



UNIVERSIDADE EDUARDO MONDLANE
FACULDADE DE ENGENHARIA
ENGENHARIA CIVIL

**ACOMPANHAMENTO E FISCALIZAÇÃO DE EXECUÇÃO DAS ESTACAS NA
FABRICA DE RAÇÕES DA HIGEST EM MAPUTO PROVÍNCIA**

Discente:

Novele, Arsénio Ricardo

Supervisor

Eng^o Francisco, Ricardo

Maputo, Fevereiro 2022



UNIVERSIDADE EDUARDO MONDLANE
FACULDADE DE ENGENHARIA
ENGENHARIA CIVIL

**ACOMPANHAMENTO E FISCALIZAÇÃO DE EXECUÇÃO DAS ESTACAS NA
FABRICA DE RAÇÕES DA HIGEST NO MAPUTO PROVÍNCIA**

Discente:

Novele, Arsénio Ricardo

Supervisor

Eng^o Francisco, Ricardo

Maputo, Fevereiro 2022

Declaração de honra

Declaro que este trabalho é resultado da minha própria investigação com recurso á bibliografia e referências devidamente citadas ao longo do mesmo, e que não foi submetido para a obtenção de outro grau que não seja o de licenciatura em engenharia civil pela Universidade Eduardo Mondlane.

Maputo, Fevereiro de 2022

(Novele, Arsénio Ricardo)

Agradecimentos

Ao Professor Engenheiro Francisco Ricardo pela disponibilidade, pelo incentivo, pelas sugestões e pelo espírito crítico demonstrado durante a elaboração do relatório.

Aos Engenheiros Jorge Silva, Gracio Mabjaia e Vanda Lucas pelo incentivo e pelo alerta para questões relacionadas com o acompanhamento da obra.

À minha família pela paciência, estímulo, incentivo e apoio em mais uma etapa da minha vida.

Aos meus colegas da faculdade, Amone Tembe, pelo companheirismo, camaradagem demonstrado durante o curso;

Muito obrigado aqueles que directamente e indirectamente ajudaram me concluir mais uma missão.

Resumo

O presente trabalho resulta do acompanhamento efectuado durante a execução das fundações indirectas da Fabrica de Rações HIGEST, por meio de estacas executadas com trado contínuo.

São também analisadas questões relacionadas com o cálculo da capacidade de carga de uma estaca, higiene e segurança no trabalho.

Esta metodologia está organizada em cinco capítulos, os quais são descritos resumidamente nos pontos seguintes:

- **Capítulo 1** – Introdução – apresentação os objectivos, metodologia
- **Capítulo 2** – Revisão bibliográfica;
- **Capítulo 3** – Execução de estacas – estudo do caso – cálculo da capacidade de carga de uma estaca recorrendo a métodos empíricos com base no ensaio SPT, descrição do processo de execução das estacas utilizado na empreitada da Fabrica de Rações HIGEST e controlo de qualidade das estacas;
- **Capítulo 4** – Segurança, higiene e saúde no trabalho – apresentam-se aspectos relacionados com a temática em causa, no âmbito da execução da empreitada, designadamente na actividade execução de estacas com recurso a trado contínuo.
- **Capítulo 5** – Conclusões – conclusões finais e sugestões para trabalhos futuros.

Abreviaturas

Ab – área da base da estaca

As_i - área lateral da estaca no extracto *i*

B - largura ou diâmetro

C – velocidade de propagação da onda

C1 – coeficiente dependente do tipo de estaca

C2 – coeficiente que relaciona a resistência de ponta com o valor de NLSPT

C3 – coeficiente dependente do tipo de estaca

CPT - Cone Penetration Test

D – profundidade

E – módulo de elasticidade do betão

F1 – coeficiente de correcção das resistências de ponta e lateral

F2 – coeficiente de correcção das resistências de ponta e lateral

k_c – factor de suporte penetrométrico

L – comprimento da estaca

NSPT - número de pancadas efectuadas para a cravação de 15+15+15cm no solo

NLSPT – NSPT próximo da ponta da estaca

NmSPT – NSPT médio para cada $L\Delta$

q_c - factor de capacidade de carga para o ensaio de penetração estática

q_e - resistência de ponta unitária equivalente, ao nível da base da estaca

q_{s_i} - resistência lateral unitária na camada *i*

P – perímetro estaca

PMT - Ensaio pressiométrico Ménard

R – capacidade resistente última da estaca

R_b – resistência de ponta

R_c – capacidade resistente da estaca

R_s – atrito lateral SPT – Standard Penetration Test

T - tempo *a_i* – parâmetro dependente da natureza do terreno e do modo de execução da estaca

DL - espessura da camada de solo (m) \varnothing - diâmetro

ρ - Massa volúmica do betão.

NA – nível de água

Índice

Introdução	1
1.1. Objetivos	2
1.1.1. Objetivo geral	2
1.1.2. Objetivos específicos	2
1.2. Justificativa.....	2
1.3. Metodologia	2
CAPITULO II: 2.REVISÃO BIBLIOGRAFICA.....	4
2.1. – Considerações gerais:	4
2.1.2. Micro-estacas	4
2.1.3. Considerações de norma.....	4
2.2. Classificação das estacas:.....	5
2.3. Tipos de estacas:.....	5
2.4. Estacas de betão	5
2.4. 1. Estacas Pré-moldadas de Betão:	6
2.4. 3. Desvantagens:.....	6
2.4. 5. Vantagens:	6
2.4.6. Estacas de Betão Moldadas de Broca Manual “In Situ”:	6
2.4. 7. Estaca tipo Strauss:	7
2.5. CARACTERÍSTICAS:	7
2.5. 1. Classificação	7
2.5. 2. Estaca tipo Franki: (Standard) (Bucha Seca).....	8
2.5.3. Estacas moldadas “ <i>in-situ</i> ”	8
2.5.4. Moldada sem sustimento provisório (com trado contínuo)	8
2.5. 7. O processo pode resumir-se nos seguintes passos:.....	9
2.5.8. Saneamento de estacas.....	10
2.5. 9. Métodos de saneamento de estacas	10
2.5.10. Ensaio para a determinação da integridade das estacas	10
2.5.1 1. Ensaio para a verificação da integridade das estacas:.....	10
2.5.12. Ensaio para a determinação da capacidade de carga das estacas	11
2.5.13. Ensaio para a determinação da capacidade de carga das estacas:	11
2.5. 14. Ensaio de carga estática	11
2.5. 15. Vantagens	12
2.5. 16. Desvantagens	12
2.6. SEGURANÇA, HIGIENE E SAÚDE NO TRABALHO.....	12
2.6.2. O Plano de Monitorização e Prevenção.....	12
2.6.3. Fase de execução	13

CAPITULO III- ESTUDO DO CASO-EXECUÇÃO DE ESTACAS.....	14
3.1. Caracterização da empreitada da Fábrica De Rações HIGEST	14
3.2. Características do solo de fundação	14
3.3 - CARACTERÍSTICAS GEOLÓGICAS LOCAIS	15
3.4. Sondagens.....	15
3.5. Dimensionamento de estacas	17
3.5.1. Método de Bustamante e Gianceselli.	18
3.5.2. CAPACIDADE DE CARGAS NAS ESTACAS	21
3.5.3. Avaliação da capacidade da estaca pelo método de ensaio de carga estático	23
3.6. Descrição do processo de execução das estacas.....	24
3.6.1. 1ª Fase – Selecção do equipamento	24
3.6.2. 2ª Fase – Implantação topográfica das estacas	25
3.6.3. 3ª Fase – Furação	26
3.6.4. 4ª Fase – Injecção do betão.....	28
3.6.5. 5ª Fase – Introdução da armadura com auxílio do vibro-punçor.....	30
3.6.6. 6ª Fase – Saneamento das estacas.....	33
3.6.7. Análise do processo construtivo	34
3.6.8. Vantagens	34
3.6.9. Desvantagens	34
3.7. Controlo de qualidade das estacas.....	35
3.7.1. Realização de ensaios sínicos de avaliação da integridade.....	35
3.7.2. Integridade das estacas no Lote 1 – Bloco da Fabrica.....	39
3.7.3. Integridade das estacas no Lote 2 – Bloco do Tegão.	40
3.7.4. Integridade das estacas no Lote 3 – Bloco dos Silos.....	40
CAPITULOIV: Segurança, higiene e saúde no trabalho	42
4.1. Organização do estaleiro	42
4.2. Plano de inspecção e prevenção	43
4.2.1. Trabalhos e materiais com riscos especiais	44
5. CONCLUSÕES	49
8. ANEXOS	51

Índice de Figuras

<i>Figura 1: estaca de betão</i>	5
<i>Figura 2: Características geológicas locais</i>	15
<i>Figura 3: Equipamento da sondagem</i>	16
<i>Figura 4: Cálculo da resistência equivalente</i>	19
<i>Figura 5: Capacidade de carga de uma estaca</i>	22
<i>Figura 6: Ensaio de carga estático</i>	23
<i>Figura 7: Equipamento de furação Modelo HC 60</i>	24
<i>Figura 8: Broca de furação (Ø 600 mm)</i>	25
<i>Figura 9: Implantação das estacas com recurso a serviços de topografia</i>	25
<i>Figura 10: Localização da estaca</i>	26
<i>Figura 11: Pormenor da tampa de obturação localizada na broca</i>	26
<i>Figura 12: Início da furação do terreno</i>	27
<i>Figura 13: Perfuração para a Execução da Estaca pelo método (CFA)</i>	27
<i>Figura 14: Equipamentos de fornecimento e de bombagem do betão</i>	28
<i>Figura 15: slump test</i>	28
<i>Figura 16: Ensaio dos cubos a compressão</i>	29
<i>Figura 17: Pormenor do ponto de entrada do betão no topo do trado</i>	29
<i>Figura 18: Remoção do trado</i>	30
<i>Figura 19: Remoção de detritos na cabeça da estaca</i>	30
<i>Figura 20: Introdução do vibro-punçor na cabeça da estaca</i>	31
<i>Figura 21: Armadura com os espaçadores</i>	31
<i>Figura 22: Outra perspectiva do vibro-punçor</i>	32
<i>Figura 23: Elevação da armadura recorrendo ao equipamento de furação</i>	32
<i>Figura 24: Verticalização e introdução da armadura no interior da estaca</i>	33
<i>Figura 25: Introdução da armadura na estaca</i>	33
<i>Figura 26: Estacas saneadas</i>	34
<i>Figura 27: Aplicação de pancada com martelo na cabeça da estaca</i>	36
<i>Figura 28: Esquema do ensaio sónico</i>	37
<i>Figura 29: Registo ensaio sónico com 3 marteladas</i>	38
<i>Figura 30: Sinalização de segurança</i>	42
<i>Figura 31: Controlo das entradas e saídas no estaleiro</i>	43
<i>Figura 32: Delimitação de zonas de circulação pedonal</i>	43

<i>Figura 33: Trabalhadores com equipamentos de protecção individual (EPI)</i>	45
<i>Figura 34: Rotação do equipamento</i>	46
<i>Figura 35: Remoção das terras do trado.....</i>	46
<i>Figura 36: Local de montagem e armazenamento das armaduras das estacas</i>	47
<i>Figura 37: Dermatoses.....</i>	47
<i>Figura 38: Painel de contraplacado marítimo na cabeça da estaca.....</i>	48
<i>Figura 39: Chapéu de protecção em cada ferro da estaca</i>	48

Índice de quadros

Quadro 1: Unidades litro-estratigraficas	16
Quadro 2:Valores do factor de capacidade de carga, para ensaio de penetração... 18	
Quadro 3: Valores de α_i para calculo de atrito limite	20
Quadro 4: Tipos de solos e suas capacidade	22

Índice de Anexos

<i>Anexo 1: Planta de localização das sondagens.....</i>	<i>52</i>
<i>Anexo 2: Planta geral.....</i>	<i>53</i>
<i>Anexo 3: Planta geral do edifício da fábrica.....</i>	<i>54</i>
<i>Anexo 4: Planta de tegão descarga.....</i>	<i>55</i>
<i>Anexo 5: Planta de silos.....</i>	<i>56</i>
<i>Anexo 6: Resultados de ensaio de carga estático.....</i>	<i>57</i>
<i>Anexo 7: Ensaios sínicos realizados nas estacas E162, E166, E185 e E189.....</i>	<i>58</i>
<i>Anexo 8: Ensaios sínicos realizados nas estacas E41, E36 e E68.....</i>	<i>60</i>

CAPITULO I - INTRODUÇÃO

Dentro da engenharia civil destaca-se a construção das estacas que se enquadram nas fundações profundas.

As estacas são consideradas como elementos estruturais que são dimensionados para suportar cargas verticais, horizontais e inclinadas, essas cargas são transmitidas através duma camada de solo de baixa resistência ou através da água, até uma camada de solo resistente que garanta o apoio adequado.

Hoje, como no passado, as fundações com recurso a estacas servem o mesmo objectivo, possibilitar a construção em áreas onde as características resistentes dos solos não permitem a utilização de fundações superficiais ou directas.

A construção civil, principalmente no que diz respeito as edificações tem crescido muito em Moçambique, com isso o sector da construção civil está vasto. Fato que possibilita o acompanhamento de tais trabalhos com facilidade, de maneira que podem ser mais estudados e pesquisados.

O fato referente a qualidade na produção e execução das obras e uma característica que vem cada vez mais almejando por construtores e clientes, o que só reforça dados estatísticos de concorrência na construção civil está cada vez mais atrelada a esse factor.

