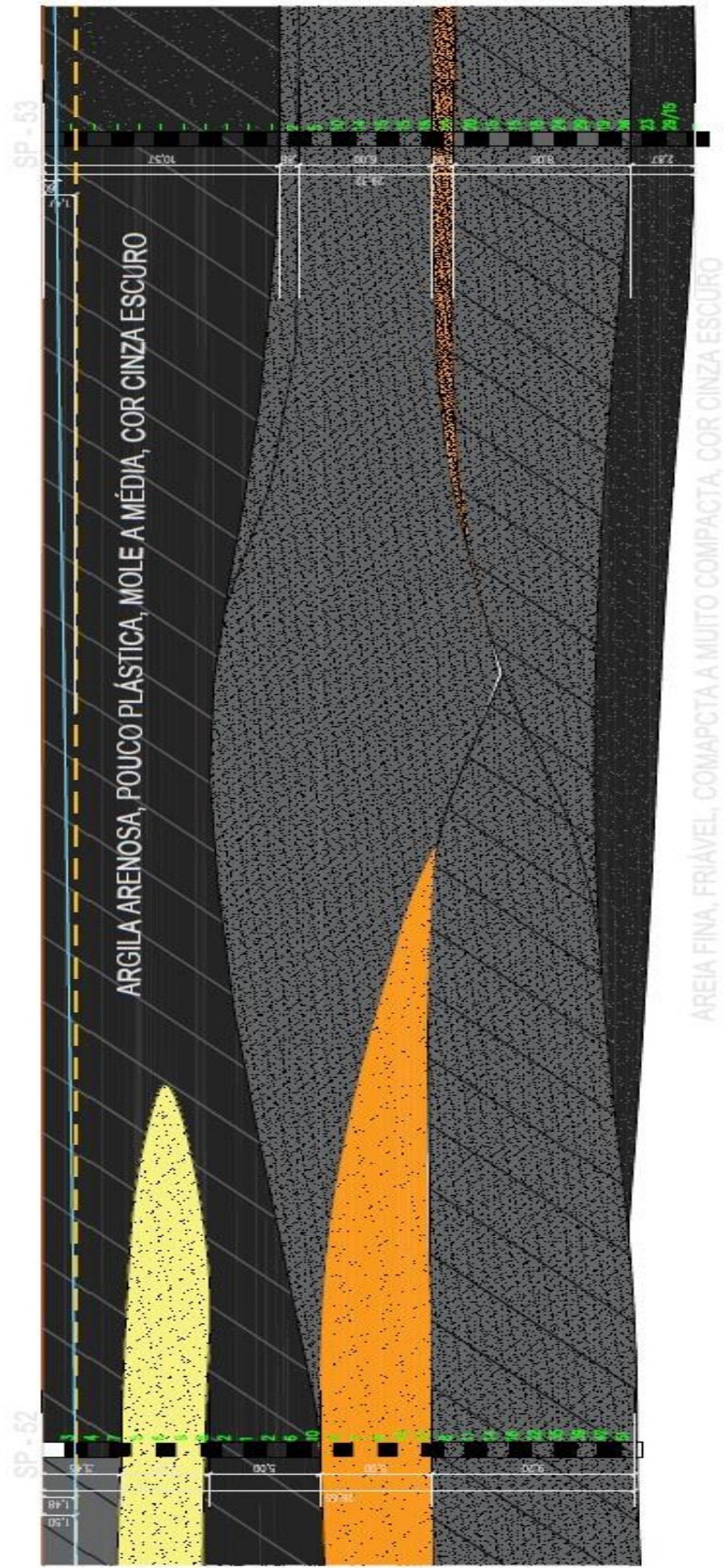














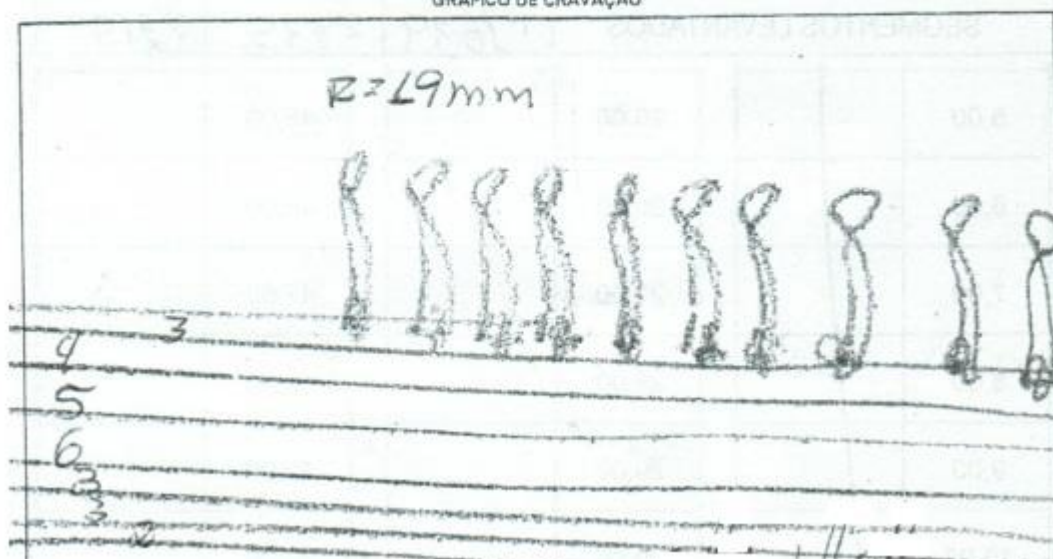
ANEXO B – DADOS DE CRAVAÇÃO E PLANILHAS DE CÁLCULO PELOS MÉTODOS SEMIEMPÍRICOS E FÓRMULAS DINÂMICAS

OBRA:		CLIENTE:	PRÉDIO: 046
ESTRUTURA: BLOCO DE FUNDAÇÕES		CARGA DE TRABALHO MÁXIMA : 40 tf	DATA: 13-09-2016
ESTACA Nº: E-134	PERFIL TIPO: W 250 x 38,5	PROJETO: DE-3-046-C-2U001	PROF. FINAL: 28,60 m
PESO DO MARTELO: 5 tf	ALTURA DA QUEDA: 0,25 m	NEGA / GOLPES REPIQUE:	15 mm para 10 golpes por 6 vezes consecutivas e repique de 20 mm
Cole aqui o repique			

Obra: NCPFI	Equipamento: PM 25-1584	Data: 13/09/16	Nega(mm): 2	Nº Estaca/dia: 4
Local: Dist. Ind. Santa Cruz	Peso do Martelo(ton): 5 ton	Estaca: E-176 929	Repique(mm): 18	Operador: F. Silva
Cont:	Altura de Queda(m): 0,20	Perfil: W 250 x 38	Composição:	
	Cota de Cravação :	Metragem cravada(m): 23,40	17 + 17 + 3	

CLIENTE:							
OBRA:				LOCAL: A-28			
EQPTO/PROJETO:							
				Nº ESTACA: C-28A			
SEÇÃO:		FABRICANTE:					
SEGMENTOS LEVANTADOS	1º	2º	3º	4º	5º	6º	7º

GRÁFICO DE CRAVAÇÃO

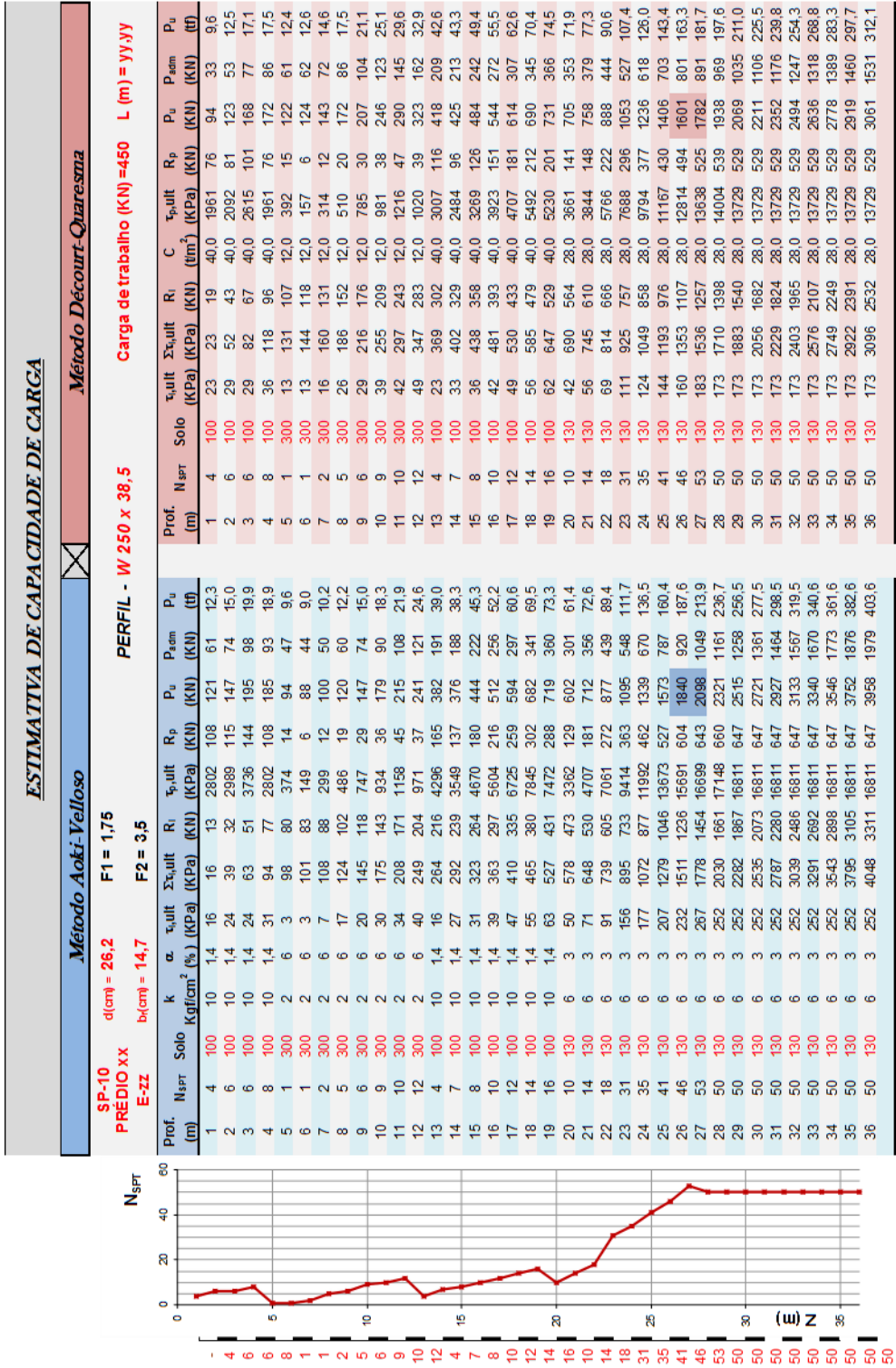


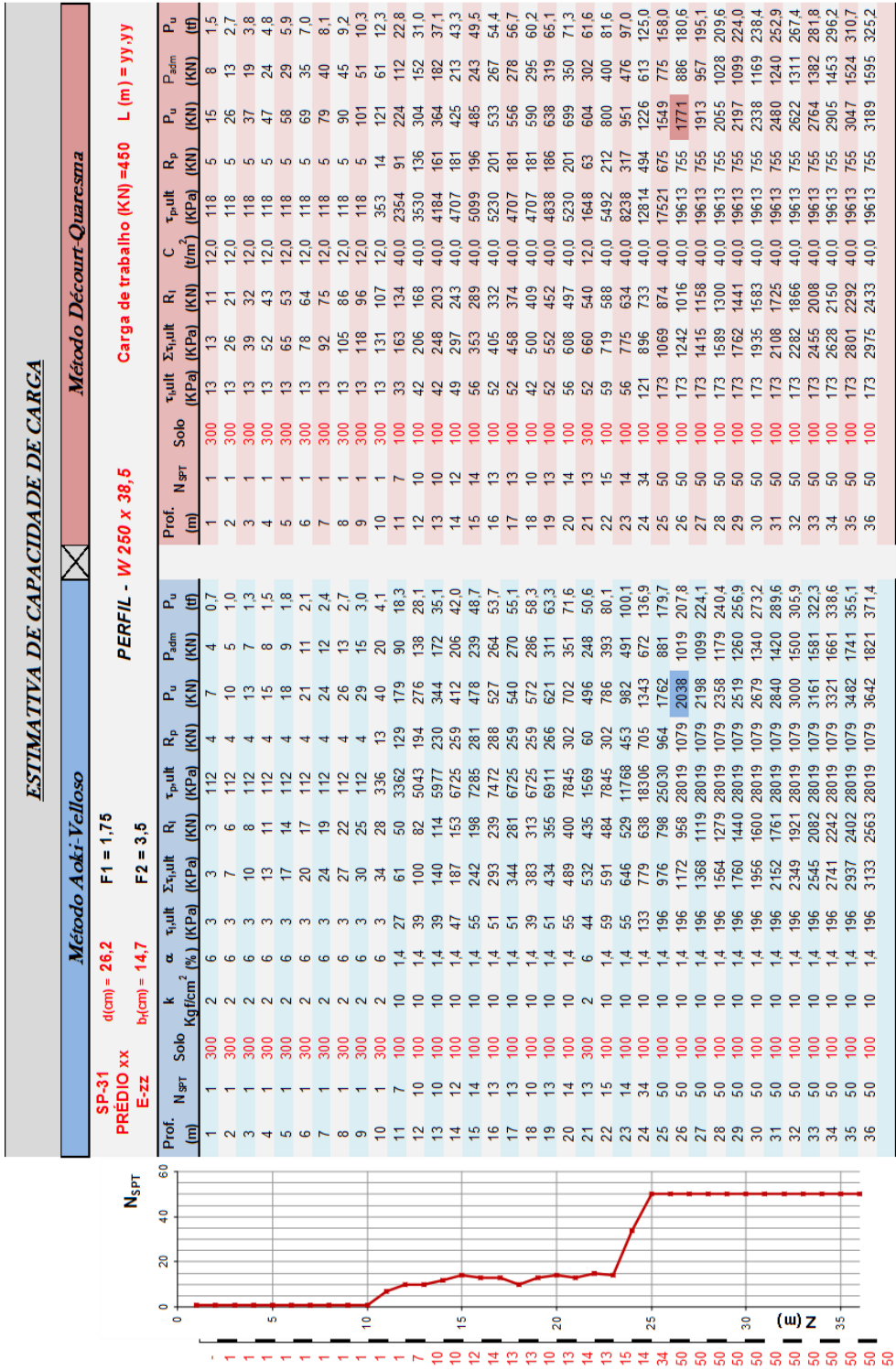
RELATÓRIO DE CRAVAÇÃO DE ESTACAS

CLIENTE:							
OBRA:				LOCAL: S.D.D. - 25			
EQPTO/PROJETO:				Nº ESTACA: C-25-B			
SEÇÃO:		FABRICANTE:					
SEGMENTOS LEVANTADOS	1º	2º	3º	4º	5º	6º	7º

GRÁFICO DE CRAVAÇÃO







MÉTODO DINÂMICO - FÓRMULA DOS DINAMARQUESES (1957)								
$R_u = \frac{\frac{e \times W \times h}{s + \frac{1}{2} \sqrt{\frac{2 \times e \times W \times h \times L}{A \times E}}}}{C_s}$								
OU								
$s = \frac{e \times W \times h}{R_b \times C_s} - \frac{1}{2} \sqrt{\frac{2 \times e \times W \times h \times L}{A \times E}}$								
OBRA: SANTA CRUZ - RJ								
SETOR: 46								
ESTACA: E-134								
DADOS DA ESTACA		R _u (kN)	W (kN)	h (m)	P (kN)	s (m)	s (mm / golpe)	s (mm/10Golpes)
Tipo:	Metálica	1750	50	0,25	11,011	0,0016	0,80	8,0
Diâmetro (cm):	30,0	1449	50	0,25	11,011	0,0016	0,80	8,0
Comprimento da Estaca (m):	28,6							
Peso Nominal (kg/m):	38,5							
Peso da Estaca (kN):	11,0							
Área da seção (m²)	0,071							
Módulo de Elasticidade (KPa)	210							
Eficiência do Martelo	0,60							
Fator de correção (AUTOR)	2,0							
Fator de correção (AJUSTADO)	3,55							
* Em vermelho, dados a serem fornecidos								

MÉTODO DINÂMICO - FÓRMULA DOS DINAMARQUESES (1957)								
OBRA: SANTA CRUZ - RJ								
SETOR: 28								
ESTACA: E-176								
DADOS DA ESTACA		R _u (kN)	W (kN)	h (m)	P (kN)	s (m)	s (mm / golpe)	s (mm/10Golpes)
Tipo:	Metálica	2450	50	0,20	8,624	0,0002	0,10	1,0
Diâmetro (cm):	30,0	1273	50	0,20	8,624	0,0002	0,10	1,0
Comprimento da Estaca (m):	22,4							
Peso Nominal (kg/m):	38,5							
Peso da Estaca (kN):	8,6							
Área da seção (m²)	0,071							
Módulo de Elasticidade (KPa)	210							
Eficiência do Martelo	0,55							
Fator de correção (AUTOR)	2,0							
Fator de correção (AJUSTADO)	8,20							

MÉTODO DINÂMICO - FÓRMULA DOS DINAMARQUESES (1957)								
OBRA: SANTA CRUZ - RJ								
SETOR: 33								
ESTACA: E-9								
DADOS DA ESTACA		R _u (kN)	W (kN)	h (m)	P (kN)	s (m)	s (mm / golpe)	s (mm/10Golpes)
Tipo:	Metálica	1465	40	0,25	10,087	0,0018	0,90	9,0
Diâmetro (cm):	30,0	1421	40	0,25	10,087	0,0018	0,90	9,0
Comprimento da Estaca (m):	26,2							
Peso Nominal (kg/m):	38,5							
Peso da Estaca (kN):	10,1							
Área da seção (m²)	0,071							
Módulo de Elasticidade (KPa)	210							
Eficiência do Martelo	0,60							
Fator de correção (AUTOR)	2,0							
Fator de correção (AJUSTADO)	2,20							

MÉTODO DINÂMICO - FÓRMULA DOS DINAMARQUESES (1957)								
OBRA:		SANTA CRUZ - RJ						
SETOR:		29						
ESTACA:		E-25						
DADOS DA ESTACA		R _u (kN)	W (kN)	h (m)	P (kN)	s (m)	s (mm / golpe)	s (mm/10Golpes)
Tipo:	Metálica	1980	40	0,30	9,394	0,0012	0,60	6,0
Diâmetro (cm):	30,0	1249	40	0,30	9,394	0,0012	0,60	6,0
Comprimento da Estaca (m):	24,4							
Peso Nominal (kg/m):	38,5							
Peso da Estaca (kN):	9,4							
Área da seção (m²)	0,071							
Módulo de Elasticidade (KPa)	210							
Eficiência do Martelo	0,60							
Fator de correção (AUTOR)	2,0							
Fator de correção (AJUSTADO)	7,05							

MÉTODO DINÂMICO - FÓRMULA DOS DINAMARQUESES (1957)								
OBRA:		SANTA CRUZ - RJ						
SETOR:		33						
ESTACA:		E-28						
DADOS DA ESTACA		R _u (kN)	W (kN)	h (m)	P (kN)	s (m)	s (mm / golpe)	s (mm/10Golpes)
Tipo:	Metálica	1365	40	0,25	10,934	0,0020	1,00	10,0
Diâmetro (cm):	30,0	1289	40	0,25	10,934	0,0020	1,00	10,0
Comprimento da Estaca (m):	28,4							
Peso Nominal (kg/m):	38,5							
Peso da Estaca (kN):	10,9							
Área da seção (m²)	0,071							
Módulo de Elasticidade (KPa)	210							
Eficiência do Martelo	0,60							
Fator de correção (AUTOR)	2,0							
Fator de correção (AJUSTADO)	2,45							

MÉTODO DINÂMICO - FÓRMULA DOS DINAMARQUESES (1957)								
OBRA:		SANTA CRUZ - RJ						
SETOR:		24						
ESTACA:		E-12						
DADOS DA ESTACA		R _u (kN)	W (kN)	h (m)	P (kN)	s (m)	s (mm / golpe)	s (mm/10Golpes)
Tipo:	Metálica	1830	40	0,30	10,14475	0,0014	0,70	7,0
Diâmetro (cm):	30,0	1214	40	0,30	10,14475	0,0014	0,70	7,0
Comprimento da Estaca (m):	26,35							
Peso Nominal (kg/m):	38,5							
Peso da Estaca (kN):	10,1							
Área da seção (m²)	0,071							
Módulo de Elasticidade (KPa)	210							
Eficiência do Martelo	0,60							
Fator de correção (AUTOR)	2,0							
Fator de correção (AJUSTADO)	6,40							

MÉTODO DINÂMICO - FÓRMULA DOS DINAMARQUESES (1957)								
OBRA:		SANTA CRUZ - RJ						
SETOR:		28						
ESTACA:		E-108						
DADOS DA ESTACA		R _u (kN)	W (kN)	h (m)	P (kN)	s (m)	s (mm / golpe)	s (mm/10Golpes)
Tipo:	Metálica	2020	50	0,20	9,0475	0,0008	0,40	4,0
Diâmetro (cm):	30,0	1361	50	0,20	9,0475	0,0008	0,40	4,0
Comprimento da Estaca (m):	23,50							
Peso Nominal (kg/m):	38,5							
Peso da Estaca (kN):	9,0							
Área da seção (m²)	0,071							
Módulo de Elasticidade (KPa)	210							
Eficiência do Martelo	0,60							
Fator de correção (AUTOR)	2,0							
Fator de correção (AJUSTADO)	5,50							

MÉTODO DINÂMICO - FÓRMULA DOS DINAMARQUESES (1957)								
OBRA:		SANTA CRUZ - RJ						
SETOR:		28						
ESTACA:		E-171						
DADOS DA ESTACA		R _u (kN)	W (kN)	h (m)	P (kN)	s (m)	s (mm / golpe)	s (mm/10Golpes)
Tipo:	Metálica	2525	40	0,30	9,5865	0,0004	0,20	2,0
Diâmetro (cm):	30,0	1360	40	0,30	9,5865	0,0004	0,20	2,0
Comprimento da Estaca (m):	24,90							
Peso Nominal (kg/m):	38,5							
Peso da Estaca (kN):	9,6							
Área da seção (m²)	0,071							
Módulo de Elasticidade (KPa)	210							
Eficiência do Martelo	0,60							
Fator de correção (AUTOR)	2,0							
Fator de correção (AJUSTADO)	7,95							

MÉTODO DINÂMICO - FÓRMULA DOS DINAMARQUESES (1957)								
OBRA:		SANTA CRUZ - RJ						
SETOR:		PASSARELA						
ESTACA:		E-16						
DADOS DA ESTACA		R _u (kN)	W (kN)	h (m)	P (kN)	s (m)	s (mm / golpe)	s (mm/10Golpes)
Tipo:	Metálica	3370	50	0,30	9,009	0,0000	0,00	0,0
Diâmetro (cm):	30,0	1284	50	0,30	9,009	0,0000	0,00	0,0
Comprimento da Estaca (m):	23,40							
Peso Nominal (kg/m):	38,5							
Peso da Estaca (kN):	9,0							
Área da seção (m²)	0,071							
Módulo de Elasticidade (KPa)	210							
Eficiência do Martelo	0,60							
Fator de correção (AUTOR)	2,0							
Fator de correção (AJUSTADO)	13,85							

MÉTODO DINÂMICO - FÓRMULA DOS DINAMARQUESES (1957)								
OBRA:		SANTA CRUZ - RJ						
SETOR:		PASSARELA						
ESTACA:		E-38						
DADOS DA ESTACA		R _u (kN)	W (kN)	h (m)	P (kN)	s (m)	s (mm / golpe)	s (mm/10Golpes)
Tipo:	Metálica	2510	50	0,30	9,856	0,0008	0,40	4,0
Diâmetro (cm):	30,0	1111	50	0,30	9,856	0,0008	0,40	4,0
Comprimento da Estaca (m):	25,60							
Peso Nominal (kg/m):	38,5							
Peso da Estaca (kN):	9,9							
Área da seção (m²)	0,071							
Módulo de Elasticidade (KPa)	210							
Eficiência do Martelo	0,60							
Fator de correção (AUTOR)	2,0							
Fator de correção (AJUSTADO)	13,70							

MÉTODO DINÂMICO - FÓRMULA DOS DINAMARQUESES (1957)								
OBRA:		SANTA CRUZ - RJ						
SETOR:		45						
ESTACA:		E-68						
DADOS DA ESTACA		R _u (kN)	W (kN)	h (m)	P (kN)	s (m)	s (mm / golpe)	s (mm/10Golpes)
Tipo:	Metálica	4125	50	0,50	10,02925	0,0000	0,00	0,0
Diâmetro (cm):	30,0	1403	50	0,50	10,02925	0,0000	0,00	0,0
Comprimento da Estaca (m):	26,05							
Peso Nominal (kg/m):	38,5							
Peso da Estaca (kN):	10,0							
Área da seção (m²)	0,071							
Módulo de Elasticidade (KPa)	210							
Eficiência do Martelo	0,60							
Fator de correção (AUTOR)	2,0							
Fator de correção (AJUSTADO)	17,35							

MÉTODO DINÂMICO - FÓRMULA DOS DINAMARQUESES (1957)								
OBRA:		SANTA CRUZ - RJ						
SETOR:		PASSARELA						
ESTACA:		E-75						
DADOS DA ESTACA		R _u (kN)	W (kN)	h (m)	P (kN)	s (m)	s (mm / golpe)	s (mm/10Golpes)
Tipo:	Metálica	2810	50	0,30	8,5855	0,0006	0,30	3,0
Diâmetro (cm):	30,0	1397	50	0,30	8,5855	0,0006	0,30	3,0
Comprimento da Estaca (m):	22,30							
Peso Nominal (kg/m):	38,5							
Peso da Estaca (kN):	8,6							
Área da seção (m²)	0,071							
Módulo de Elasticidade (KPa)	210							
Eficiência do Martelo	0,60							
Fator de correção (AUTOR)	2,0							
Fator de correção (AJUSTADO)	10,10							

MÉTODO DINÂMICO - FÓRMULA DOS DINAMARQUESES (1957)								
OBRA:		SANTA CRUZ - RJ						
SETOR:		PASSARELA						
ESTACA:		E-154						
DADOS DA ESTACA		R _u (kN)	W (kN)	h (m)	P (kN)	s (m)	s (mm / golpe)	s (mm/10Golpes)
Tipo:	Metálica	3120	50	0,30	9,086	0,0002	0,10	1,0
Diâmetro (cm):	30,0	1411	50	0,30	9,086	0,0002	0,10	1,0
Comprimento da Estaca (m):	23,60							
Peso Nominal (kg/m):	38,5							
Peso da Estaca (kN):	9,1							
Área da seção (m²)	0,071							
Módulo de Elasticidade (KPa)	210							
Eficiência do Martelo	0,60							
Fator de correção (AUTOR)	2,0							
Fator de correção (AJUSTADO)	10,65							

MÉTODO DINÂMICO - FÓRMULA DOS DINAMARQUESES (1957)								
OBRA:		SANTA CRUZ - RJ						
SETOR:		48						
ESTACA:		E-2						
DADOS DA ESTACA		R _u (kN)	W (kN)	h (m)	P (kN)	s (m)	s (mm / golpe)	s (mm/10Golpes)
Tipo:	Metálica	1570	40	0,25	11,165	0,0014	0,70	7,0
Diâmetro (cm):	30,0	1327	40	0,25	11,165	0,0014	0,70	7,0
Comprimento da Estaca (m):	29,00							
Peso Nominal (kg/m):	38,5							
Peso da Estaca (kN):	11,2							
Área da seção (m²)	0,071							
Módulo de Elasticidade (KPa)	210							
Eficiência do Martelo	0,60							
Fator de correção (AUTOR)	2,0							
Fator de correção (AJUSTADO)	3,32							

