

**APOIO TÉCNICO NA ELABORAÇÃO DE  
PROJETO BÁSICO DE PAVIMENTAÇÃO, PARA  
EXPANSÃO DO PÁTIO DE AERONAVES NO  
SÍTIO AEROPORTUÁRIO DO AEROPORTO  
MUNICIPAL DE MARICÁ.**

Apoio Técnico:



**VOLUME 1  
RELATÓRIO DE PROJETO**

**REV. 1**

## CONTROLE DE REVISÕES

<b>DOCUMENTO:</b> MR06-1-RLT.001		
<b>DESCRIÇÃO:</b> VOLUME 1 - RELATÓRIO DE PROJETO DOS SERVIÇOS DO CONTRATO NÚMERO 08/2019, PARA APOIO TÉCNICO NA ELABORAÇÃO DE PROJETO BÁSICO DE PAVIMENTAÇÃO, PARA EXPANSÃO DO PÁTIO DE AERONAVES NO SÍTIO AEROPORTUÁRIO DO AEROPORTO MUNICIPAL DE MARICÁ.		
<b>REV:</b>	<b>DATA:</b>	<b>DESCRIÇÃO DA REVISÃO:</b>
00	10/07/19	Emissão inicial
01	16/09/19	Alteração da geometria do pátio, solicitação de 01/08/19
02		
03		
04		
05		
06		
07		
08		
09		
10		
<b>OBS:</b>		

CONTRATO DE CONSULTORIA EM APOIO TÉCNICO DE ENGENHARIA E ARQUITETURA  
COM A CODEMAR - CONTRATO Nº 08/2019



RESPONSÁVEL TÉCNICO  
MARCELO ANTONIO OLIVEIRA DOS REIS  
CREA/RJ 1992100003

## SUMÁRIO

<b>1 – APRESENTAÇÃO .....</b>	<b>3</b>
<b>2 – DESENVOLVIMENTO/RESUMO DO PROJETO .....</b>	<b>5</b>
<b>3 – LEVANTAMENTO TOPOGRÁFICO .....</b>	<b>8</b>
<b>4 - PROJETO GEOMÉTRICO .....</b>	<b>9</b>
<b>5 - PROJETO ESTRUTURAL DO PÁTIO .....</b>	<b>10</b>
<b>6 – PROJETO ELÉTRICO/ILUMINAÇÃO .....</b>	<b>13</b>
<b>7 – PROJETO DE SINALIZAÇÃO HORIZONTAL .....</b>	<b>14</b>
<b>7 - PROJETO DE DRENAGEM PLUVIAL .....</b>	<b>15</b>
<b>ANEXOS .....</b>	<b>19</b>

**ANEXO A – PROJETO BÁSICO DA CODEMAR**

**ANEXO B – FUROS DE SONDAGEM NA ÁREA DO NOVO PÁTIO**

**ANEXO C – DIMENSIONAMENTO DA FUNDAÇÃO DO PÁTIO**

**ANEXO D – DIMENSIONAMENTO DA LAJE DO PÁTIO**

**ANEXO E – DIMENSIONAMENTO ELÉTRICO DA ILUMINAÇÃO**

## 1 - APRESENTAÇÃO

O presente documento, denominado **Volume 1 - Relatório de Projeto**, faz parte do trabalho elaborado pela **TETRIS ENGENHARIA**, por meio do contrato firmado com a **COMPANHIA DE DESENVOLVIMENTO DE MARICÁ S.A - CODEMAR**, cujo objeto é a **CONTRATAÇÃO DE EMPRESA ESPECIALIZADA PARA APOIO TÉCNICO, NA ELABORAÇÃO DE PROJETO BÁSICO DE PAVIMENTAÇÃO, PARA EXPANSÃO DO PÁTIO DE AERONAVES NO SÍTIO AEROPORTUÁRIO DO AEROPORTO MUNICIPAL DE MARICÁ**, tendo os seguintes dados contratuais:

Processo Administrativo nº 14947/2018

Procedimento Licitatório: Procedimento licitatório fechado nº 5/2018

Data da licitação: 21/12/2018

Contrato nº 08/2019

Data de celebração do contrato: 25/02/2019

Data da ordem de serviço: 18/03/2019

Data de término do serviço: 18/09/2019

Prazo de execução: 6 meses

O trabalho é constituído pelos seguintes volumes:

### **Volume 1 – Relatório de Projeto**

O volume 1 apresenta uma visão geral do projeto, as memórias justificadas, com a exposição das metodologias adotadas e os resultados obtidos.

### **Volume 2 – Projetos**

O Volume 2 contém as peças gráficas dos estudos e projetos desenvolvidos.

### **Volume 3 – Orçamento**

O Volume 3 contém o Orçamento com a estimativa de custo para execução dos serviços propostos, juntamente com o cronograma para a obra e a memória de cálculo de quantidades de serviços.

### **Volume 4 – Memorial Descritivo para Obra**

O Volume 4 contém o conjunto de definições/conceitos, métodos de construção, especificações de serviços, materiais e equipamentos a serem aplicados para a execução da obra.

## 2 – DESENVOLVIMENTO/RESUMO DO PROJETO

O projeto destina-se a ampliação do pátio de aeronaves, com a construção de nova área para operação de aeronaves de grande porte, modelo Sikorsky S-92. Este acréscimo permitirá um incremento na operação do Aeródromo de Maricá com a aquisição de mais oito novas vagas, sendo 7 para aeronaves S-92 e uma para aeronave S-76.



ÁREA DESTINADA A CONSTRUÇÃO DO NOVO PÁTIO

O pátio terá 354,00 m de extensão com 54,75 m de largura, além das pistas de acesso, totalizando uma área de 20.032,13 m<sup>2</sup>, posicionado de forma a deixar um espaço livre de 32 m até a pista de pouso e decolagem.

Com a equipe mobilizada, demos início ao levantamento topográfico e a análise do material fornecido pela CODEMAR:

- Projeto básico (anexo A); e
- Relatório de sondagens a percussão da realizada pela DS SOARES (anexo B).

De posse do relatório geotécnico (anexo B), identificamos e analisamos os furos na área de implantação do pátio de aeronaves. São eles SP12, SP13, SP14, SP15, SP16, SP17, SP18, SP19, SP20, SP22, SP23, SP24, SP25 e SP26.

Os boletins acima citados nos demonstram a presença de uma camada de matéria orgânica considerável em torno de 5 m, tornando inadequada a manutenção da premissa inicial, de dimensionar um pavimento rígido pelos métodos tradicionais, apoiado sobre o solo existente.

Sendo assim, buscamos outras alternativas para o problema em questão, estudamos as seguintes soluções: execução de um radier, execução de estacas de solo brita, reforço de geossintéticos e cravação de estacas pré-moldadas em concreto.