É esse o intuito que norteia o presente trabalho, e para isso foi observado e relatado o acompanhamento das etapas do processo construtivo das estacas.

1.1. Objetivos

1.1.1. Objetivo geral

- Acompanhar e fiscalizar o processo construtivo das estacas.

1.1.2. Objetivos específicos

- Descrever as actividades desenvolvidas durante o acompanhamento de execução das estacas na obra de Fabrica de Rações HIGEST.
- Descrever o cálculo da capacidade de carga de uma estaca recorrendo a métodos empíricos com base no ensaio SPT;
- Verificar o ensaio de integridade das estacas executadas;

1.2. Justificativa

O presente trabalho versa sobre fundações profundas que são as estacas que mobilizam as suas cargas através do atrito ao longo de fuste.

Os projectos de fundações profundas em estacas, são elaborados desconsiderando-se a contribuição da fundação superficial, bloco de coroamento, na capacidade de carga do sistema, pois considera-se o mesmo apenas como um grupo de estacas, onde somente as estacas tem a função de transmissão dos esforços ao solo.

Dentro dessa perspectiva, esse trabalho tem como principal justificativa avaliar o comportamento das estacas através do método de ensaio de carga estático

1.3. Metodologia

Para a elaboração do presente trabalho e consecução dos seus objectivos específicos e chegou as fontes: livros, artigos em meio escrito ou digital sites, interacção com Técnicos experientes do sector das quais foram extraídas as informações necessárias, a elaboração deste relatório de estagio.

A metodologia utilizada para a realização do relatório consistiu em dividir o trabalho em três fases que são:

1ª Fase: Levantamento bibliográfico

Durante o levantamento bibliográfico foram feitas consultas em material didáctico tanto em formato físico bem como em formato electrónico, publicados com assuntos relacionado com o tema em causa. Também recolheu-se a informação em artigos publicados na internet.

2ª fase: Acompanhamento da execução da obra

Nesta fase, foi colectado a informação, directamente na obra, através da observação das actividades inerentes a execução das estacas. Também, foi consultado aos supervisores da obra, nas reuniões que ocorreram na obra.

3. fase: Elaboração do relatório

Nesta fase, fez-se análise e discussão, confrontação dos procedimentos de execução na obra e das teorias aprendidas ao longo do curso e por fim o desenvolvimento do relatório.

Apresentação da entidade

O estágio profissional foi realizado na empresa JSILVA, Engenheiros Consultores, Lda

A empresa JSilva , fica localizada na av. Filipe Samuel Magaia nº1721 na cidade de Maputo em Moçambique

É uma empresa multidisciplinar de projectos e consultoria na área de construção civil , em Moçambique.

A mesma e resultado da visão do engenheiro Jorge Silva, que fundou a empresa unipessoal de projecto em 1999, após anos de experiência na construção.

Esta equipa vem funcionando em conjunto desde 2006 nas áreas de Projecto de estruturas e de instalações hidro-sanitarias de edifícios, Fiscalização e Gestão de Obra, contando com Projecto de Electrotecnicia e Arquitectura.

CAPITULO II: 2.REVISÃO BIBLIOGRAFICA

2.1. – Considerações gerais:

Estacas são consideradas como elementos estruturais e podem ser:

- Madeira
- Aço
- Betão

Podem ser armadas ou não. São dimensionadas para suportar cargas verticais, horizontais e inclinadas

2.1.2. Micro-estacas

São estacas curtas, moldadas “in-situ” e de pequeno diâmetro, que pode variar entre os 80 e os 250 mm, podendo atingir os 400 mm. Utilizadas na consolidação de taludes, em fundações normais ou de tipo especial e principalmente na presença de terrenos difíceis, (Luís Henrique Ferreira 2012).

2.1.3. Considerações de norma

a - Transmitir as cargas de uma estrutura através de uma camada de solo de baixa resistência ou através de água, até uma camada de solo resistente que garanta o apoio adequado. A forma de trabalho das estacas assemelha-se aos pilares de uma estrutura.

b - Transmitir a carga a uma certa espessura de solo de resistência não muito elevada, utilizando para isso o atrito lateral que se desenvolve entre o solo e a estaca.

c - Compactar solos granulares para aumentar a capacidade de carga desses solos.

d - Proporcionar escoramento lateral a certas estruturas ou resistir a forças laterais que se exerçam sobre elas (como o caso de pontes), nesses casos é comum utilizar estacas inclinadas.

e - Proporcionar ancoragem a qualquer efeito que tenha a tendência de “levantar” a estrutura (estaca de tracção).

f - Alcançar profundidades onde não tenha a ocorrência de erosão ou outro efeito nocivo que comprometa a estabilidade da estrutura.

g - Proteger estruturas marítimas contra o impacto de navios ou outros objetos flutuantes.

2.2. Classificação das estacas:

a - Quanto à forma de trabalho:

- Estaca de ponta: Capacidade de carga se dá com o apoio direto a uma camada resistente.
- Estaca de atrito: Capacidade de carga se dá através do atrito lateral, produzido contra o solo adjacente.
- Estaca mista: Utiliza os dois efeitos acima

b - Forma de instalação no terreno:

- Cravação
- Escavação ou perfuração do terreno
- Reacção ou prensagem
- Injecção da água

2.3. Tipos de estacas:

Podem ser (quanto ao material):

- a – madeira
- b – betão
- c – Aço
- d – Mista: Madeira + betão ou betão + Aço

Categorias:

- a – Estacas pré-moldadas: Madeira ; Aço; Betão ;
- b – Moldada in situ
- c – Mistadas (fundamentalmente pré-moldadas).

Neste relatório abordou-se sobre estacas de betão, pois são essas que foram executadas durante o estágio.

2.4. Estacas de betão

Tipos de estacas:

Pré – moldadas e Moldadas *in situ*

Estacas curtas: $L \leq 10$ m

Estacas longas: $L > 10$ m

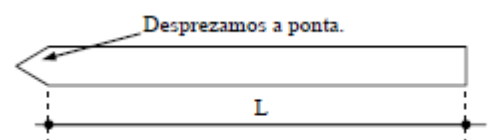


Figura 1: Estaca de betão

2.4. 1. Estacas Pré-moldadas de Betão:

São segmentos de betão armado com secção quadrada, ortogonal, circular vazadas ou não, cravada no solo com o auxílio de bate estacas.

2.4. 3. Desvantagens:

- Dificuldades de transporte.
- Devem ser armadas para levantamento e transporte.
- Limitadas em secção e comprimento, devido ao peso próprio.
- Dificuldade de cravação em solos compactos, principalmente em areais compactas.
- Danos na cabeça quando encontra obstrução.
- Cortes e emendas de difícil execução.
- Exige determinação precisa de comprimento.

2.4. 5. Vantagens:

- Duração ilimitada quando abaixo do N.A.
- Boa resistência aos esforços de flexão e cisalhamento.
- Boa qualidade do betão (pois é confeccionada em fábricas apropriadas).
- Diâmetro e comprimento precisos.
- Controle do betão feito em laboratório.
- Boa capacidade de carga.

2.4.6. Estacas de Betão Moldadas de Broca Manual “In Situ”:

São executadas com o auxílio de um trado manual do tipo espiral ou cavadeira, em solos coesivos e sempre acima do N.A.

Diâmetros:

6” = 15 cm = 5 Ton

8” = 25 cm = 10 Ton

Comprimentos: 5.0 a 6.0 metros

2.4.6.1. Desvantagens:

- Betão feito a mão (baixa qualidade).
- Material de escavação mistura com o betão.

- Só pode ser executada em solos coesivos.
- Só pode ser executada acima do N.A.

2.4.6.2. Vantagens:

- Elimina transporte de equipamento.
- Facilidade de execução.
- Baixo Custo.

2.4. 7. Estaca tipo Strauss:

São estacas moldadas “in situ”, executadas com revestimento metálico recuperável, de ponta aberta, para permitir a escavação do solo. Podem ser em betão simples ou armado. Estas estacas são frequentemente usadas.

2.4.7.1. Desvantagens:

- Não pode ser executada abaixo do N.A.
- Betão de baixa qualidade (feito à mão).
- Muita lama proveniente da escavação.
- Execução lenta.

2.4. 7.2. Vantagens:

- Simples Execução.
- Baixo Custo.
- Capacidade de carga e diâmetros diversos

2.5. CARACTERÍSTICAS:

2.5. 1. Classificação

As estacas moldadas no local, tipo Strauss, são estacas executadas com revestimento metálico recuperável, de ponta aberta, para permitir a escavação do solo. Podem ser em betão simples ou armado

Utilização

São usadas para resistir a esforços verticais de compressão, de tracção ou ainda, esforços horizontais conjugados ou não com esforços verticais

2.5. 2. Estaca tipo Franki: (Standard) (Bucha Seca)

Esta estaca é executada, cravando-se no terreno um tubo de revestimento (posteriormente recuperado), cuja ponta é fechada por uma bucha de brita e areia, a qual é socada energeticamente por um pilão ou soquete (peso de 1,0 a 3,0 ton).

Ver abaixo as fases de execução

2.5. 2.1. Desvantagens:

- Alto custo
- Provoca muita vibração
- Dificuldade de transporte de equipamentos
- Espaço da obra deve ser grande para permitir o manuseio no estaleiro, do equipamento FRANKI.

2.5. 2.2. Vantagens:

- Suporta cargas elevadas
- Pode ser executada abaixo do N. A

É verdade que experiência em fundações não se transfere, mesmo que se queira, mas adquire-se na vida prática pela vivência. Também é importante se ter bons mestres, como tudo na vida (Professor Douglas Constancio 2004).

2.5.3. Estacas moldadas “in-situ”

As estacas executadas por meio de equipamentos à rotação, para extração dos solos do interior do furo, constituem uma das soluções para os problemas de fundações. Dependendo das características do terreno, pode-se executar estacas com diâmetros compreendidos entre os 450mm e 2600mm, por rotação, com ou sem emprego de lamas bentoníticas ou polímeros, entubadas ou não com tubos metálicos

2.5.4. Moldada sem sustimento provisório (com trado contínuo)

Este processo construtivo é utilizado quando os solos a perfurar apresentam a consistência suficiente e garantem a estabilidade das paredes do furo, não sendo

por isso necessário utilizar revestimento provisório ou definitivo. Trata-se de uma tecnologia onde a execução é menos dispendiosa, já que é dispensável a utilização de mais equipamentos e, por outro lado, torna-se mais rápida, aumentando os rendimentos de execução além de que evita vibrações no terreno. Utiliza-se um equipamento de furação à rotação, preparado para a utilização de um trado de hélice contínuo que é introduzido no terreno de uma só vez, com a saída do material escavado à superfície do solo (efeito de parafuso de Arquimedes).

O trado apresenta uma haste central oca, que além de ser um elemento estrutural serve também como coluna de betonagem. Este equipamento, é por si só, mais pesado e potente, uma vez que ao usar uma vara única de furação terá que ter uma haste de suporte do trado superior aos equipamentos que utilizam varas por secções, para além da força necessária para efectuar a furação total sem a remoção de solos.

O terreno é perfurado pelo trado durante a furação, mas não é removido do furo, servindo de certa forma como elemento de contenção das paredes do furo. Uma vez atingida a cota de projecto, a betonagem é realizada a partir do fundo do furo, com recurso a uma bomba que injecta o betão pela coluna central do trado. Ao mesmo tempo remove-se o trado para que o betão preencha o vazio deixado pela remoção das terras até se extrair completamente o trado. Este processo deve ser efectuado para que o betão preencha e acompanhe a subida do trado, para manter o fuste da estaca homogéneo e sempre com a mesma secção.

Após a betonagem completa do furo, e imediatamente a seguir, é introduzida a armadura o mais vertical possível, que se encontra presa a um prato e a um tubo acoplado a vibrador, os quais ajudarão à descida da armadura pelo betão mais fluido. A armadura, como vai ser introduzida no furo já cheio de betão, deverá estar bem solidarizada e ter uma resistência capaz de penetrar no betão sem alterações estruturais.

2.5. 7. O processo pode resumir-se nos seguintes passos:

1. Selecção do equipamento de furação;
2. Furação com trado contínuo em que a profundidade de furação é controlada pelo comprimento da haste do trado;

3. Injecção do betão pelo eixo interior do trado, é feita à pressão, fazendo subir o trado carregado com solos;
4. Introdução da armadura com vibrador.

2.5.8. Saneamento de estacas

O saneamento de estacas, consiste na remoção do betão que contém impurezas (areias, lodos, agregados) acumuladas durante a betonagem no topo da estaca. Como, geralmente, toda a armadura no topo da estaca está envolvida pelo betão sem qualidade, é necessário demolir o betão até à cota inferior da sapata, de forma a deixar as armaduras da estaca á vista para serem incorporadas na sapata de fundação, ou serem empalmadas aos pilares (no caso de ser estaca-pilar).

2.5. 9. Métodos de saneamento de estacas

- Processo tradicional, com recurso a mão-de-obra (Marteleiros), martelos demolidores eléctricos ou a ar comprimido (compressores);
- Com recurso a encamisamento de armaduras (Processo “Geosolve”);
- Sistema “Recépieux”

2.5.10. Ensaios para a determinação da integridade das estacas

A inspecção dos registos de execução das estacas, não sendo certos e podendo apresentar dúvidas no que respeita à qualidade das estacas, enaltecem a importância do controlo da qualidade das estacas. As soluções de reforço em fundações são onerosas e devem ser evitadas mediante medidas de controlo durante e após a sua execução. Os ensaios devem ser efectuados antes da montagem das armaduras das estruturas e, obrigatoriamente, deve-se aguardar pelos respectivos resultados antes de se avançar com os trabalhos subsequentes, para que, caso os resultados não sejam satisfatórios, não seja necessário proceder à desmontagem das armaduras ou provável demolição da sapata e, ou pilar.