MÉTODO DINÂMICO - FÓRMULA DOS DINAMARQUESES (1957)								
OBRA:		SANTA CRUZ - RJ						
SETOR:		1						
ESTACA:		E-3						
DADOS DA ESTACA		R _u (kN)	W (kN)	h (m)	P (kN)	s (m)	s (mm / golpe)	s (mm/10Golpes)
Tipo:	Metálica	1290	40	0,20	12,936	0,0014	0,70	7,0
Diâmetro (cm):	30,0	1339	40	0,20	12,936	0,0014	0,70	7,0
Comprimento da Estaca (m):	33,60							
Peso Nominal (kg/m):	38,5							
Peso da Estaca (kN):	12,9							
Área da seção (m²)	0,071							
Módulo de Elasticidade (KPa)	210							
Eficiência do Martelo	0,60							
Fator de correção (AUTOR)	2,0							
Fator de correção (AJUSTADO)	1,75							

MÉTODO DINÂMICO - FÓRMULA DOS DINAMARQUESES (1957)								
OBRA:		SANTA CRUZ - RJ						
SETOR:		52						
ESTACA:		E-11						
DADOS DA ESTACA		R _u (kN)	W (kN)	h (m)	P (kN)	s (m)	s (mm / golpe)	s (mm/10Golpes)
Tipo:	Metálica	1830	40	0,20	9,7405	0,0006	0,30	3,0
Diâmetro (cm):	30,0	1180	40	0,20	9,7405	0,0006	0,30	3,0
Comprimento da Estaca (m):	25,30							
Peso Nominal (kg/m):	38,5							
Peso da Estaca (kN):	9,7							
Área da seção (m²)	0,071							
Módulo de Elasticidade (KPa)	210							
Eficiência do Martelo	0,60							
Fator de correção (AUTOR)	2,0							
Fator de correção (AJUSTADO)	5,85							

MÉTODO DINÂMICO - FÓRMULA DOS DINAMARQUESES (1957)								
OBRA:		SANTA CRUZ - RJ						
SETOR:		3						
ESTACA:		E-94						
DADOS DA ESTACA		R _u (kN)	W (kN)	h (m)	P (kN)	s (m)	s (mm / golpe)	s (mm/10Golpes)
Tipo:	Metálica	1065	40	0,20	12,705	0,0022	1,10	11,0
Diâmetro (cm):	30,0	1318	40	0,20	12,705	0,0022	1,10	11,0
Comprimento da Estaca (m):	33,00							
Peso Nominal (kg/m):	38,5							
Peso da Estaca (kN):	12,7							
Área da seção (m²)	0,071							
Módulo de Elasticidade (KPa)	210							
Eficiência do Martelo	0,60							
Fator de correção (AUTOR)	2,0							
Fator de correção (AJUSTADO)	0,79							

MÉTODO DINÂMICO - FÓRMULA DOS DINAMARQUESES (1957)								
OBRA:		SANTA CRUZ - RJ						
SETOR:		46						
ESTACA:		E-46A						
DADOS DA ESTACA		R _u (kN)	W (kN)	h (m)	P (kN)	s (m)	s (mm / golpe)	s (mm/10Golpes)
Tipo:	Metálica	2090	50	0,25	10,164	0,0010	0,50	5,0
Diâmetro (cm):	30,0	1374	50	0,25	10,164	0,0010	0,50	5,0
Comprimento da Estaca (m):	26,40							
Peso Nominal (kg/m):	38,5							
Peso da Estaca (kN):	10,2							
Área da seção (m²)	0,071							
Módulo de Elasticidade (KPa)	210							
Eficiência do Martelo	0,60							
Fator de correção (AUTOR)	2,0							
Fator de correção (AJUSTADO)	5,95							

MÉTODO DINÂMICO - FÓRMULA DOS DINAMARQUESES (1957)								
OBRA:		SANTA CRUZ - RJ						
SETOR:		28						
ESTACA:		E-28A						
DADOS DA ESTACA		R _u (kN)	W (kN)	h (m)	P (kN)	s (m)	s (mm / golpe)	s (mm/10Golpes)
Tipo:	Metálica	1885	40	0,20	8,9705	0,0006	0,30	3,0
Diâmetro (cm):	30,0	1433	40	0,20	8,9705	0,0006	0,30	3,0
Comprimento da Estaca (m):	23,30							
Peso Nominal (kg/m):	38,5							
Peso da Estaca (kN):	9,0							
Área da seção (m²)	0,071							
Módulo de Elasticidade (KPa)	210							
Eficiência do Martelo	0,60							
Fator de correção (AUTOR)	2,0							
Fator de correção (AJUSTADO)	4,00							

MÉTODO DINÂMICO - FÓRMULA DOS DINAMARQUESES (1957)								
OBRA:		SANTA CRUZ - RJ						
SETOR:		28						
ESTACA:		E-28B						
DADOS DA ESTACA		R _u (kN)	W (kN)	h (m)	P (kN)	s (m)	s (mm / golpe)	s (mm/10Golpes)
Tipo:	Metálica	3020	40	0,30	8,9705	0,0000	0,00	0,0
Diâmetro (cm):	30,0	1384	40	0,30	8,9705	0,0000	0,00	0,0
Comprimento da Estaca (m):	23,30							
Peso Nominal (kg/m):	38,5							
Peso da Estaca (kN):	9,0							
Área da seção (m²)	0,071							
Módulo de Elasticidade (KPa)	210							
Eficiência do Martelo	0,60							
Fator de correção (AUTOR)	2,0							
Fator de correção (AJUSTADO)	9,55							

MÉTODO DINÂMICO - FÓRMULA DOS DINAMARQUESES (1957)								
OBRA:		SANTA CRUZ - RJ						
SETOR:		29						
ESTACA:		E-29						
DADOS DA ESTACA		R _u (kN)	W (kN)	h (m)	P (kN)	s (m)	s (mm / golpe)	s (mm/10Golpes)
Tipo:	Metálica	1930	40	0,30	8,5855	0,0014	0,70	7,0
Diâmetro (cm):	30,0	1333	40	0,30	8,5855	0,0014	0,70	7,0
Comprimento da Estaca (m):	22,30							
Peso Nominal (kg/m):	38,5							
Peso da Estaca (kN):	8,6							
Área da seção (m²)	0,071							
Módulo de Elasticidade (KPa)	210							
Eficiência do Martelo	0,60							
Fator de correção (AUTOR)	2,0							
Fator de correção (AJUSTADO)	5,90							

MÉTODO DINÂMICO - FÓRMULA DOS DINAMARQUESES (1957)								
OBRA:		SANTA CRUZ - RJ						
SETOR:		46						
ESTACA:		E-134						
DADOS DA ESTACA		R _u (kN)	W (kN)	h (m)	P (kN)	s (m)	s (mm / golpe)	s (mm/10Golpes)
Tipo:	Metálica	1940	50	0,25	11,011	0,0016	0,80	8,0
Diâmetro (cm):	30,0	1449	50	0,25	11,011	0,0022	1,09	10,9
Comprimento da Estaca (m):	28,6							
Peso Nominal (kg/m):	38,5							
Peso da Estaca (kN):	11,0							
Área da seção (m²)	0,071							
Módulo de Elasticidade (KPa)	210							
Eficiência do Martelo	0,70							
Fator de correção (AUTOR)	2,0							
Fator de correção (AJUSTADO)	3,55							

MÉTODO DINÂMICO - FÓRMULA DOS DINAMARQUESES (1957)								
OBRA:		SANTA CRUZ - RJ						
SETOR:		33						
ESTACA:		E-9						
DADOS DA ESTACA		R _u (kN)	W (kN)	h (m)	P (kN)	s (m)	s (mm / golpe)	s (mm/10Golpes)
Tipo:	Metálica	1630	40	0,25	10,087	0,0018	0,90	9,0
Diâmetro (cm):	30,0	1421	40	0,25	10,087	0,0023	1,16	11,6
Comprimento da Estaca (m):	26,2							
Peso Nominal (kg/m):	38,5							
Peso da Estaca (kN):	10,1							
Área da seção (m²)	0,071							
Módulo de Elasticidade (KPa)	210							
Eficiência do Martelo	0,70							
Fator de correção (AUTOR)	2,0							
Fator de correção (AJUSTADO)	2,20							

MÉTODO DINÂMICO - FÓRMULA DOS DINAMARQUESES (1957)								
OBRA:		SANTA CRUZ - RJ						
SETOR:		33						
ESTACA:		E-28						
DADOS DA ESTACA		R _u (kN)	W (kN)	h (m)	P (kN)	s (m)	s (mm / golpe)	s (mm/10Golpes)
Tipo:	Metálica	1525	40	0,25	10,934	0,0020	1,00	10,0
Diâmetro (cm):	30,0	1289	40	0,25	10,934	0,0026	1,28	12,8
Comprimento da Estaca (m):	28,4							
Peso Nominal (kg/m):	38,5							
Peso da Estaca (kN):	10,9							
Área da seção (m²)	0,071							
Módulo de Elasticidade (KPa)	210							
Eficiência do Martelo	0,70							
Fator de correção (AUTOR)	2,0							
Fator de correção (AJUSTADO)	2,45							

MÉTODO DINÂMICO - FÓRMULA DOS DINAMARQUESES (1957)								
OBRA:		SANTA CRUZ - RJ						
SETOR:		48						
ESTACA:		E-2						
DADOS DA ESTACA		R _u (kN)	W (kN)	h (m)	P (kN)	s (m)	s (mm / golpe)	s (mm/10Golpes)
Tipo:	Metálica	1740	40	0,25	11,165	0,0014	0,70	7,0
Diâmetro (cm):	30,0	1327	40	0,25	11,165	0,0019	0,95	9,5
Comprimento da Estaca (m):	29,00							
Peso Nominal (kg/m):	38,5							
Peso da Estaca (kN):	11,2							
Área da seção (m²)	0,071							
Módulo de Elasticidade (KPa)	210							
Eficiência do Martelo	0,70							
Fator de correção (AUTOR)	2,0							
Fator de correção (AJUSTADO)	3,32							

MÉTODO DINÂMICO - FÓRMULA DOS DINAMARQUESES (1957)								
OBRA:		SANTA CRUZ - RJ						
SETOR:		1						
ESTACA:		E-3						
DADOS DA ESTACA		R _u (kN)	W (kN)	h (m)	P (kN)	s (m)	s (mm / golpe)	s (mm/10Golpes)
Tipo:	Metálica	1430	40	0,20	12,936	0,0014	0,70	7,0
Diâmetro (cm):	30,0	1339	40	0,20	12,936	0,0018	0,91	9,1
Comprimento da Estaca (m):	33,60							
Peso Nominal (kg/m):	38,5							
Peso da Estaca (kN):	12,9							
Área da seção (m²)	0,071							
Módulo de Elasticidade (KPa)	210							
Eficiência do Martelo	0,70							
Fator de correção (AUTOR)	2,0							
Fator de correção (AJUSTADO)	1,75							

MÉTODO DINÂMICO - FÓRMULA DOS DINAMARQUESES (1957)								
DADOS DA ESTACA		R _u (kN)	W (kN)	h (m)	P (kN)	s (m)	s (mm / golpe)	s (mm/10Golpes)
Tipo:	Metálica	1195	40	0,20	12,705	0,0022	1,10	11,0
Diâmetro (cm):	30,0	1318	40	0,20	12,705	0,0027	1,34	13,4
Comprimento da Estaca (m):	33,00							
Peso Nominal (kg/m):	38,5							
Peso da Estaca (kN):	12,7							
Área da seção (m²)	0,071							
Módulo de Elasticidade (KPa)	210							
Eficiência do Martelo	0,70							
Fator de correção (AUTOR)	2,0							
Fator de correção (AJUSTADO)	0,79							

MÉTODO DINÂMICO - FÓRMULA DOS DINAMARQUESES (1957)								
OBRA:		SANTA CRUZ - RJ						
SETOR:		46						
ESTACA:		E-134						
DADOS DA ESTACA		R _u (kN)	W (kN)	h (m)	P (kN)	s (m)	s (mm / golpe)	s (mm/10Golpes)
Tipo:	Metálica	2130	50	0,25	11,011	0,0016	0,80	8,0
Diâmetro (cm):	30,0	1449	50	0,25	11,011	0,0028	1,38	13,8
Comprimento da Estaca (m):	28,6							
Peso Nominal (kg/m):	38,5							
Peso da Estaca (kN):	11,0							
Área da seção (m²)	0,071							
Módulo de Elasticidade (KPa)	210							
Eficiência do Martelo	0,80							
Fator de correção (AUTOR)	2,0							
Fator de correção (AJUSTADO)	3,55							

MÉTODO DINÂMICO - FÓRMULA DOS DINAMARQUESES (1957)								
OBRA:		SANTA CRUZ - RJ						
SETOR:		33						
ESTACA:		E-9						
DADOS DA ESTACA		R _u (kN)	W (kN)	h (m)	P (kN)	s (m)	s (mm / golpe)	s (mm/10Golpes)
Tipo:	Metálica	1795	40	0,25	10,087	0,0018	0,90	9,0
Diâmetro (cm):	30,0	1421	40	0,25	10,087	0,0028	1,42	14,2
Comprimento da Estaca (m):	26,2							
Peso Nominal (kg/m):	38,5							
Peso da Estaca (kN):	10,1							
Área da seção (m²)	0,071							
Módulo de Elasticidade (KPa)	210							
Eficiência do Martelo	0,80							
Fator de correção (AUTOR)	2,0							
Fator de correção (AJUSTADO)	2,20							

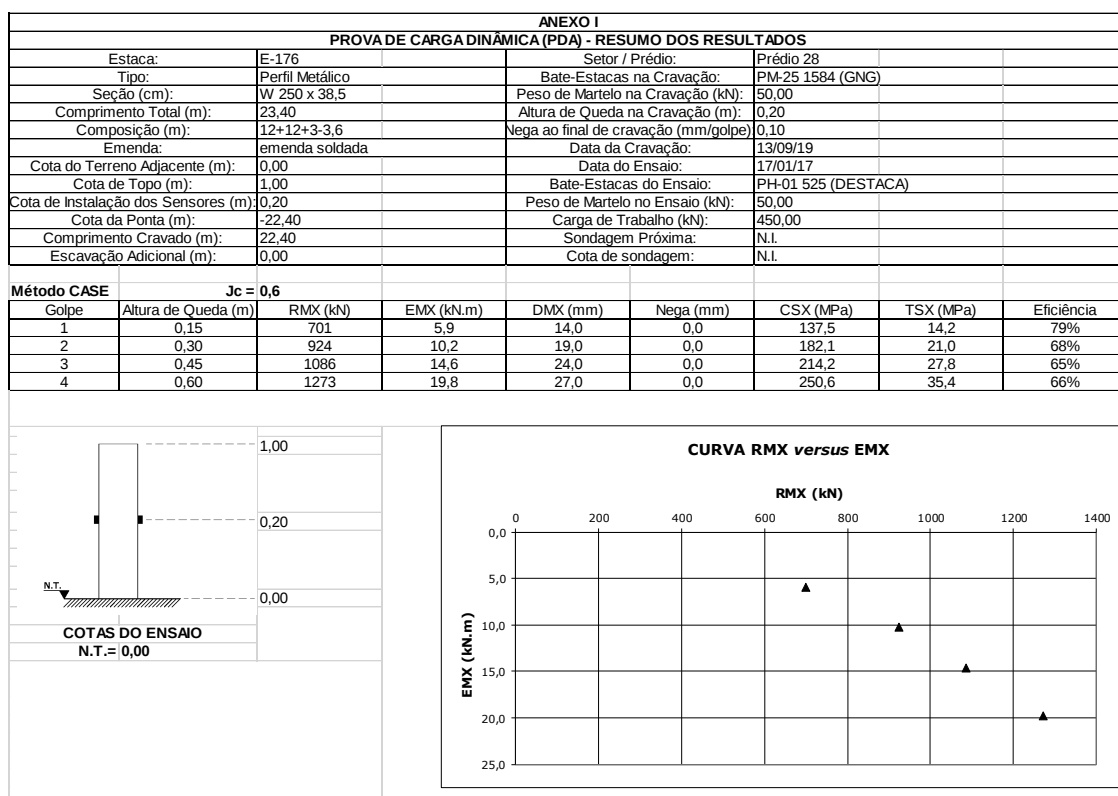
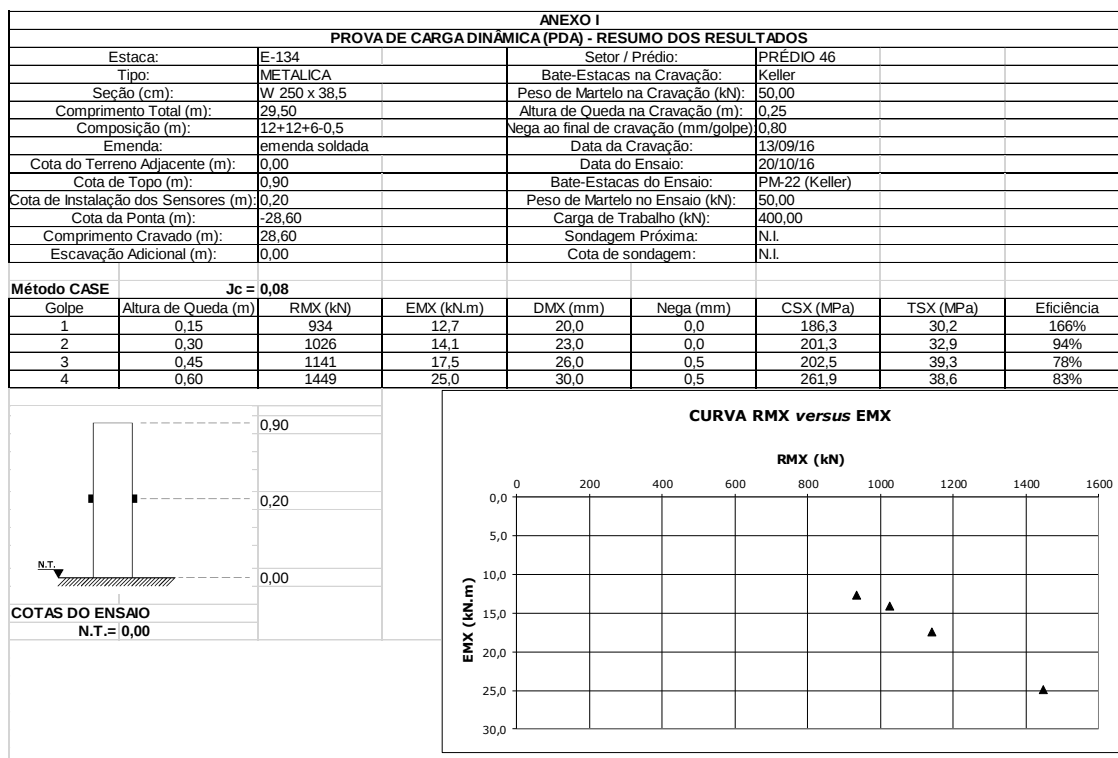
MÉTODO DINÂMICO - FÓRMULA DOS DINAMARQUESES (1957)								
OBRA:		SANTA CRUZ - RJ						
SETOR:		33						
ESTACA:		E-28						
DADOS DA ESTACA		R _u (kN)	W (kN)	h (m)	P (kN)	s (m)	s (mm / golpe)	s (mm/10Golpes)
Tipo:	Metálica	1680	40	0,25	10,934	0,0020	1,00	10,0
Diâmetro (cm):	30,0	1289	40	0,25	10,934	0,0031	1,57	15,7
Comprimento da Estaca (m):	28,4							
Peso Nominal (kg/m):	38,5							
Peso da Estaca (kN):	10,9							
Área da seção (m²)	0,071							
Módulo de Elasticidade (KPa)	210							
Eficiência do Martelo	0,80							
Fator de correção (AUTOR)	2,0							
Fator de correção (AJUSTADO)	2,45							

MÉTODO DINÂMICO - FÓRMULA DOS DINAMARQUESES (1957)								
OBRA:		SANTA CRUZ - RJ						
SETOR:		48						
ESTACA:		E-2						
DADOS DA ESTACA		R _u (kN)	W (kN)	h (m)	P (kN)	s (m)	s (mm / golpe)	s (mm/10Golpes)
Tipo:	Metálica	1910	40	0,25	11,165	0,0014	0,70	7,0
Diâmetro (cm):	30,0	1327	40	0,25	11,165	0,0024	1,21	12,1
Comprimento da Estaca (m):	29,00							
Peso Nominal (kg/m):	38,5							
Peso da Estaca (kN):	11,2							
Área da seção (m²)	0,071							
Módulo de Elasticidade (KPa)	210							
Eficiência do Martelo	0,80							
Fator de correção (AUTOR)	2,0							
Fator de correção (AJUSTADO)	3,32							

MÉTODO DINÂMICO - FÓRMULA DOS DINAMARQUESES (1957)								
OBRA:		SANTA CRUZ - RJ						
SETOR:		1						
ESTACA:		E-3						
DADOS DA ESTACA		R _u (kN)	W (kN)	h (m)	P (kN)	s (m)	s (mm / golpe)	s (mm/10Golpes)
Tipo:	Metálica	1565	40	0,20	12,936	0,0014	0,70	7,0
Diâmetro (cm):	30,0	1339	40	0,20	12,936	0,0023	1,13	11,3
Comprimento da Estaca (m):	33,60							
Peso Nominal (kg/m):	38,5							
Peso da Estaca (kN):	12,9							
Área da seção (m²)	0,071							
Módulo de Elasticidade (KPa)	210							
Eficiência do Martelo	0,80							
Fator de correção (AUTOR)	2,0							
Fator de correção (AJUSTADO)	1,75							

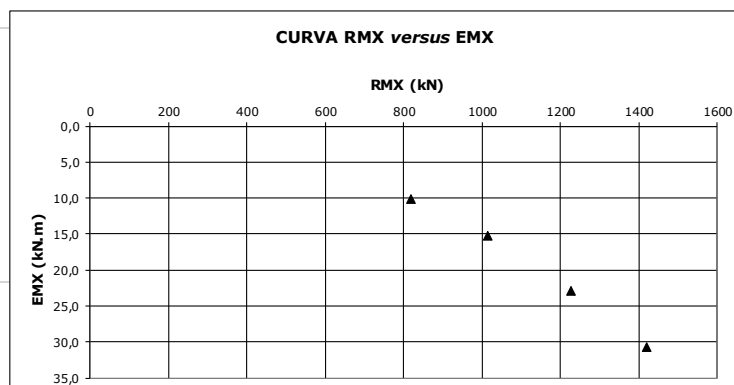
MÉTODO DINÂMICO - FÓRMULA DOS DINAMARQUESES (1957)								
OBRA:		SANTA CRUZ - RJ						
SETOR:		3						
ESTACA:		E-94						
DADOS DA ESTACA		R _u (kN)	W (kN)	h (m)	P (kN)	s (m)	s (mm / golpe)	s (mm/10Golpes)
Tipo:	Metálica	1315	40	0,20	12,705	0,0022	1,10	11,0
Diâmetro (cm):	30,0	1318	40	0,20	12,705	0,0032	1,59	15,9
Comprimento da Estaca (m):	33,00							
Peso Nominal (kg/m):	38,5							
Peso da Estaca (kN):	12,7							
Área da seção (m²)	0,071							
Módulo de Elasticidade (KPa)	210							
Eficiência do Martelo	0,80							
Fator de correção (AUTOR)	2,0							
Fator de correção (AJUSTADO)	0,79							

ANEXO C - DADOS E GRÁFICOS DAS PROVAS DE CARGA ESTÁTICA E DINÂMICA



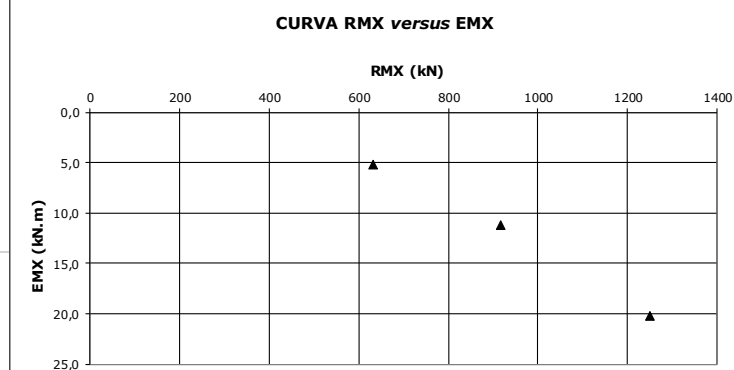
ANEXO I				
PROVA DE CARGA DINÂMICA (PDA) - RESUMO DOS RESULTADOS				
Estaca:	E-09	Setor / Prédio:	PRÉDIO 33	
Tipo:	Perfil Metálico	Bate-Estacas na Cravação:	BTH-04	
Seção (cm):	W 250 X 38,5	Peso de Martelo na Cravação (kN):	40,00	
Comprimento Total (m):	27,50	Altura de Queda na Cravação (m):	0,25	
Composição (m):	12+12+6-2,5	Nega ao final de cravação (mm/golpe):	0,90	
Emenda:	emenda soldada	Data da Cravação:	09/03/17	
Cota do Terreno Adjacente (m):	0,00	Data do Ensaio:	29/03/17	
Cota de Topo (m):	1,30	Bate-Estacas do Ensaio:	PH-01 525 (DESTACA)	
Cota de Instalação dos Sensores (m):	0,40	Peso de Martelo no Ensaio (kN):	50,00	
Cota da Ponta (m):	-26,20	Carga de Trabalho (kN):	450,00	
Comprimento Cravado (m):	26,20	Sondagem Próxima:	Não Informado	
Escavação Adicional (m):	0,00	Cota de sondagem:	Não Informado	