Como resultado de novo estudo, a melhor solução se encontra na aplicação de estacas pré-moldadas em concreto protendido e a execução do pavimento rígido para o pátio em laje de concreto protendido, com 20 cm de espessura.

Para a execução da estrutura será necessário a cravação de 1.707 estacas pré-moldadas, com seção de 20x20 cm, por percussão, com 12 m de comprimento. A laje será formada por 4.006,43 m<sup>3</sup> de concreto 35MPa, já considerando a modificação da geometria do pátio solicitada em 01/08/2019, conforme o desenho 2 no Anexo A.

Uma junta dilatação será implantada no centro do pátio de aeronaves. Permitindo que a obra seja executada em 2 etapas, sendo assim, após conclusão de 50% do pátio, será possível começar sua operação.

Atendemos aos parâmetros de projeto que se constituem na operação de aeronave S-92 Sikorsky e uma carga uniformemente distribuída de 5,0 KN/m<sup>2</sup> atuando no piso.

Para acerto do terreno e implantação da fundação e estrutura, será necessário serviços de terraplenagem. Onde, após limpeza e remoção de camada vegetal, será preciso realizar um corte de 40,54 m³ e aterro de 18.524,75 m³, considerando toda a área do pátio e a área entre este e a pista de pouso/decolagem.

Para melhorar o escoamento das águas pluviais, foi considerado a elevação do greide do *taxiway* existente e o pátio foi projetado com um ponto alto em seu eixo central, declividade transversal de 2% e longitudinal de 0,12%.

Como solução para o esgotamento das águas pluviais do pátio de aeronaves, foram adotadas 21 linhas de tubos de Ø300 mm de pvc corrugado, assentes sob a laje de concreto, captando as águas a jusantes do pátio e conduzindo-as até canaletas de concreto a montante, que seguirão ao deságue no Canal do Aeroporto.

A jusante do pátio haverá uma parede em L de 0,25 m x 0,51 m, conduzindo as águas para as linhas de tubos e a montante do pátio, teremos canaletas de 0,25 m x 0,51 m, que receberão as águas provenientes do pátio. O deságue será por canaletas de concreto com seções de 0,50 m x 0,51 m, 0,60 m x 0,51 m e 0,25 m x 0,51 m.

A sinalização horizontal, tem como base as instruções constantes no RBAC 154 EMD05. A demarcação das vagas e o seu traçado são indicados em projeto específico de sinalização.

O projeto de iluminação prevê a instalação de 8 postes, 10 m de altura útil. Em cada pote serão instalados 5 refletores com potência de 400w e angulação de 45° para baixo e para os lados.



### 3 – LEVANTAMENTO TOPOGRÁFICO

Os Estudos Topográficos tiveram como objetivo fornecer os elementos fundamentais para a elaboração do projeto para a expansão do pátio de aeronaves no sítio aeroportuário do Aeroporto Municipal de Maricá.

As coordenadas do levantamento são apresentadas em Datum Horizontal: SIRGAS 2000, Datum Vertical: Marégrafo de Imbituba – SC e Meridiano Central: 045g W. Gr.

Não foi necessário a implantação de marcos de concreto com chapas metálicas, pois utilizou-se a rede já implantada no aeroporto, tendo como partida as estações existentes M5, M6 e M7. As estações E1, E2 e E3 foram implantadas por nossa equipe de topografia.

COORDENADAS DA POLIGONAL DO LEVANTAMENTO			
ESTAÇÃO	COORD.NORTE	COORD.ESTE	COTA
E1	7.463.809,138	722.901,274	2,365
E2	7.463.801,326	722.925,269	2,052
E3	7.463.820,354	722.879,803	1,605
M5	7.463.658,885	722.654,785	1,469
M6	7.463.682,837	722.701,808	1,471
M7	7.463.698,362	722.642,895	1,572

O levantamento foi realizado com equipamento de GSP RTK e Estação Total, com as especificações abaixo:

**a) Estação Total GPT 3100W**

Precisão da Medição (Superfície Difusa)

Modo Prisma  $\pm (2\text{mm} + 2\text{ppm} \times D)$  m.s.e. D: Distância medida (mm)

**b) RTK TRIMBLE R4**

Precisão da Medição (Superfície Difusa)

Estática de alta precisão

Horizontal .....3 mm + 0,1 ppm RMS

Vertical.....3,5 mm + 0,4 ppm RMS

estático e estático – rápido

Horizontal.....3 mm + 0,5 ppm RMS

Vertical.....5 mm + 0,5 ppm RMS

## 4 – PROJETO GEOMÉTRICO

O projeto geométrico do pátio seguiu inicialmente as premissas estabelecidas no desenho 01 fornecido pela CODEMAR (anexo A), que acomoda 8 aeronaves modelo: S-92 (Sikorsky), e mais tarde foi revisado tendo como base o desenho 02 fornecido em 01/08/2019, que prevê a implantação de sete vagas para a aeronave modelo S-92 e uma para o modelo S-76, criando um novo acesso ao pátio, além de alterar o *taxiway* que interliga o novo pátio a cabeceira da pista de pouso e decolagem.

Para melhorar as cotas de desague do sistema de drenagem pluvial, foi elaborado um novo perfil para o *taxiway* existente, não fazendo parte deste projeto a solução estrutural desta via. O novo greide permitirá elevar o novo pátio em aproximadamente 26 cm, no ponto mais baixo, junto ao *taxiway*.

O pátio terá 354,00 m de extensão com 54,75 m de largura, além das pistas de acesso, totalizando uma área de 20.032,13 m<sup>2</sup>, posicionado de forma a deixar um espaço livre de 32 m até a pista de pouso e decolagem.

Para melhor escoamento das águas, sua geometria foi projetada com um ponto alto em seu eixo central, declividade transversal de 2% e longitudinal de 0,2%.

Para implantação do projeto será necessário realizar terraplenagem do terreno. Após remoção da camada vegetal, ainda deverá ser executado mais 40,54 m<sup>3</sup> de corte e a execução de aterro compactado, com volume geométrico acabado de 18.524,75 m<sup>3</sup>.

Foi projetado um novo greide para o *taxiway* existente, de forma a elevar a cota do novo pátio, favorecendo o sistema de drenagem pluvial.

## 5 – PROJETO ESTRUTURAL DO PÁTIO

A estrutura é formada por uma laje protendida com 20 cm de espessura, assente sobre estacas pré-fabricadas em concreto. Construída com uma junta de dilatação entre os dois painéis de 177x54,75 m, divididos em setor 1 e setor 2. Tal divisão possibilita realizar a obra em duas etapas. A conclusão do setor 1 permitirá pôr em operação 4 vagas para o estacionamento de aeronaves, não dependendo da conclusão da segunda etapa.