2.5.1 1. Ensaios para a verificação da integridade das estacas:

- Método de diagrfias sónicas (Ensaio de Cross-Hole);
- Método sónico de eco (Ensaio de Stress-Wave);
- Método sónico Transient Dynamic Response (TDR);
- Carotagem ;

- Método do campo induzido;
- Método do radar (Bore hole radar);
- Método sísmico paralelo (parallel seismic);
- Método radioactivo – Gamma-gamma density logging (GGL)

2.5.12. Ensaio para a determinação da capacidade de carga das estacas

São tanto os factores que podem influenciar a capacidade de carga de uma estaca que se torna importante ajuizar, com algum grau de confiança, qual a grandeza da carga que pode provocar o assentamento de uma estaca isolada no solo de fundação.

2.5.13. Ensaio para a determinação da capacidade de carga das estacas:

• Ensaio de carga estática

o Ensaio com taxa de penetração constante (CRP – constant rate of penetration);

o Ensaio por patamares crescentes de carga (ML – Maintained load);

o Método bi-direccional (Célula de Osterberg);

• Ensaio de carga dinâmico

o Ensaio de carga dinâmico em estacas pré-fabricadas;

2.5. 14. Ensaio de carga estática

É um método aplicado a todos os tipos de estacas sejam elas verticais ou inclinadas, consiste em aplicar esforços estáticos crescentes a estaca e registar os deslocamentos correspondentes. Os esforços aplicados podem ser axiais (de tracção ou compressão) ou transversais (Rock Content. 1999).

Execução da prova de carga

A execução consiste em carregar a estaca até a ruptura ou até duas vezes o valor previsto para sua carga de trabalho. As cargas aplicadas devem representar da melhor forma possível, as solicitações previstas quando em operação, sejam elas verticais, horizontais, inclinadas de compressão ou tracção.

Durante a execução são divididas as parcelas ou estágios de carregamentos sucessivos que devem permanecer actuando até a ruptura da estaca ou por mínimo 12 horas entre a estabilização do recalque e o início do descarregamento, nos ensaios lentos.

Já nos ensaios rápidos, após atingir a carga máxima do ensaio o descarregamento deve ser feito em quatro estágios de cinco minutos cada, realizando-se a leitura dos respectivos deslocamentos.

Geralmente, as cargas são aplicadas por meio de macaco hidráulico calibrado, centradas em relação ao eixo da fundação sem provocar vibrações e choques durante o carregamento.

2.5. 15. Vantagens

- Simular os reais carregamentos de uma construção. Com ela é possível observar em verdadeira grandeza, a resposta que a fundação tem em relação a determinadas cargas (wyde pr 2010).

2.5. 16. Desvantagens

- Movimentação de grandes equipamentos
- Requer número elevado de técnicos qualificados para efectuar as leituras

2.6. SEGURANÇA, HIGIENE E SAÚDE NO TRABALHO

2.6.1. A segurança antes, durante e após a fase de execução das estacas.

Os trabalhos de execução de estacas, devido à forma específica como são efectuados, são considerados trabalhos de grande risco de acidente, necessitando de uma boa preparação e uma atenção constante durante a sua realização. Antes de se iniciar a execução de estacas devem-se criar procedimentos específicos, de forma a se respeitar as normas de segurança integradas no Plano de Segurança e Saúde da obra.

2.6.2. O Plano de Monitorização e Prevenção

O Plano de Monitorização e Prevenção (PMP) é um documento onde são validados os riscos existentes na actividade e descritas as medidas preventivas a adoptar.

Este também indica quem são os responsáveis pelo cumprimento e registo das medidas preventivas e também a periodicidade com que devem ser registadas.

2.6.3. Fase de execução

A execução de estacas utiliza equipamentos e máquinas de grande porte, em condições por vezes más, pela natureza do próprio trabalho e pela localização dos terrenos em que são executadas as estacas.

No processo de furação deve-se manter uma distância considerável ao equipamento, para que durante a rotação ninguém seja colhido pelo corpo da máquina, assim como usar meios apropriados de elevação, aquando da fixação de tubos ou outros instrumentos de suspensão. Nesta actividade, por se caracterizar pelo manuseamento de tubos (materiais em suspensão) e ferramentas pesadas, é obrigatório o uso de luvas e ter o maior dos cuidados com os cabos e correntes no transporte de material.

Em todo o processo de execução de estacas a actividade onde se registam maiores problemas de segurança é no saneamento de estacas. Esta actividade obriga a maiores cuidados, uma vez que se trata de um trabalho manual onde se deve ter cuidado relativamente a:

- Ruído;
- Poeiras;
- Vibrações;
- Projecção de partículas;
- Queda de objectos;
- Esmagamentos;
- Queda em altura.

No final da execução de cada estaca, normalmente, o pessoal não toma em atenção as medidas de minimização de riscos, sendo prática habitual prosseguirem com o trabalho com a mudança de local de furação. Verifica-se que a betonagem de uma estaca não é realizada até à cota da plataforma de trabalho, ficando uma abertura

desde o fim da betonagem até à plataforma de trabalho, que por razões técnicas não se pode fechar para não contaminar o betão fresco da estaca.

Assim, deve-se sinalizar e proteger a abertura recorrendo a:

- Rede de sinalização na envolvente do furo;
- Guarda corpos;
- Colocação de painel de madeira ou metálico;
- Colocação de chapéu de protecção em cada ferro;

Acontece, por vezes, que estes furos não ficam sinalizados e os equipamentos (camiões ou outras máquinas) acabam por ficar presos nestes furos, causando atrasos nas obras e estragos nos mesmos equipamentos, por falta de sinalização e protecção.

CAPITULO III- ESTUDO DO CASO-EXECUÇÃO DE ESTACAS

3.1. Caracterização da empreitada da Fábrica De Rações HIGEST

A empreitada de construção da Fábrica De Rações HIGEST desenvolve-se por três blocos contínuos e interligados por um passeio (Anexo 1):

Primeiro bloco: edifício da Fábrica (Anexo 2);

Segundo bloco: edifício do Tegão (Anexo 3);

Terceiro bloco: edifício dos Silos (Anexo 4);

3.2. Características do solo de fundação

O Departamento de Engenharia Civil da Fábrica de Rações HIGEST solicitou um estudo geológico-geotécnico para identificação da estratigrafia e características dos materiais, associados ao ambiente geológico na área de implantação da Fábrica, que constou na execução dos seguintes trabalhos de campo:

No programa de reconhecimento geológico-geotécnico apresentado pelo Cliente, constava a realização de 2 furos de sondagens executados a rotação com recurso a trados ocos e acompanhados da realização de

Ensaio de penetração dinâmica SPT, espaçados de 1.50 metros.

3.3 - CARACTERÍSTICAS GEOLÓGICAS LOCAIS

De acordo com a folha 2532D3 – Maputo na escala 1:50 000, editada pela Direção Nacional de Geologia, nos terrenos onde se desenvolve a obra em causa encontram-se litologias pertencentes à “Formação da Machava – QMc”, datada do Quaternário e caracterizada por “Alternâncias argilo-arenosas com níveis de carbonatos, de tonalidade amarelada.

Mais precisamente, esta formação no local em estudo encontra-se representada por areias de grão fino a médio, silto-argilosas, de tom castanho.

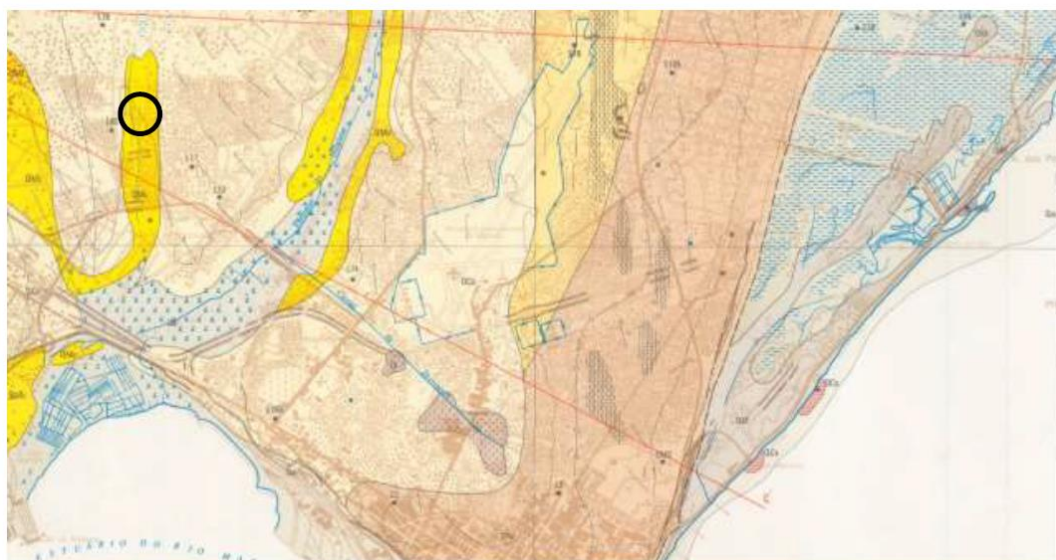


Figura 2: Características geológicas locais

Como critério de paragem das sondagens, foi acordado com o Cliente a obtenção de três ensaios SPT consecutivos com NSPT superior a 60 pancadas, e acompanhamento directo da realização dos trabalhos de campo.

As sondagens foram implantadas no terreno pela Tecnasol, de acordo com o Cliente, em locais disponíveis.

3.4. Sondagens

Conforme referido, a campanha de prospecção consistiu na realização de duas sondagens à rotação, S1 a S2, ambas verticais, com profundidades de 21.0 m (sondagem S1) e 25.50 m (sondagem S2), num total de 46.5m de furação.

As sondagens foram realizadas com recurso a sonda rotativa accionada por motor a diesel de avanço hidráulico. A perfuração é executada através da acção rotativa, transmitida pela cabeça de rotação da máquina de perfuração, ao conjunto constituído pelos trados e pela ponteira. Neste processo de furação, a progressão faz-se através da colocação de novos troços de trados até ser atingida a profundidade pretendida. O furo executado à rotação com recurso a trados é considerado terminado e aceite quando é garantido o critério de paragem definido.



Figura 3: Equipamento da sondagem

Na sequência dos resultados obtidos nas sondagens realizadas, atendendo à geologia regional da área em estudo, bem como pela informação bibliográfica disponível, individualizaram-se as seguintes unidades lito-estratigráficas assinaladas no Quadro I e descritas de seguida

Quadro 1: Unidades lito-estratigráficas

Idade	Formação	Litologia
Actual	Terra Vegetal	Areia de grão fino a médio, levemente argilosa, de tom castanho, com restos de vegetais dispersos no topo.
Quaternário	Formação da Machava (QMc)	Areia de grão fino a médio, silto-argilosa, de tom Castanho

3.5. Dimensionamento de estacas

Pretende-se neste capítulo, determinar a capacidade de carga de uma estaca, recorrendo aos dados recolhidos nas sondagens S1e S2 realizadas no local de implantação da Fabrica de Rações HIGEST e respectivos ensaios SPT.

A NP ENV1997-1 de Maio de 2010 (Eurocódigo 7), preconiza para o dimensionamento de estacas sob acções verticais os seguintes métodos de cálculo:

- Baseado em resultados de ensaios de carga estáticos (corresponde, por exemplo, a obter directamente o valor da capacidade de carga de uma fundação por estacas, através dos resultados de ensaio de carga estática em protótipo);
- Baseado em resultados de ensaios de carga dinâmicos cuja validade tenha sido demonstrada através de ensaios de carga estáticos em situações comparáveis (corresponde, por exemplo, a obter directamente um valor da capacidade de carga de uma fundação de estacas dos resultados de ensaios de carga dinâmica, considerando a experiência comparável);
- Aplicação de métodos de cálculo empíricos cuja validade tenha sido demonstrada através de ensaios de carga estáticos em situações comparáveis, utilizando a experiência comparável, os resultados de campo ou de laboratório e da observação (este método corresponde, por exemplo, a obter directamente o valor da capacidade de carga de uma fundação por estacas dos resultados dos ensaios SPT, através de correlações conhecidas, considerando a experiência comparável);
- Aplicação de métodos de cálculo analíticos cuja validade tenha sido demonstrada através de ensaios de carga estáticos em situações comparáveis (o método corresponde, a obter os valores da coesão e do ângulo de atrito, a partir de ensaios de campo ou de laboratório).

Neste trabalho, recorreu-se a métodos empíricos com base no ensaio SPT: método de Bustamante e Gianeselli(1983), método de Decourt e Quaresma (1978) e método de Aoki e Velloso (1975).

3.5.1. Método de Bustamante e Gianeselli.

A metodologia de cálculo, desenvolvida por Bustamante e Gianeselli (1983), é uma das formas de dimensionamento de estacas solicitadas por acções verticais mais utilizadas nos dias de hoje.

Método estático e semi-empírico, que consiste na correlação de resultados obtidos por ensaios geotécnicos (CPT, SPT e PMT) com os determinados por ensaios de carga de estacas reais. Este método foi calibrado com base na interpretação de casos de estudo, com ensaios de carga realizados em vários tipos de terreno e sobre vários tipos de estacas executadas com diferentes tecnologias de execução.