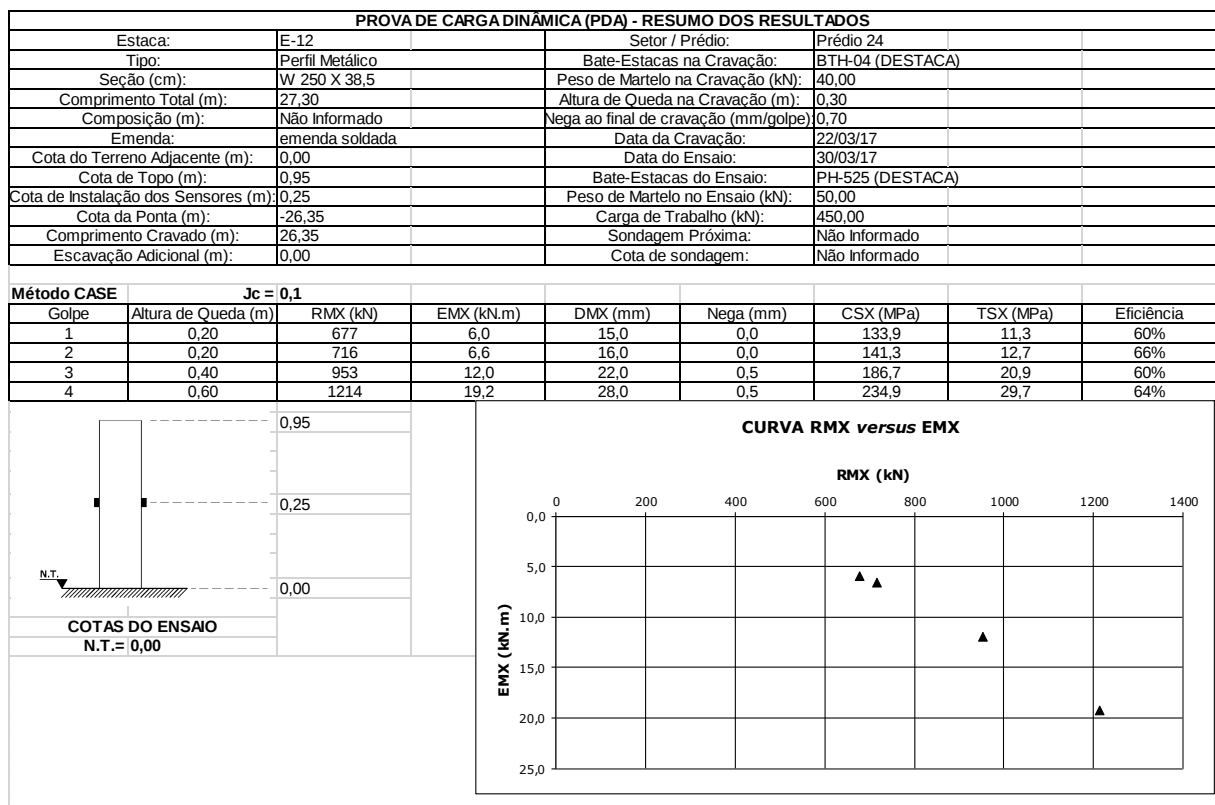
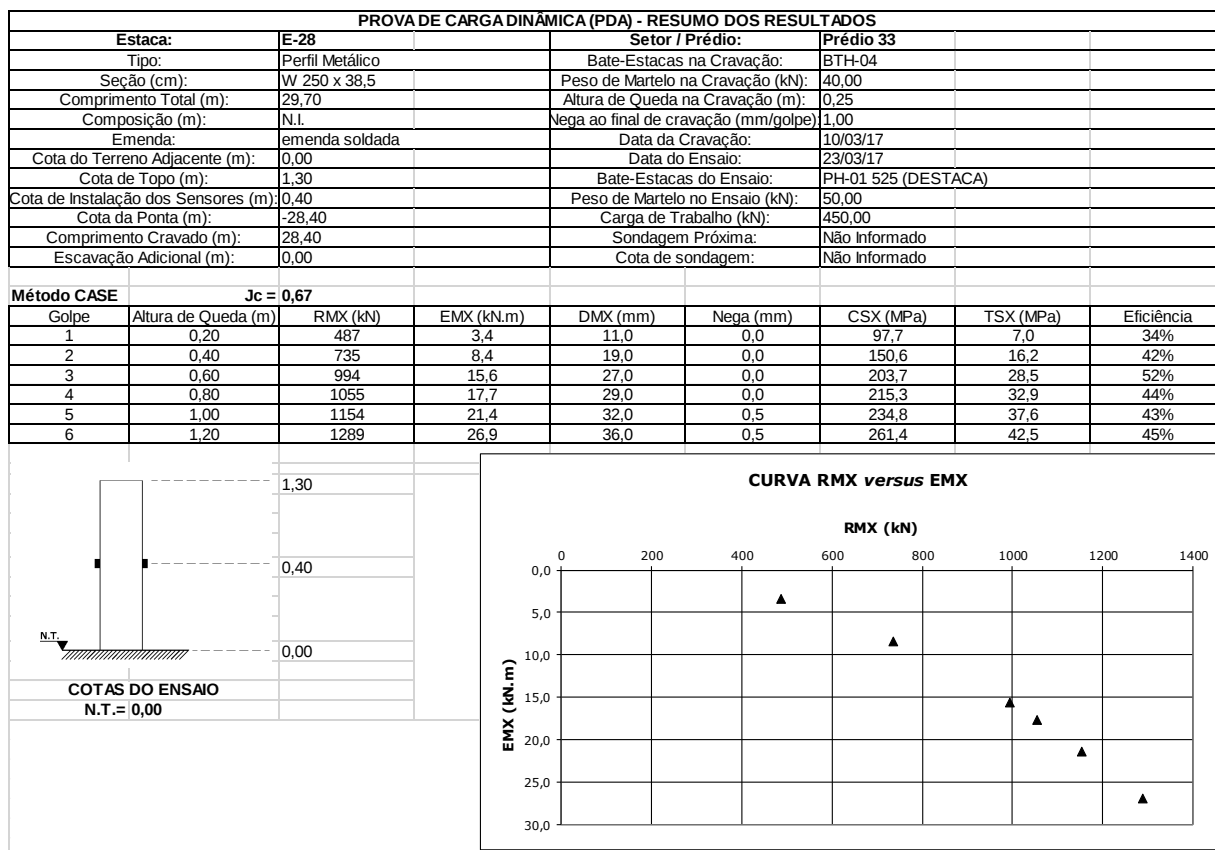
Método CASE		Jc = 0,7							
Golpe	Altura de Queda (m)	RMX (kN)	EMX (kN.m)	DMX (mm)	Nega (mm)	CSX (MPa)	TSX (MPa)	Eficiência	
1	0,20	819	10,1	19,0	0,0	164,9	18,0	101%	
2	0,40	1014	15,2	25,0	0,0	210,4	26,6	76%	
3	0,60	1228	22,9	31,0	0,5	255,5	37,2	76%	
4	0,80	1421	30,7	37,0	0,5	294,5	46,5	77%	

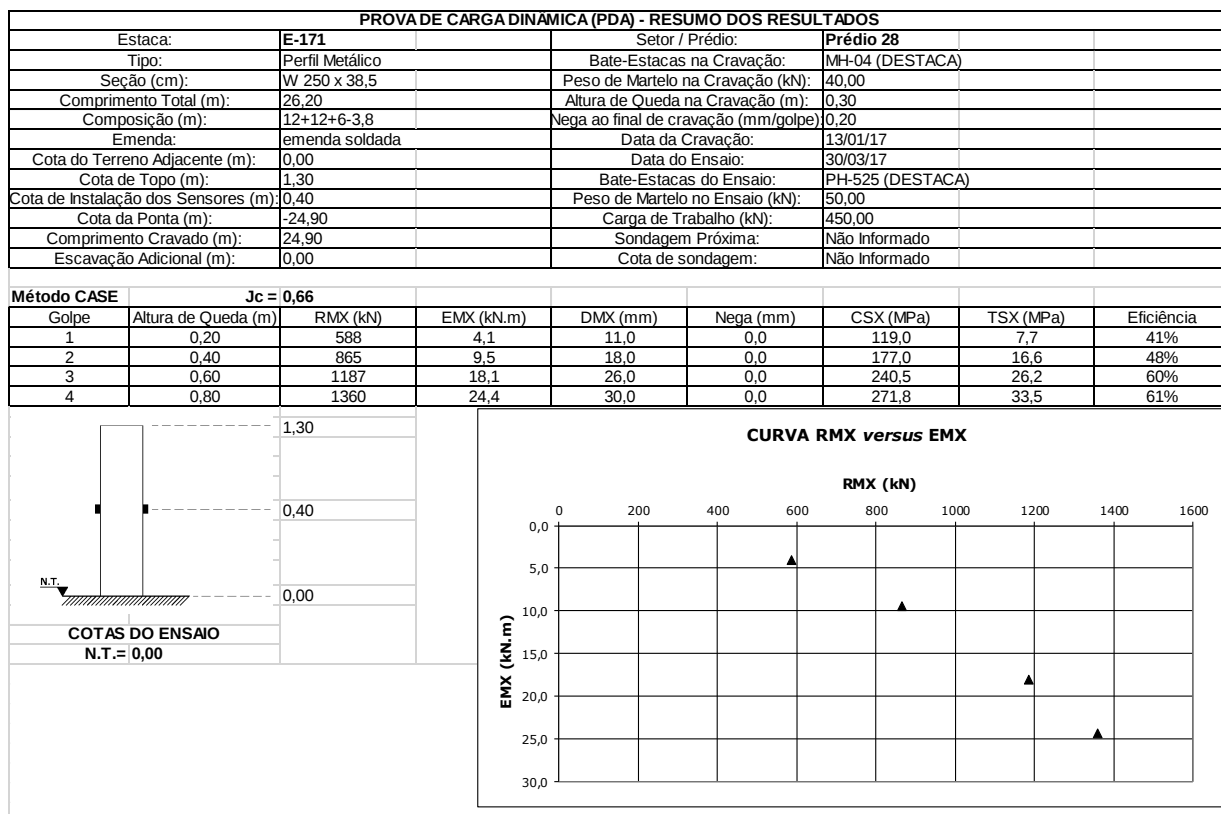
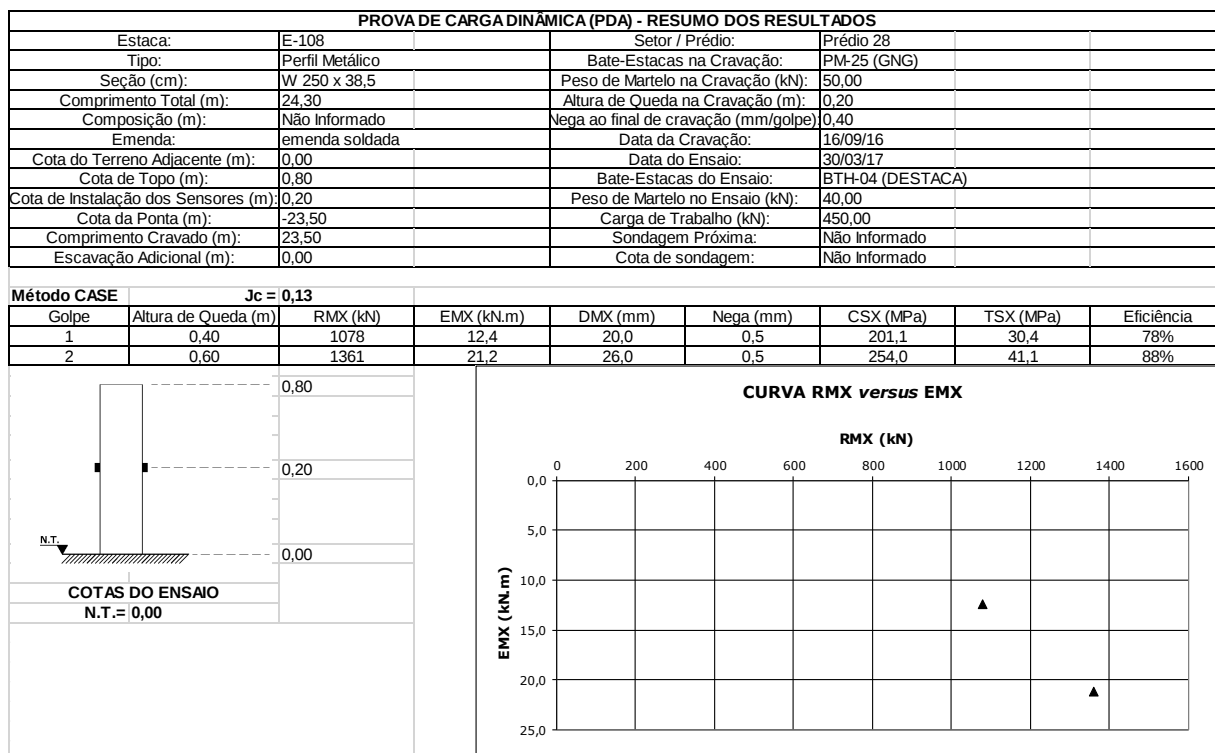


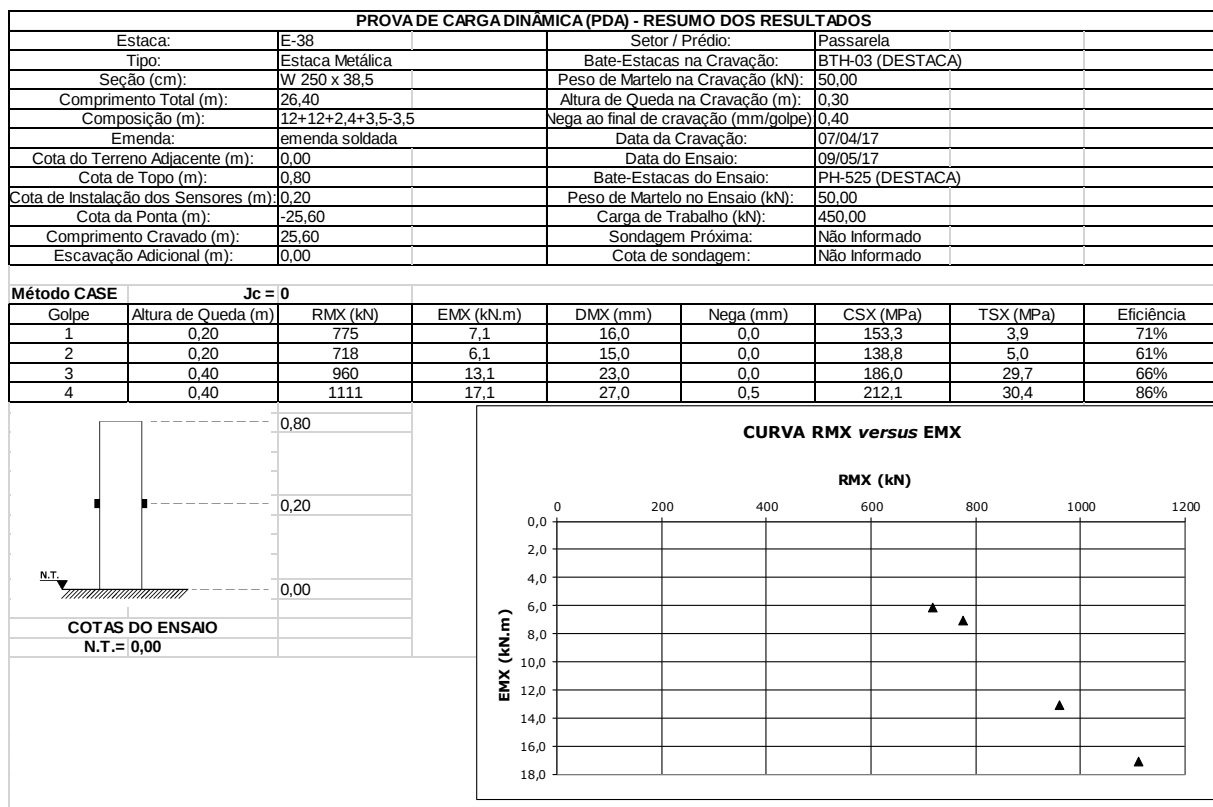
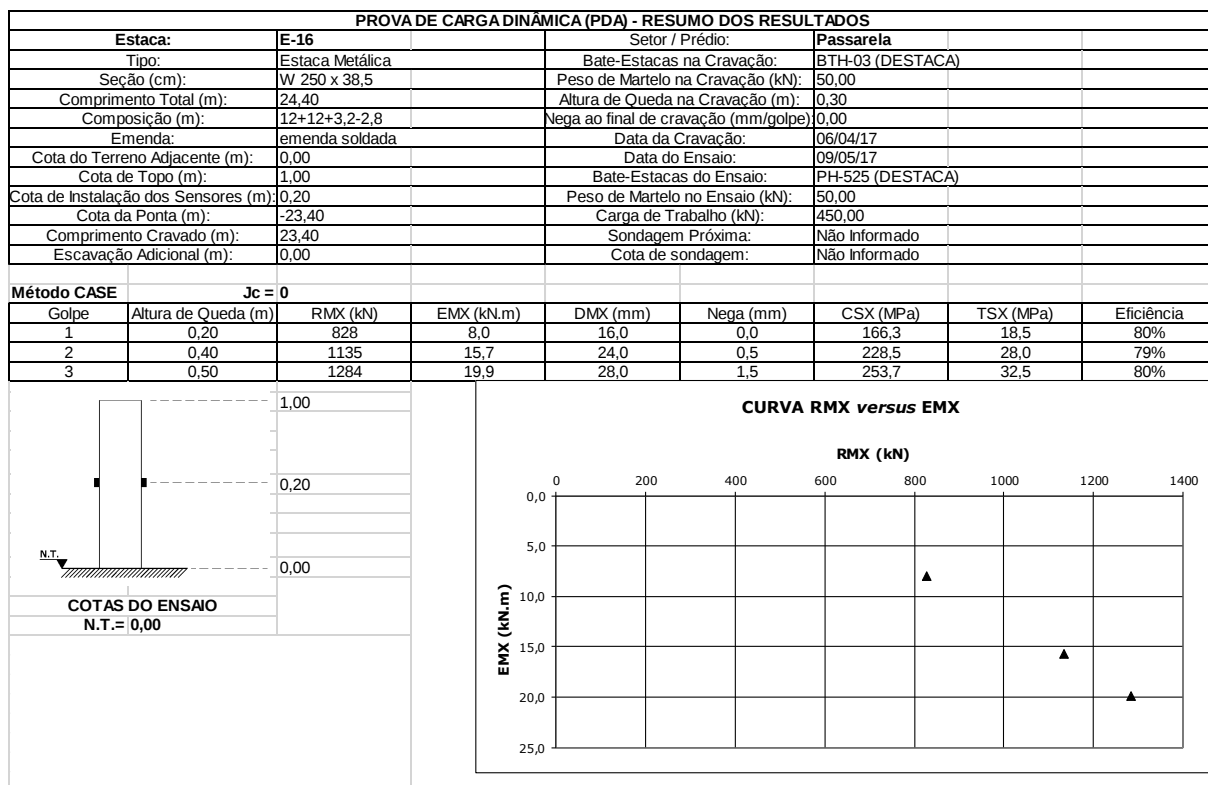
PROVA DE CARGA DINÂMICA (PDA) - RESUMO DOS RESULTADOS				
Estaca:	E-25	Setor / Prédio:	Prédio 29	
Tipo:	Perfil Metálico	Bate-Estacas na Cravação:	BTH-04	
Seção (cm):	W 250 X 38,5	Peso de Martelo na Cravação (kN):	40,00	
Comprimento Total (m):	25,30	Altura de Queda na Cravação (m):	0,30	
Composição (m):	12+12+6-4,7	Nega ao final de cravação (mm/golpe):	0,60	
Emenda:	emenda soldada	Data da Cravação:	14/03/17	
Cota do Terreno Adjacente (m):	0,00	Data do Ensaio:	29/03/17	
Cota de Topo (m):	0,90	Bate-Estacas do Ensaio:	PH-01 525 (DESTACA)	
Cota de Instalação dos Sensores (m):	0,20	Peso de Martelo no Ensaio (kN):	50,00	
Cota da Ponta (m):	-24,40	Carga de Trabalho (kN):	450,00	
Comprimento Cravado (m):	24,40	Sondagem Próxima:	Não Informado	
Escavação Adicional (m):	0,00	Cota de sondagem:	Não Informado	

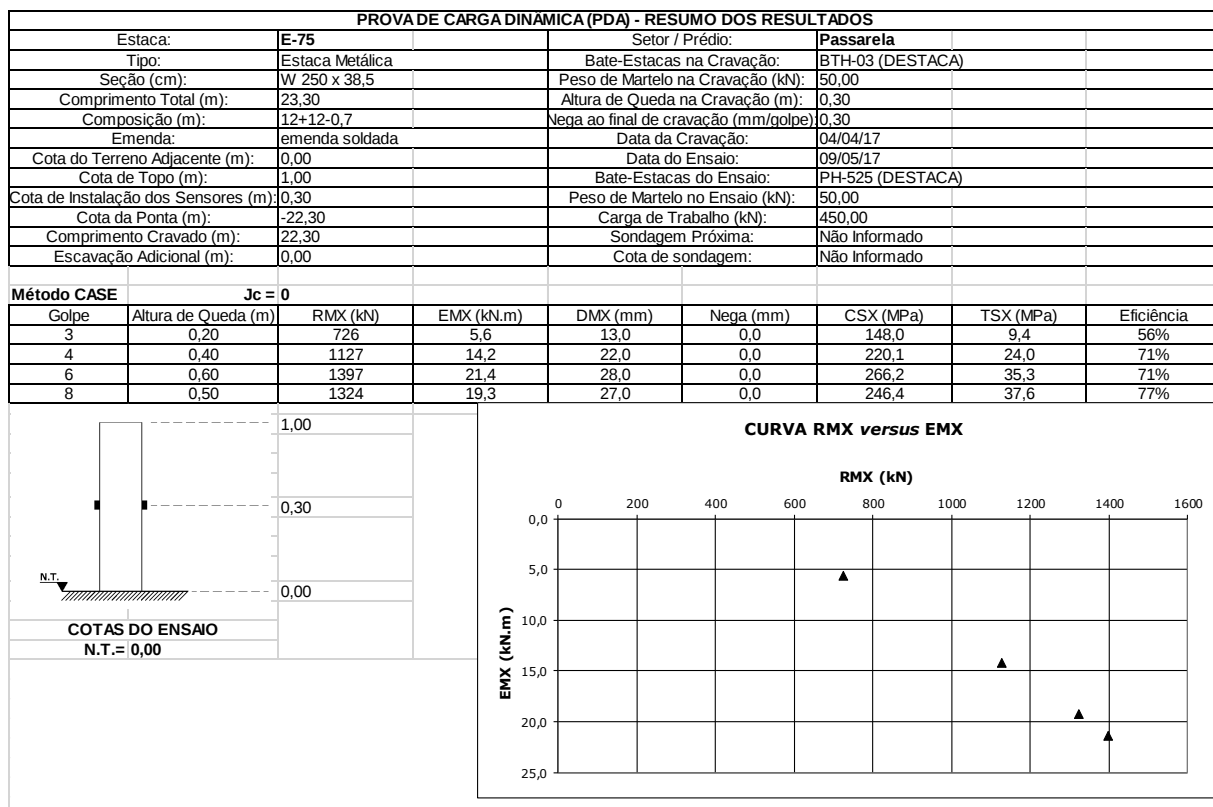
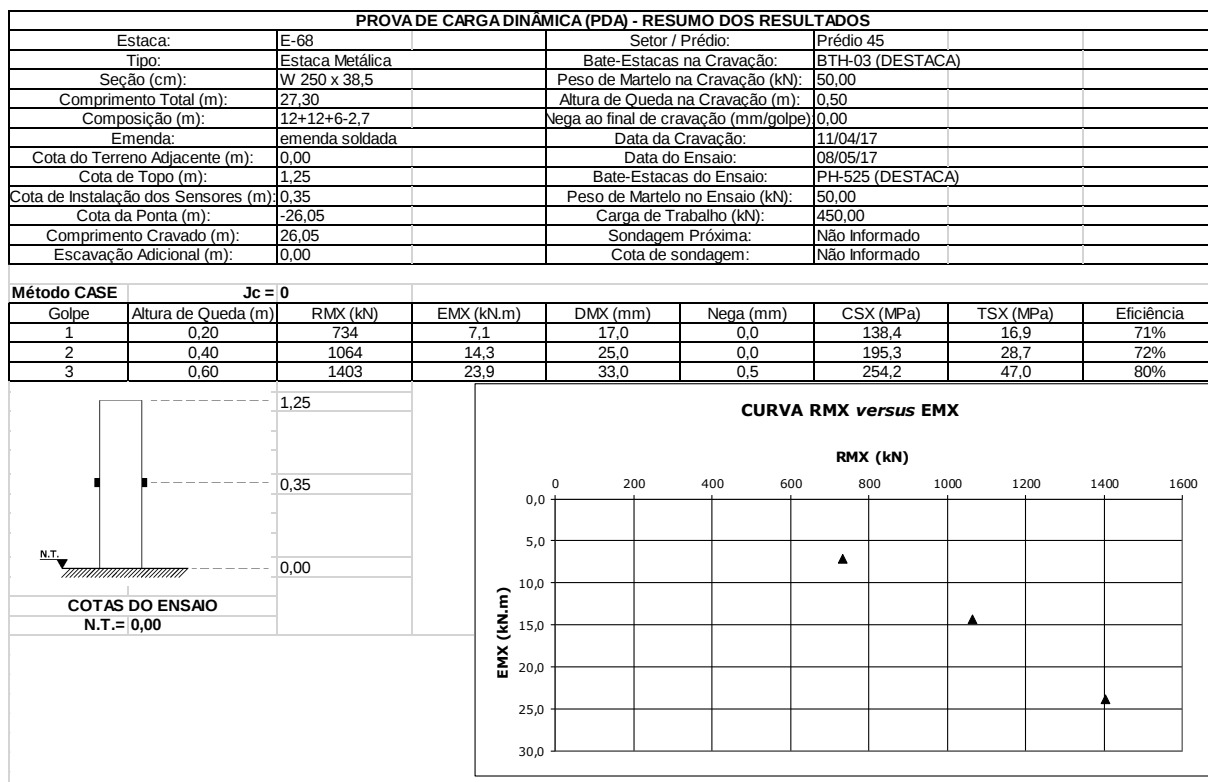
Método CASE		Jc = 0,5							
Golpe	Altura de Queda (m)	RMX (kN)	EMX (kN.m)	DMX (mm)	Nega (mm)	CSX (MPa)	TSX (MPa)	Eficiência	
1	0,20	632	5,2	13,0	0,0	131,2	8,9	52%	
2	0,40	917	11,2	21,0	0,5	190,3	18,8	56%	
3	0,60	1249	20,2	29,0	0,5	251,0	26,7	67%	

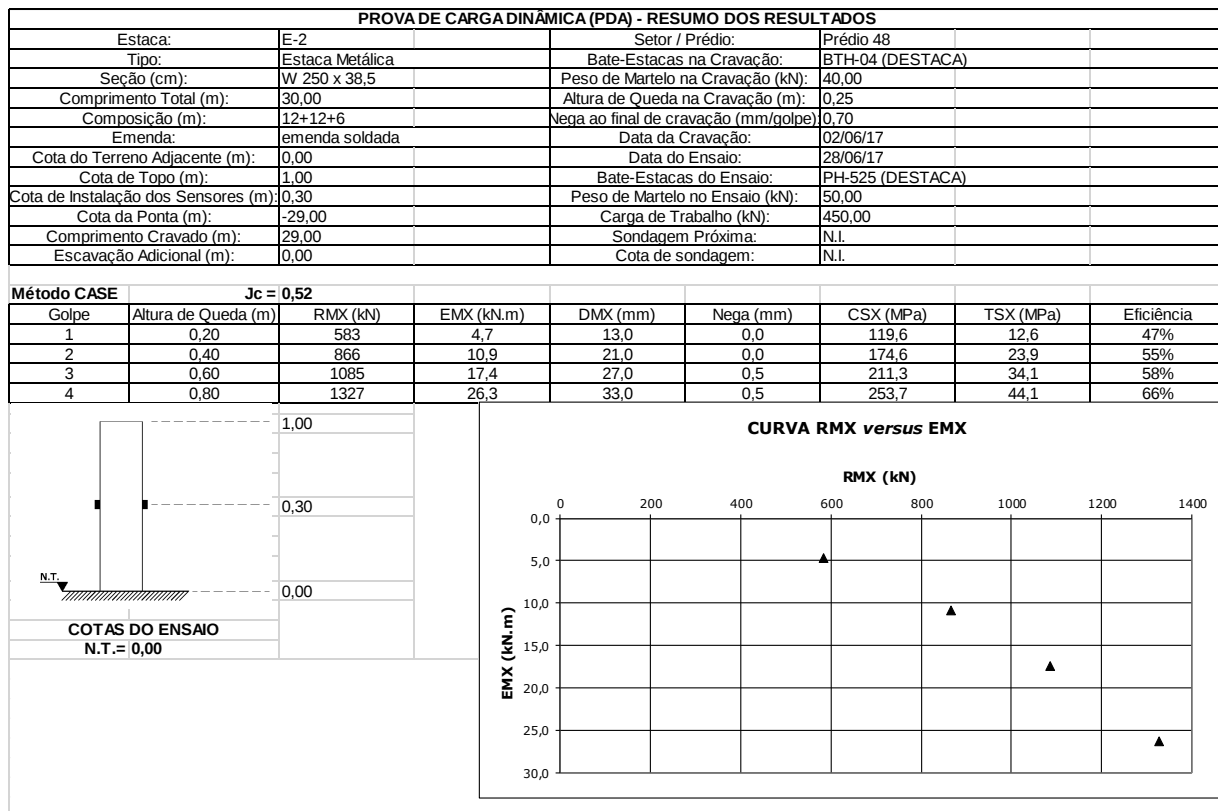
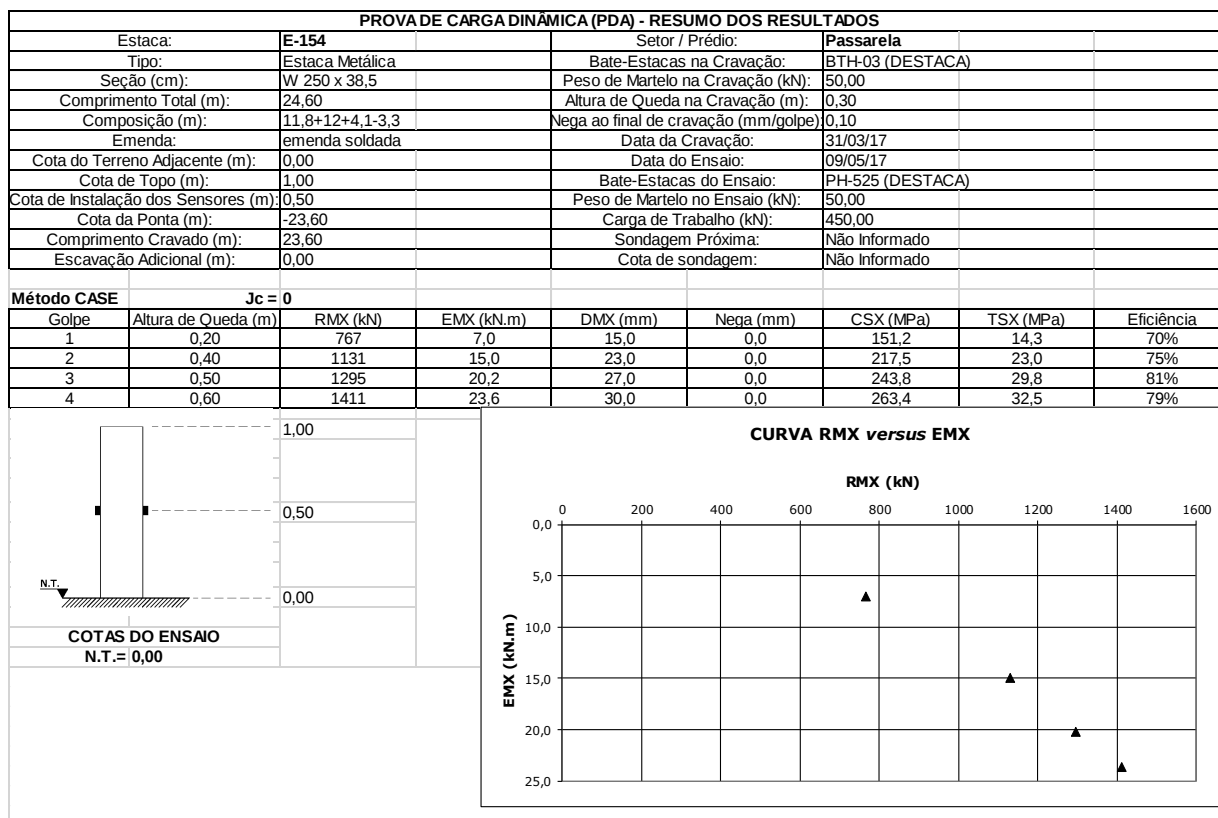