### 5.1 FUNDAÇÕES

A metodologia de análise aplicada contempla as teorias clássicas de verificação do equilíbrio e interação entre o solo e estrutura, utilizando o método de Aoki-Velloso para as estacas.

As prospecções geológicas realizadas de números SP12 a SP20 e SP22 a SP26 por serem próximas a área do pátio serviram como base para o dimensionamento.

O perfil geotécnico neste local se caracteriza com 2,0 m de aterro e uma camada de argila arenosa, mole, variando de 5,0 a 6,0 m surgindo após este material uma areia ou argila de maior resistência com a presença de alguns pedregulhos conforme os boletins de sondagens no anexo B.

A resistência lateral neste intervalo de aterro e argila praticamente não existe, daí a necessidade de buscar camadas mais profundas para melhorar a capacidade das estacas de absorver por atrito lateral e principalmente de ponta em terrenos arenosos.

Para o projeto foram adotadas estaca pré-moldadas em concreto com 12,00 m de comprimento, com seção transversal de 400 cm<sup>2</sup>. As opções de estacas comerciais são dos fabricantes CASSOL e PREFAZ, de seção quadrada 20x20 cm, em concreto protendido.

Para o dimensionamento da fundação, ver o anexo C.

## 5.2 LAJE

A estrutura do piso será em concreto protendido com cordoalhas engraxadas e plastificadas, utilizando o sistema estrutural formado por um pavimento em laje maciça lisa com 20 cm de espessura, apoiada sobre estacas pré-fabricadas em concreto armado, desconsiderando qualquer contribuição de apoio no solo devido à baixa resistência deste.

No topo das estacas existe um bloco de coroamento que recebe o pavimento, de forma não solidária. Existe uma lona plástica sob toda a laje de forma a reduzir o atrito entre a laje e o solo no momento de aplicação da protensão permitindo o encurtamento da estrutura. A lona também tem a função de não permitir perda de água do concreto no momento da concretagem para o solo

Os materiais empregados na execução da estrutura são os seguintes:

- |    |   |                                   |
|----|---|-----------------------------------|
| a) | Concreto bloco de coroamento das estacas: | C35 ( $F_{ck} = 35 \text{ MPa}$ ) |
| b) | Concreto do piso:                         | C35 ( $F_{ck} = 35 \text{ MPa}$ ) |
| c) | Concreto das estacas:                     | C25 ( $F_{ck} = 25 \text{ MPa}$ ) |
| d) | Aço passivo:                              | CA – 50, CA - 60                  |
| e) | Aço de protensão:                         | CP-190 RB – 12,7mm                |
| f) | Classe de agressividade:                  | III                               |
| g) | Vida útil de projeto (VUP):               | 50 anos                           |
| h) | Nível de desempenho do projeto:           | Médio                             |

Para o dimensionamento, foi considerada uma carga de multidão de  $5,0 \text{ kN/m}^2$ , distribuída sobre todo o pavimento e o carregamento proveniente da aeronave Sikorsky S-92.

Para o dimensionamento da laje, ver o anexo D.

### 5.3 BÚRICAS

É prevista a instalação de búricas na superfície do pátio. Esses dispositivos tem como objetivo fazer a amarração dos helicópteros, por intermédio de peias (cintas). As peias deverão formar com os pontos de amarração ângulos dentro dos limites recomendados pelos fabricantes dos helicópteros.

As búricas devem ser distribuídas de maneira, preferencialmente, uniforme, em circunferências concêntricas à Área de Toque, contendo seis búricas em cada vaga destinada às aeronaves. A quantidade de búricas e a disposição proposta em projetos, são para a operação da aeronave S-92 (Sikorsky), em 7 vagas e para aeronave S-76 em uma vaga.

## **6 – PROJETO ELÉTRICO/ILUMINAÇÃO**

A implantação de Sistema de iluminação do pátio de aeronaves, tem como objetivo garantir a luminosidade para operação de trânsito de veículos, aeronaves e transeuntes de forma segura respeitando o que preconiza o RBCA 154 EMD05. A disposição dos postes junto ao pátio segue a indicação das normas aeroportuárias vigentes para operação do aeródromo de Maricá.

O projeto de iluminação prevê a instalação de 8 postes, 10 m de altura útil. Em cada pote serão instalados 5 refletores com potência de 400w e angulação de 45° para baixo e para os lados.

Para o dimensionamento elétrico, ver o anexo E.

## **7 – PROJETO DE SINALIZAÇÃO HORIZONTAL**

A sinalização horizontal, tem como base as instruções constantes no RBAC 154 EMD05. A demarcação das vagas e seu traçado são indicados em projeto específico de sinalização.

Devido a cor clara do pavimento de concreto deverá ser utilizada pintura de contraste de cor preta, para realçar a sinalização horizontal.

A sinalização horizontal de eixo de pista de táxi deve ter, no mínimo, 15 cm de largura, deve ser contínua em extensão, salvo quando houver uma interseção com a sinalização horizontal de posições de espera de pista de pouso e decolagem ou uma com a sinalização horizontal de posição intermediária de espera.

A sinalização do *taxiway* existente deverá ser refeita após a conclusão da elevação do greide.

## 8 - PROJETO DE DRENAGEM PLUVIAL

Como solução para o esgotamento das águas pluviais do pátio de aeronaves, foram adotadas 21 linhas de tubos de Ø300 mm de pvc corrugado, assentes sob a laje de concreto, captando as águas a jusantes do pátio e conduzindo-as até canaletas de concreto a montante, que seguirão ao deságue no Canal do Aeroporto.

A jusante do pátio haverá uma parede em L de 0,25 m x 0,51 m, conduzindo as águas para as linhas de tubos e a montante do pátio, teremos canaletas de 0,25 m x 0,51 m, que receberão as águas provenientes do pátio. O deságue será por canaletas de concreto com seções de 0,50 m x 0,51 m, 0,60 m x 0,51 m e 0,25 m x 0,51 m.

A seguir são apresentados todos os elementos necessários para a elaboração do projeto, seguindo as diretrizes de "ROTEIRO P/ PROJETO DE GALERIAS DE ÁGUAS DE SEÇÃO CIRCULAR" de Ulysses M. A. Alcântara, podendo ser aplicável para quaisquer outras formas de seção.

### 8.1 - Intensidade Pluviométrica

Para a definição da intensidade de chuva do projeto, utilizou-se a equação de chuva a seguir:

$$i = \frac{1050 T_R^{0,129}}{(tc + 10)^{0,756}}$$

Onde:

I = intensidade pluviométrica, mm/min;  
T<sub>R</sub> = tempo de recorrência, anos;  
tc = tempo de concentração, minutos.