A capacidade de resistente da estaca R_c é calculada pelo somatório da resistência de ponta R_b e atrito lateral R_s

$$R_c = R_b + R_s \quad (1)$$

A parcela de resistência de ponta é determinada da seguinte forma:

$$R_b = q_c K_c A_b \quad (2)$$

Em que:

q_c é a resistência de ponta unitária equivalente, ao nível da base da estaca (kPa)

K_c é o factor de suporte penetrométrico

A_b é a área da base da estaca (m²)

O factor penetrométrico, k_c , é estabelecido a partir de ensaios de carga, definidos em função da natureza e da consistência do terreno, bem como da tecnologia de execução das estacas. Os valores a adoptar em cada caso são os que constam na (quadro 2)

Quadro 2: Valores do factor de capacidade de carga, para ensaio de penetração

Natureza do solo	Valores de k_c		
	q_c (Mpa)	Grupo I	Grupo II
Lodos e argilas moles	< 1	0.40	0.50
Argilas de consistência média	1 a 5	0.35	0.45
Argilas e siltes duros a rijos	> 5	0.45	0.55
Areias e siltes soltos	< 5	0.40	0.50
Areias e seixos medianamente compactos	5 a 12	0.40	0.50
Areias e seixos compactos a muito compactos	>12	0.30	0.40

q_s^i é a resistência lateral unitária na camada i (kPa)

A_s^i é a área lateral da estaca no estrato i (m²)

A resistência lateral unitária, q_s^i , é determinada da seguinte forma:

$$q_s^i = \frac{q_c}{\alpha_i} \quad (4)$$

sendo:

α_i um parâmetro que depende da natureza do terreno e do modo de execução da estaca. Os valores de α_i , bem como os valores máximos do atrito unitário q_{si} a considerar em cada tipo de estaca e condições de terreno, constam na Tabela 5.

Quadro 3: Valores de α_i para cálculo de atrito limite

Natureza do solo	q_c (MPa)	Valores de α_i				Valores de q_{si} (kPa)					
		IA	IB	IIA	IIB	IA	IB	IIA	IIB	IIIA	IIIB
Lodos e argilas moles	< 1	30	30	30	30	15 (80)	15 (80)	15 (80)	15	35	-
Argilas de consistência média	1 a 5	40	80	40	80	35 (80)	35 (80)	35 (80)	35	80	>120
Argilas e siltes duros a rijos	> 5	60	120	60	120	35	35	35	35	80	>120
Areias e siltes soltos	< 5	60	150	60	120	35 (120)	35 (80)	35 (120)	35	80	-
Areias e seixos medianamente compactos	5 a 12	100	200	100	200	80 (150)	35 (120)	80 (150)	-	-	-
Areias e seixos compactos a muito compactos	> 12	150	300	150	200	120	80	120	120	150	>200

No caso do atrito lateral, as estacas consoante a tecnologia utilizada na sua execução, encontram-se agrupadas em 6 categorias:

Categoria IA - Estacas furadas simples

- Estacas furadas com lamas
- Estacas furadas com trado contínuo
- Microestacas injectadas a baixa pressão
- Poços
- Barretas

Categoria IB - Estacas furadas entubadas

- Estacas cravadas moldadas

Categoria IIA - Estacas de betão cravadas

- Estacas de betão cravadas por reacção

Categoria IIB - Estacas metálicas cravadas

- Estacas metálicas cravadas por reacção

Categoria IIIA - Estacas apiloadas

Categoria IIIB - Estacas e microestacas injectadas a alta pressão

Assim sendo, com o recurso aos valores médios das sondagens 1 e 2, foi determinada a capacidade de carga de uma estaca, cálculo realizado pela RODIO ROSOND MOCAMBIQUE, LDA, cujos dados e resultados cedidos pela fiscalização da obra, se transcrevem:

Características da estaca

$$\varnothing_{estaca} = 0,60 \text{ m};$$

Técnica de execução – Trado contínuo;

$$L_{fuste, estaca} = 12,00 \text{ m}$$

3.5.2. CAPACIDADE DE CARGAS NAS ESTACAS

Determinação da resistência de base R_b

a- Método Decourt-Quaresma

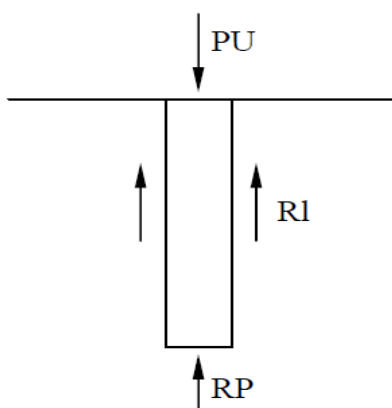


Figura 5: Capacidade de carga de uma estaca (fonte: Douglas Constâncio)

Onde:

PU = capacidade de carga da estaca

RI = Resistência lateral por atrito ao longo do fuste

RP = Resistência de ponta

$PU = RI + RP$

$RP = q_p \times A_p$ — Resistência de ponta

$q_p = k \times N_p$ — Capacidade de carga do solo junto à ponta da estaca

k = fator característico do solo

Quadro 4: Tipos de solos e suas capacidade

TIPO DE SOLO	K (kN/m ²)	K (tf/m ²)
ARGILA	120	12
SILTE ARGILOSO	200	20
SILTE ARENOSO	250	25
AREIA	400	40

N_p = SPT médio na ponta da estaca, obtido com os valores de SPT correspondentes ao nível da ponta da estaca, o imediatamente anterior e o imediatamente posterior.

A_p = Área da secção transversal de ponta

$RI = q_l \times S_l$ — resistência lateral

$SI = \text{área} = 2 \cdot \pi \cdot R \cdot H$ — área de contacto ao longo do fuste

Onde:

R = raio da estaca

H = altura da estaca

$q_l = 10 \left(\frac{NI}{3} + 1 \right)$ — Adesão média ao longo do fuste

NI → Valor médio se SPT ao longo do fuste, sem levar em conta aqueles utilizados no cálculo de ponta

NOTA IMPORTANTE:

Quando: $N \leq 3$ adoptar 3

$N \geq 50$ adoptar 50

N = SPT

Logo temos:

$PU = \frac{Rl}{1.3} + \frac{Rp}{4.0}$ (kN ou tf) 1.3 e 4.0 são fatores de segurança

3.5.3. Avaliação da capacidade da estaca pelo método de ensaio de carga estático

Depois de cálculos de capacidade de estacas foi se ao terreno para executar o ensaio de carga estático, onde a elasticidade da estaca oscilava entre 8 a 12mm.

Foi um bom resultado porque o critico esperado era de 70mm (Anexo 5).



Figura 6: Ensaio de carga estático (fonte: Autor)

3.6. Descrição do processo de execução das estacas

Face às considerações expostas no relatório acerca das condições geotécnicas do solo de fundação e à presença do nível freático, verificou-se a necessidade de recorrer a fundações indirectas por estacas nos edifícios que constituem a Fábrica de Rações HIGEST, recorrendo ao método sem contenção provisória (com trado contínuo).

No processo de execução das estacas de fundação realizadas com trado contínuo, na obra da Fabrica de Rações HIGEST , destacam-se as seguintes fases:

3.6.1. 1ª Fase – Selecção do equipamento

Utilizado um equipamento de furação à rotação, preparado para a utilização de um trado de hélice contínuo que é introduzido no terreno de uma só vez, com a saída do material escavado à superfície do solo (efeito de parafuso de Arquimedes) e respectiva broca, com as dimensões (comprimento e diâmetro) adequadas às dimensões das estacas (\varnothing 600 mm) a executar (Figura 7 e Figura 8) e adaptado às características do terreno.



Figura 7: Equipamento de furação Modelo HC 60 (fonte:Autor)



Figura 8: Broca de furação (\varnothing 600 mm) (fonte:Autor)

3.6.2. 2ª Fase – Implantação topográfica das estacas

Com o recurso a serviços de topografia (Figura 9) a efectuar a materialização, no terreno, da localização da estaca (Figura 10)



Figura 9: Implantação das estacas com recurso a serviços de topografia (fonte:Autor)



Figura 10: Localização da estaca (fonte:Autor)

3.6.3. 3ª Fase – Furação

Mobilizado o equipamento, antes de se iniciar a furação, é necessário obturar o fuste do trado, uma vez que este é oco. Esta operação é efectuada na broca do trado, recorrendo-se ao fecho de uma tampa (Figura 11). Evita-se assim, a entrada de detritos resultantes da furação no interior do fuste do trado



Figura 11: Pormenor da tampa de obturação localizada na broca (fonte:Autor)

Dá-se início à furação, até à profundidade de projecto, expelindo parte do solo durante esta operação (Figura 12).



Figura 12: Início da furação do terreno (fonte:Autor)

A profundidade de furação é controlada através do sistema computadorizado (Jean-Lutz ou similar) instalado na cabine do equipamento e pelo comprimento da haste do trado.



Figura 13: Perfuração para a Execução da Estaca pelo método (CFA) (fonte:Autor)

3.6.4. 4ª Fase – Injecção do betão

Atingida a cota de projecto, com o trado no interior do furo (serve de certa forma como elemento de contenção das paredes da estaca), dá-se início à betonagem com recurso a auto bomba (Figura 14).



Figura 14: Equipamentos de fornecimento e de bombagem do betão (fonte:Autor)

Logo que chega o camião que transporta o betão é feito o *Slump Test* para se avaliar a classe de consistência do betão, depois é colocado nas 6 provetas como amostras para se fazer o ensaio de compressão no laboratório para avaliar a classe de resistência do betão aos 7 e aos 28 dias.



Figura 15: slump test (fonte:Autor)



Figura 16: Ensaio dos cubos a compressão (fonte:Autor)

O betão é injectado pelo topo da coluna central do trado (Figura 17). O obturador, localizado na broca, é aberto por pressão, assim que se verifica a injeção do betão.



Figura 17: Pormenor do ponto de entrada do betão no topo do trado (fonte:Autor)

Gradualmente remove-se o trado, para que o betão preencha o vazio deixado pela remoção das terras até a extracção total do trado (Figura 18). Este processo deve ser efectuado lentamente, para que o betão preencha o vazio e acompanhe a

subida do trado, para manter o fuste da estaca homogéneo e sempre com a mesma secção.



Figura 18: Remoção do trado (Autor:Autor)

3.6.5. 5ª Fase – Introdução da armadura com auxílio do vibro-punçor

Após a betonagem da estaca até à cota inicial, e antes da introdução da armadura, procede-se à limpeza da cabeça da estaca, removendo-se detritos resultantes da furação e da camada de betão contaminada com solos (Figura 19).



Figura 19: Remoção de detritos na cabeça da estaca (fonte: Autor)

Enquanto decorre esta operação, é aplicado o vibro-punçor na armadura (Figura 20), previamente dotada de espaçadores (Figura 21).

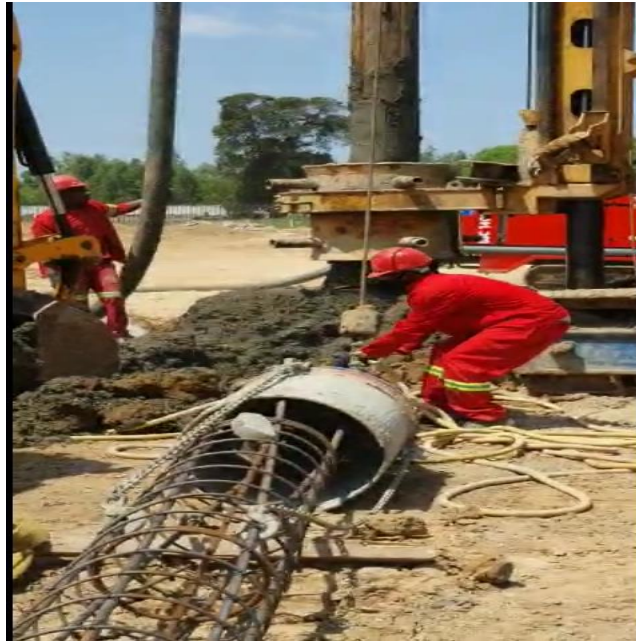


Figura 20: Introdução do vibro-punçor na cabeça da estaca (fonte: Autor)



Figura 21: Armadura com os espaçadores (fonte: Autor)

Os espaçadores têm por função garantir o correcto recobrimento das armaduras, e assegurar não só a necessária protecção contra a corrosão mas também a eficiente transmissão das forças entre as armaduras e o betão. A utilidade do vibro-punçor é auxiliar a introdução da armadura, que deve estar bem solidarizada ao mesmo (Figura 22) e ter uma rigidez razoável, capaz de penetrar no furo preenchido de betão sem alterações estruturais.

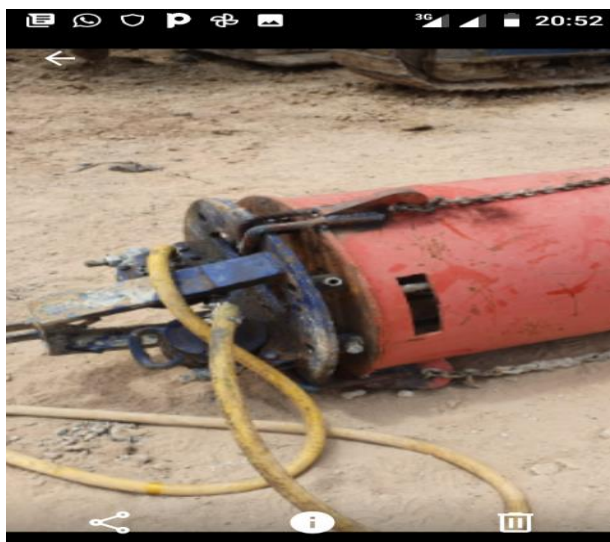


Figura 22: Outra perspectiva do vibro-punçor (fonte: Autor)

Após a aplicação do vibro-punçor na armadura, esta é suspensa pelo equipamento de furação (Figura 23), verticalizada e posteriormente introduzida na estaca com o auxílio do vibro-punçor, tirando partido do seu peso próprio e com a colaboração imprescindível dos trabalhadores (Figura 24 e Figura 25).