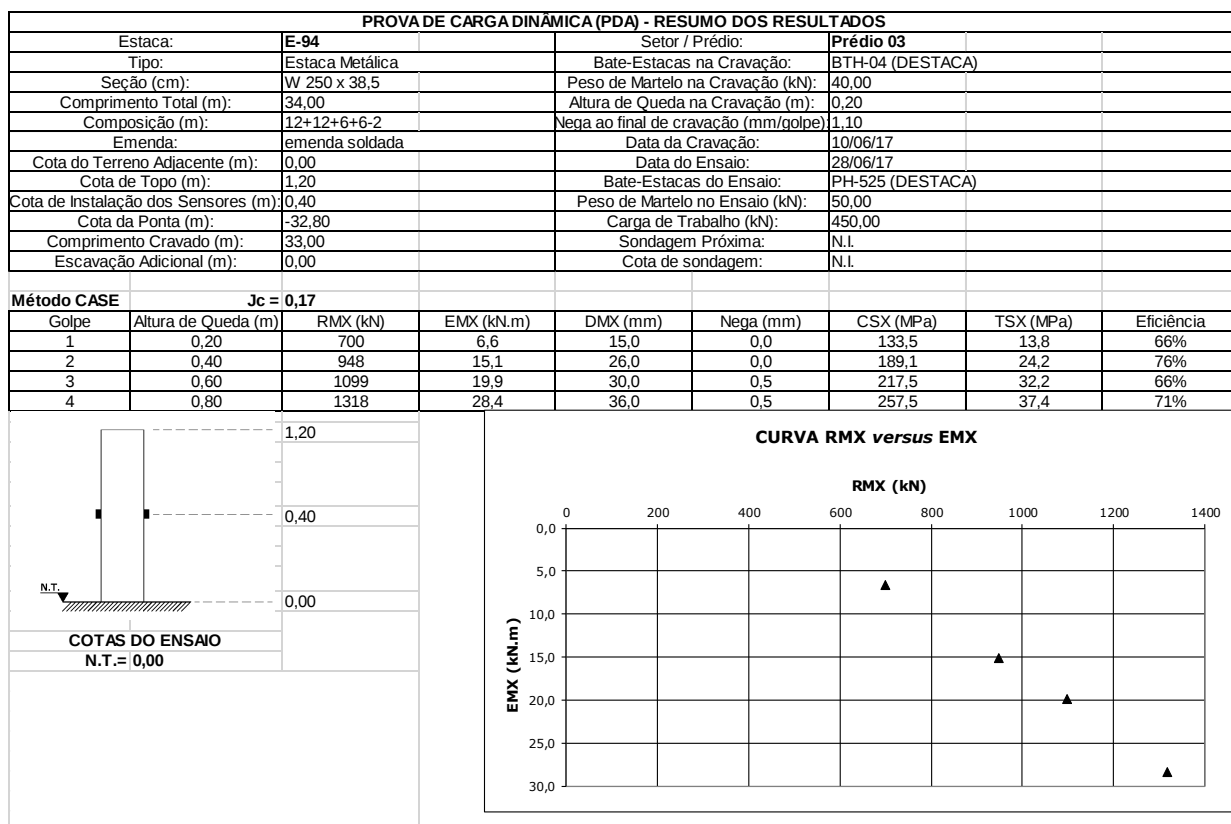
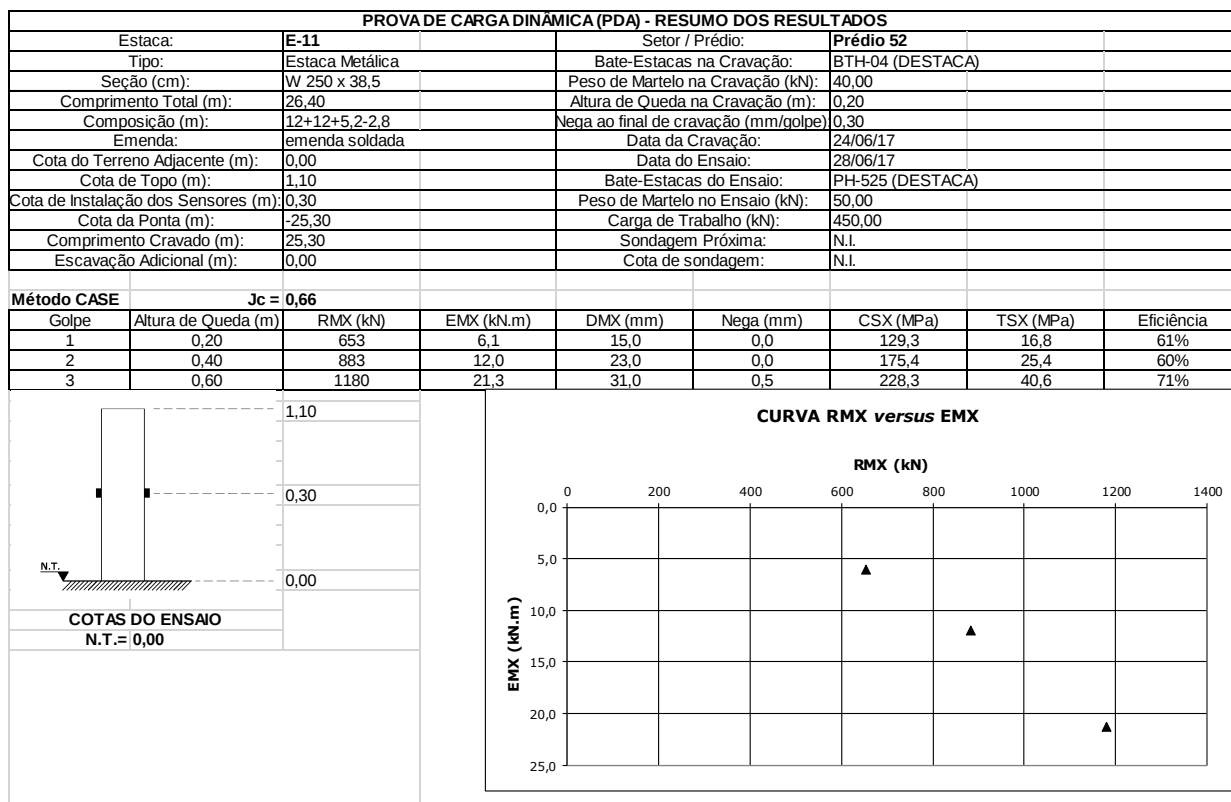


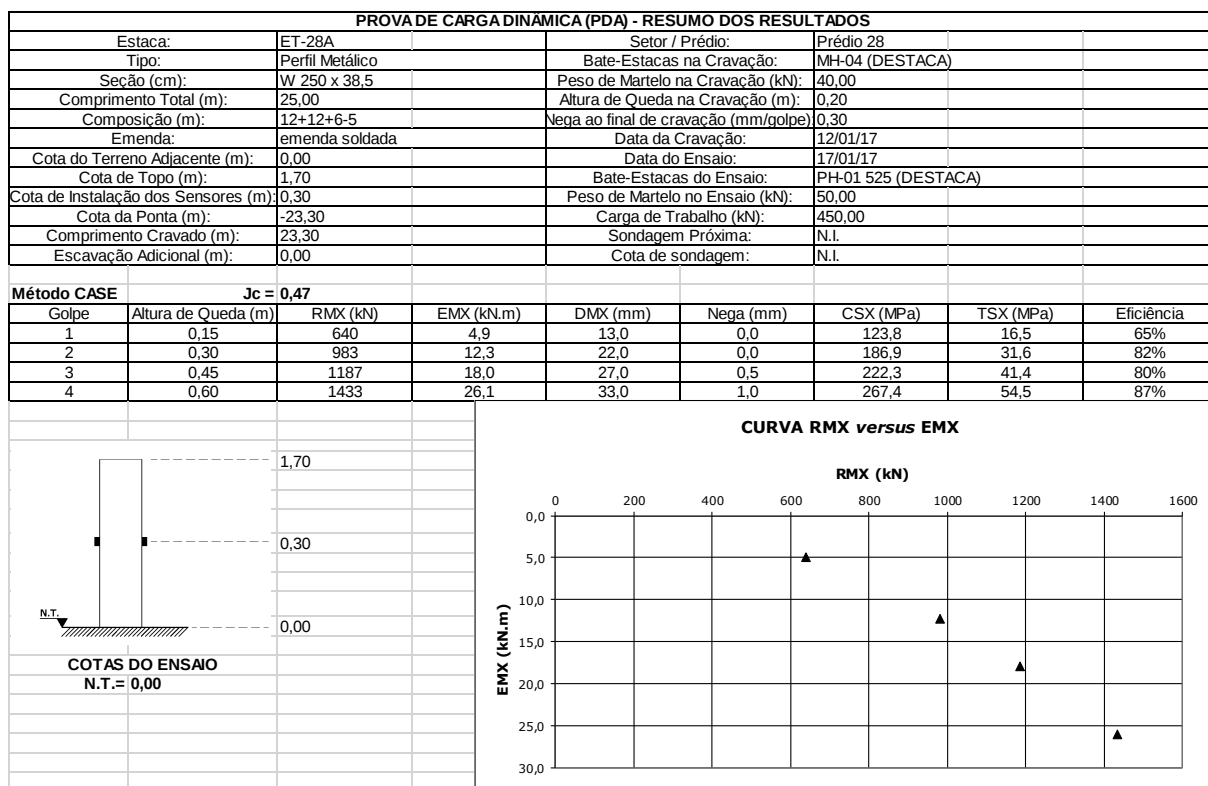
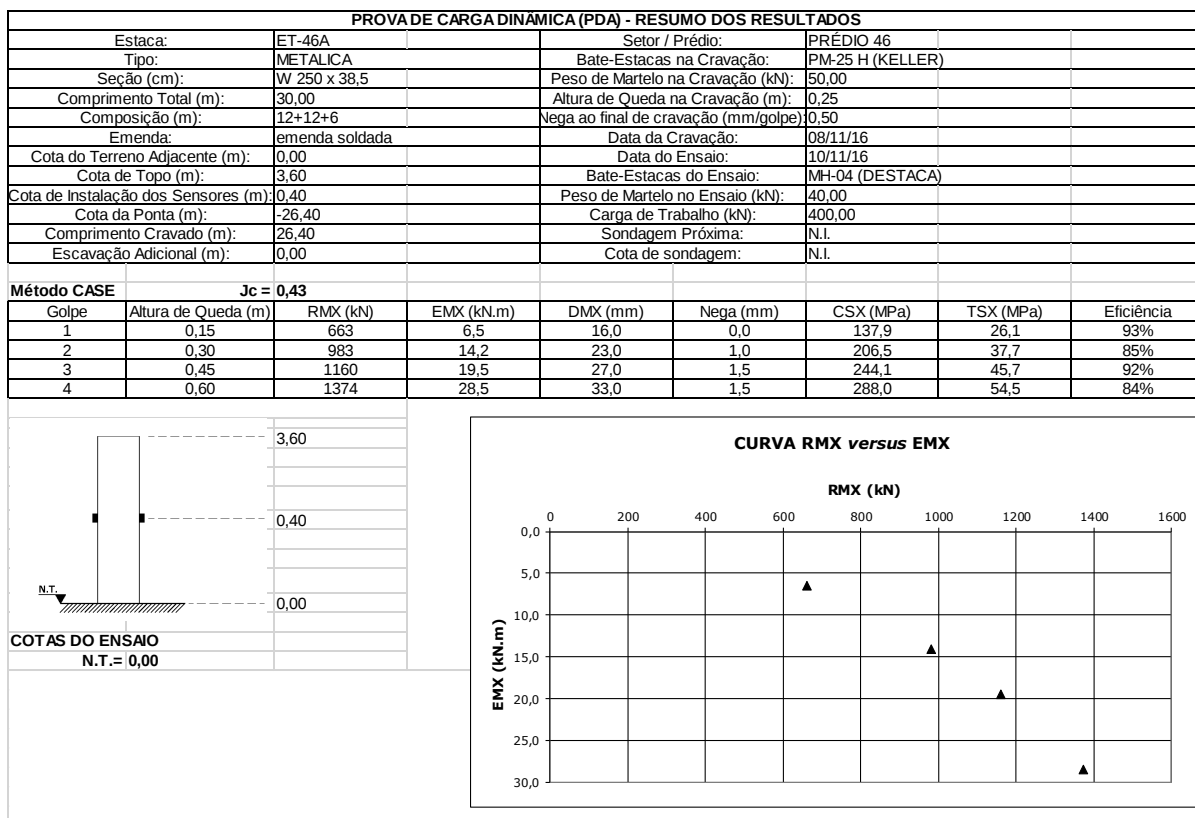


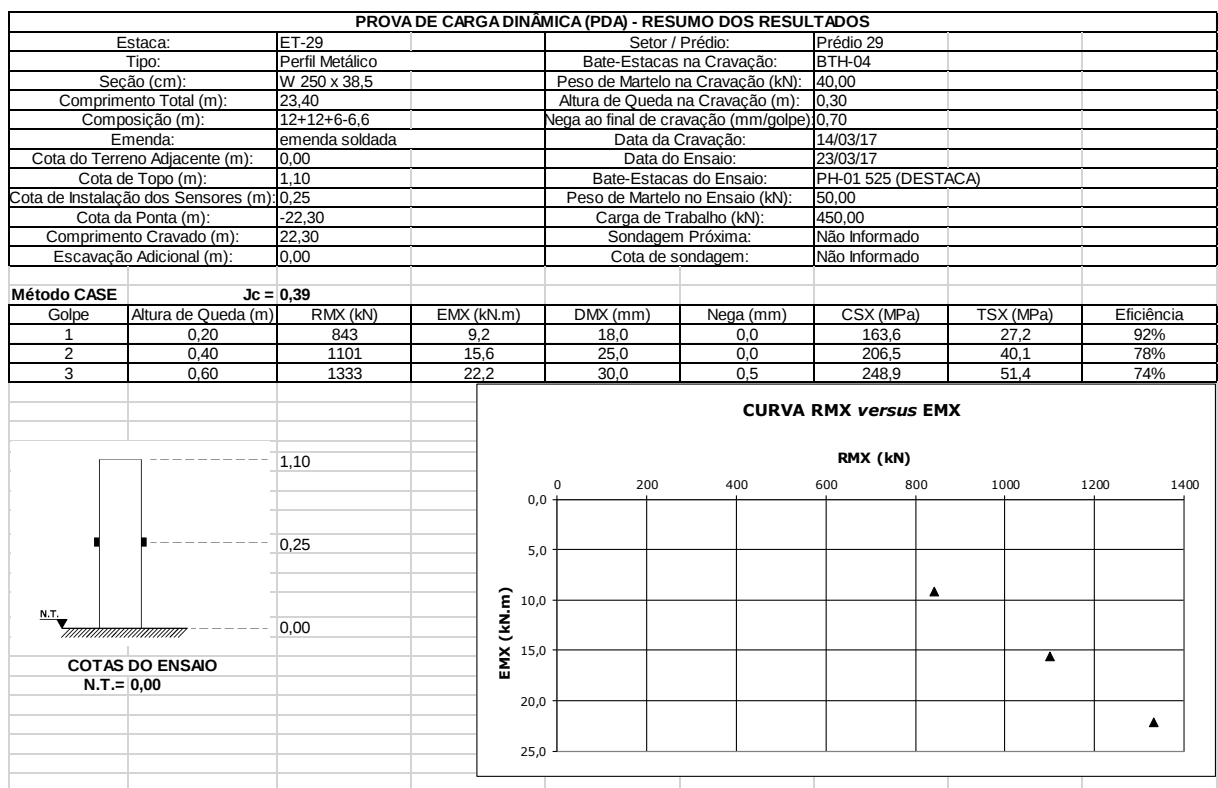
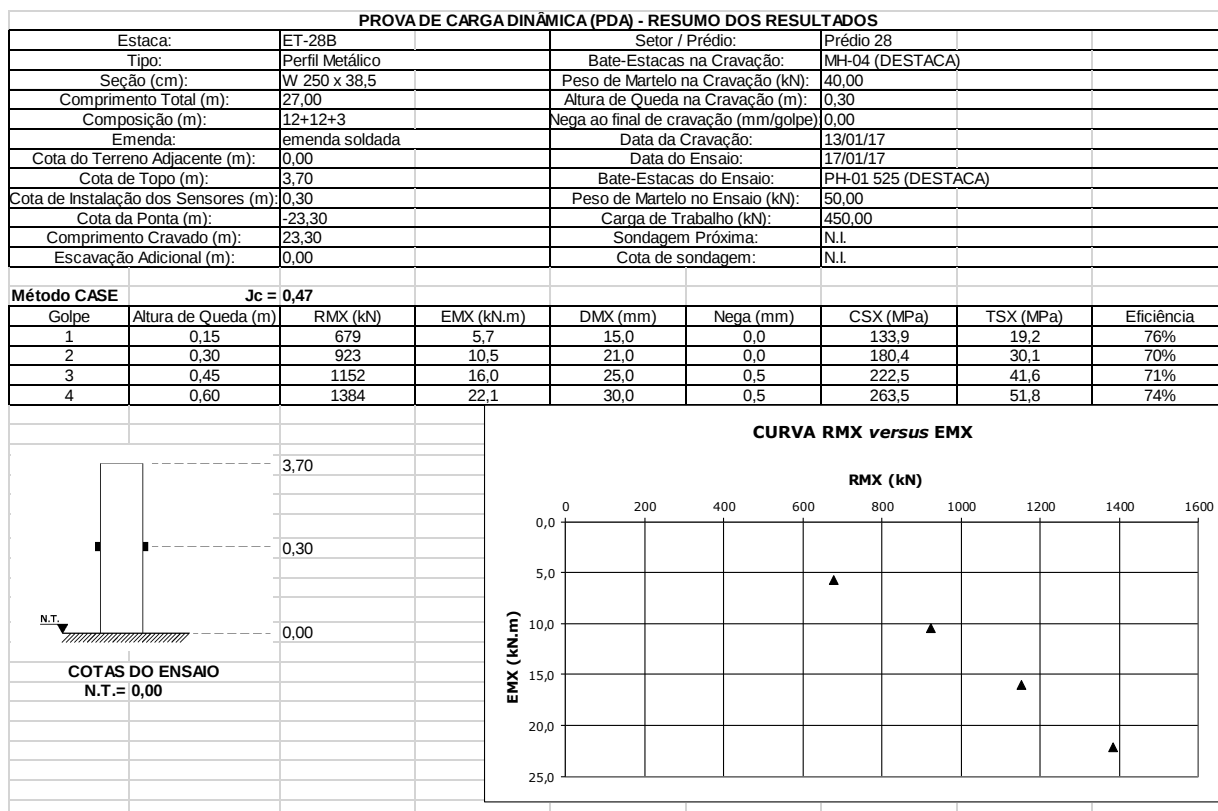












PROVA DE CARGA ESTATICA EM ESTACA - VERTICAL A COMPRESSÃO											
Obra / Local: PRÉDIO 46 - SANTA CRUZ						Prova de Carga: PCC-14					
Interessado: -			Manômetro: M6								
Estaca: ET-46A - Perfil Metálico			Célula de Carga: CC-03			Data: 25/11/16					
Seção: W 250 x 38,5			Macaco Hidráulico: 600 tf			Def. 1: RCD-01		Def. 3: RCD-04			
Comprimento Ensalado: 26,40 m			Cota do topo do bloco: N.T.+0,300 m			Def. 2: RCD-02		Def. 4: RCD-05			

	CARREGAMENTO			DESLOCAMENTO									
Data / Horário	Leitura Manômetro (kgf/cm²)	Leitura Célula de Carga CC-03	Força Aplicada (kN)	Tempo (min)	Defl. 1 (mm)	Defl. 2 (mm)	Defl. 3 (mm)	Defl. 4 (mm)	Desl. 1 (mm)	Desl. 2 (mm)	Desl. 3 (mm)	Desl. 4 (mm)	Desl. Médio (mm)
25/11/16 8:10	0	0,00	0	0	50,00	50,00	50,00	50,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
25/11/16 8:12	11,00	8,66	87	0	49,37	49,42	49,64	49,62	0,63	0,58	0,36	0,38	0,49
25/11/16 8:14				2	49,37	49,42	49,64	49,62	0,63	0,58	0,36	0,38	0,49
25/11/16 8:16				4	49,36	49,41	49,64	49,62	0,64	0,59	0,36	0,38	0,49
25/11/16 8:20				8	49,36	49,41	49,64	49,62	0,64	0,59	0,36	0,38	0,49
25/11/16 8:27				15	49,36	49,41	49,64	49,62	0,64	0,59	0,36	0,38	0,49
25/11/16 8:42				30	49,36	49,41	49,64	49,62	0,64	0,59	0,36	0,38	0,49
25/11/16 8:44	21,00	17,31	174	0	48,30	48,42	48,53	48,40	1,70	1,58	1,47	1,60	1,59
25/11/16 8:46				2	48,30	48,42	48,53	48,40	1,70	1,58	1,47	1,60	1,59
25/11/16 8:48				4	48,25	48,37	48,46	48,35	1,75	1,63	1,54	1,65	1,64
25/11/16 8:52				8	48,24	48,36	48,46	48,35	1,76	1,64	1,54	1,65	1,65
25/11/16 8:59				15	48,22	48,34	48,42	48,32	1,78	1,66	1,58	1,68	1,68
25/11/16 9:14				30	48,22	48,34	48,42	48,32	1,78	1,66	1,58	1,68	1,68
25/11/16 9:17	29,33	24,27	244	0	47,06	47,22	47,17	47,02	2,94	2,78	2,83	2,98	2,88
25/11/16 9:19				2	47,06	47,22	47,17	47,02	2,94	2,78	2,83	2,98	2,88
25/11/16 9:21				4	47,00	47,16	47,12	46,98	3,00	2,84	2,88	3,02	2,94
25/11/16 9:25				8	47,00	47,16	47,12	46,98	3,00	2,84	2,88	3,02	2,94
25/11/16 9:32				15	47,00	47,16	47,12	46,98	3,00	2,84	2,88	3,02	2,94
25/11/16 9:47				30	47,00	47,16	47,10	46,95	3,00	2,84	2,90	3,05	2,95
25/11/16 9:49	40,67	33,59	337	0	45,30	45,41	44,98	44,85	4,70	4,59	5,02	5,15	4,87
25/11/16 9:51				2	45,25	45,36	44,93	44,81	4,75	4,64	5,07	5,19	4,91
25/11/16 9:53				4	45,23	45,35	44,93	44,80	4,77	4,65	5,07	5,20	4,92
25/11/16 9:57				8	45,23	45,35	44,93	44,80	4,77	4,65	5,07	5,20	4,92
25/11/16 10:04				15	45,23	45,35	44,92	44,80	4,77	4,65	5,08	5,20	4,93
25/11/16 10:19				30	45,23	45,35	44,92	44,80	4,77	4,65	5,08	5,20	4,93
25/11/16 10:22	49,50	40,86	410	0	43,63	43,82	43,32	43,14	6,37	6,18	6,68	6,86	6,52
25/11/16 10:24				2	43,63	43,82	43,31	43,13	6,37	6,18	6,69	6,87	6,53
25/11/16 10:26				4	43,62	43,81	43,31	43,13	6,38	6,19	6,69	6,87	6,53
25/11/16 10:30				8	43,62	43,81	43,30	43,13	6,38	6,19	6,70	6,87	6,54
25/11/16 10:37				15	43,62	43,81	43,30	43,13	6,38	6,19	6,70	6,87	6,54
25/11/16 10:52				30	43,62	43,81	43,30	43,13	6,38	6,19	6,70	6,87	6,54