### 8.2 - Tempo de Recorrência

O tempo de recorrência ou período de retorno adotado foi de: 100 anos, para o cálculo.



### 8.3 - Tempo de Concentração

Arbitrou-se 10 minutos como o tempo de concentração

### 8.4 - Coeficiente de Escoamento - "Run-off" (C)

Para bacias que possuem cobertura mista, composta de laje de concreto e grama, foi adotado o coeficiente de 0,76, para trechos cobertos apenas pela laje de concreto, o coeficiente adotado é de 1,00

### 8.5 - Cálculo da Vazão Máxima de Projeto

No cálculo da vazão aplicou-se a expressão geral do Método Racional.

$$Q = 2,78 C i A$$

Onde:

Q = vazão máxima de projeto, l/s;

C = coeficiente de escoamento, adimensional;

i = intensidade pluviométrica, mm/h;

A = área da bacia local contribuinte, ha.

### 8.6 - Dimensionamento da Rede

O dimensionamento hidráulico das seções de projeto foi estimado com base na fórmula de Manning:

$$Q = \frac{1}{n} S R_h^{3/4} I^{1/2}$$

Onde:

Q = vazão, m³/s;

S = área molhada da seção transversal da canalização, m²;

R<sub>h</sub> = raio hidráulico, m;

I = declividade longitudinal da canalização, m/m;

η = coeficiente de rugosidade, adimensional

As premissas básicas para o dimensionamento dos dispositivos foram as indicadas a seguir:

- coeficientes de rugosidade (Manning) – “η” adotados:
  - tubos de PVC corrugados: η=0,010;
  - canaletas de concreto retangulares: η=0,013;

- altura máxima de água limitada a 85% do diâmetro interno da galeria e 90% da altura quando seção retangular;

O quadro a seguir traz o dimensionamento do sistema de drenagem pluvial.

Tempo de recorrência = 100 anos

Tempo de concentração = 10 minutos

Intensidade pluviométrica = 197,5 mm/h

Linha	Dispositivo	Área (ha)	Coef. de escoamento	Vazão (l/s)	Lâmina (m)	Y/D (%)	Velocidade (m/s)
1	Ø 300mm	0,12	0,9	58,3	0,26	85	0,92
	U 25x51cm	0,04	1	24,1	0,20	39	0,48
	U 50x51cm			82,4	0,21	40	0,80
2 α 4	Ø 300mm	0,10	0,76	43,3	0,20	65	0,86
	U 25x51cm	0,04	1	21,3	0,18	35	0,47
	U 50x51cm			64,6	0,17	34	0,75
5 α 7	Ø 300mm	0,13	0,76	54,3	0,23	78	0,91
	U 25x51cm	0,05	1	26,7	0,21	42	0,50
	U 50x51cm			80,9	0,20	40	0,79
8	Ø 300mm	0,12	0,76	51,9	0,23	78	0,90
	U 50x51cm			51,9	0,15	29	0,71
9	Ø 300mm	0,14	0,76	56,5	0,25	82	0,91
	U 60x51cm	0,64	0,87	121,5	0,23	45	0,88
10 α 21	Ø 300mm	0,13	0,76	54,3	0,23	78	0,91
	U 25x51cm	0,05	1	26,5	0,18	35	0,60
	U 50x51cm			80,8	0,20	40	0,79