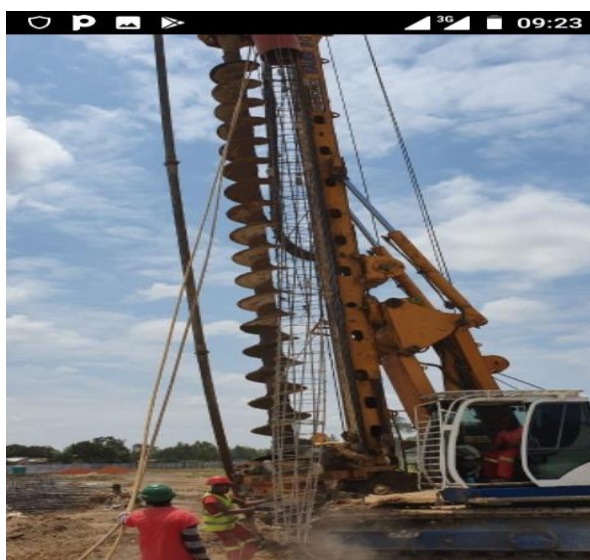


Figura 23: Elevação da armadura recorrendo ao equipamento de furação (fonte: Autor)



Figura 24: Verticalização e introdução da armadura no interior da estaca



Figura 25: Introdução da armadura na estaca (fonte: Autor)

3.6.6. 6ª Fase – Saneamento das estacas

Após a execução das estacas e rebaixamento da plataforma de trabalho até à cota de projecto, é necessária a demolição do betão até à cota inferior da sapata, de forma a deixar as armaduras da estaca à vista para serem incorporadas no maciço de acabamento de fundação (Figura 26).



Figura 26: Estacas saneadas (fonte: Autor)

Sendo importante que na cabeça da estaca o betão se apresente nas condições e com a resistência adequada para se fazer a ligação da sapata à estaca, o processo de saneamento e limpeza torna-se moroso e pesado, já que é um processo em parte manual.

3.6.7. Análise do processo construtivo

Apresenta-se de seguida um resumo de vantagens e desvantagens na execução de estacas com trado contínuo

3.6.8. Vantagens

- Rapidez de execução;
- Método económico, pois não recorre a outro tipo de equipamentos (tubos moldadores recuperáveis ou perdidos);
- Ausência de vibrações transmitidas ao terreno durante a perfuração;
- Níveis de ruído relativamente baixos, salvo durante a introdução da armadura no interior da estaca, em que se verifica ruído incomodativo proveniente do vibro-punçor.

3.6.9. Desvantagens

- Em solos arenosos e abaixo do nível freático a resistência do solo em volta da estaca é reduzida, causada pela perfuração;

- Dependente da destreza do operador, pois velocidade de extracção do trado deve ser igual ao ritmo de injeção do betão, para evitar o desmoronamento das paredes do furo (durante a betonagem da estaca), o que pode provocar a queda de resíduos para o interior e contaminar o betão (conduzindo ao corte do fuste);
- A estaca tem que ser obrigatoriamente betonada até à sua cota inicial;
- O comprimento máximo do trado é limitado pela altura da lança do equipamento de perfuração;
- Não há garantia de um correcto posicionamento e recobrimento da armadura.

3.7. Controlo de qualidade das estacas

Após a execução das estacas, torna-se necessária a execução de ensaios com o propósito de verificação da sua integridade.

As soluções de reforço em fundações são onerosas e, portanto, devem ser evitadas recorrendo a medidas de controlo durante e após a sua execução.

Os ensaios devem ser efectuados antes da montagem das armaduras da estrutura e, obrigatoriamente, deve-se aguardar pelos resultados antes de se avançar com os trabalhos subsequentes, para que, caso os resultados não sejam satisfatórios, não seja necessário proceder à desmontagem das armaduras ou provável demolição da sapata e, ou pilar.

3.7.1. Realização de ensaios sínicos de avaliação da integridade

Após o saneamento das cabeças das estacas, foram realizados ensaios sínicos para verificação da integridade das estacas nos dois blocos que constituem a Fabrica de Rações HIGEST.

Para execução do trabalho foi utilizado um equipamento modelo FPDS7 da TNO Building and Construction Research (Holanda).

O ensaio sínico baseia-se na característica de propagação de uma onda sínica de compressão induzida na cabeça da estaca por uma pancada de pequena

intensidade (com um martelo de mão de peso inferior a 1 kg), que permite detectar eventuais descontinuidades na estrutura da estaca (fracturas), bem como a ocorrência de uma significativa diminuição de rigidez do meio associada à diminuição acentuada do diâmetro da estaca, avaliando portanto a sua integridade (Figura 27)



Figura 27: Aplicação de pancada com martelo na cabeça da estaca (fonte: Autor)

No topo da estaca, é fixado um acelerómetro que registará a propagação e a reflexão da onda no seu percurso ao longo da estaca. Na Figura representa-se o princípio de funcionamento do ensaio. Se houver algum impedimento à propagação da onda, serão detectadas as correspondentes variações de velocidade monitorizadas pelo sensor (acelerómetro).

O sinal obtido pelo acelerómetro em cada impacto é transmitido como input ao aparelho onde é amplificado, convertido para a forma digital e processado no computador portátil com software para o processamento electrónico de sinais.

Com o objectivo de preservar todos os detalhes do sinal, em especial as fracas reflexões, o circuito de input faz uma selecção automática garantindo a melhor resolução possível. Amplifica-se o resultado de forma crescente, aumentando em função do comprimento da estaca, à medida que diminui a amplitude do sinal, com a finalidade de compensar o amortecimento da energia provocada por fenómenos de

atrato estaca - terreno envolvente. A partir do sinal captado em termos de aceleração, é calculada a velocidade em função do tempo de percurso.

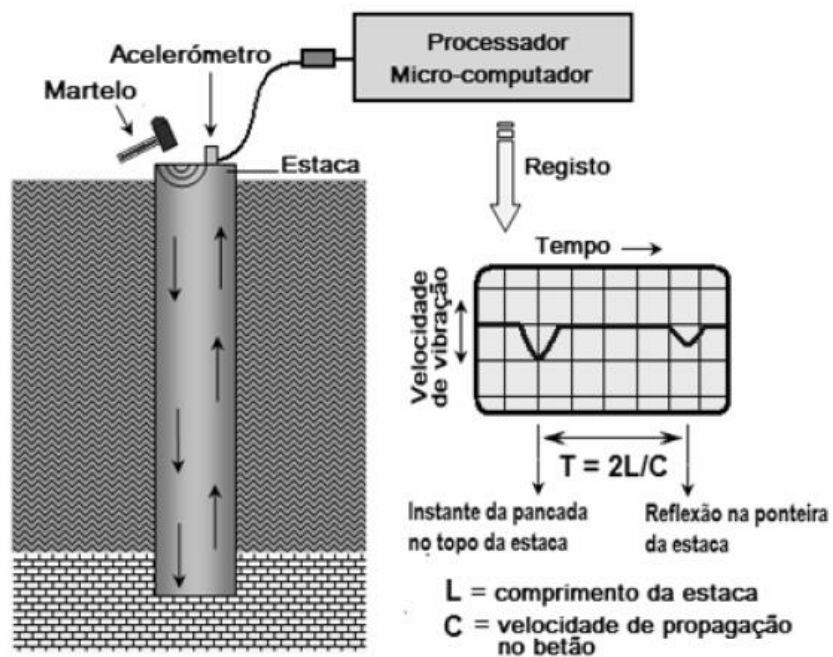


Figura 28: Esquema do ensaio sónico (fonte:Lucas Ferreira)

Os parâmetros de entrada para o programa são o local de ensaio, a designação da estaca de ensaio, o comprimento da estaca e a velocidade de propagação das ondas de compressão no betão. O impacto do martelo na cabeça da estaca origina uma onda de compressão que se propaga com uma velocidade de propagação dada pela expressão 11.

$$C = \sqrt{\frac{E}{\rho}} \quad (11)$$

Em que:

C → a velocidade de propagação da onda;

E → módulo de elasticidade do betão;

ρ → massa volúmica do betão.

A onda originada na cabeça da estaca é captada, depois de reflectida no pé da estaca sem descontinuidades, ao fim do tempo T calculado através da seguinte expressão:

$$T = \frac{2L}{C} \quad (12)$$

Sendo:

L → comprimento da estaca.

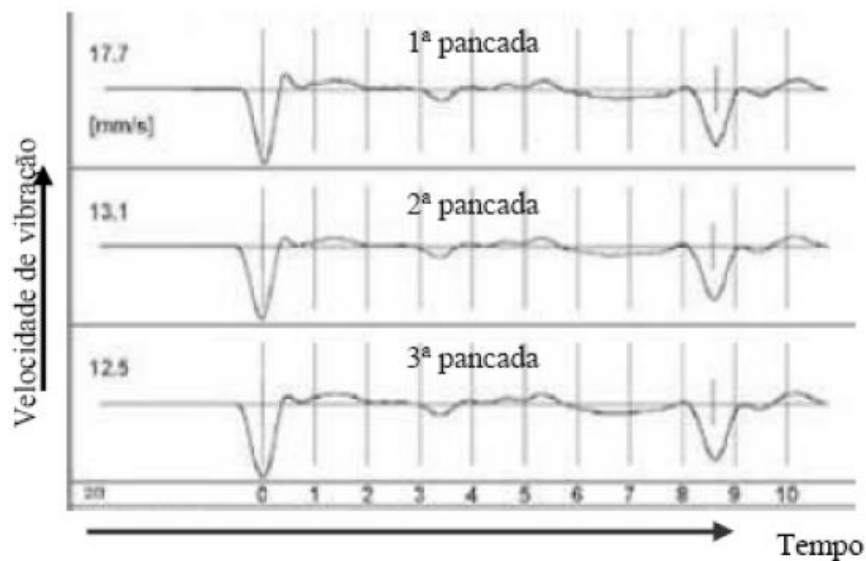


Figura 29: Registo ensaio sónico com 3 marteladas (fonte: Lucas Ferreira)

O tipo de onda de vibração obtido depende da estaca, funciona como flutuante (a transmitir as cargas por atrito lateral) ou a trabalhar por ponta (transferindo as acções que lhe são aplicadas para uma base bastante rígida).

Aplicando uma pancada na cabeça da estaca, esta será percorrida por uma onda de compressão, que irá reflectir-se na sua extremidade inferior, o pé da estaca. Esta onda reflectida chegará à cabeça da estaca com a mesma polaridade da onda incidente ou com polaridade inversa, dependendo das características mecânicas do pé da estaca.

O método apresenta as seguintes principais vantagens:

- É de execução rápida;
- O equipamento é leve, portátil e mobiliza poucos recursos;
- É o método mais económico de se obter informação sobre a integridade das estacas, podendo ser executado em todas as estacas da obra;
- Pode ser usado para confirmar o comprimento das estacas.

Desvantagens e limitações do ensaio, têm-se as seguintes:

- Não detecta variações geométricas da secção se estas ocorrerem gradualmente, nem estacas encurvadas;
- Nem sempre os resultados são conclusivos; em situações intermédias com fortes ondulações do fuste (alargamentos e estreitamentos), torna-se bastante mais difícil a interpretação dos registos das ondas;
- Pode apresentar pouca precisão na avaliação da intensidade dos danos e não permite detectar pequenas descontinuidades ou irregularidades da estaca ou ainda a alteração gradual do betão da estaca;
- O método mostra-se inadequado para estacas com grandes diâmetros e elevados comprimentos, devido à perda de resolução com o aumento de diâmetro e do comprimento, associada à perda de energia por atenuação; é por isso indicado para estacas de pequeno diâmetro e comprimento até cerca de 30 vezes o diâmetro da estaca.

3.7.2. Integridade das estacas no Lote 1 – Bloco da Fabrica

Para avaliação da integridade das estacas executadas no Lote 1 – Bloco da Fabrica, foram ensaiadas 56 estacas com comprimento compreendido de 12,0 metros, designadamente:

- **CAMPANHA 1:** E1, E2, E3, E4, E5, E6, E7, E8, E9, E10, E12, E13, E14, E15, E16, E17, E18, E19, E20, E21, E22, E23, E24, E25, E26, E27, E28, E29, E30, E31, E32, E33, E34, E35, E36, E37, E38, E39, E40, E41, E42, E43, E44, E45, E47, E49, E50, E51, E52, E53, E54, E1A, E2A, E3A e E4A, (Anexo 6)

Os resultados dos ensaios realizados permitiram obter as seguintes informações:

- As deflexões correspondentes às ponteiras das estacas são nítidas;

- Nas deflexões positivas, indicadoras de alargamentos da secção nominal, algumas das estacas ensaiadas revelaram alargamentos nos metros iniciais, tal como é o caso das estacas E23, E26 e E52 (Anexo 7);
- Não foram detectadas deflexões negativas de grande magnitude, indicativas de estreitamentos, fissuração ou inclusões de solo no corpo das estacas.