Data / Horário	CARREGAMENTO			DESLOCAMENTO									
	Leitura Manômetro (kgf/cm ²)	Leitura Célula de Carga CC-03	Força Aplicada (kN)	Tempo (min)	Defl. 1 (mm)	Defl. 2 (mm)	Defl. 3 (mm)	Defl. 4 (mm)	Desl. 1 (mm)	Desl. 2 (mm)	Desl. 3 (mm)	Desl. 4 (mm)	Desl. Médio (mm)
25/11/16 10:56	58,83	48,97	492	0	41,83	42,07	41,49	41,28	8,17	7,93	8,51	8,72	8,33
25/11/16 10:58				2	41,82	42,07	41,49	41,27	8,18	7,93	8,51	8,73	8,34
25/11/16 11:00				4	41,82	42,07	41,49	41,27	8,18	7,93	8,51	8,73	8,34
25/11/16 11:04				8	41,82	42,07	41,49	41,27	8,18	7,93	8,51	8,73	8,34
25/11/16 11:11				15	41,82	42,07	41,49	41,27	8,18	7,93	8,51	8,73	8,34
25/11/16 11:26				30	41,82	42,07	41,49	41,27	8,18	7,93	8,51	8,73	8,34
25/11/16 11:33	69,33	57,37	576	0	40,16	40,44	39,86	39,59	9,84	9,56	10,14	10,41	9,99
25/11/16 11:35				2	40,03	40,31	39,71	39,45	9,97	9,69	10,29	10,55	10,13
25/11/16 11:37				4	40,03	40,31	39,71	39,45	9,97	9,69	10,29	10,55	10,13
25/11/16 11:41				8	40,03	40,31	39,71	39,45	9,97	9,69	10,29	10,55	10,13
25/11/16 11:48				15	40,03	40,31	39,71	39,45	9,97	9,69	10,29	10,55	10,13
25/11/16 12:03				30	40,01	40,29	39,71	39,45	9,99	9,71	10,29	10,55	10,14
25/11/16 12:07	78,50	64,88	652	0	38,28	38,58	38,00	37,73	11,72	11,42	12,00	12,27	11,85
25/11/16 12:09				2	38,21	38,51	37,96	37,69	11,79	11,49	12,04	12,31	11,91
25/11/16 12:11				4	38,14	38,44	37,91	37,64	11,86	11,56	12,09	12,36	11,97
25/11/16 12:15				8	38,14	38,43	37,91	37,67	11,86	11,57	12,09	12,33	11,96
25/11/16 12:22				15	38,14	38,43	37,91	37,63	11,86	11,57	12,09	12,37	11,97
25/11/16 12:37				30	38,14	38,43	37,90	37,63	11,86	11,57	12,10	12,37	11,98
25/11/16 12:39	89,00	73,10	734	0	36,26	36,58	36,09	35,80	13,74	13,42	13,91	14,20	13,82
25/11/16 12:41				2	36,26	36,58	36,09	35,80	13,74	13,42	13,91	14,20	13,82
25/11/16 12:43				4	36,26	36,58	36,09	35,80	13,74	13,42	13,91	14,20	13,82
25/11/16 12:47				8	36,26	36,58	36,09	35,80	13,74	13,42	13,91	14,20	13,82
25/11/16 12:54				15	36,26	36,58	36,09	35,80	13,74	13,42	13,91	14,20	13,82
25/11/16 13:09				30	36,17	36,49	36,03	35,73	13,83	13,51	13,97	14,27	13,90
25/11/16 13:13	98,00	80,89	812	0	34,53	34,88	34,43	34,13	15,47	15,12	15,57	15,87	15,51
25/11/16 13:15				2	34,52	34,88	34,43	34,13	15,48	15,12	15,57	15,87	15,51
25/11/16 13:17				4	34,52	34,88	34,43	34,13	15,48	15,12	15,57	15,87	15,51
25/11/16 13:21				8	34,52	34,88	34,43	34,13	15,48	15,12	15,57	15,87	15,51
25/11/16 13:28				15	34,46	34,83	34,43	34,13	15,54	15,17	15,57	15,87	15,54
25/11/16 13:43				30	34,33	34,70	34,34	33,99	15,67	15,30	15,66	16,01	15,66
25/11/16 14:13				60	34,33	34,70	34,34	33,99	15,67	15,30	15,66	16,01	15,66
25/11/16 15:43				90	34,32	34,70	34,34	33,98	15,68	15,30	15,66	16,02	15,67
26/11/16 7:34				1101	34,33	34,73	34,40	34,05	15,67	15,27	15,60	15,95	15,62
26/11/16 7:36				1103	34,24	34,65	34,33	33,97	15,76	15,35	15,67	16,03	15,70
26/11/16 7:38				1105	34,24	34,64	34,33	33,97	15,76	15,36	15,67	16,03	15,71
26/11/16 7:42				1109	34,24	34,64	34,33	33,97	15,76	15,36	15,67	16,03	15,71
26/11/16 7:49				1116	34,24	34,64	34,33	33,97	15,76	15,36	15,67	16,03	15,71
26/11/16 8:04				1131	34,24	34,64	34,32	33,96	15,76	15,36	15,68	16,04	15,71

	DESCARREGAMENTO			DESLOCAMENTO									
Data / Horário	Leitura Manômetro (kgf/cm²)	Leitura Célula de Carga CC-03	Força Aplicada (kN)	Tempo (min)	Defl. 1 (mm)	Defl. 2 (mm)	Defl. 3 (mm)	Defl. 4 (mm)	Desl. 1 (mm)	Desl. 2 (mm)	Desl. 3 (mm)	Desl. 4 (mm)	Desl. Médio (mm)
26/11/16 8:07	70,00	58,40	586	0	37,53	37,86	37,45	37,16	12,47	12,14	12,55	12,84	12,50
26/11/16 8:09				2	37,56	37,87	37,45	37,17	12,44	12,13	12,55	12,83	12,49
26/11/16 8:11				3	37,56	37,88	37,47	37,18	12,44	12,12	12,53	12,82	12,48
26/11/16 8:15				4	37,56	37,88	37,47	37,18	12,44	12,12	12,53	12,82	12,48
26/11/16 8:22				15	37,57	37,89	37,48	37,19	12,43	12,11	12,52	12,81	12,47
26/11/16 8:26	46,60	38,86	390	0	42,02	42,25	41,85	41,65	7,98	7,75	8,15	8,35	8,06
26/11/16 8:28				2	42,03	42,26	41,88	41,68	7,97	7,74	8,12	8,32	8,04
26/11/16 8:30				4	42,04	42,26	41,88	41,69	7,96	7,74	8,12	8,31	8,03
26/11/16 8:34				8	42,05	42,27	41,89	41,69	7,95	7,73	8,11	8,31	8,03
26/11/16 8:41				15	42,05	42,27	41,89	41,69	7,95	7,73	8,11	8,31	8,03
26/11/16 8:43	22,20	18,60	187	0	46,74	46,88	46,52	46,41	3,26	3,12	3,48	3,59	3,36
26/11/16 8:45				2	46,76	46,90	46,55	46,42	3,24	3,10	3,45	3,58	3,34
26/11/16 8:47				4	46,79	46,90	46,55	46,42	3,24	3,10	3,45	3,58	3,34
26/11/16 8:51				8	46,78	46,92	46,60	46,47	3,22	3,08	3,40	3,53	3,31
26/11/16 8:58				15	46,78	46,93	46,60	46,47	3,22	3,07	3,40	3,53	3,30
26/11/16 9:00	0,00	0,00	0	0	51,03	51,13	50,93	50,89	-1,03	-1,13	-0,93	-0,89	-1,00
26/11/16 9:02				2	51,10	51,20	51,01	50,95	-1,10	-1,20	-1,01	-0,95	-1,07
26/11/16 9:04				4	51,13	51,23	51,01	50,95	-1,13	-1,23	-1,01	-0,95	-1,08
26/11/16 9:08				8	51,14	51,24	51,04	50,97	-1,14	-1,24	-1,04	-0,97	-1,10
26/11/16 9:15				15	51,19	51,30	51,10	51,03	-1,19	-1,30	-1,10	-1,03	-1,16
26/11/16 9:30				30	51,20	51,31	51,12	51,05	-1,20	-1,31	-1,12	-1,05	-1,17

PROVA DE CARGA ESTATICA EM ESTACA - VERTICAL A COMPRESSÃO													
Obra / Local: PRÉDIO 46 - SANTA CRUZ													
Interessado: -													
Estaca: ET-28A - Perfil Metálico													
Seção: HP 250X38,5													
Comprimento Ensaiado: 23,30 m													
Macaco Hidráulico: 600 tf													
Cota do topo do bloco: 0,200 + C.T. m													
Data: 11/02/17													
Def. 1: RCD-01													
Def. 2: RCD-02													
Def. 3: RCD-04													
Def. 4: RCD-05													

Data / Horário	CARREGAMENTO			DESLOCAMENTO									
	Leitura Manômetro (kgf/cm²)	Leitura Célula de Carga CC-09	Força Aplicada (kN)	Tempo (min)	Defl. 1 (mm)	Defl. 2 (mm)	Defl. 3 (mm)	Defl. 4 (mm)	Desl. 1 (mm)	Desl. 2 (mm)	Desl. 3 (mm)	Desl. 4 (mm)	Desl. Médio (mm)
11/2/17 9:21	0	0,00	0	0	50,00	50,00	50,00	50,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
11/2/17 9:22	8,00	7,72	102	0	49,33	49,31	49,16	49,17	0,67	0,69	0,84	0,83	0,76
11/2/17 9:24				2	49,29	49,30	49,14	49,14	0,71	0,70	0,86	0,86	0,78
11/2/17 9:26				4	49,29	49,29	49,14	49,14	0,71	0,71	0,86	0,86	0,79
11/2/17 9:30				8	49,29	49,29	49,14	49,14	0,71	0,71	0,86	0,86	0,79
11/2/17 9:37				15	49,29	49,29	49,14	49,14	0,71	0,71	0,86	0,86	0,79
11/2/17 9:52				30	49,29	49,29	49,14	49,14	0,71	0,71	0,86	0,86	0,79
11/2/17 9:54	17,17	16,70	188	0	48,28	48,27	47,95	47,95	1,72	1,73	2,05	2,05	1,89
11/2/17 9:56				2	48,24	48,26	47,93	47,91	1,76	1,74	2,07	2,09	1,92
11/2/17 9:58				4	48,24	48,26	47,91	47,91	1,76	1,74	2,09	2,09	1,92
11/2/17 10:02				8	48,23	48,26	47,91	47,91	1,77	1,74	2,09	2,09	1,92
11/2/17 10:09				15	48,23	48,26	47,91	47,90	1,77	1,74	2,09	2,10	1,93
11/2/17 10:24				30	48,22	48,24	47,90	47,89	1,78	1,76	2,10	2,11	1,94
11/2/17 10:29	26,50	25,30	270	0	47,10	47,12	46,58	46,58	2,90	2,88	3,42	3,42	3,16
11/2/17 10:31				2	47,09	47,12	46,58	46,58	2,91	2,88	3,42	3,42	3,16
11/2/17 10:33				4	47,09	47,12	46,58	46,58	2,91	2,88	3,42	3,42	3,16
11/2/17 10:37				8	47,08	47,12	46,58	46,58	2,92	2,88	3,42	3,42	3,16
11/2/17 10:44				15	47,08	47,12	46,58	46,58	2,92	2,88	3,42	3,42	3,16
11/2/17 10:59				30	47,07	47,12	46,58	46,58	2,93	2,88	3,42	3,42	3,16
11/2/17 11:04	37,83	35,50	368	0	45,61	45,70	44,82	44,82	4,39	4,30	5,18	5,18	4,76
11/2/17 11:06				2	45,61	45,70	44,82	44,82	4,39	4,30	5,18	5,18	4,76
11/2/17 11:08				4	45,59	45,67	44,79	44,78	4,41	4,33	5,21	5,22	4,79
11/2/17 11:12				8	45,54	45,66	44,76	44,74	4,46	4,34	5,24	5,26	4,83
11/2/17 11:19				15	45,51	45,63	44,73	44,71	4,49	4,37	5,27	5,29	4,86
11/2/17 11:34				30	45,51	45,63	44,72	44,71	4,49	4,37	5,28	5,29	4,86
11/2/17 11:39	48,17	44,40	454	0	44,15	44,44	43,32	43,20	5,85	5,56	6,68	6,80	6,22
11/2/17 11:41				2	44,11	44,39	43,28	43,15	5,89	5,61	6,72	6,85	6,27
11/2/17 11:43				4	44,11	44,38	43,28	43,15	5,89	5,62	6,72	6,85	6,27
11/2/17 11:47				8	44,09	44,38	43,27	43,13	5,91	5,62	6,73	6,87	6,28
11/2/17 11:54				15	44,05	44,34	43,22	43,09	5,95	5,66	6,78	6,91	6,33
11/2/17 12:09				30	44,02	44,33	43,22	43,06	5,98	5,67	6,78	6,94	6,34

Data / Horário	CARREGAMENTO			DESLOCAMENTO									
	Leitura Manômetro (kgf/cm²)	Leitura Célula de Carga CC-09	Força Aplicada (kN)	Tempo (min)	Defl. 1 (mm)	Defl. 2 (mm)	Defl. 3 (mm)	Defl. 4 (mm)	Desl. 1 (mm)	Desl. 2 (mm)	Desl. 3 (mm)	Desl. 4 (mm)	Desl. Médio (mm)
11/2/17 12:17	57,50	52,85	535	0	42,64	43,04	41,79	41,54	7,36	6,96	8,21	8,46	7,75
11/2/17 12:19				2	42,62	43,04	41,79	41,54	7,38	6,96	8,21	8,46	7,75
11/2/17 12:21				4	42,62	43,03	41,78	41,53	7,38	6,97	8,22	8,47	7,76
11/2/17 12:25				8	42,56	43,00	41,74	41,47	7,44	7,00	8,26	8,53	7,81
11/2/17 12:32				15	42,54	42,98	41,72	41,44	7,46	7,02	8,28	8,56	7,83
11/2/17 12:47				30	42,53	42,98	41,71	41,44	7,47	7,02	8,29	8,56	7,84
11/2/17 12:52	69,33	63,13	633	0	40,72	41,27	39,81	39,48	9,28	8,73	10,19	10,52	9,68
11/2/17 12:54				2	40,72	41,27	39,81	39,48	9,28	8,73	10,19	10,52	9,68
11/2/17 12:56				4	40,72	41,27	39,81	39,48	9,28	8,73	10,19	10,52	9,68
11/2/17 13:00				8	40,66	41,23	39,77	39,42	9,34	8,77	10,23	10,58	9,73
11/2/17 13:07				15	40,66	41,23	39,76	39,42	9,34	8,77	10,24	10,58	9,73
11/2/17 13:22				30	40,66	41,21	39,73	39,38	9,34	8,79	10,27	10,62	9,76
11/2/17 13:28	79,50	72,07	719	0	39,12	39,74	38,13	37,72	10,88	10,26	11,87	12,28	11,32
11/2/17 13:30				2	39,11	39,74	38,13	37,72	10,89	10,26	11,87	12,28	11,33
11/2/17 13:32				4	39,07	39,71	38,10	37,67	10,93	10,29	11,90	12,33	11,36
11/2/17 13:36				8	39,05	39,70	38,08	37,65	10,95	10,30	11,92	12,35	11,38
11/2/17 13:43				15	39,05	39,70	38,08	37,65	10,95	10,30	11,92	12,35	11,38
11/2/17 13:58				30	39,05	39,69	38,07	37,65	10,95	10,31	11,93	12,35	11,39
11/2/17 14:00	91,33	82,25	817	0	37,22	37,92	36,17	35,73	12,78	12,08	13,83	14,27	13,24
11/2/17 14:02				2	37,22	37,92	36,17	35,73	12,78	12,08	13,83	14,27	13,24
11/2/17 14:04				4	37,22	37,92	36,16	35,73	12,78	12,08	13,84	14,27	13,24
11/2/17 14:08				8	37,18	37,89	36,13	35,70	12,82	12,11	13,87	14,30	13,28
11/2/17 14:15				15	37,17	37,89	36,13	35,69	12,83	12,11	13,87	14,31	13,28
11/2/17 14:30				30	37,17	37,89	36,12	35,69	12,83	12,11	13,88	14,31	13,28
11/2/17 14:37	101,50	91,04	901	0	35,61	36,33	34,48	34,06	14,39	13,67	15,52	15,94	14,88
11/2/17 14:39				2	35,61	36,33	34,48	34,06	14,39	13,67	15,52	15,94	14,88
11/2/17 14:41				4	35,61	36,33	34,48	34,06	14,39	13,67	15,52	15,94	14,88
11/2/17 14:45				8	35,55	36,30	34,43	33,99	14,45	13,70	15,57	16,01	14,93
11/2/17 14:52				15	35,54	36,28	34,41	33,99	14,46	13,72	15,59	16,01	14,95
11/2/17 15:07	124,10	114,00	1120	30	35,54	36,26	34,40	33,98	14,46	13,74	15,60	16,02	14,96
11/2/17 15:37				60	35,47	36,14	34,28	33,90	14,53	13,86	15,72	16,10	15,05
11/2/17 16:00				1019	35,75	36,27	34,42	34,19	14,25	13,73	15,58	15,81	14,84

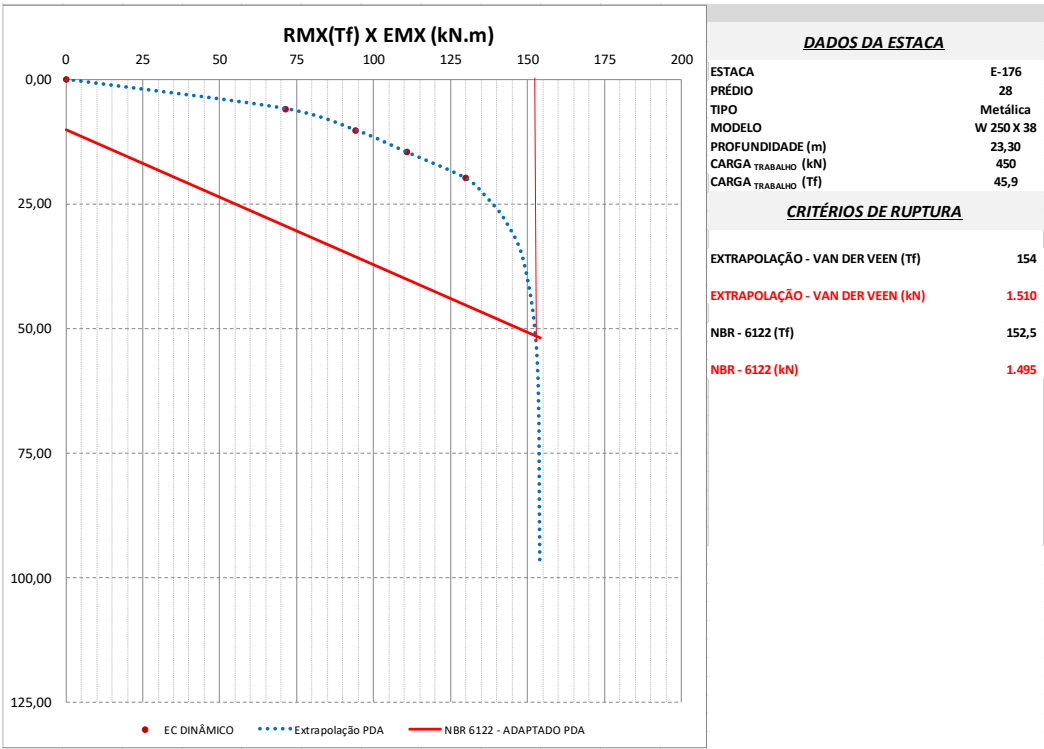
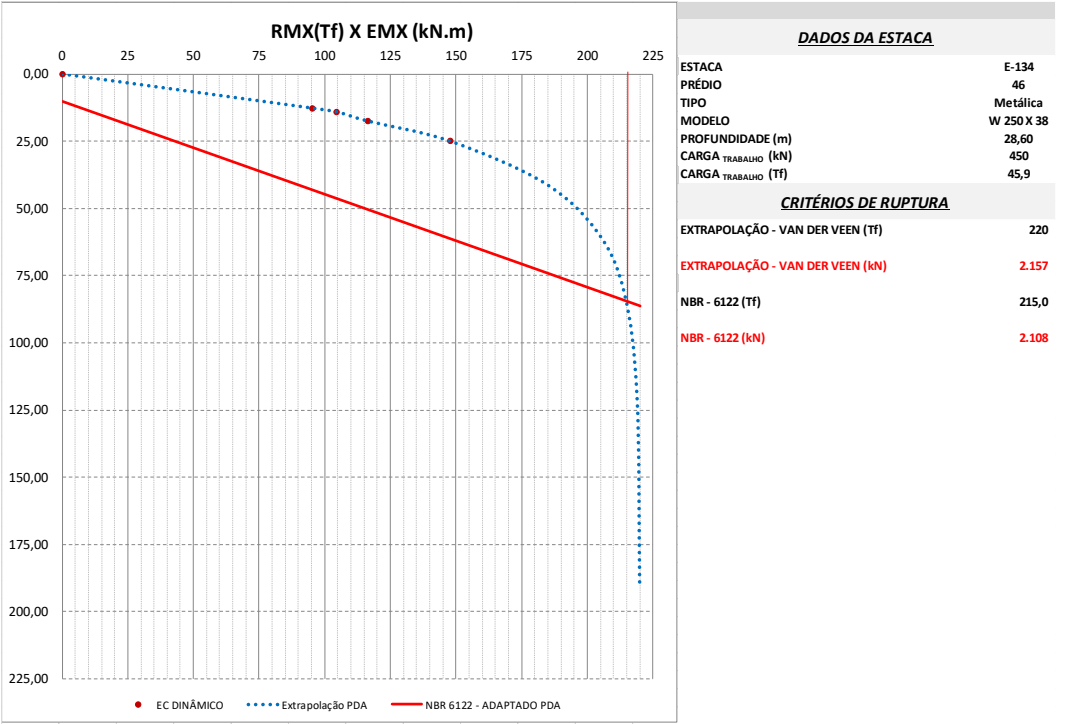
(1) Durante a manutenção da carga máxima por 12h, a referência foi perdida devido à ocorrência de fortes ventos, de forma que a leitura realizada após esse período tornou-se a referência para o descarregamento.

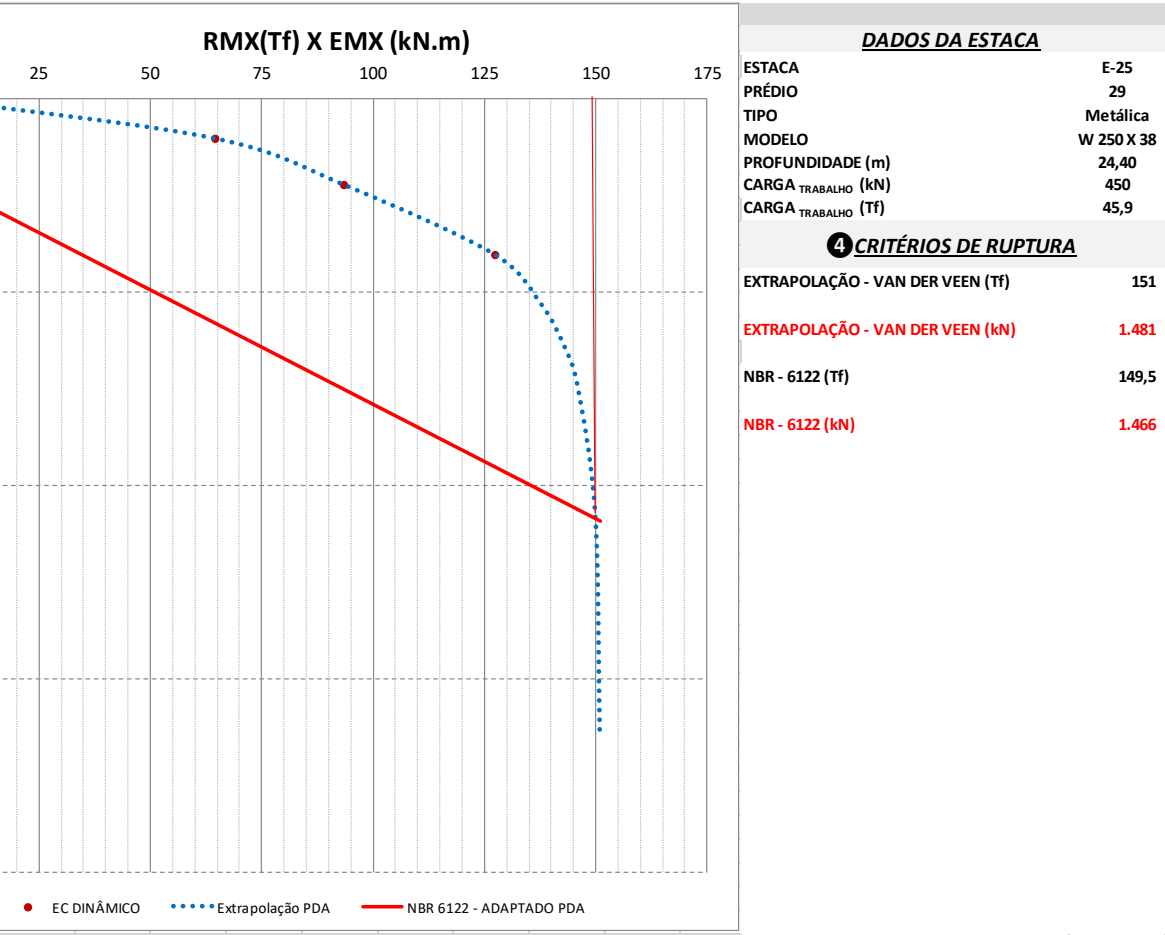
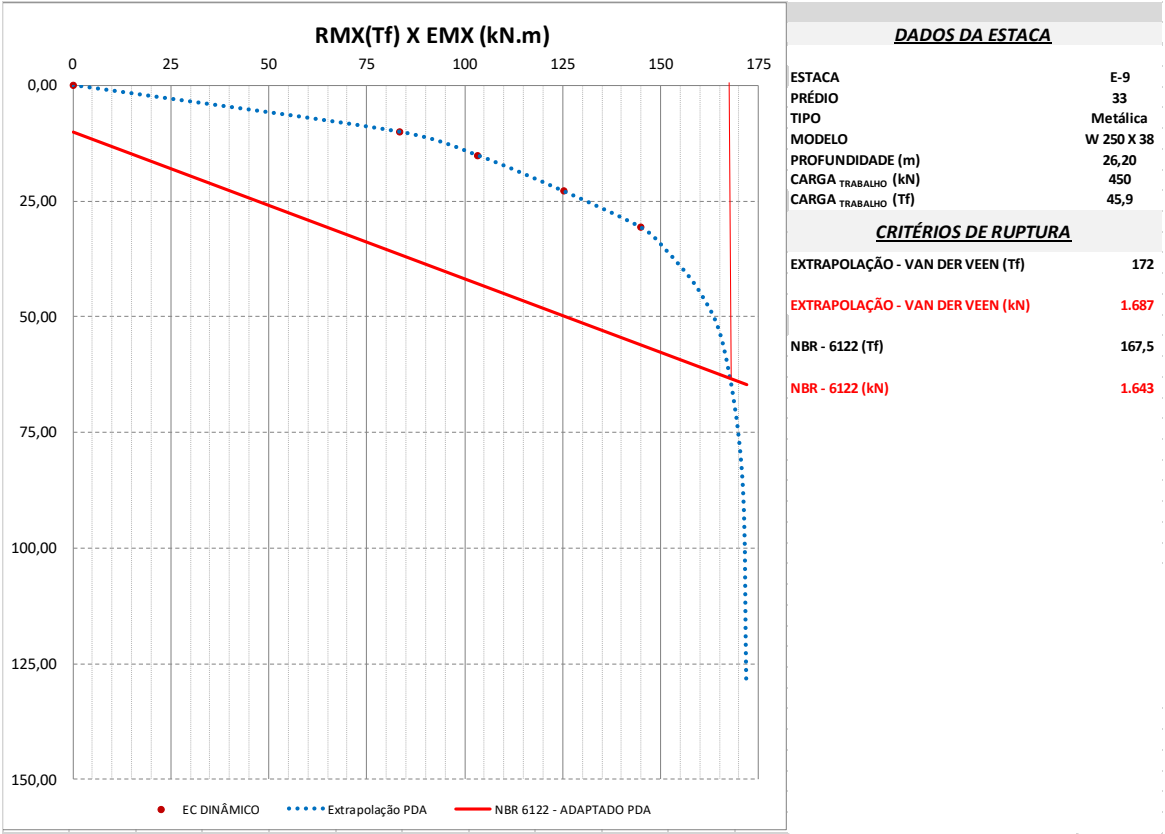
	DESCARREGAMENTO			DESLOCAMENTO									
Data / Horário	Leitura Manômetro (kgf/cm²)	Leitura Célula de Carga CC-09	Força Aplicada (kN)	Tempo (min)	Defl. 1 (mm)	Defl. 2 (mm)	Defl. 3 (mm)	Defl. 4 (mm)	Desl. 1 (mm)	Desl. 2 (mm)	Desl. 3 (mm)	Desl. 4 (mm)	Desl. Médio (mm)
12/2/17 7:45	62,20	67,10	671	0	39,42	39,89	38,24	38,08	10,86	10,24	11,90	12,21	11,30
12/2/17 7:47				2	39,47	39,89	38,26	38,12	10,81	10,24	11,88	12,17	11,28
12/2/17 7:49				4	39,50	39,90	38,26	38,12	10,78	10,23	11,88	12,17	11,27
12/2/17 7:53				8	39,51	39,91	38,26	38,13	10,77	10,22	11,88	12,16	11,26
12/2/17 8:00				15	39,51	39,91	38,27	38,13	10,77	10,22	11,87	12,16	11,26
12/2/17 8:03	40,40	45,48	464	0	43,35	43,63	42,30	42,23	6,93	6,50	7,84	8,06	7,33
12/2/17 8:05				2	43,36	43,63	42,31	42,25	6,92	6,50	7,83	8,04	7,32
12/2/17 8:07				4	43,38	43,64	42,32	42,26	6,90	6,49	7,82	8,03	7,31
12/2/17 8:11				8	43,39	43,65	42,32	42,28	6,89	6,48	7,82	8,01	7,30
12/2/17 8:18				15	43,39	43,65	42,32	42,28	6,89	6,48	7,82	8,01	7,30
12/2/17 8:21	18,40	22,44	243	0	47,28	47,50	46,49	46,43	3,00	2,63	3,65	3,86	3,29
12/2/17 8:23				2	47,30	47,51	46,51	46,45	2,98	2,62	3,63	3,84	3,27
12/2/17 8:25				4	47,32	47,51	46,52	46,46	2,96	2,62	3,62	3,83	3,26
12/2/17 8:29				8	47,34	47,53	46,53	46,48	2,94	2,60	3,61	3,81	3,24
12/2/17 8:36				15	47,34	47,53	46,54	46,49	2,94	2,60	3,60	3,80	3,24
12/2/17 8:40	0,00	0,00	0	0	50,21	50,11	50,11	50,23	0,07	0,02	0,03	0,06	0,05
12/2/17 8:42				2	50,21	50,11	50,12	50,27	0,07	0,02	0,02	0,02	0,03
12/2/17 8:44				4	50,21	50,11	50,12	50,28	0,07	0,02	0,02	0,01	0,03
12/2/17 8:48				8	50,21	50,11	50,12	50,28	0,07	0,02	0,02	0,01	0,03
12/2/17 8:55				15	50,21	50,12	50,12	50,28	0,07	0,01	0,02	0,01	0,03
12/2/17 9:10				30	50,22	50,12	50,12	50,28	0,06	0,01	0,02	0,01	0,03