# ANEXOS

**ANEXO A – PROJETO BÁSICO DA CODEMAR**

**ANEXO B – FUROS DE SONDAGEM NA ÁREA DO NOVO PÁTIO**

**ANEXO C – DIMENSIONAMENTO DA FUNDAÇÃO DO PÁTIO**

**ANEXO D – DIMENSIONAMENTO DA LAJE DO PÁTIO**

**ANEXO E – DIMENSIONAMENTO ELÉTRICO DA ILUMINAÇÃO**



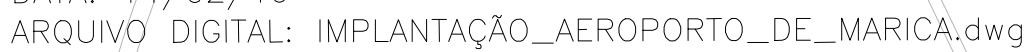
PREFEITURA MUNICIPAL DE MARICÁ  
ESTADO DO RIO DE JANEIRO

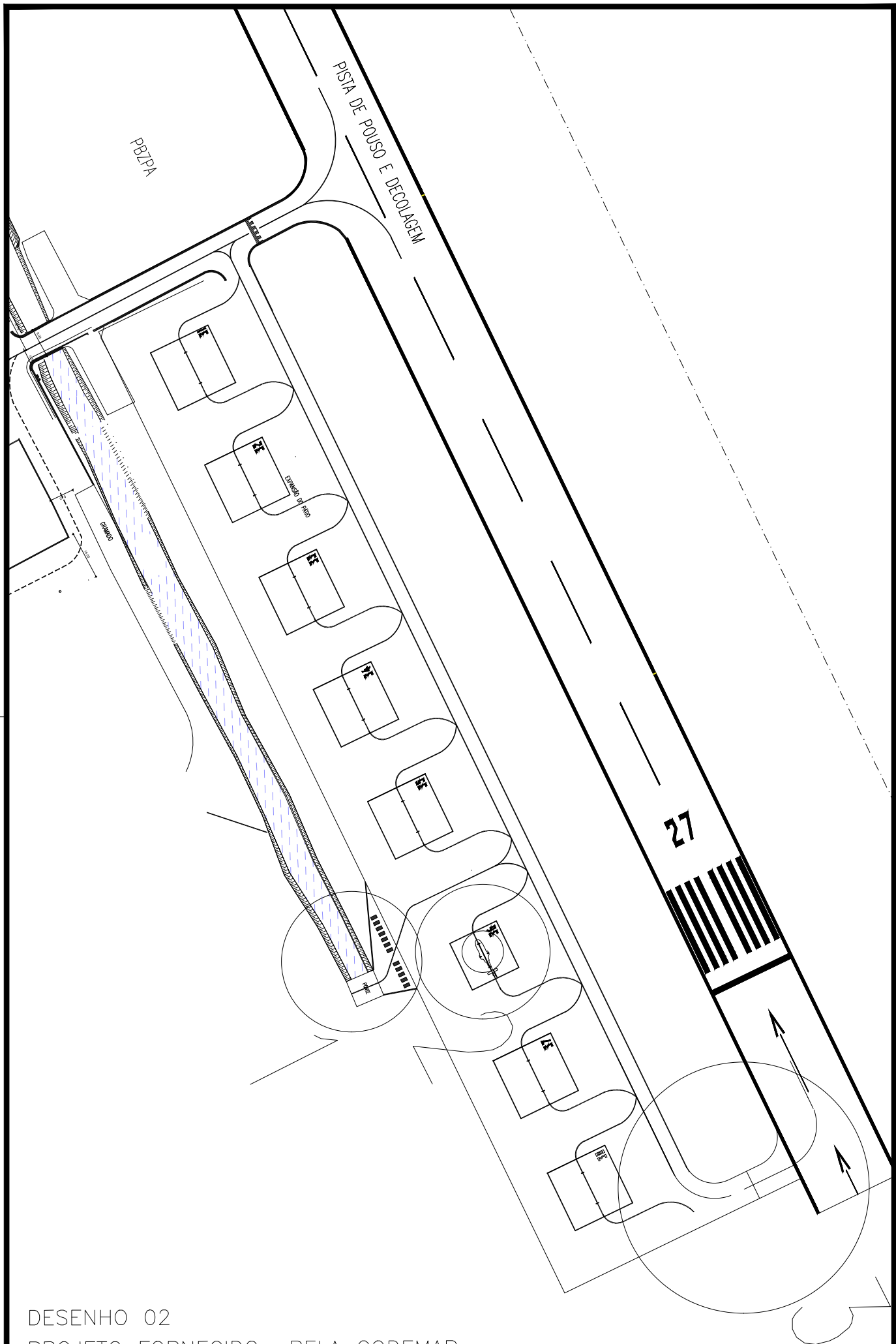
# **ANEXO A**

**PROJETO BÁSICO DA CODEMAR**

**DESENHO 01 – Projeto inicial**

**DESENHO 02 – Projeto modificado**







PREFEITURA MUNICIPAL DE MARICÁ  
ESTADO DO RIO DE JANEIRO

# **ANEXO B**

**FUROS DE SONDAGEM NA ÁREA DO NOVO PÁTIO**  
**(anexado apenas as folhas de interesse para o projeto)**

**RELATÓRIO TÉCNICO**  
**INVESTIGAÇÃO GEOTÉCNICA**

Nº DE contrato

**CONTRATO N.º 01/2018**

FOLHA  
1/15

REV.  
01


REV	DATA	POR	EMIÇÃO	APROV.	DESCRIÇÃO DE REVISÕES
01	15/02/18	J.R.P		E	PARA CONSTRUÇÃO

Esta é a folha-rosto deste documento. Uma breve descrição de cada revisão do documento deverá constar nesta folha-rosto. O número da última revisão do documento constará do cabeçalho desta e das demais folhas deste documento.

**TE - TIPO DE EMISSÃO**


(A) PRELIMINAR	(E) PARA CONSTRUÇÃO	H.S.V – Hermínio Siqueira Virgínio – Eng.º - Civil
(B) PARA APROVAÇÃO	(F) CONFORME COMPRADO	
(C) PARA CONHECIMENTO	(G) CONFORME CONSTRUÍDO	
(D) PARA COTAÇÃO	(H) CANCELADO	



 <small>EMPREENDIMENTOS E CONSTRUÇÕES</small>	<b>CODEMAR - COMPANHIA DE DESENVOLVIMENTO DE MARICA</b>	
<b>RELATÓRIO TÉCNICO</b>  <b>INVESTIGAÇÃO GEOTÉCNICA</b>	Nº DE contrato  <b>CONTRATO N.º 01/2018</b>	FOLHA 2/15  REV. 01

## SUMÁRIO

APRESENTAÇÃO .....	3
1.0 - INTRODUÇÃO .....	4
2.0 - NATUREZA DOS SERVIÇOS EXECUTADOS .....	4
2.1 - QUADRO DE SONDAÇÃO A PERCUSSÃO EXECUTADA .....	4
3.0 - METODOLOGIA PARA SONDAÇÃO À PERCUSSÃO E ENSAIO SPT .....	5
4.0 - PARÂMETROS E CRITÉRIOS DE PARALIZAÇÃO .....	6
5.0 - NÍVEL D'ÁGUA (N.A.) .....	8
6.0 - ACONDICIONAMENTO E PRESERVAÇÃO DAS AMOSTRAS .....	8
7.0 - REFERÊNCIAS .....	8
ANEXO 01 - RELATÓRIO FOTOGRÁFICO .....	10
ANEXO 02 – PERFIL INDIVIDUAL DE SONDAÇÃO .....	15

 <small>EMPREENDIMENTOS E CONSTRUÇÕES</small>	<b>CODEMAR - COMPANHIA DE DESENVOLVIMENTO DE MARICÁ</b>	
<b>RELATÓRIO TÉCNICO</b>  <b>INVESTIGAÇÃO GEOTÉCNICA</b>	Nº DE contrato  <b>CONTRATO N.º 01/2018</b>	FOLHA 3/15  REV. 01

## APRESENTAÇÃO

A DSOARES EMPREENDIMENTOS E CONSTRUÇÕES EIRELI coloca à apreciação o presente Relatório Técnico, o qual traz os resultados dos estudos Geológico – Geotécnicos efetuados através de Sondagem à Percussão (SPT).

### DADOS DA CONTRATADA

**Razão Social:** DSOARES EMPREENDIMENTOS E CONSTRUÇÕES EIRELI

**CNPJ nº:** 20.051.915/0001-33

**Endereço:** Rua Raimundo Correia 52; São Pedro – Belo Horizonte-BH, CEP: 30330-090.

**Fone:** (31) 3222-6500

**E-mail:** danilo@dsoares.com.br

**Contato:** Danilo Soares Siqueira Virginio

### DADOS DO CONTRATANTE

**Razão Social:** CODEMAR - COMPANHIA DE DESENVOLVIMENTO DE MARICÁ

**CNPJ nº:** 20.009.382/0001-21


**Endereço:** Rua Jovino Duarte de Oliveira 481, - Aeroporto, Galpão Central, Centro de Maricá - RJ.

### DADOS DA OBRA

**Obra:** Execução de Serviços de Investigações Geológico-Geotécnicas, através de Sondagens à Percussão S.P.T. “*Standard Penetration Test*”.

**Local da Sondagem:** Rua Jovino Duarte de Oliveira 481, - Aeroporto, Galpão Central, Centro de Maricá - RJ.

**Responsável Técnico:** HERMÍNIO SIQUEIRA VIRGINIO – CREA-MG 31.007/D.

 <small>EMPREENHIMENTOS E CONSTRUÇÕES</small>	<b>CODEMAR - COMPANHIA DE DESENVOLVIMENTO DE MARICA</b>	
<b>RELATÓRIO TÉCNICO</b>  <b>INVESTIGAÇÃO GEOTÉCNICA</b>	Nº DE contrato  <b>CONTRATO N.º 01/2018</b>	FOLHA 4/15  REV. 01

## 1.0 - INTRODUÇÃO

Atendendo à vossa solicitação, apresentamos neste relatório os resultados de reconhecimento do subsolo, executado no Município de Maricá - RJ.