3.7.3. Integridade das estacas no Lote 2 – Bloco do Tegão.

Para avaliação da integridade das estacas executadas no Lote 2 – Bloco do Tegão, foram ensaiadas 21 estacas com comprimentos de 12,0 metros, designadamente:

- **CAMPANHA 2:** E178, E179, E180, E181, E182, E183, E184, E185, E186, E89, E187, E188, E189, E190, E191, E192, E193, E194, E195, E195, E196, E197, E198 e E199.

Os resultados dos ensaios realizados permitiram obter as seguintes informações:

- As deflexões correspondentes às ponteiros das estacas são nítidas;
- Nas deflexões positivas, indicadoras de alargamentos da secção nominal,
- Não foram detectadas deflexões negativas de grande magnitude, indicativas de estreitamentos, fissuração ou inclusões de solo no corpo das estacas (Anexo 7).

3.7.4. Integridade das estacas no Lote 3 – Bloco dos Silos.

Para avaliação da integridade das estacas executadas no Lote 3 – Bloco dos Silos, foram ensaiadas 128 estacas com 76 estacas de diâmetro 800mm, 24 estacas de diâmetro 600 mm e 28 estacas de 400 mm com comprimentos de 12,0 metros, designadamente:

- **CAMPANHA 3:** E55, E56, E57, E58, E59, E60, E61, E62, E63, E64, E65, E66, E67, E68, E69, E70, E71, E72, E73, E74, E75, E76, E77, E78, E79, E80, E81, E82, E83, E84, E88, E89, E90, E91, E92, E93, E94, E95, E96, E97, E98, E99, E100, E101, E102, E103, E104, E105, E106, E107, E108, E109, E110, E112, E113, E114, E115, E116, E117, E118, E119, E120, E121, E122, E123, E124, E124, E125, E126, E127, E128, E129, E130, E131, E132, E133, E134, E135, E136, E137, E138, E139,

E140, E141/1, E141/2, E142, E143, E144, E145, E146, E147, E148, E149, E150, E151, 152, 153, E154, E155, E156, E157, E158, E159, E160, E161, E162, E163, E164, E165, E166, E167, E168, E169, E170, E171/1, E171/2, E172, E173, E174, E175, E176, E177 e E178.

Os resultados dos ensaios realizados permitiram obter as seguintes informações:

- As deflexões correspondentes às ponteiras das estacas são nítidas;
- Nas deflexões positivas, indicadoras de alargamentos da secção nominal, algumas das estacas ensaiadas revelaram alargamentos (Anexo 8);
- Não foram detectadas deflexões negativas de grande magnitude, indicativas de estreitamentos, fissuração ou inclusões de solo no corpo das estacas

CAPITULOIV: Segurança, higiene e saúde no trabalho

Nas últimas décadas há uma grande melhoria nas condições de trabalho, as condições de segurança em estaleiros temporários ou móveis continuam a ser frequentemente deficientes e estão na origem de acidentes de trabalho graves e mortais, provocados sobretudo por quedas em altura, esmagamentos e soterramentos. Daqui resulta a importância e a obrigatoriedade, ao abrigo do disposto no Decreto-lei, de qualquer empreitada de construção civil e obras públicas possuir Plano de Segurança e Saúde, instrumento fundamental de planeamento e de organização da segurança no trabalho.

4.1. Organização do estaleiro

A área de intervenção da empreitada, encontrava-se delimitada por meio de rede plástica com 2 metros de altura, evitando-se assim a entrada accidental de pessoas na zona dos trabalhos. Na entrada sinalização de perigo referente aos riscos inerentes à obra, e sinais de obrigatoriedade relativos à utilização de EPI's (Equipamentos de protecção individual), e proibição de entrada a pessoas estranhas à empreitada (Figura 30).



Figura 30: Sinalização de segurança

À entrada, ponto de controlo de entradas e saídas no estaleiro, de forma a assegurar acesso reservado apenas a pessoas autorizadas.



Figura 31: Controlo das entradas e saídas no estaleiro (fonte:Autor)

Zonas de circulação pedonal sinalizadas e delimitadas com rede de polietileno cor-de-laranja de 1,20 m de altura (Figura 33), bem como as áreas já intervencionadas (Figura 34)



Figura 32: Delimitação de zonas de circulação pedonal (fonte:Autor)

4.2. Plano de inspeção e prevenção

De acordo com o Plano de Inspeção e Prevenção, eram validados os riscos existentes na actividade e descritas as medidas preventivas a adoptar. O sistema concebido assentava na criação e utilização de três (3) documentos pela entidade executante:

- Procedimento de Inspeção e Prevenção, em conformidade com os métodos e processos construtivos a utilizar na operação de construção;
- A implementação do Procedimento de Inspeção e Prevenção, pressupunha o controlo das verificações/tarefas nelas referidas. Controlo da responsabilidade da entidade executante, era registado nas folhas de Registo de Inspeção e Prevenção;
- No caso de ser detectada uma não conformidade grave, era elaborada a Ficha de Não Conformidade e Acções Correctiva/Preventivas.

4.2.1. Trabalhos e materiais com riscos especiais

São discriminados os trabalhos e materiais com riscos especiais para a segurança e saúde dos trabalhadores, designadamente:

- Trabalhos que exponham os trabalhadores a riscos de soterramento, de afundamento ou de queda em altura, particularmente agravados pela natureza da actividade ou dos meios utilizados, ou do meio envolvente do posto, ou da situação de trabalho, ou do estaleiro;
- Trabalhos que exponham os trabalhadores a substâncias químicas ou biológicas susceptíveis de causar doenças profissionais;
- Trabalhos com radiações ionizantes, em relação aos quais seja obrigatória a designação de zonas controladas ou vigiadas, como as definidas na legislação em vigor;
- Trabalhos na proximidade de linhas eléctricas de média e alta tensão;
- Trabalhos efectuados em vias ferroviárias ou rodoviárias que se encontrem em utilização, ou na sua proximidade;
- Trabalhos de mergulho com aparelhagem ou que impliquem risco de afogamento;
- Trabalhos em poços, túneis, galerias ou caixões de ar comprimido;
- Trabalhos que envolvam a utilização de explosivos, ou susceptíveis de originarem riscos devido a atmosferas explosivas;
- Trabalhos de montagem e desmontagem de elementos pré-fabricados ou outros, cuja forma, dimensão ou peso exponham os trabalhadores a risco grave;

- Outros trabalhos que o dono de obra ou o autor de projecto, fundamentadamente, considerem susceptíveis de constituir risco grave para a segurança e saúde dos trabalhadores

Os trabalhadores sensibilizados e informados das medidas preventivas a adoptar antes de iniciarem os trabalhos. Dotados dos equipamentos de protecção individual (EPI), calçado de segurança (com palmilha e biqueira de aço), colete reflector, capacete, luvas (protecção das extremidades dos membros superiores) e protectores auriculares (Figura 35), tendo assinado para o efeito a Ficha de Distribuição de Equipamentos de Protecção Individual (Anexo 9).



*Figura 33: Trabalhadores com equipamentos de protecção individual (EPI)
(fonte:Autor)*

A entrada de equipamentos no estaleiro, era autorizada se os mesmos se encontrassem em perfeitas condições de utilização, pressupondo a realização das revisões e manutenções periódicas previstas no Manual de Utilização/Plano de Manutenção dos equipamentos.

Relevante, durante o processo de furação do terreno, a preocupação dos trabalhadores em manterem distância de segurança ao equipamento na altura da rotação para descarga das terras do trado, evitando assim que alguém fosse colhido pela máquina (Figura34 e 35)

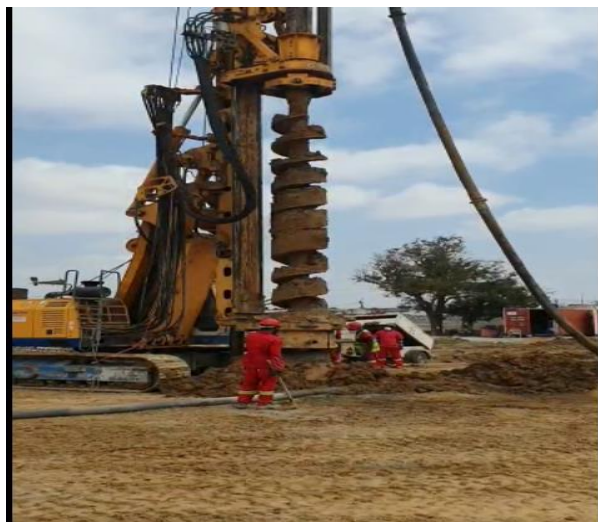


Figura 34: Rotação do equipamento (fonte: Autor)



Figura 35: Remoção das terras do trado (fonte: Autor)

Destaque nesta actividade, a necessidade dos trabalhadores lidarem com as armaduras a introduzir no interior das estacas. Recolhidas do estaleiro de montagem e armazenamento (Figura36), eram deslocadas para área próxima do local onde decorriam os trabalhos de execução das estacas. Esta operação era realizada com pa retroescavadora.

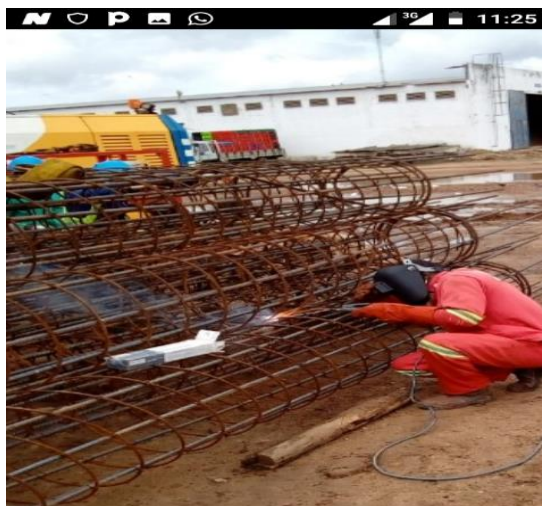


Figura 36: Local de montagem e armazenamento das armaduras das estacas (fonte: Autor)

Assim sendo, a operação manuseamento de armaduras, quer com o recurso a pa retroescavadora, quer na elevação pelo equipamento de perfuração para cravação na estaca, era executada em sintonia e articulação com os operadores dos equipamentos referidos, evitando-se acidentes de trabalho graves.

Para além da boa comunicação com os operadores dos equipamentos de transporte e colocação de cargas, era patente a verificação da boa amarração e das condições de estabilidade no seu transporte.

Actividade de alto risco, pois como é propícia ao contacto dos trabalhadores com o betão, pode conduzir ao aparecimento de dermatoses (Figura 37).



Figura 37: Dermatoses (fonte: Douglas Constancio)

Após a execução das estacas, era colocada sobre a mesma um painel de contraplacado marítimo ou cada varão colocava-se um chapéu de protecção de cor amarela (Figura 38, 39), salvaguardando assim quedas de trabalhadores.



Figura 38: Painel de contraplacado marítimo na cabeça da estaca (fonte: Autor)



Figura 39: cogumelo de protecção para ferro (fonte: Autor)

5. CONCLUSÕES

De acordo com o objectivo principal da presente trabalho foi alcançado, o acompanhamento e registo de um caso prático de execução de estacas.

Do presente trabalho, elaborou-se um documento, com registo fotográfico, com a descrição das fases que constituem o processo construtivo de estacas de betão armado com o recurso a trado contínuo.

Neste presente trabalho, ressalva-se a importância dos estudos geológico – geotécnicos, para identificação da estratigrafia e características de resistência e deformabilidade dos materiais associados ao ambiente geológico onde se pretende implantar uma obra, para adopção da melhor solução para as fundações.

A partir da análise realizada, dos resultados dos testes realizados pode-se concluir que, todas as estacas testadas não apresentam variações que indiquem heterogeneidades significativas ao longo do comprimento da estaca, significando que as mesmas se encontram conforme.

Durante a execução das estacas não houve registo de ocorrência de acidentes trabalho mortais ou não mortais. Deste facto, podemos concluir que actualmente o nível de exigência na aplicação dos Planos de Segurança e Saúde nas empreitadas de construção civil é elevado e também existe da parte dos trabalhadores e das fiscalizações uma maior consciencialização no respeito e cumprimento efectivo das normas de segurança

6. Recomendações

Recomenda-se não marcar todos os pontos das estacas para evitar perde lãs por serem pisados por própria máquina de furar ou com pá retroescavadora.

A central do betão deve estar muito perto do local da construção das estacas para evitar secagem do betão causada pelas altas temperaturas e a distância, porque dificulta a introdução da armadura na estaca.

O uso de equipamento de protecção individual deve ser de carácter obrigatório porque alguns trabalhadores não percebem sobre os acidentes de trabalho

7. Referências bibliográficas

- CINTRA, J.C.; AOKI, N. Fundações por Estacas: Projeto Geotécnico. Oficina de Textos, 2011.
- CORDEIRO, A.F.B. Avaliação Numérica de Reforço de Grupo de Estacas pela Introdução de Estacas Adicionais. Dissertação de Mestrado, Publicação G.DM-155/07, Departamento de Engenharia Civil e Ambiental, Universidade de Brasília, Brasília, DF, 118p. 2007
- Coelho, Silvério, Tecnologia das Fundações. 1996: Escola Profissional Gustave Eiffel.
- Costa Miranda, M. e .G.M., João, Fundações e Contenção Lateral de Solos - Execução de Estacas. 1ª Edição ed. 2006: UFP
- Luís Henrique da Costa Ferreira. 2012: Universidade de Aveiro.
- Professor Douglas Constancio e Engenheiro Lucas A. Constancio Fundações I. 2004:
- GODOY, N. S. Estimativa da Capacidade de Carga de Estacas a partir de Resultados de Penetrômetro Estático. Palestra. São Carlos, Escola de Engenharia de São Carlos – USP, 1983.