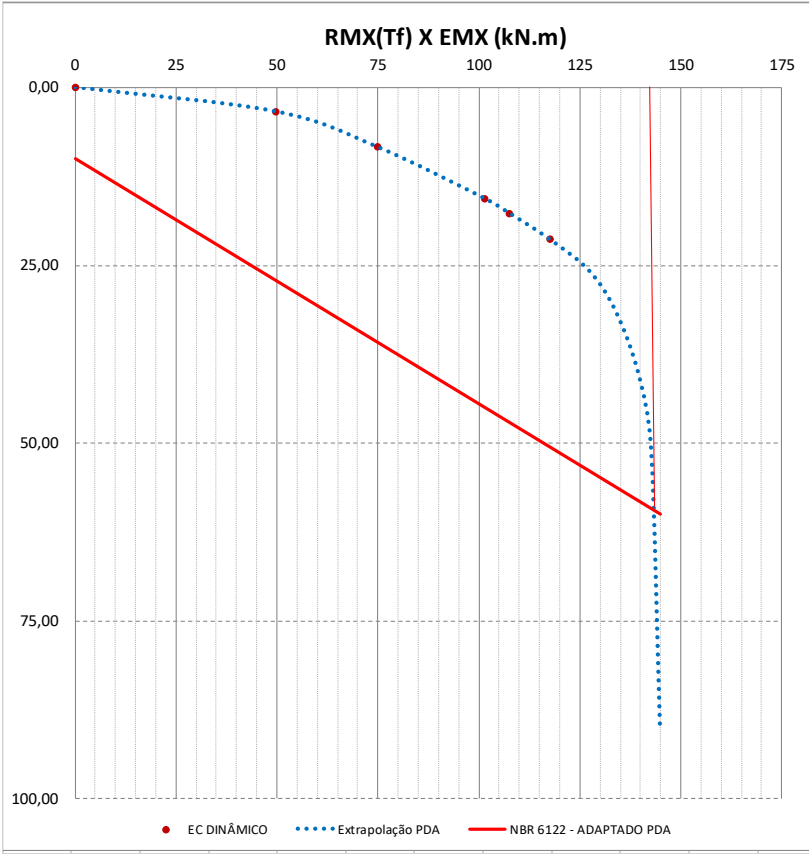
PROVA DE CARGA ESTATICA EM ESTACA - VERTICAL A COMPRESSÃO													
Obra / Local: PR(EDIO 46 - SANTA CRUZ													
Prova de Carga: PCC-17													
Interessado: -				Manômetro: WMD-2001				Data: 18/02/17					
Estaca: ET-28B - Perfil Metálico				Celula de Carga: CC-09									
Seção: HP 250X38,5				Macaco Hidráulico: 600 tf				Def. 1: RCD-01		Def. 3: RCD-04			
Comprimento Ensaiado: 23,30 m				Cota do topo do bloco: 0,200 + C.T. m				Def. 2: RCD-02		Def. 4: RCD-05			
	CARREGAMENTO			DESLOCAMENTO									
Data / Horário	Leitura Manômetro (kgf/cm²)	Leitura Célula de Carga CC-12	Força Aplicada (kN)	Tempo (min)	Defl. 1 (mm)	Defl. 2 (mm)	Defl. 3 (mm)	Defl. 4 (mm)	Desl. 1 (mm)	Desl. 2 (mm)	Desl. 3 (mm)	Desl. 4 (mm)	Desl. Médio (mm)
18/2/17 8:27	0	0,00	0	0	50,00	50,00	50,00	50,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
18/2/17 8:32				0	49,17	49,24	49,19	49,09	0,83	0,76	0,81	0,91	0,83
18/2/17 8:34				2	49,17	49,24	49,18	49,08	0,83	0,76	0,82	0,92	0,83
18/2/17 8:36				4	49,15	49,24	49,18	49,07	0,85	0,76	0,82	0,93	0,84
18/2/17 8:40	9,00	7,17	96	8	49,15	49,24	49,17	49,06	0,85	0,76	0,83	0,94	0,84
18/2/17 8:47				15	49,14	49,23	49,15	49,05	0,86	0,77	0,85	0,95	0,86
18/2/17 9:02				30	49,12	49,22	49,14	49,03	0,88	0,78	0,86	0,97	0,87
18/2/17 9:09				0	47,58	47,73	47,76	47,64	2,42	2,27	2,24	2,36	2,32
18/2/17 9:11				2	47,50	47,64	47,69	47,55	2,50	2,36	2,31	2,45	2,41
18/2/17 9:13				4	47,49	47,64	47,69	47,55	2,51	2,36	2,31	2,45	2,41
18/2/17 9:17	20,00	16,28	184	8	47,48	47,64	47,68	47,54	2,52	2,36	2,32	2,46	2,42
18/2/17 9:24				15	47,46	47,63	47,66	47,51	2,54	2,37	2,34	2,49	2,44
18/2/17 9:39				30	47,44	47,61	47,64	47,48	2,56	2,39	2,36	2,52	2,46
18/2/17 9:43				0	45,66	45,84	45,91	45,78	4,34	4,16	4,09	4,22	4,20
18/2/17 9:45				2	45,66	45,84	45,89	45,76	4,34	4,16	4,11	4,24	4,21
18/2/17 9:47	31,17	26,42	281	4	45,65	45,84	45,89	45,76	4,35	4,16	4,11	4,24	4,22
18/2/17 9:51				8	45,65	45,84	45,89	45,75	4,35	4,16	4,11	4,25	4,22
18/2/17 9:58				15	45,65	45,84	45,89	45,74	4,35	4,16	4,11	4,26	4,22
18/2/17 10:13				30	45,64	45,84	45,88	45,73	4,36	4,16	4,12	4,27	4,23
18/2/17 10:18				0	44,42	44,46	44,42	44,44	5,58	5,54	5,58	5,56	5,57
18/2/17 10:20				2	44,42	44,46	44,42	44,44	5,58	5,54	5,58	5,56	5,57
18/2/17 10:22	40,83	35,57	369	4	44,40	44,44	44,38	44,39	5,60	5,56	5,62	5,61	5,60
18/2/17 10:26				8	44,38	44,44	44,38	44,39	5,62	5,56	5,62	5,61	5,60
18/2/17 10:33				15	44,38	44,44	44,38	44,39	5,62	5,56	5,62	5,61	5,60
18/2/17 10:48				30	44,38	44,44	44,37	44,38	5,62	5,56	5,63	5,62	5,61
18/2/17 10:52				0	42,98	42,86	42,59	42,75	7,02	7,14	7,41	7,25	7,21
18/2/17 10:54				2	42,97	42,86	42,58	42,74	7,03	7,14	7,42	7,26	7,21
18/2/17 10:56	51,67	45,57	465	4	42,97	42,86	42,58	42,74	7,03	7,14	7,42	7,26	7,21
18/2/17 11:00				8	42,97	42,86	42,56	42,74	7,03	7,14	7,44	7,26	7,22
18/2/17 11:07				15	42,97	42,86	42,56	42,74	7,03	7,14	7,44	7,26	7,22
18/2/17 11:22				30	42,97	42,86	42,55	42,74	7,03	7,14	7,45	7,26	7,22
	CARREGAMENTO			DESLOCAMENTO									
Data / Horário	Leitura Manômetro (kgf/cm²)	Leitura Célula de Carga CC-12	Força Aplicada (kN)	Tempo (min)	Defl. 1 (mm)	Defl. 2 (mm)	Defl. 3 (mm)	Defl. 4 (mm)	Desl. 1 (mm)	Desl. 2 (mm)	Desl. 3 (mm)	Desl. 4 (mm)	Desl. Médio (mm)
18/2/17 11:24				0	41,56	41,33	40,98	41,28	8,44	8,67	9,02	8,72	8,71
18/2/17 11:26				2	41,56	41,33	40,98	41,28	8,44	8,67	9,02	8,72	8,71
18/2/17 11:28	61,00	54,43	550	4	41,56	41,33	40,98	41,28	8,44	8,67	9,02	8,72	8,71
18/2/17 11:32				8	41,56	41,33	40,98	41,28	8,44	8,67	9,02	8,72	8,71
18/2/17 11:39				15	41,56	41,33	40,97	41,27	8,44	8,67	9,03	8,73	8,72
18/2/17 11:54				30	41,56	41,33	40,97	41,27	8,44	8,67	9,03	8,73	8,72
18/2/17 11:56				0	39,97	39,62	39,26	39,67	10,03	10,38	10,74	10,33	10,37
18/2/17 11:58				2	39,97	39,62	39,26	39,67	10,03	10,38	10,74	10,33	10,37
18/2/17 12:00	72,00	64,47	646	4	39,97	39,62	39,26	39,67	10,03	10,38	10,74	10,33	10,37
18/2/17 12:04				8	39,97	39,62	39,26	39,67	10,03	10,38	10,74	10,33	10,37
18/2/17 12:11				15	39,97	39,62	39,26	39,67	10,03	10,38	10,74	10,33	10,37
18/2/17 12:26				30	39,97	39,62	39,26	39,67	10,03	10,38	10,74	10,33	10,37
18/2/17 12:28				0	38,54	38,08	37,73	38,25	11,46	11,92	12,27	11,75	11,85
18/2/17 12:30				2	38,54	38,08	37,73	38,25	11,46	11,92	12,27	11,75	11,85
18/2/17 12:32	81,17	73,50	733	4	38,54	38,08	37,73	38,25	11,46	11,92	12,27	11,75	11,85
18/2/17 12:36				8	38,54	38,08	37,73	38,25	11,46	11,92	12,27	11,75	11,85
18/2/17 12:43				15	38,54	38,08	37,73	38,25	11,46	11,92	12,27	11,75	11,85
18/2/17 12:58				30	38,54	38,08	37,72	38,25	11,46	11,92	12,28	11,75	11,85
18/2/17 13:00				0	36,91	36,40	36,10	36,65	13,09	13,60	13,90	13,35	13,49
18/2/17 13:02				2	36,91	36,40	36,08	36,65	13,09	13,60	13,92	13,35	13,49
18/2/17 13:04				4	36,90	36,40	36,08	36,64	13,10	13,60	13,92	13,36	13,50
18/2/17 13:08	91,67	83,50	829	8	36,90	36,39	36,07	36,64	13,10	13,61	13,93	13,36	13,50
18/2/17 13:15				15	36,90	36,39	36,07	36,64	13,10	13,61	13,93	13,36	13,50
18/2/17 13:30				30	36,90	36,39	36,07	36,64	13,10	13,61	13,93	13,36	13,50
18/2/17 13:33				0	35,42	34,87	34,59	35,20	14,58	15,13	15,41	14,80	14,98
18/2/17 13:35				2	35,42	34,87	34,59	35,20	14,58	15,13	15,41	14,80	14,98
18/2/17 13:37				4	35,42	34,87	34,59	35,20	14,58	15,13	15,41	14,80	14,98
18/2/17 13:41				8	35,41	34,85	34,56	35,18	14,59	15,15	15,44	14,82	15,00
18/2/17 13:48				15	35,41	34,85	34,56	35,18	14,59	15,15	15,44	14,82	15,00
18/2/17 14:03				30	35,41	34,85	34,56	35,18	14,59	15,15	15,44	14,82	15,00
18/2/17 14:33	97,07	92,39	914	60	35,41	34,85	34,56	35,18	14,59	15,15	15,44	14,82	15,00
19/2/17 7:05				1052	35,41	34,82	34,51	35,18	14,59	15,18	15,49	14,82	15,02
19/2/17 7:07				1054	35,39	34,76	34,48	35,15	14,61	15,24	15,52	14,85	15,06
19/2/17 7:09				1056	35,39	34,76	34,48	35,15	14,61	15,24	15,52	14,85	15,06
19/2/17 7:11				1058	35,38	34,76	34,48	35,15	14,62	15,24	15,52	14,85	15,06
19/2/17 7:15				1062	35,38	34,76	34,48	35,15	14,62	15,24	15,52	14,85	15,06
19/2/17 7:22				1069	35,38	34,76	34,48	35,15	14,62	15,24	15,52	14,85	15,06
19/2/17 7:37				1084	35,38	34,76	34,48	35,15	14,62	15,24	15,52	14,85	15,06
	DESCARREGAMENTO			DESLOCAMENTO									
Data / Horário	Leitura Manômetro (kgf/cm²)	Leitura Célula de Carga CC-12	Força Aplicada (kN)	Tempo (min)	Defl. 1 (mm)	Defl. 2 (mm)	Defl. 3 (mm)	Defl. 4 (mm)	Desl. 1 (mm)	Desl. 2 (mm)	Desl. 3 (mm)	Desl. 4 (mm)	Desl. Médio (mm)
19/2/17 7:43				0	38,88	38,24	37,79	38,48	11,12	11,76	12,21	11,52	11,65
19/2/17 7:45				2	38,89	38,26	37,80	38,50	11,11	11,74	12,20	11,50	11,64
19/2/17 7:47	66,80	68,40	684	4	38,89	38,26	37,81	38,50	11,11	11,74	12,19	11,50	11,64
19/2/17 7:51				8	38,90	38,27	37,81	38,52	11,10	11,73	12,19	11,48	11,63
19/2/17 7:58				15	38,91	38,27	37,81	38,52	11,09	11,73	12,19	11,48	11,62
19/2/17 8:00				0	43,25	42,73	42,10	42,67	6,75	7,27	7,90	7,33	7,31
19/2/17 8:02				2	43,28	42,76	42,12	42,70	6,72	7,24	7,88	7,30	7,29
19/2/17 8:04	43,20	44,68	456	4	43,29	42,76	42,12	42,70	6,71	7,24	7,88	7,30	7,28
19/2/17 8:08				8	43,29	42,76	42,12	42,70	6,71	7,24	7,88	7,30	7,28
19/2/17 8:15				15	43,31	42,76	42,12	42,72	6,6				

PROVA DE CARGA ESTÁTICA EM ESTACA - VERTICAL A COMPRESSÃO													
Obra / Local: PRÉDIO 29 - SANTA CRUZ													
Interessado: -				Prova de Carga: PCC-18									
Estaca: ET-29 - Perfil Metálico				Manômetro: M1				Data: 25/03/17					
Seção: W 250 x 38,5				Celula de Carga: CC-12				Def. 1: RCD-01		Def. 3: RCD-04			
Comprimento Ensaio: 23,20 m				Macaco Hidráulico: 600 tf				Def. 2: RCD-02		Def. 4: RCD-05			
				Cota do topo do bloco: 0,200 + N.T. m									
	CARREGAMENTO			DESLOCAMENTO									
Data / Horário	Leitura Manômetro (kgf/cm²)	Leitura Célula de Carga CC-12	Força Aplicada (kN)	Tempo (min)	Defl. 1 (mm)	Defl. 2 (mm)	Defl. 3 (mm)	Defl. 4 (mm)	Desl. 1 (mm)	Desl. 2 (mm)	Desl. 3 (mm)	Desl. 4 (mm)	Desl. Médio (mm)
25/3/17 9:13	0	0,00	0	0	50,00	50,00	50,00	50,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
25/3/17 9:19	9,00	7,80	99	0	49,14	49,02	49,09	49,15	0,86	0,98	0,91	0,85	0,90
25/3/17 9:21				2	49,14	49,01	49,08	49,14	0,86	0,99	0,92	0,86	0,91
25/3/17 9:23				4	49,13	49,00	49,07	49,14	0,87	1,00	0,93	0,86	0,91
25/3/17 9:27				8	49,13	49,00	49,07	49,14	0,87	1,00	0,93	0,86	0,91
25/3/17 9:34				15	49,13	48,94	48,94	49,14	0,87	1,06	1,06	0,86	0,96
25/3/17 9:49				30	49,10	48,90	48,90	49,12	0,90	1,10	1,10	0,88	1,00
25/3/17 9:53	19,17	16,27	179	0	47,80	47,65	47,81	47,92	2,20	2,35	2,19	2,08	2,21
25/3/17 9:55				2	47,77	47,63	47,79	47,90	2,23	2,37	2,21	2,10	2,23
25/3/17 9:57				4	47,77	47,60	47,77	47,89	2,23	2,40	2,23	2,11	2,24
25/3/17 10:01				8	47,76	47,59	47,75	47,89	2,24	2,41	2,25	2,11	2,25
25/3/17 10:08				15	47,76	47,59	47,75	47,89	2,24	2,41	2,25	2,11	2,25
25/3/17 10:23				30	47,76	47,56	47,75	47,88	2,24	2,44	2,25	2,12	2,26
25/3/17 10:30	29,67	26,33	274	0	46,12	46,05	46,37	46,45	3,88	3,95	3,63	3,55	3,75
25/3/17 10:32				2	46,12	46,05	46,37	46,45	3,88	3,95	3,63	3,55	3,75
25/3/17 10:34				4	46,12	46,03	46,37	46,45	3,88	3,97	3,63	3,55	3,76
25/3/17 10:38				8	46,12	46,02	46,36	46,45	3,88	3,98	3,64	3,55	3,76
25/3/17 10:45				15	46,12	46,01	46,36	46,45	3,88	3,99	3,64	3,55	3,77
25/3/17 11:00				30	46,11	46,00	46,35	46,45	3,89	4,00	3,65	3,55	3,77
25/3/17 11:07	38,67	35,28	359	0	44,61	44,62	45,14	45,18	5,39	5,38	4,86	4,82	5,11
25/3/17 11:09				2	44,60	44,61	45,14	45,18	5,40	5,39	4,86	4,82	5,12
25/3/17 11:11				4	44,60	44,61	45,14	45,18	5,40	5,39	4,86	4,82	5,12
25/3/17 11:15				8	44,60	44,61	45,14	45,18	5,40	5,39	4,86	4,82	5,12
25/3/17 11:22				15	44,60	44,60	45,14	45,18	5,40	5,40	4,86	4,82	5,12
25/3/17 11:37				30	44,60	44,60	45,14	45,18	5,40	5,40	4,86	4,82	5,12
25/3/17 11:42	49,17	45,32	454	0	42,80	43,03	43,76	43,61	7,20	6,97	6,24	6,39	6,70
25/3/17 11:44				2	42,80	43,03	43,76	43,61	7,20	6,97	6,24	6,39	6,70
25/3/17 11:46				4	42,80	43,03	43,76	43,61	7,20	6,97	6,24	6,39	6,70
25/3/17 11:50				8	42,80	43,03	43,76	43,61	7,20	6,97	6,24	6,39	6,70
25/3/17 11:57				15	42,80	43,03	43,76	43,61	7,20	6,97	6,24	6,39	6,70
25/3/17 12:12				30	42,80	42,99	43,73	43,61	7,20	7,01	6,27	6,39	6,72
	CARREGAMENTO			DESLOCAMENTO									
Data / Horário	Leitura Manômetro (kgf/cm²)	Leitura Célula de Carga CC-12	Força Aplicada (kN)	Tempo (min)	Defl. 1 (mm)	Defl. 2 (mm)	Defl. 3 (mm)	Defl. 4 (mm)	Desl. 1 (mm)	Desl. 2 (mm)	Desl. 3 (mm)	Desl. 4 (mm)	Desl. Médio (mm)
25/3/17 12:17	59,33	53,98	537	0	41,19	41,57	42,45	42,16	8,81	8,43	7,55	7,84	8,16
25/3/17 12:19				2	41,19	41,56	42,45	42,16	8,81	8,44	7,55	7,84	8,16
25/3/17 12:21				4	41,19	41,56	42,45	42,16	8,81	8,44	7,55	7,84	8,16
25/3/17 12:25				8	41,11	41,47	42,37	42,08	8,89	8,53	7,63	7,92	8,24
25/3/17 12:32				15	41,09	41,46	42,35	42,07	8,91	8,54	7,65	7,93	8,26
25/3/17 12:47				30	41,09	41,46	42,35	42,07	8,91	8,54	7,65	7,93	8,26
25/3/17 12:58	70,00	64,00	632	0	39,24	39,76	40,78	40,38	10,76	10,24	9,22	9,62	9,96
25/3/17 13:00				2	39,23	39,75	40,78	40,37	10,77	10,25	9,22	9,63	9,97
25/3/17 13:02				4	39,21	39,72	40,74	40,34	10,79	10,28	9,26	9,66	10,00
25/3/17 13:06				8	39,19	39,70	40,72	40,33	10,81	10,30	9,28	9,67	10,02
25/3/17 13:13				15	39,19	39,67	40,70	40,32	10,81	10,33	9,30	9,68	10,03
25/3/17 13:28				30	39,17	39,63	40,67	40,31	10,83	10,37	9,33	9,69	10,06
25/3/17 13:37	78,33	72,85	716	0	37,52	38,06	39,27	38,85	12,48	11,94	10,73	11,15	11,58
25/3/17 13:39				2	37,48	38,04	39,27	38,83	12,52	11,96	10,73	11,17	11,60
25/3/17 13:41				4	37,48	38,04	39,27	38,83	12,52	11,96	10,73	11,17	11,60
25/3/17 13:45				8	37,48	38,04	39,27	38,83	12,52	11,96	10,73	11,17	11,60
25/3/17 13:52				15	37,45	38,01	39,23	38,80	12,55	11,99	10,77	11,20	11,63
25/3/17 14:07				30	37,45	37,99	39,21	38,80	12,55	12,01	10,79	11,20	11,64
25/3/17 14:12	89,67	83,02	812	0	35,62	36,20	37,46	37,00	14,38	13,80	12,54	13,00	13,43
25/3/17 14:14				2	35,62	36,20	37,46	37,00	14,38	13,80	12,54	13,00	13,43
25/3/17 14:16				4	35,60	36,18	37,46	36,99	14,40	13,82	12,54	13,01	13,44
25/3/17 14:20				8	35,60	36,18	37,46	36,99	14,40	13,82	12,54	13,01	13,44
25/3/17 14:27				15	35,60	36,18	37,46	36,99	14,40	13,82	12,54	13,01	13,44
25/3/17 14:42				30	35,59	36,16	37,43	36,99	14,41	13,84	12,57	13,01	13,46
25/3/17 14:47	98,33	92,50	902	0	33,94	34,58	35,88	35,40	16,06	15,42	14,12	14,60	15,05
25/3/17 14:49				2	33,91	34,56	35,87	35,38	16,09	15,44	14,13	14,62	15,07
25/3/17 14:51				4	33,91	34,56	35,87	35,38	16,09	15,44	14,13	14,62	15,07
25/3/17 14:55				8	33,87	34,51	35,82	35,33	16,13	15,49	14,18	14,67	15,12
25/3/17 15:02				15	33,86	34,51	35,82	35,30	16,14	15,49	14,18	14,70	15,13
25/3/17 15:17				30	33,83	34,46	35,78	35,30	16,17	15,54	14,22	14,70	15,16
25/3/17 15:47	0,00	0,00	0	60	33,83	34,46	35,77	35,30	16,17	15,54	14,23	14,70	15,16
25/3/17 16:17				90	32,70	33,33	34,65	34,30	17,30	16,67	15,35	15,70	16,26
26/3/17 7:45				1018	32,64	33,25	34,57	34,23	17,36	16,75	15,43	15,77	16,33
	DESCARREGAMENTO			DESLOCAMENTO									
Data / Horário	Leitura Manômetro (kgf/cm²)	Leitura Célula de Carga CC-12	Força Aplicada (kN)	Tempo (min)	Defl. 1 (mm)	Defl. 2 (mm)	Defl. 3 (mm)	Defl. 4 (mm)	Desl. 1 (mm)	Desl. 2 (mm)	Desl. 3 (mm)	Desl. 4 (mm)	Desl. Médio (mm)
26/3/17 7:52	64,80	69,26	682	0	36,26	37,05	38,46	37,86	13,74	12,95	11,54	12,14	12,59
26/3/17 7:54				2	36,26	37,05	38,46	37,86	13,74	12,95	11,54	12,14	12,59
26/3/17 7:56				4	36,26	37,05	38,47	37,88	13,74	12,95	11,53	12,12	12,59
26/3/17 8:00				8	36,30	37,08	38,50	37,90	13,70	12,92	11,50	12,10	12,56
26/3/17 8:07				15	36,30	37,08	38,50	37,90	13,70	12,92	11,50	12,10	12,56
26/3/17 8:10	41,80	46,22	463	0	40,48	41,15	42,58	42,04	9,52	8,85	7,42	7,96	8,44
26/3/17 8:12				2	40,48	41,15	42,58	42,04	9,52	8,85	7,42	7,96	8,44
26/3/17 8:14				4	40,48	41,15	42,58	42,04	9,52	8,85	7,42	7,96	8,44
26/3/17 8:18				8	40,49	41,15	42,58	42,04	9,51	8,85	7,42	7,96	8,44
26/3/17 8:25				15	40,49	41,15	42,58	42,04	9,51	8,85	7,42	7,96	8,44
26/3/17 8:30	20,40	23,10	244	0	44,50	45,02	46,48	46,03	5,50	4,98	3,52	3,97	4,49
26/3/17 8:32				2	44,53	45,05	46,51	46,05	5,47	4,95	3,49	3,95	4,47
26/3/17 8:34				4	44,53	45,05	46,51	46,05	5,47	4,95	3,49	3,95	4,47
26/3/17 8:38				8	44,53	45,05	46,51	46,05	5,47	4,95	3,49	3,95	4,47
26/3/17 8:45				15	44,53	45,05	46,51	46,05	5,47	4,95	3,49	3,95	4,47
26/3/17 8:49	0,00	0,00	0	0	49,47	49,30	50,28	50,45	0,53	0,70	-0,28	-0,45	0,13
26/3/17 8:51				2	49,51	49,32	50,28	50,46	0,49	0,68	-0,28	-0,46	0,11
26/3/17 8:53				4	49,54	49,33	50,28	50,48	0,46	0,67	-0,28	-0,48	0,09
26/3/17 8:57				8	49,62	49,43	50,36	50,55	0,38	0,57	-0,36	-0,55	0,01
26/3/17 9:04				15	49,64	49,43	50,36	50,56	0,36	0,57	-0,36	-0,56	0,00
26/3/17 9:19	30	49,64	49,43	50,36	50,56	0,36	0,57	-0,36	-0,56	0,00			