As sondagens foram executadas de acordo com as Normas Técnicas da ABGE e os resultados são apresentados em forma de perfis individuais.


Executaram-se, ainda, a leitura do nível d'água no terreno, bem como o ensaio S.P.T., (*Standard Penetration Test*), o qual é realizado de metro a metro durante a perfuração do solo.

## 2.0 - NATUREZA DOS SERVIÇOS EXECUTADOS

Para a investigação de solo foram executadas 34(Trinta e Quatro), furos de sondagens à percussão totalizando 650,58 (Seiscentos e Cinquenta Metros e Cinquenta e Oito Centímetros de SPT).

### 2.1 - QUADRO DE SONDAEM A PERCUSSÃO EXECUTADA


LOCAL	QTD FURO	Nº FURO	DATA TERMINO	PROFUNDIDADE		
				SOLO	ROCHA	TOTAL
CODEMAR - COMPANHIA DE DESENVOLVIMENTO DE MARICÁ - RJ	01	SP - 01	18/01/2018	17,450		17,450
	02	SP - 02	01/02/2018	19,450		19,450
	03	SP - 03	18/01/2018	19,070		19,070
	04	SP - 04	19/01/2018	17,120		17,120
	05	SP - 05	20/01/2018	17,130		17,130
	06	SP - 06	19/01/2018	18,150		18,150
	07	SP - 07	02/02/2018	20,080		20,080
	08	SP - 08	02/02/2018	19,270		19,270
	09	SP - 09	07/02/2018	19,450		19,450
	10	SP - 10	07/02/2018	19,450		19,450
	11	SP - 11	08/02/2018	19,050		19,050
	12	SP - 12	29/01/2018	18,450		18,450
	13	SP - 13	08/02/2018	19,450		19,450
	14	SP - 14	29/01/2018	19,450		19,450
	15	SP - 15	09/02/2018	20,230		20,230

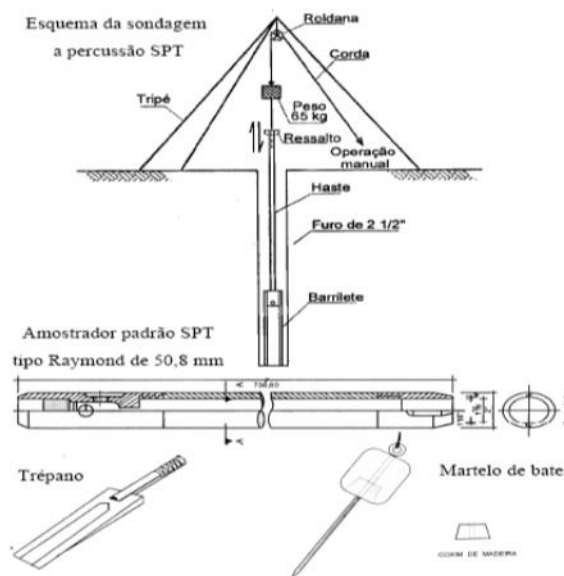
 <small>EMPREENHIMENTOS E CONSTRUÇÕES</small>	<b>CODEMAR - COMPANHIA DE DESENVOLVIMENTO DE MARICA</b>	
<b>RELATÓRIO TÉCNICO</b>  <b>INVESTIGAÇÃO GEOTÉCNICA</b>	Nº DE contrato  <b>CONTRATO N.º 01/2018</b>	FOLHA 5/15  REV. 01

CODEMAR - COMPANHIA DE DESENVOLVIMENTO DE MARICÁ - RJ	16	SP - 16	29/01/2018	19,450		19,450
	17	SP - 17	21/01/2018	19,380		19,380
	18	SP - 18	07/02/2018	20,060		20,060
	19	SP - 19	31/01/2018	20,180		20,180
	20	SP - 20	01/02/2018	19,450		19,450
	21	SP - 22	08/02/2018	19,080		19,080
	22	SP - 23	31/01/2018	19,050		19,050
	23	SP - 24	22/01/2018	16,400		16,400
	24	SP - 25	23/01/2018	18,070		18,070
	25	SP - 26	22/01/2018	18,260		18,260
	26	SP - 27	23/01/2018	18,300		18,300
	27	SP - 28	10/02/2018	19,450		19,450
	28	SP - 29	25/01/2018	19,200		19,200
	29	SP - 30	10/02/2018	20,450		20,450
	30	SP - 32	26/01/2018	21,100		21,100
	31	SP - 33	26/01/2018	20,450		20,450
	32	SP - 34	27/01/2018	18,450		18,450
	33	SP - 35	28/01/2018	21,100		21,100
	34	SP - 37	25/01/2018	19,450		19,450
<b>TOTAL</b>				<b>650,58</b>		

### 3.0 - METODOLOGIA PARA SONDAGEM À PERCUSSÃO E ENSAIO SPT

A sondagem a percussão é o método para a investigação de solo em que a perfuração é feita através de trado ou de lavagem, sendo utilizada para a obtenção de amostras de solo, medida de índice de resistência à penetração e execução de ensaios, conforme mostra a figura abaixo.

 <p><b>DSOARES</b> EMPREENDEIMENTOS E CONSTRUÇÕES</p>	<p><b>CODEMAR - COMPANHIA DE DESENVOLVIMENTO DE MARICA</b></p>	
<p><b>RELATÓRIO TÉCNICO</b></p> <p><b>INVESTIGAÇÃO GEOTÉCNICA</b></p>	<p>Nº DE contrato</p> <p><b>CONTRATO N.º 01/2018</b></p>	<p>FOLHA 6/15</p> <p>REV. 01</p>




**Figura 01 – metodologia para execução de sondagem S.P.T. (*Standard Penetration Test*).**

O ensaio S.P.T. (*Standard Penetration Test*), consiste na cravação do amostrador, por um peso de 65 kg caindo de uma altura de 75 cm sobre a composição de hastes. A cada 15 cm anota-se o número de golpes necessários para a cravação de amostrador de 45 cm no terreno em três etapas de 15 cm. Os resultados são apresentados em gráfico numericamente e consistem na soma do número de golpes necessários para cravação dos primeiros 30 cm e dos 30 cm finais.

Após cada rotina de cravação do amostrador é retirada e obtida uma amostra amolgada do solo que é classificada segundo suas características, física, química, minerais, consistência, cor, etc.

#### **4.0 - PARÂMETROS E CRITÉRIOS DE PARALIZAÇÃO**


De acordo com a NBR – (Norma Brasileira regulamentadora) 6484 Itens 6.4.1 foram seguidos às orientações quanto ao procedimento de perfuração por circulação de água, associado aos ensaios por penetração com amostrador.