8. ANEXOS

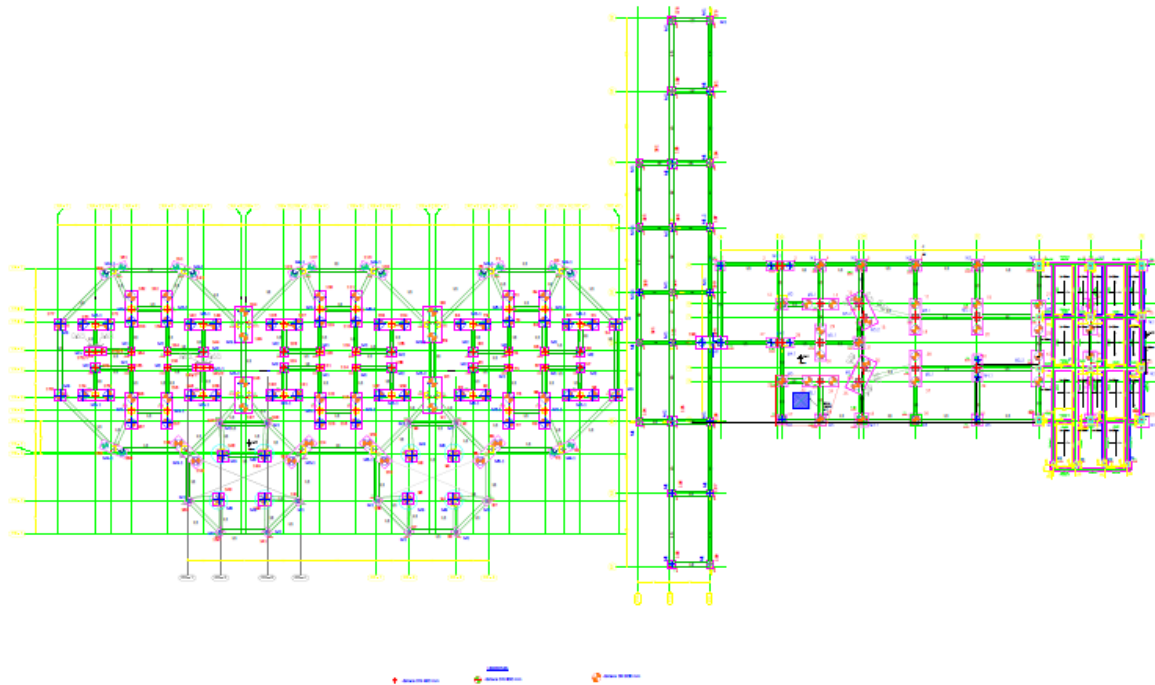
Anexo 1: Planta de localização das sondagens.



PLANTA DE LOCALIZAÇÃO DAS SONDAJENS
Escala aproximada 1/750

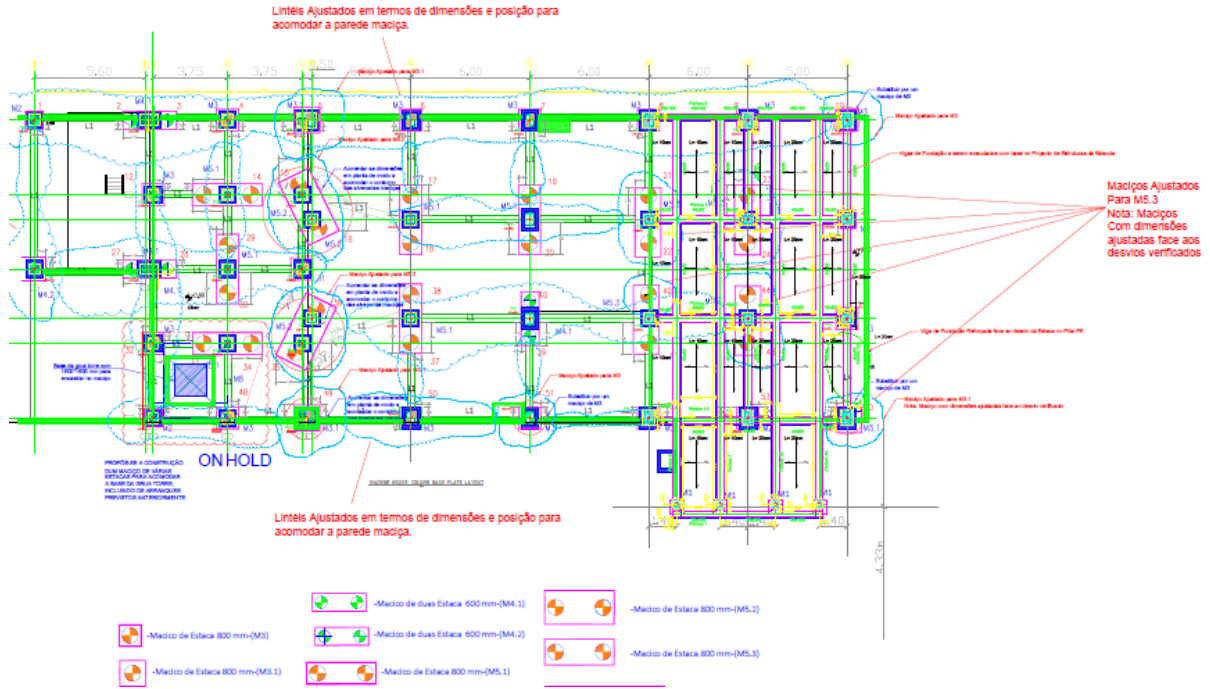
Anexo 2: Planta geral

PLANTA GERAL



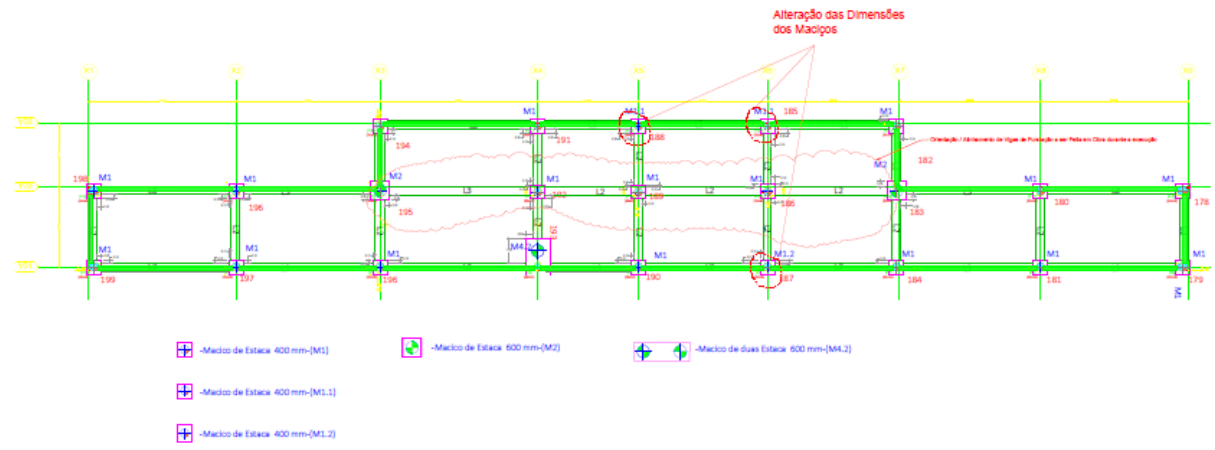
Anexo 3: Planta geral do edifício da fábrica

PLANTA GERAL DO EDIFÍCIO DA FÁBRICA



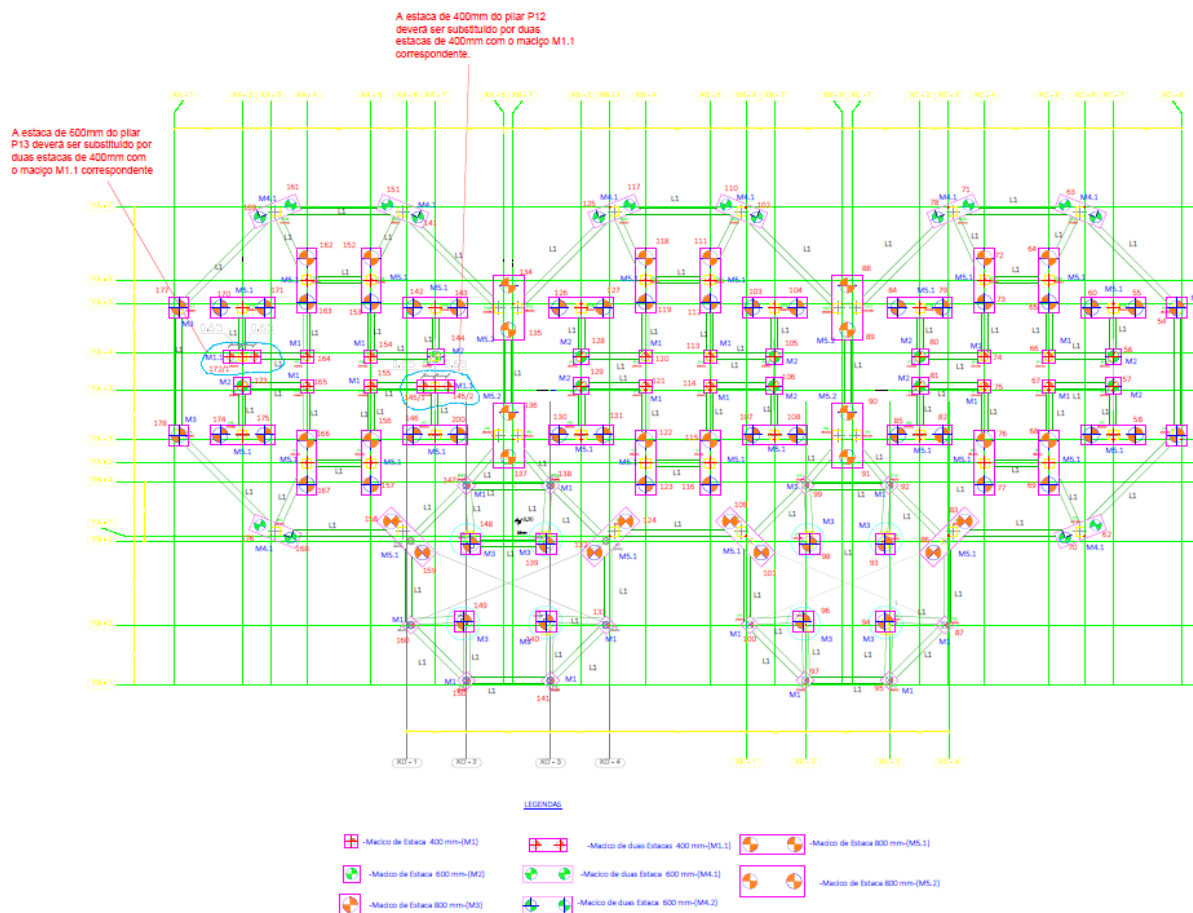
Anexo 4: Planta de tegão descarga

PLANTA DE TEGÃO DESCARGA



Anexo 5: Planta de silos

PLANTA DE SILOS



Anexo 6: Resultados de ensaio de carga estático

AMOUNT MERUM PETROLEUM
STATIC FULL SCALE VERTICAL LOAD TEST

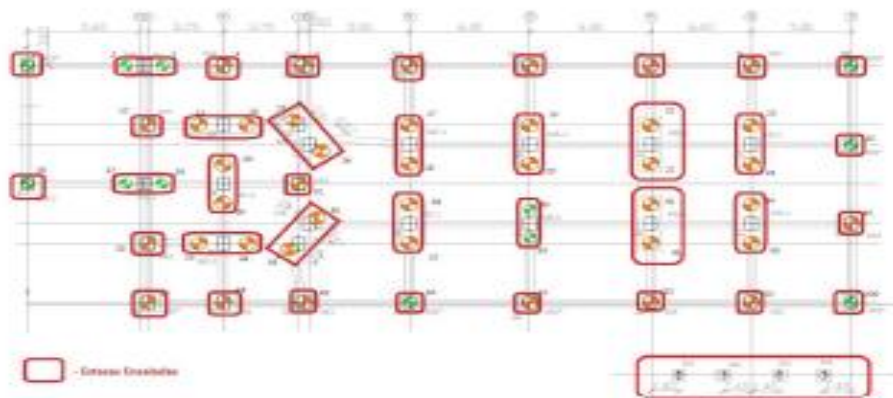
SERVICE LOAD	1 500	kN	327 340(334)	tst
MAX TEST LOAD	1 350	kN	431 310(305)	tst
DATE TESTED	20/12/13			