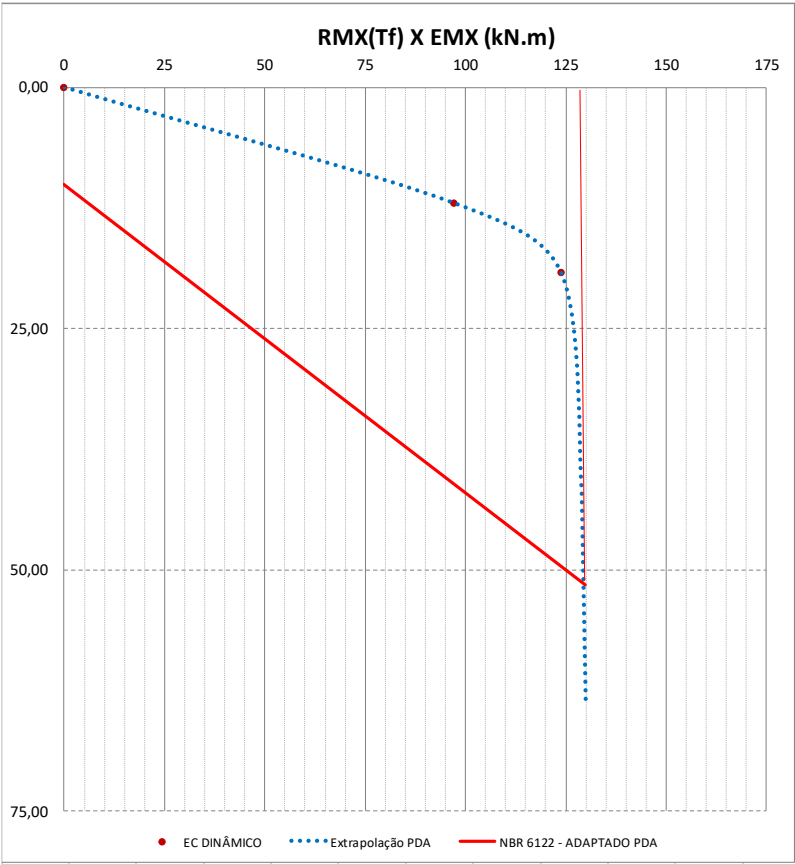
ANEXO D – INTERPRETAÇÃO DOS RESULTADOS DOS ENSAIOS DE CARREGAMENTO DINÂMICO



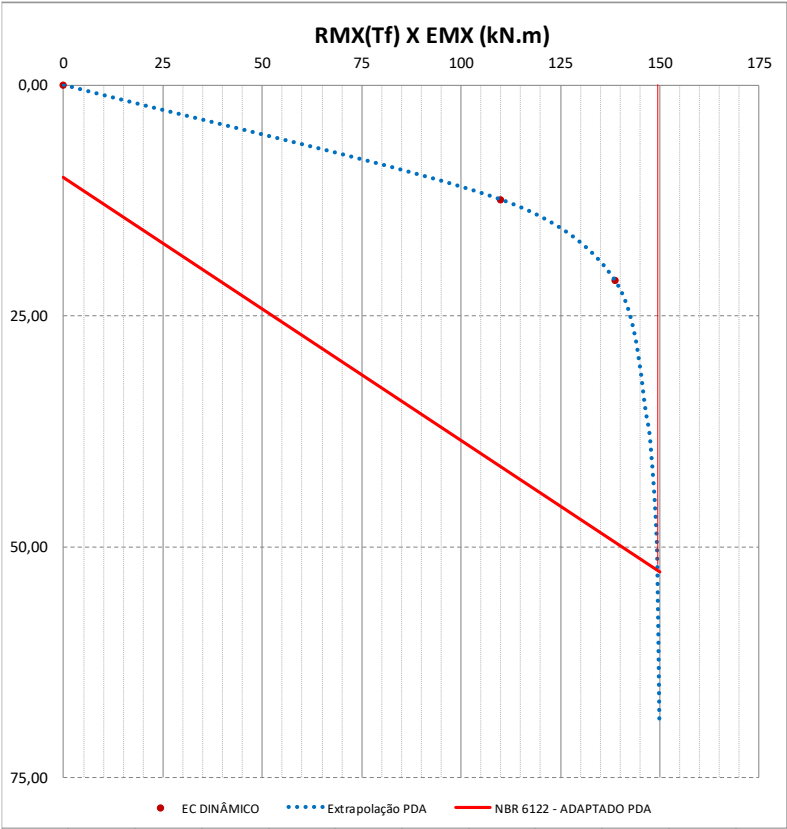




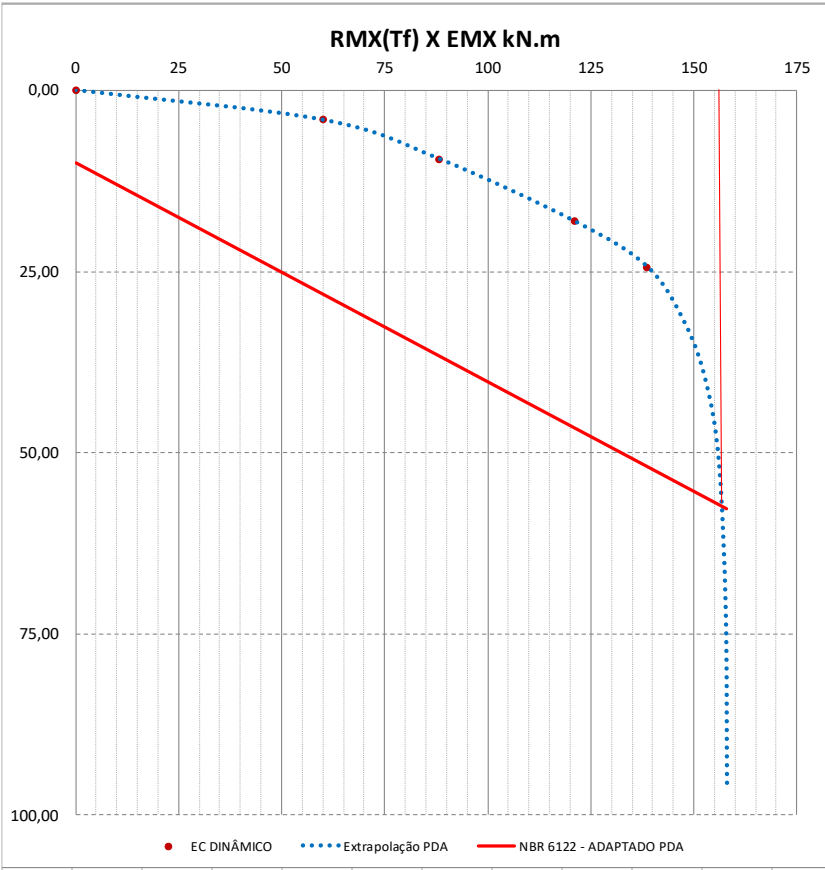
DADOS DA ESTACA	
ESTACA	E-28
PRÉDIO	33
TIPO	Metálica
MODELO	W 250 X 38
PROFUNDIDADE (m)	28,40
CARGA TRABALHO (kN)	450
CARGA TRABALHO (Tf)	45,9
CRITÉRIOS DE RUPTURA	
EXTRAPOLAÇÃO - VAN DER VEEN (Tf)	145
EXTRAPOLAÇÃO - VAN DER VEEN (kN)	1.422
NBR - 6122 (Tf)	142,5
NBR - 6122 (kN)	1.397



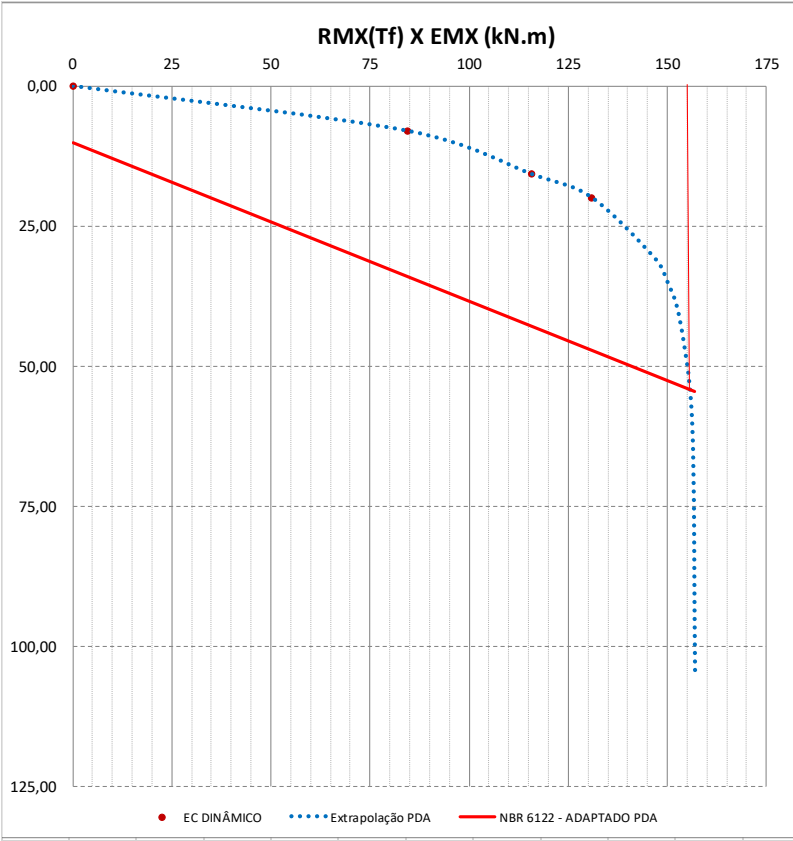
DADOS DA ESTACA	
ESTACA	E-12
PRÉDIO	24
TIPO	Metálica
MODELO	W 250 X 38
PROFUNDIDADE (m)	26,35
CARGA TRABALHO (kN)	450
CARGA TRABALHO (Tf)	45,9
4 CRITÉRIOS DE RUPTURA	
EXTRAPOLAÇÃO - VAN DER VEEN (Tf)	130
EXTRAPOLAÇÃO - VAN DER VEEN (kN)	1.275
NBR - 6122 (Tf)	130,0
NBR - 6122 (kN)	1.275



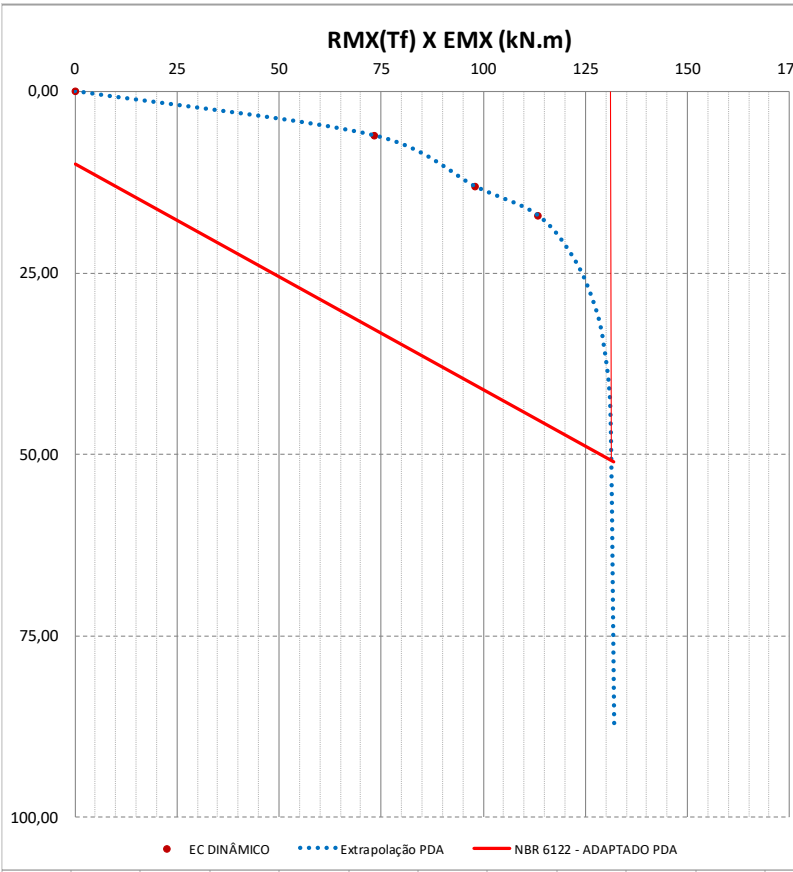
DADOS DA ESTACA	
ESTACA	E-108
PRÉDIO	28
TIPO	Metálica
MODELO	W 250 X 38
PROFUNDIDADE (m)	23,50
CARGA TRABALHO (kN)	450
CARGA TRABALHO (Tf)	45,9
CRITÉRIOS DE RUPTURA	
EXTRAPOLAÇÃO - VAN DER VEEN (Tf)	150
EXTRAPOLAÇÃO - VAN DER VEEN (kN)	1.471
NBR - 6122 (Tf)	150,0
NBR - 6122 (kN)	1.471



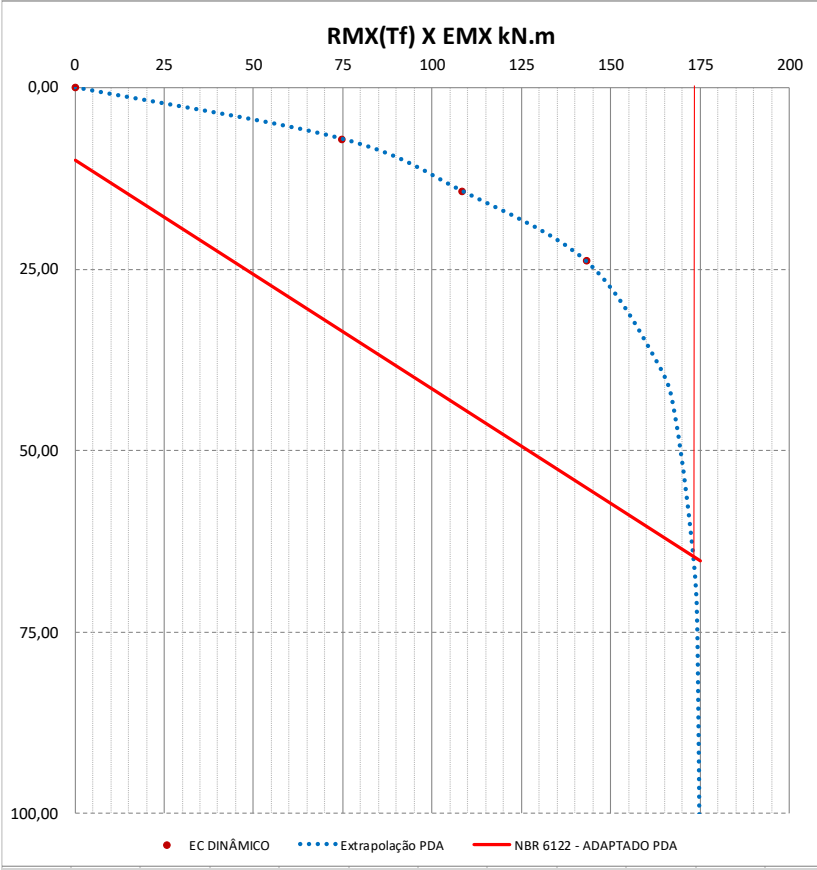
DADOS DA ESTACA	
ESTACA	E-171
PRÉDIO	28
TIPO	Metálica
MODELO	W 250 X 38
PROFUNDIDADE (m)	24,90
CARGA TRABALHO (kN)	450
CARGA TRABALHO (Tf)	45,9
CRITÉRIOS DE RUPTURA	
EXTRAPOLAÇÃO - VAN DER VEEN (Tf)	158
EXTRAPOLAÇÃO - VAN DER VEEN (kN)	1.549
NBR - 6122 (Tf)	156
NBR - 6122 (kN)	1.530



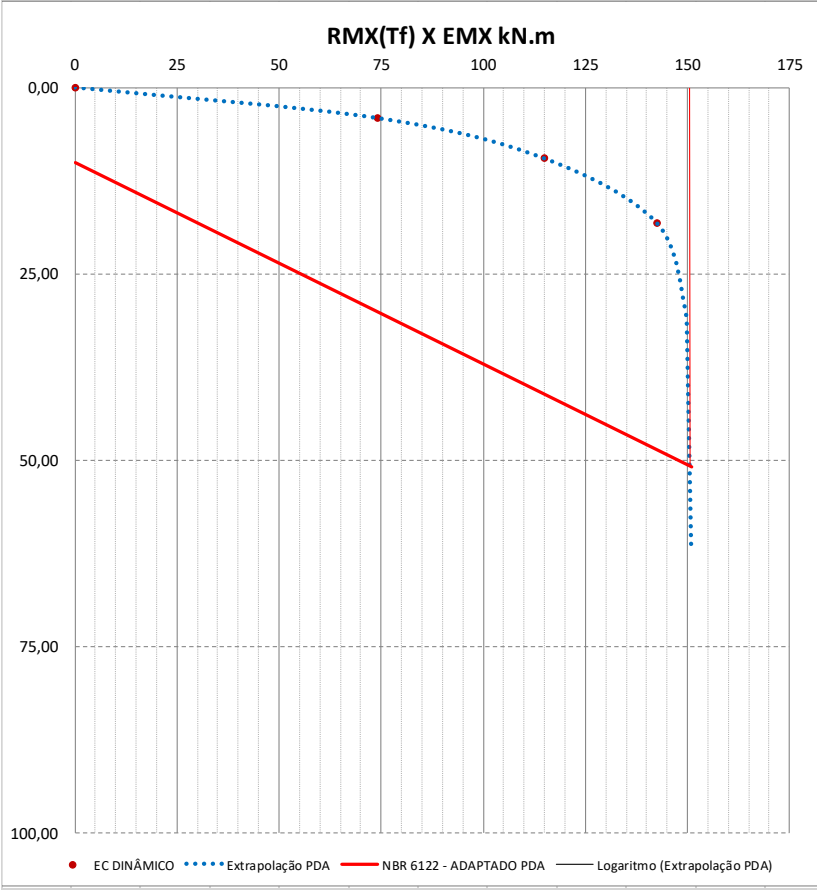
DADOS DA ESTACA	
ESTACA	E-16
PRÉDIO	Passarela
TIPO	Metálica
MODELO	W 250 X 38
PROFUNDIDADE (m)	23,40
CARGA TRABALHO (kN)	450
CARGA TRABALHO (Tf)	45,9
CRITÉRIOS DE RUPTURA	
EXTRAPOLAÇÃO - VAN DER VEEN (Tf)	157
EXTRAPOLAÇÃO - VAN DER VEEN (kN)	1.540
NBR - 6122 (Tf)	155,0
NBR - 6122 (kN)	1.520



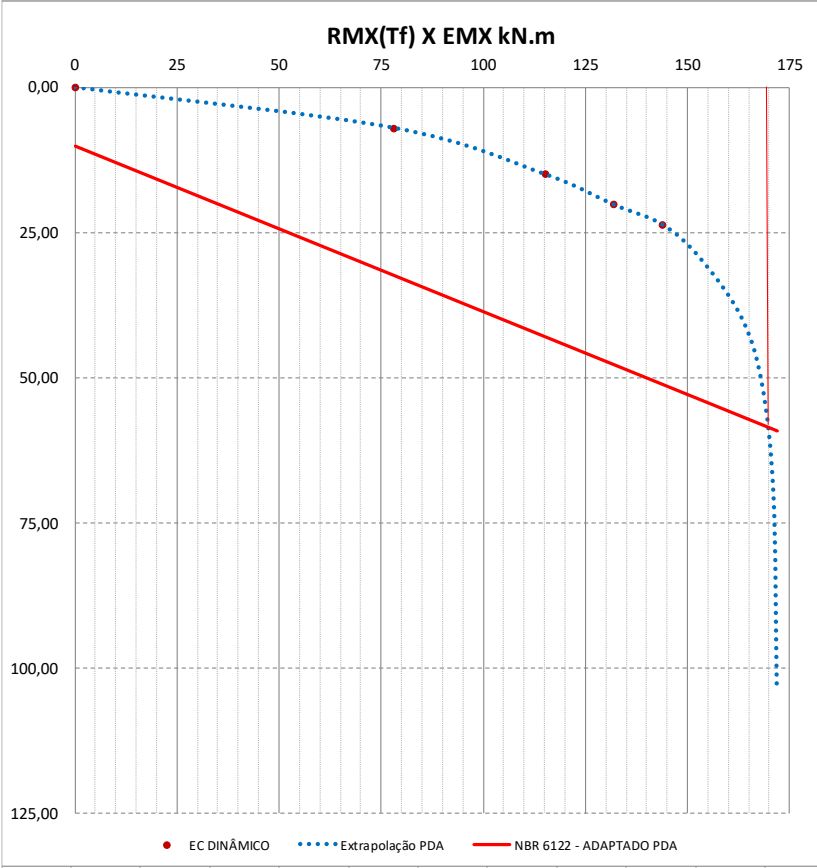
DADOS DA ESTACA	
ESTACA	E-38
PRÉDIO	Passarela
TIPO	Metálica
MODELO	W 250 X 38
PROFUNDIDADE (m)	25,60
CARGA TRABALHO (kN)	450
CARGA TRABALHO (Tf)	45,9
CRITÉRIOS DE RUPTURA	
EXTRAPOLAÇÃO - VAN DER VEEN (Tf)	132
EXTRAPOLAÇÃO - VAN DER VEEN (kN)	1.294
NBR - 6122 (Tf)	131,0
NBR - 6122 (kN)	1.285



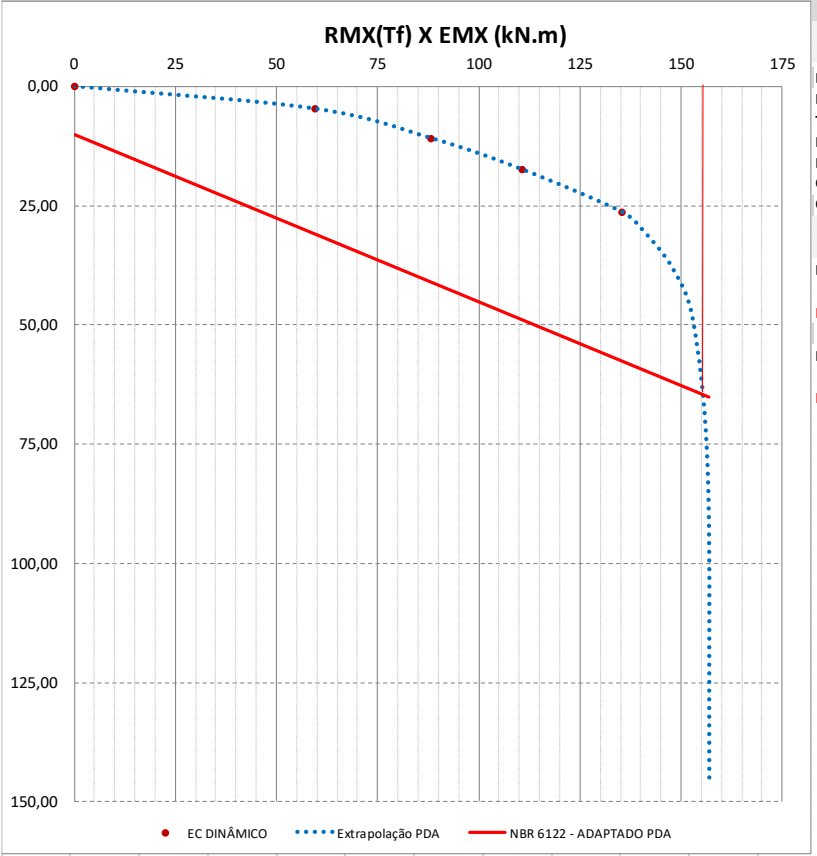
DADOS DA ESTACA	
ESTACA	E-68
PRÉDIO	Passarela
TIPO	Metálica
MODELO	W 250 X 38
PROFUNDIDADE (m)	26,05
CARGA TRABALHO (kN)	450
CARGA TRABALHO (Tf)	45,9
CRITÉRIOS DE RUPTURA	
EXTRAPOLAÇÃO - VAN DER VEEN (Tf)	175
EXTRAPOLAÇÃO - VAN DER VEEN (kN)	1.716
NBR - 6122 (Tf)	173
NBR - 6122 (kN)	1.697



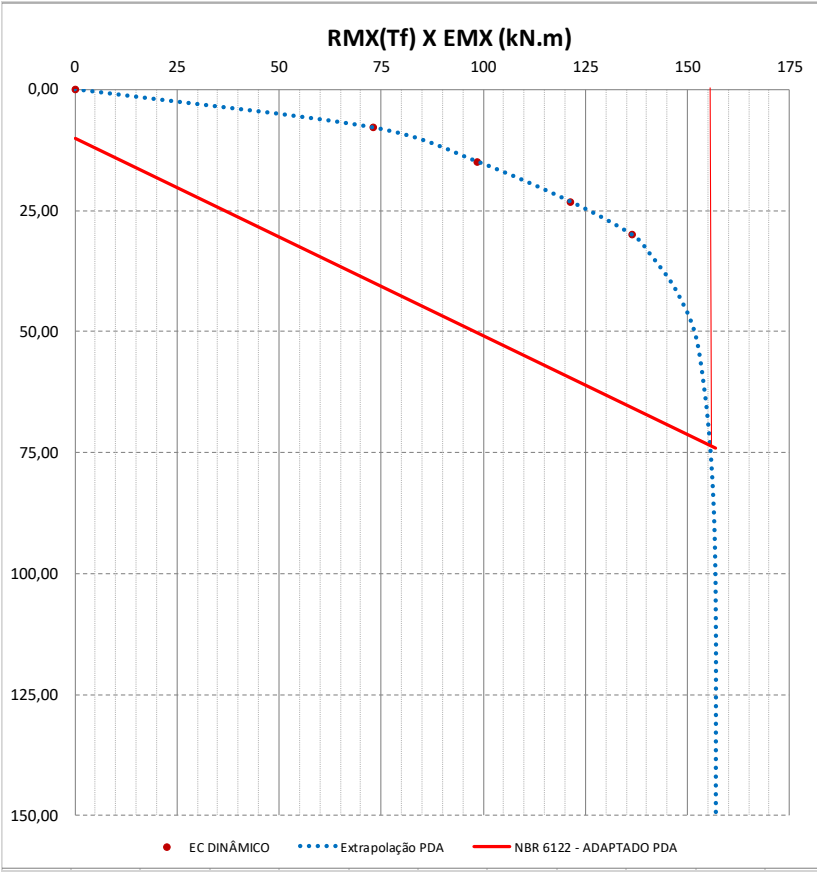
DADOS DA ESTACA	
ESTACA	E-75
PRÉDIO	Passarela
TIPO	Metálica
MODELO	W 250 X 38
PROFUNDIDADE (m)	22,30
CARGA TRABALHO (kN)	450
CARGA TRABALHO (Tf)	45,9
CRITÉRIOS DE RUPTURA	
EXTRAPOLAÇÃO - VAN DER VEEN (Tf)	151
EXTRAPOLAÇÃO - VAN DER VEEN (kN)	1.481
NBR - 6122 (Tf)	150,5
NBR - 6122 (kN)	1.476



DADOS DA ESTACA	
ESTACA	E-154
PRÉDIO	Passarela
TIPO	Metálica
MODELO	W 250 X 38
PROFUNDIDADE (m)	23,60
CARGA TRABALHO (kN)	450
CARGA TRABALHO (Tf)	45,9
CRITÉRIOS DE RUPTURA	
EXTRAPOLAÇÃO - VAN DER VEEN (Tf)	172
EXTRAPOLAÇÃO - VAN DER VEEN (kN)	1.687
NBR - 6122 (Tf)	169,5
NBR - 6122 (kN)	1.662