	<b>CODEMAR - COMPANHIA DE DESENVOLVIMENTO DE MARICA</b>	
<b>RELATÓRIO TÉCNICO</b>  <b>INVESTIGAÇÃO GEOTÉCNICA</b>	Nº DE contrato  <b>CONTRATO N.º 01/2018</b>	FOLHA 7/15  REV. 01

- Quando, em 3 metros sucessivos, se obtiver 30 golpes para penetração dos 15 cm iniciais do amostrador-padrão;
- Quando, em 4 metros sucessivos, se obtiver 50 golpes para penetração dos 30 cm do amostrador-padrão;
- Quando, em 5 metros sucessivos, se obtiver 50 golpes para a penetração dos 45 cm finais do amostrador-padrão;

O ensaio de avanço da perfuração por circulação de água consiste no emprego do procedimento descrito na NBR – (Norma Brasileira regulamentadora) 6484 no item 6.4.3 ao 6.4.3.3, o ensaio deve ter duração de 30 min, devendo-se anotar os avanços do trépano obtidos em cada período de 10 min.

A sondagem deve ser dada por encerrada quando, no ensaio de avanço da perfuração por circulação de água, forem obtidos avanços inferiores a 50 mm em cada período de 10 min ou quando, após a realização de Três ensaios consecutivos, não forem alcançadas a profundidade de execução do S.P.T. (*Standard Penetration Test*) quando da ocorrência destes casos, constar no relatório a designação de impenetrabilidade ao trépano de lavagem.

	<b>CODEMAR - COMPANHIA DE DESENVOLVIMENTO DE MARICA</b>	
<b>RELATÓRIO TÉCNICO</b>  <b>INVESTIGAÇÃO GEOTÉCNICA</b>	Nº DE contrato  <b>CONTRATO N.º 01/2018</b>	FOLHA 8/15  REV. 01

## 5.0 - NÍVEL D'ÁGUA (N.A.)

A determinação do Nível d'água em subsolo é de grande importância nos projetos geotécnicos. Sua medida se faz quando se atinge o nível d'água durante a execução de uma sondagem, e para se constatar sua estabilização, é realizada leitura após 24 horas. Ocorrem, às vezes, variações entre o nível d'água, inicial durante a realização das sondagens e o nível d'água final após 24 horas.

## 6.0 - ACONDICIONAMENTO E PRESERVAÇÃO DAS AMOSTRAS

As amostras serão identificadas por duas etiquetas, uma externa e outra interna ao recipiente de amostragem, onde constem:


- ✓ Nome da obra e cliente;
- ✓ Nome do local;
- ✓ Número do furo;
- ✓ Intervalo de profundidade da amostra;

Data da coleta. As anotações deverão ser feitas com caneta esferográfica ou tinta indelével, em etiquetas de papel cartão, protegidas com sacos plásticos contra avarias no manuseio das amostras.

As amostras ficarão disponíveis por um período de 60 dias a contar do recebimento deste relatório e serão descartadas ao final.

## 7.0 - REFERÊNCIAS

- NBR 6484 - Solo - Sondagens de simples reconhecimento com SPT - Método de Ensaio.
- NBR 13441 – Rochas e Solos.
- NBR 6502 – Rochas e Solos / Terminologia.

 <small>EMPREENDIMENTOS E CONSTRUÇÕES</small>	<b>CODEMAR - COMPANHIA DE DESENVOLVIMENTO DE MARICA</b>	
<b>RELATÓRIO TÉCNICO</b>  <b>INVESTIGAÇÃO GEOTÉCNICA</b>	<small>Nº DE contrato</small>  <b>CONTRATO N.º 01/2018</b>	<small>FOLHA</small> 9/15 <hr/> <small>REV.</small> 01

Responsável técnico:

---

**DSoares Empreendimentos e Construções Eireli**  
Hermínio Siqueira Virgínio  
CREA/MG 31.007/D

Belo Horizonte, 15 de fevereiro de 2018.