Hubbards Pressure Conversion Factor
= 0.0704618

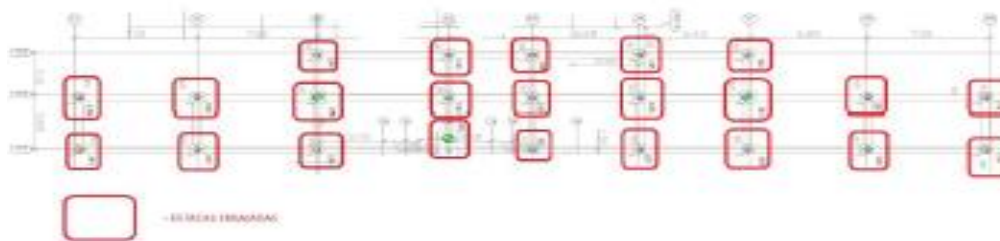
STEP	LOAD	LOAD			HYDRAULIC OIL PRESSURE	TIME	PARTS FIVE		TIME ACCUMULATED	DILATOMETER			
		DL	DR	DT			DL	DR		DT	DL (mm)	DR (mm)	DT (mm)
P1 (0.25)	0	0	0	0	0000	00:00	00:00	00:00	00:00				
	0.25	0.75	0.75	0.75	0000	00:00	00:00	00:00	00:00	00.00	00.00	00.00	00.00
	0.50	1.50	1.50	1.50	0000	00:00	00:00	00:00	00:00	00.00	00.00	00.00	00.00
	0.75	2.25	2.25	2.25	0000	00:00	00:00	00:00	00:00	00.00	00.00	00.00	00.00
	1.00	3.00	3.00	3.00	0000	00:00	00:00	00:00	00:00	00.00	00.00	00.00	00.00
	1.25	3.75	3.75	3.75	0000	00:00	00:00	00:00	00:00	00.00	00.00	00.00	00.00
	1.50	4.50	4.50	4.50	0000	00:00	00:00	00:00	00:00	00.00	00.00	00.00	00.00
	1.75	5.25	5.25	5.25	0000	00:00	00:00	00:00	00:00	00.00	00.00	00.00	00.00
	2.00	6.00	6.00	6.00	0000	00:00	00:00	00:00	00:00	00.00	00.00	00.00	00.00
	2.25	6.75	6.75	6.75	0000	00:00	00:00	00:00	00:00	00.00	00.00	00.00	00.00
P2 (0.50)	0	0	0	0	0000	00:00	00:00	00:00	00:00				
	0.50	1.50	1.50	1.50	0000	00:00	00:00	00:00	00:00	00.00	00.00	00.00	00.00
	1.00	3.00	3.00	3.00	0000	00:00	00:00	00:00	00:00	00.00	00.00	00.00	00.00
	1.50	4.50	4.50	4.50	0000	00:00	00:00	00:00	00:00	00.00	00.00	00.00	00.00
	2.00	6.00	6.00	6.00	0000	00:00	00:00	00:00	00:00	00.00	00.00	00.00	00.00
	2.50	7.50	7.50	7.50	0000	00:00	00:00	00:00	00:00	00.00	00.00	00.00	00.00
	3.00	9.00	9.00	9.00	0000	00:00	00:00	00:00	00:00	00.00	00.00	00.00	00.00
	3.50	10.50	10.50	10.50	0000	00:00	00:00	00:00	00:00	00.00	00.00	00.00	00.00
	4.00	12.00	12.00	12.00	0000	00:00	00:00	00:00	00:00	00.00	00.00	00.00	00.00
	4.50	13.50	13.50	13.50	0000	00:00	00:00	00:00	00:00	00.00	00.00	00.00	00.00
P3 (0.75)	0	0	0	0	0000	00:00	00:00	00:00	00:00				
	0.75	2.25	2.25	2.25	0000	00:00	00:00	00:00	00:00	00.00	00.00	00.00	00.00
	1.50	4.50	4.50	4.50	0000	00:00	00:00	00:00	00:00	00.00	00.00	00.00	00.00
	2.25	6.75	6.75	6.75	0000	00:00	00:00	00:00	00:00	00.00	00.00	00.00	00.00
	3.00	9.00	9.00	9.00	0000	00:00	00:00	00:00	00:00	00.00	00.00	00.00	00.00
	3.75	11.25	11.25	11.25	0000	00:00	00:00	00:00	00:00	00.00	00.00	00.00	00.00
	4.50	13.50	13.50	13.50	0000	00:00	00:00	00:00	00:00	00.00	00.00	00.00	00.00
	5.25	15.75	15.75	15.75	0000	00:00	00:00	00:00	00:00	00.00	00.00	00.00	00.00
	6.00	18.00	18.00	18.00	0000	00:00	00:00	00:00	00:00	00.00	00.00	00.00	00.00
	6.75	20.25	20.25	20.25	0000	00:00	00:00	00:00	00:00	00.00	00.00	00.00	00.00
P4 (1.00)	0	0	0	0	0000	00:00	00:00	00:00	00:00				
	1.00	3.00	3.00	3.00	0000	00:00	00:00	00:00	00:00	00.00	00.00	00.00	00.00
	2.00	6.00	6.00	6.00	0000	00:00	00:00	00:00	00:00	00.00	00.00	00.00	00.00
	3.00	9.00	9.00	9.00	0000	00:00	00:00	00:00	00:00	00.00	00.00	00.00	00.00
	4.00	12.00	12.00	12.00	0000	00:00	00:00	00:00	00:00	00.00	00.00	00.00	00.00
	5.00	15.00	15.00	15.00	0000	00:00	00:00	00:00	00:00	00.00	00.00	00.00	00.00
	6.00	18.00	18.00	18.00	0000	00:00	00:00	00:00	00:00	00.00	00.00	00.00	00.00
	7.00	21.00	21.00	21.00	0000	00:00	00:00	00:00	00:00	00.00	00.00	00.00	00.00
	8.00	24.00	24.00	24.00	0000	00:00	00:00	00:00	00:00	00.00	00.00	00.00	00.00
	9.00	27.00	27.00	27.00	0000	00:00	00:00	00:00	00:00	00.00	00.00	00.00	00.00

Anexo 7. Planta de Estacas Ensaçadas

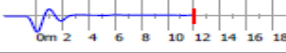



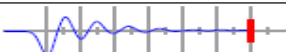
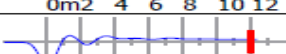
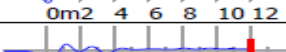
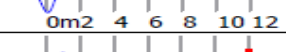
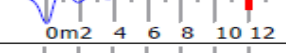
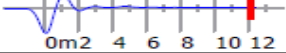
Edifício da Fábrica


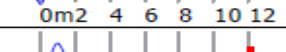
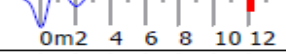
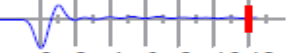
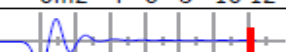
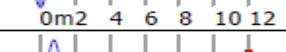
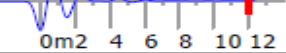
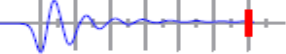
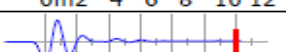
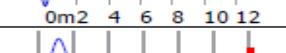


Tegão de Descarga

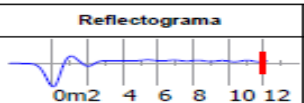
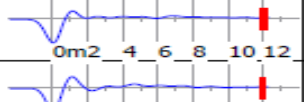
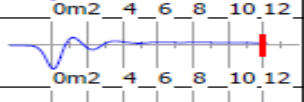
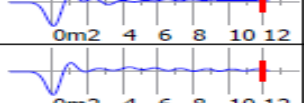
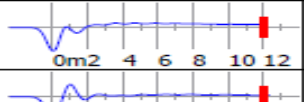
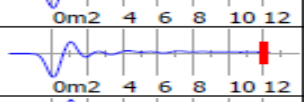
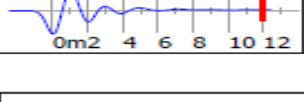
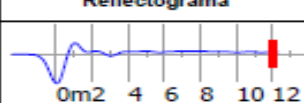
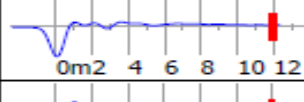
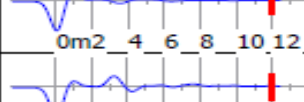


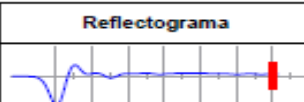
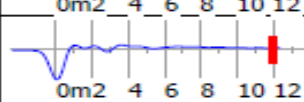
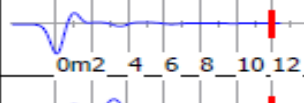
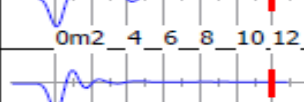
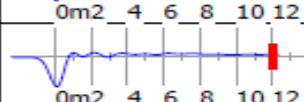
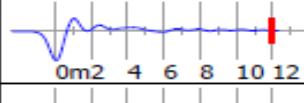
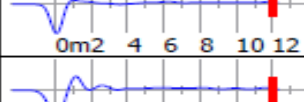
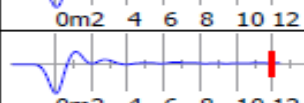


Anexo 8. Ensaios sônicos realizados nas estacas E1a E177.

Comprimento (m)	Reflectograma	Detalhes	Estaca	Comentários
12.0m		10/21/2020 C:4000m/s Amp:2.0 Planned:12.0m	EE	Estaca Conforme
16.0m		10/21/2020 C:4000m/s Amp:2 Planned:16.0m	ER1	Estaca Conforme
16.0m		10/21/2020 C:4000m/s Amp:2 Planned:16.0m	ER2	Estaca Conforme
12.0m		12/13/2020 C:4000m/s Amp:2 Planned:12.0m	1A	Estaca Conforme
12.0m		12/13/2020 C:4000m/s Amp:2 Planned:12.0m	2A	Estaca Conforme
12.0m		12/13/2020 C:4000m/s Amp:2 Planned:12.0m	3A	Estaca Conforme
12.0m		12/13/2020 C:4000m/s Amp:2 Planned:12.0m	4A	Estaca Conforme
12.0m		12/5/2020 C:4000m/s Amp:2 Planned:12.0m	1	Estaca Conforme
12.0m		12/3/2020 C:4050m/s Amp:2.0 Planned:12.0m	2	Estaca Conforme
12.0m		12/3/2020 C:4050m/s Amp:2 Planned:12.0m	3	Estaca Conforme

Comprimento (m)	Reflectograma	Detalhes	Estaca	Comentários
12.0m		12/5/2020 C:4000m/s Amp:2 Planned:12.0m	4	Estaca Conforme
12.0m		12/5/2020 C:4000m/s Amp:2 Planned:12.0m	5	Estaca Conforme
12.0m		11/27/2020 C:4000m/s Amp:2.0 Planned:12.0m	6	Estaca Conforme
12.0m		11/27/2020 C:4000m/s Amp:2 Planned:12.0m	7	Estaca Conforme
12.0m		11/27/2020 C:4000m/s Amp:2 Planned:12.0m	8	Estaca Conforme
12.0m		11/27/2020 C:4000m/s Amp:2 Planned:12.0m	9	Estaca Conforme
12.0m		11/27/2020 C:4000m/s Amp:2 Planned:12.0m	10	Estaca Conforme
12.0m		12/3/2020 C:4050m/s Amp:2 Planned:12.0m	12	Estaca Conforme
12.0m		12/5/2020 C:4000m/s Amp:2 Planned:12.0m	13	Estaca Conforme
12.0m		12/3/2020 C:4050m/s Amp:2 Planned:12.0m	14	Estaca Conforme

Anexo9: Ensaios sónicos realizados nas estacas E178 a E200

Comprimento (m)	Reflectograma	Detalhes	Estaca	Comentários
12.0m		12/8/2020 C:4000m/s Amp:2.0 Planned:12.0m	178	Estaca Conforme
12.0m		12/8/2020 C:4000m/s Amp:2 Planned:12.0m	179	Estaca Conforme
12.0m		12/8/2020 C:4000m/s Amp:2 Planned:12.0m	180	Estaca Conforme
12.0m		12/5/2020 C:4000m/s Amp:2 Planned:12.0m	181	Estaca Conforme
12.0m		12/8/2020 C:4000m/s Amp:2 Planned:12.0m	182	Estaca Conforme
12.0m		12/8/2020 C:4000m/s Amp:2 Planned:12.0m	183	Estaca Conforme
12.0m		12/8/2020 C:4000m/s Amp:2 Planned:12.0m	184	Estaca Conforme
12.0m		12/8/2020 C:4000m/s Amp:2 Planned:12.0m	185	Estaca Conforme
12.0m		12/8/2020 C:4000m/s Amp:2 Planned:12.0m	186	Estaca Conforme
12.0m		12/8/2020 C:4000m/s Amp:2 Planned:12.0m	187	Estaca Conforme

Comprimento (m)	Reflectograma	Detalhes	Estaca	Comentários
12.0m		12/8/2020 C:4000m/s Amp:2 Planned:12.0m	188	Estaca Conforme
12.0m		12/8/2020 C:4000m/s Amp:2 Planned:12.0m	189	Estaca Conforme
12.0m		12/5/2020 C:4000m/s Amp:2 Planned:12.0m	190	Estaca Conforme
12.0m		12/3/2020 C:4050m/s Amp:2 Planned:12.0m	191	Estaca Conforme
12.0m		12/3/2020 C:4050m/s Amp:2 Planned:12.0m	192	Estaca Conforme
12.0m		12/3/2020 C:4050m/s Amp:2 Planned:12.0m	193	Estaca Conforme
12.0m		12/3/2020 C:4050m/s Amp:2 Planned:12.0m	194	Estaca Conforme
12.0m		12/3/2020 C:4050m/s Amp:2 Planned:12.0m	195	Estaca Conforme
12.0m		12/3/2020 C:4050m/s Amp:2.0 Planned:12.0m	196 A	Estaca Conforme
12.0m		12/3/2020 C:4050m/s Amp:2 Planned:12.0m	196	Estaca Conforme