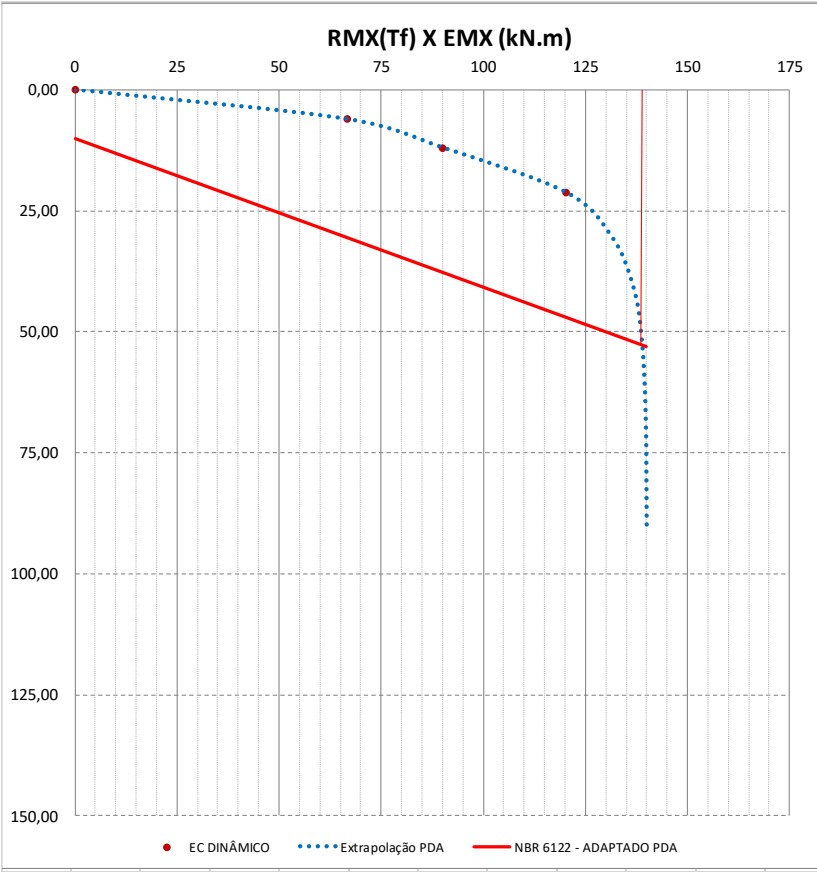


DADOS DA ESTACA	
ESTACA	E-2
PRÉDIO	48
TIPO	Metálica
MODELO	W 250 X 38
PROFUNDIDADE (m)	29,00
CARGA TRABALHO (kN)	450
CARGA TRABALHO (Tf)	45,9
CRITÉRIOS DE RUPTURA	
EXTRAPOLAÇÃO - VAN DER VEEN (Tf)	157
EXTRAPOLAÇÃO - VAN DER VEEN (kN)	1.540
NBR - 6122 (Tf)	155,0
NBR - 6122 (kN)	1.520



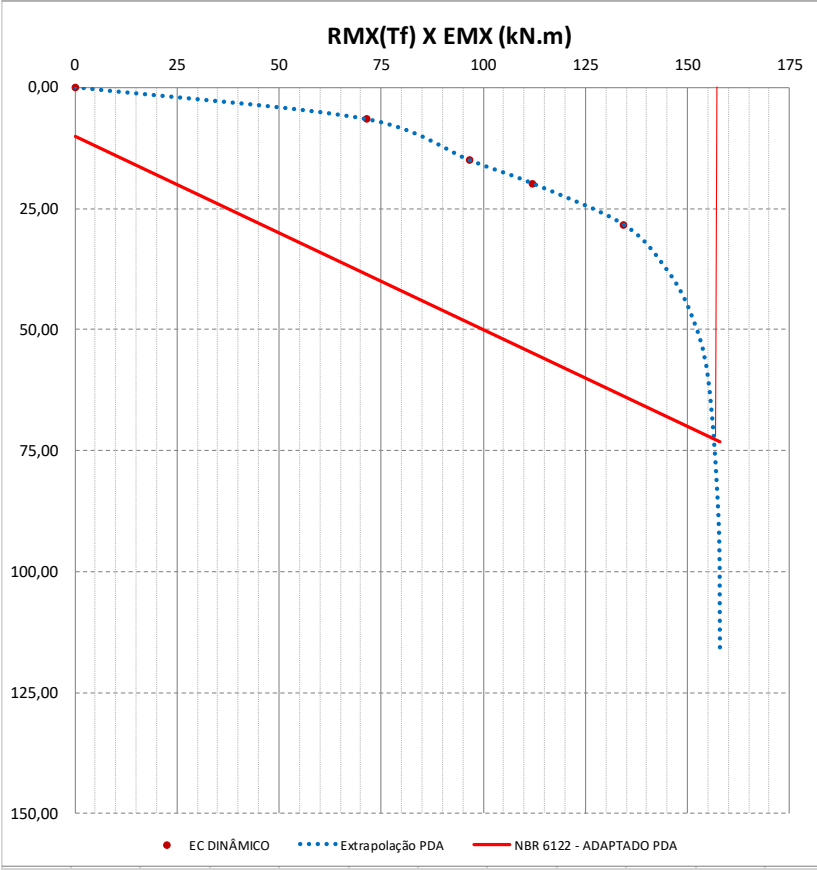
DADOS DA ESTACA	
ESTACA	E-3
PRÉDIO	1
TIPO	Metálica
MODELO	W 250 X 38
PROFUNDIDADE (m)	33,65
CARGA TRABALHO (kN)	450
CARGA TRABALHO (Tf)	45,9

CRITÉRIOS DE RUPTURA	
EXTRAPOLAÇÃO - VAN DER VEEN (Tf)	157
EXTRAPOLAÇÃO - VAN DER VEEN (kN)	1.540
NBR - 6122 (Tf)	155,0
NBR - 6122 (kN)	1.520

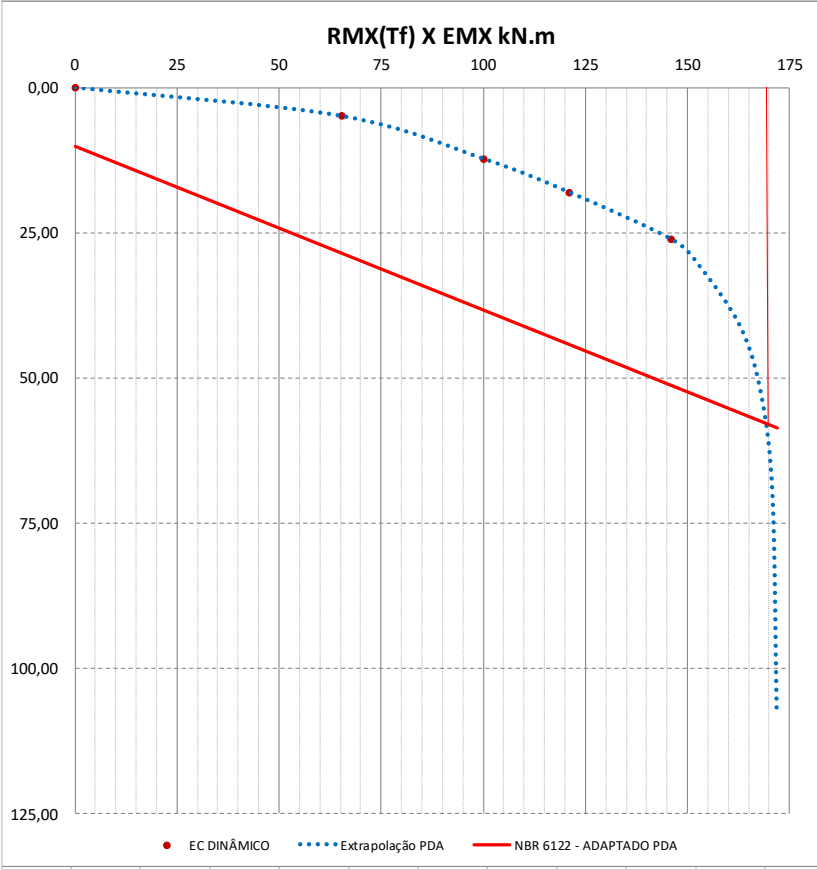


DADOS DA ESTACA	
ESTACA	E-11
PRÉDIO	52
TIPO	Metálica
MODELO	W 250 X 38
PROFUNDIDADE (m)	25,30
CARGA TRABALHO (kN)	450
CARGA TRABALHO (Tf)	45,9

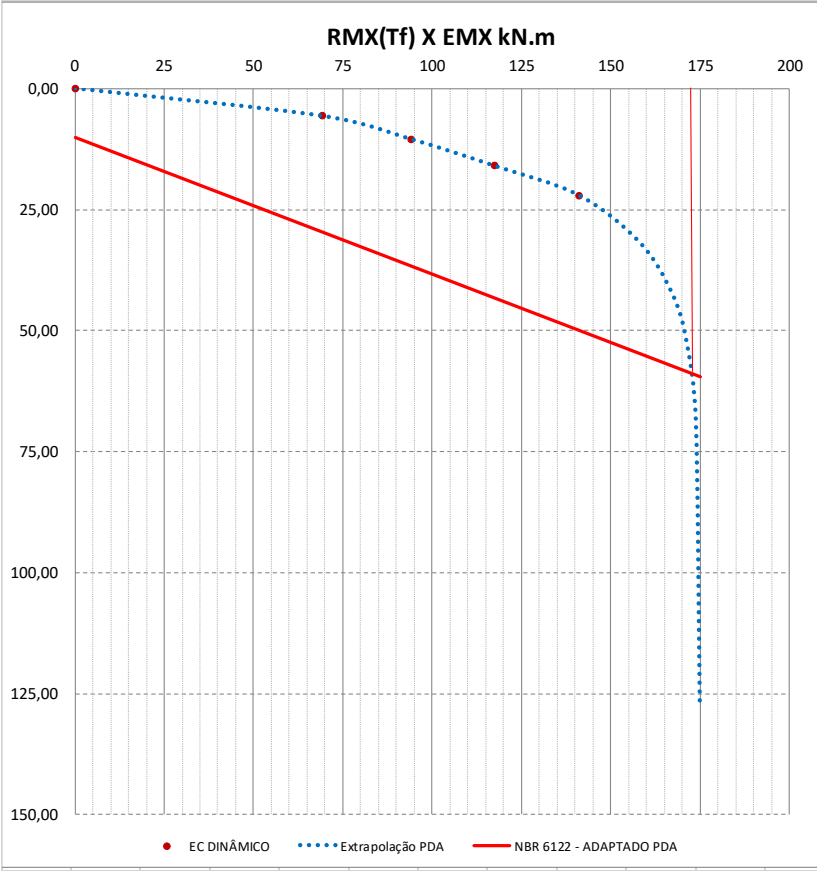
CRITÉRIOS DE RUPTURA	
EXTRAPOLAÇÃO - VAN DER VEEN (Tf)	140
EXTRAPOLAÇÃO - VAN DER VEEN (kN)	1.373
NBR - 6122 (Tf)	139,0
NBR - 6122 (kN)	1.363



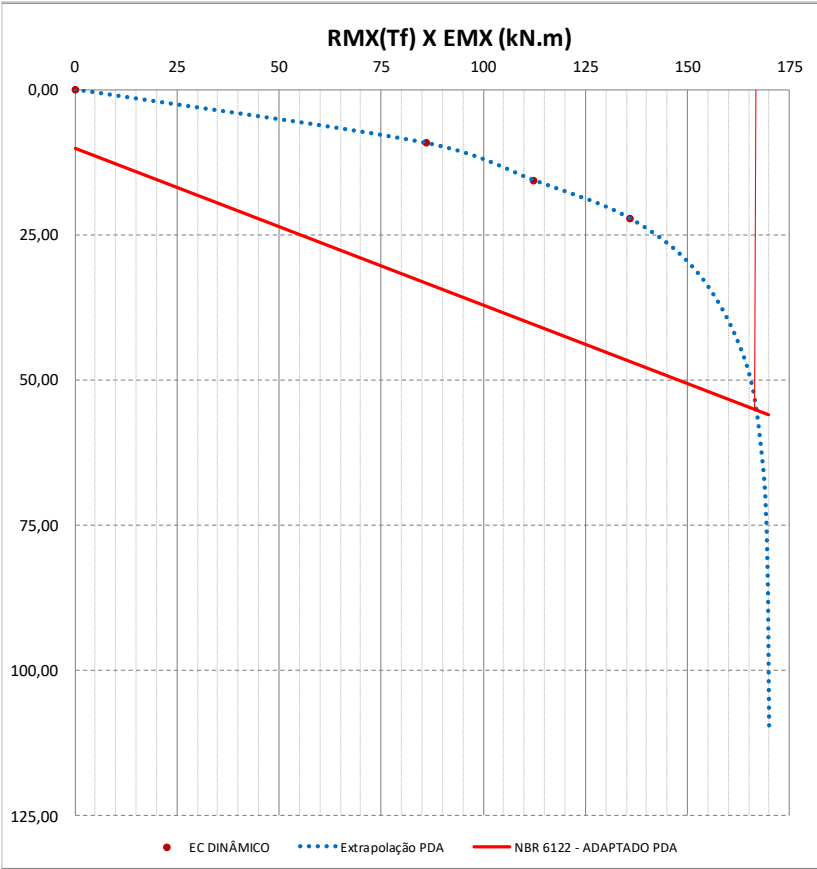
DADOS DA ESTACA	
ESTACA	E-94
PRÉDIO	3
TIPO	Metálica
MODELO	W 250 X 38
PROFUNDIDADE (m)	33,00
CARGA TRABALHO (kN)	450
CARGA TRABALHO (Tf)	45,9
CRITÉRIOS DE RUPTURA	
EXTRAPOLAÇÃO - VAN DER VEEN (Tf)	158
EXTRAPOLAÇÃO - VAN DER VEEN (kN)	1.549
NBR - 6122 (Tf)	156,5
NBR - 6122 (kN)	1.535



DADOS DA ESTACA	
ESTACA	ET-28a
PRÉDIO	28
TIPO	Metálica
MODELO	W 250 X 38
PROFUNDIDADE (m)	23,30
CARGA TRABALHO (kN)	450
CARGA TRABALHO (Tf)	45,9
CRITÉRIOS DE RUPTURA	
EXTRAPOLAÇÃO - VAN DER VEEN (Tf)	172
EXTRAPOLAÇÃO - VAN DER VEEN (kN)	1.687
NBR - 6122 (Tf)	170
NBR - 6122 (kN)	1.662

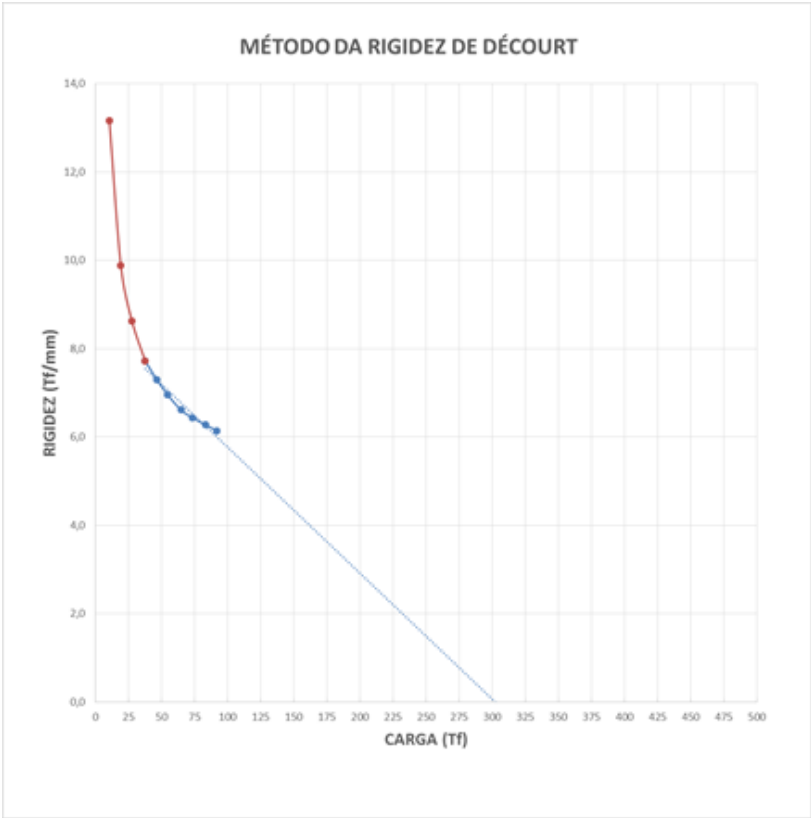
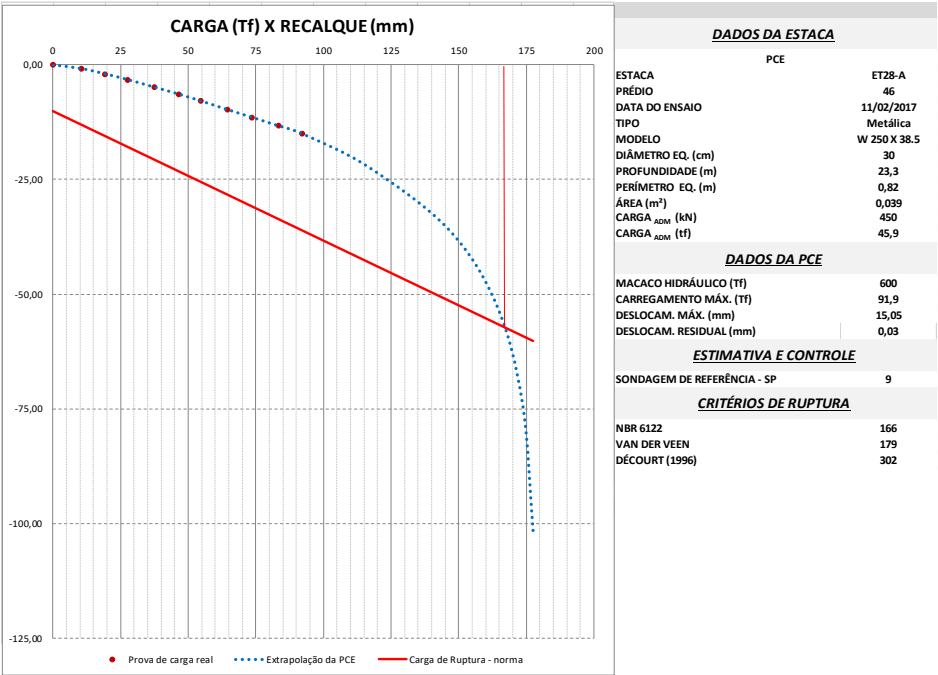


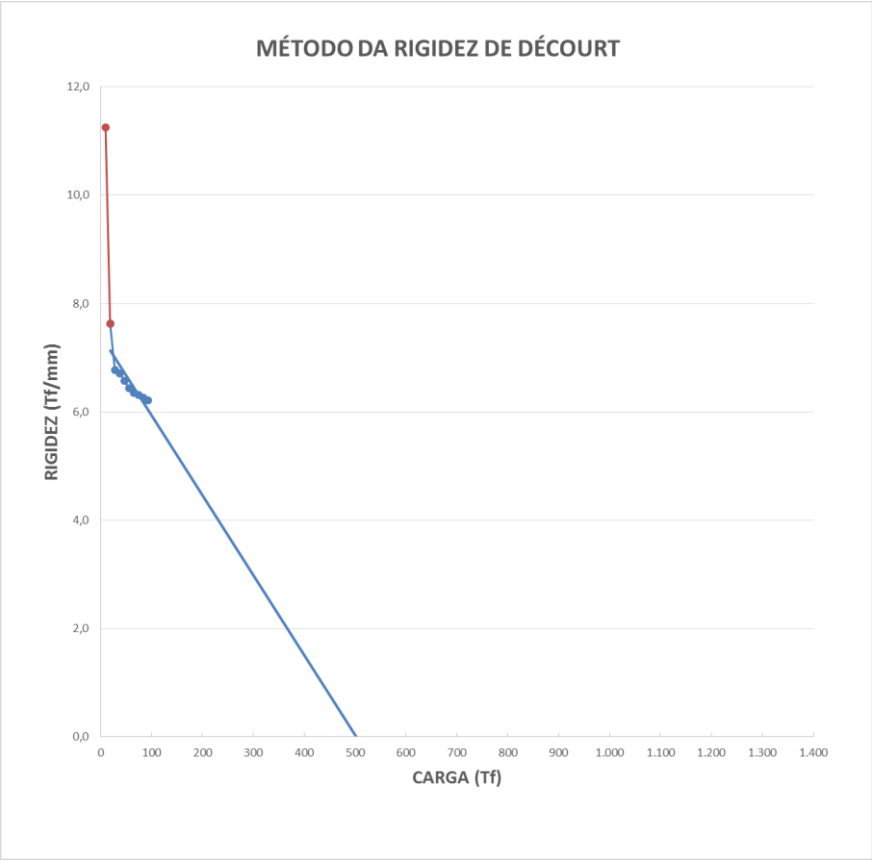
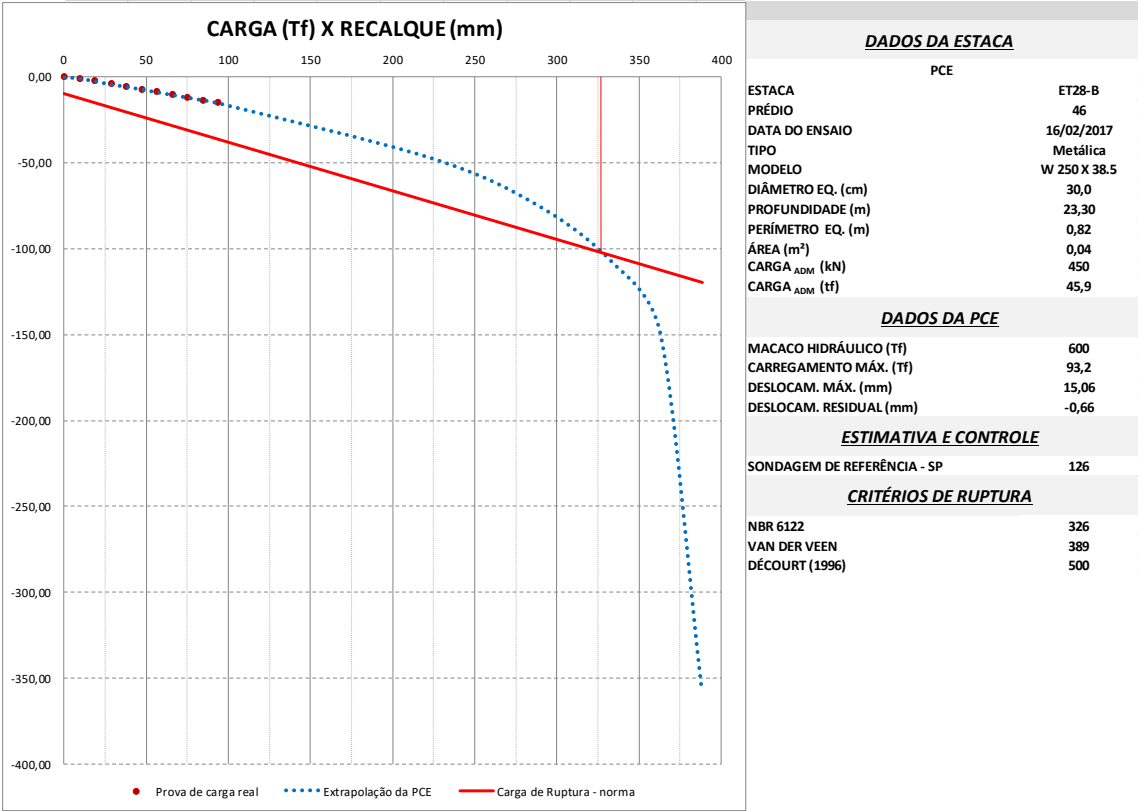
DADOS DA ESTACA	
ESTACA	ET-28B
PRÉDIO	28
TIPO	Metálica
MODELO	W 250 X 38
PROFUNDIDADE (m)	23,30
CARGA TRABALHO (kN)	450
CARGA TRABALHO (Tf)	45,9
CRITÉRIOS DE RUPTURA	
EXTRAPOLAÇÃO - VAN DER VEEN (Tf)	175
EXTRAPOLAÇÃO - VAN DER VEEN (kN)	1.716
NBR - 6122 (Tf)	172,5
NBR - 6122 (kN)	1.692

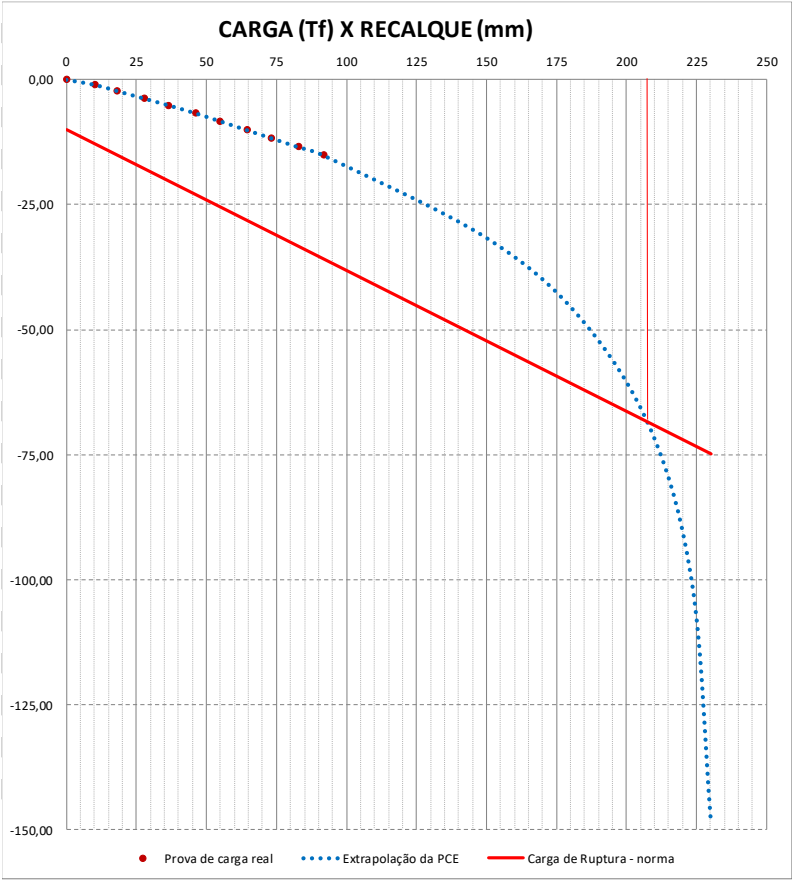


DADOS DA ESTACA	
ESTACA	ET-29
PRÉDIO	3
TIPO	Metálica
MODELO	W 250 X 38
PROFUNDIDADE (m)	22,30
CARGA TRABALHO (kN)	450
CARGA TRABALHO (Tf)	45,9
CRITÉRIOS DE RUPTURA	
EXTRAPOLAÇÃO - VAN DER VEEN (Tf)	170
EXTRAPOLAÇÃO - VAN DER VEEN (kN)	1.667
NBR - 6122 (Tf)	166,0
NBR - 6122 (kN)	1.628

ANEXO E – INTERPRETAÇÃO DOS RESULTADOS DAS PROVAS DE CARGA ESTÁTICAS







<u>DADOS DA ESTACA</u>		
PCE		
ESTACA	ET-29	
PRÉDIO	29,0	
DATA DO ENSAIO	23/03/2017	
TIPO	Metálica	
MODELO	W 250 X 38.5	
DIÂMETRO EQ. (cm)	30,0	
PROFUNDIDADE (m)	23,2	
PERÍMETRO EQ. (m)	0,8	
ÁREA (m²)	0,039	
CARGA _{ADM} (kN)	450,0	
CARGA _{ADM} (tf)	45,9	
<u>DADOS DA PCE</u>		
MACACO HIDRÁULICO (Tf)	600	
CARREGAMENTO MÁX. (Tf)	92,0	
DESLOCAM. MÁX. (mm)	16,33	
DESLOCAM. RESIDUAL (mm)	0,00	
<u>ESTIMATIVA E CONTROLE</u>		
SONDAGEM DE REFERÊNCIA - SP	8	
<u>CRITÉRIOS DE RUPTURA</u>		
NBR 6122	207	
VAN DER VEEN	232,0	
DÉCOURT (1996)	370	