**RELATÓRIO TÉCNICO  
INVESTIGAÇÃO GEOTÉCNICA**

Nº DE contrato

**CONTRATO N.º 01/2018**

FOLHA  
10/15

REV.  
01

## **ANEXO 01 - RELATÓRIO FOTOGRÁFICO**



**RELATÓRIO TÉCNICO**  
**INVESTIGAÇÃO GEOTÉCNICA**

Nº DE contrato

**CONTRATO N.º 01/2018**

FOLHA  
11/15

REV.  
01





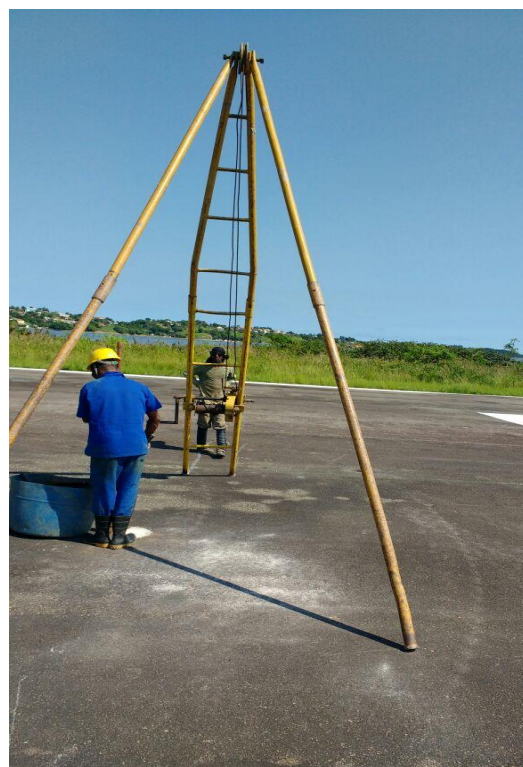
**RELATÓRIO TÉCNICO**  
**INVESTIGAÇÃO GEOTÉCNICA**

Nº DE contrato

**CONTRATO N.º 01/2018**

FOLHA  
12/15

REV.  
01





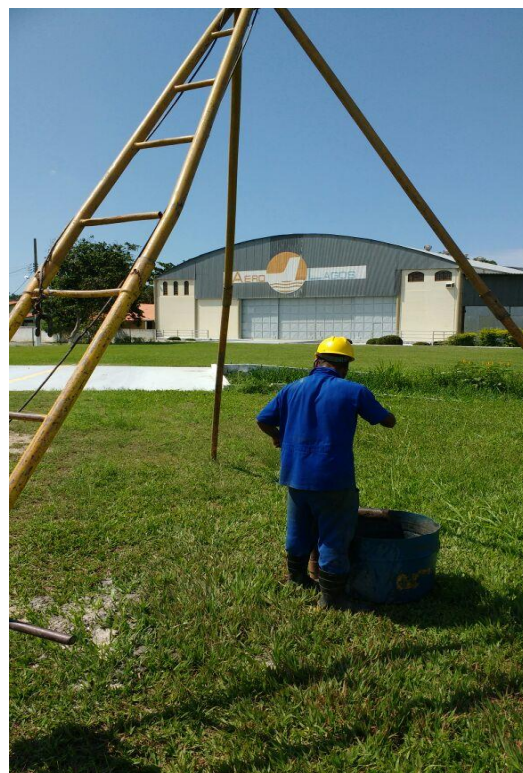
**RELATÓRIO TÉCNICO**  
**INVESTIGAÇÃO GEOTÉCNICA**

Nº DE contrato

**CONTRATO N.º 01/2018**

FOLHA  
13/15

REV.  
01





**RELATÓRIO TÉCNICO  
INVESTIGAÇÃO GEOTÉCNICA**


Nº DE contrato

**CONTRATO N.º 01/2018**

FOLHA  
14/15

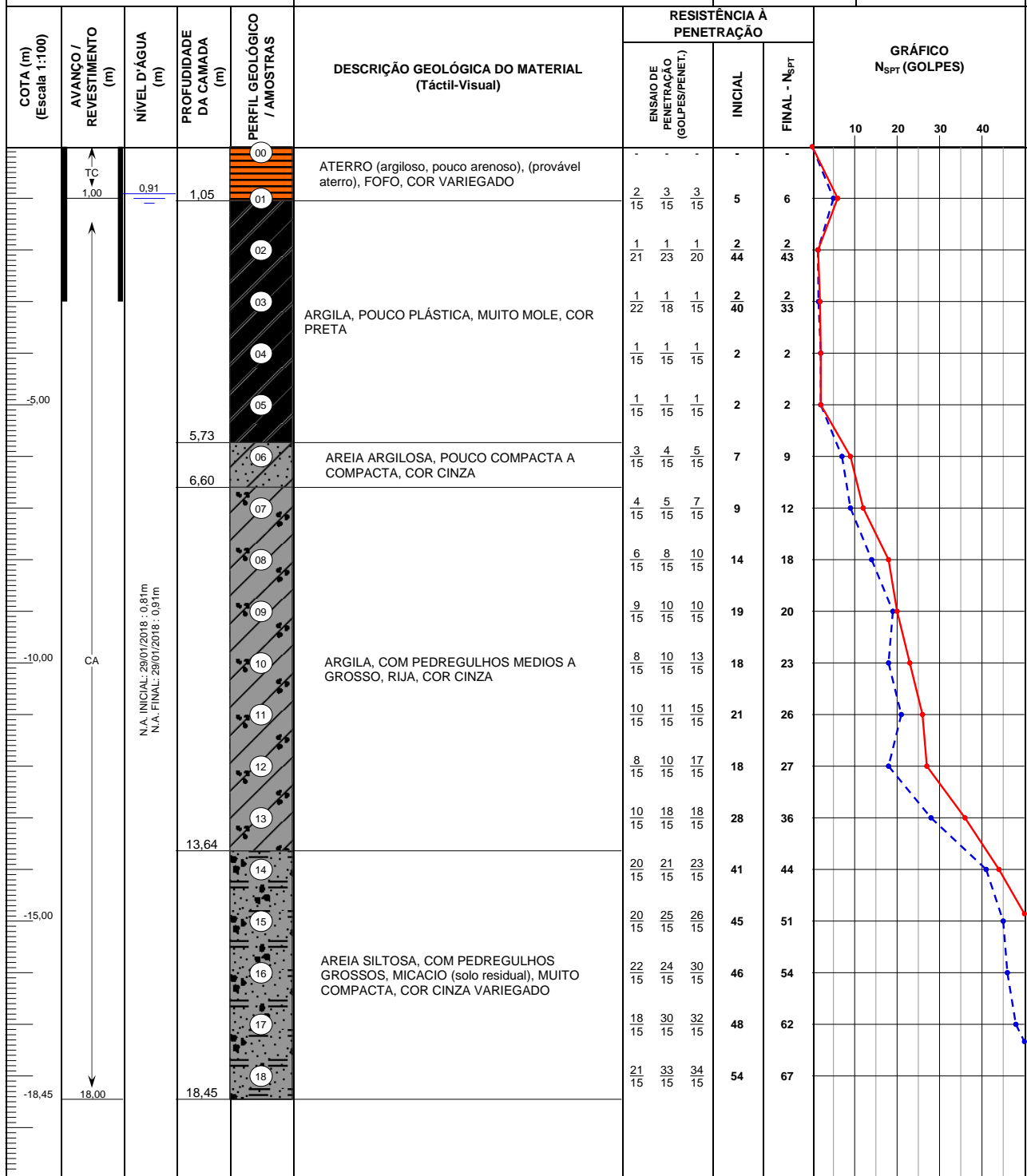
REV.  
01



	<b>CODEMAR - COMPANHIA DE DESENVOLVIMENTO DE MARICA</b>	
<b>RELATÓRIO TÉCNICO</b>  <b>INVESTIGAÇÃO GEOTÉCNICA</b>	<small>Nº DE contrato</small>  <b>CONTRATO N.º 01/2018</b>	<small>FOLHA</small> 15/15  <small>REV.</small> 01

## ANEXO 02 – PERFIL INDIVIDUAL DE SONDAGEM

PERFIL DE SONDAGEM À PERCUSSÃO - SPT		FURO:	SP - 12	DATA:	14/02/2018	
				REF.:		
CLIENTE:	CODEMAR - COMPANHIA DE DESENVOLVIMENTO DE MARICA		COTA (m):	0,00	FOLHA:	01/01
OBRA:	INVESTIGAÇÃO GEOTECNICA		COORD. N:		INÍCIO:	29/01/2018
LOCAL:	RUA DUARTE DE OLIVEIRA, 481 - AEROPORTO, GALPAO CENTRAL, CENTRO DE MARICÁ - RJ		COORD. E:		TÉRMINO:	29/01/2018



NÍVEL DO LENÇOL FREÁTICO				ENSAIO DE LAVAGEM			ESPECIFICAÇÃO DO EQUIPAMENTO
PROF. (m)	HORA	DATA	PERÍODO	DE (m)	A (m)	AVANÇO (m)	REVESTIMENTO = Ø 66,5 mm, AMOSTRADOR Ø INTERNO = 34,9 mm AMOSTRADOR Ø EXTERNO = 50,8 mm PESO DO MARTELO = 65 Kg ALTURA DE QUEDA: 75 cm
INICIAL: 0,81	15:00	29/01/2018	1° 10 mim				
10 mim:			2° 10 mim				
FINAL: 0,91	18:00	29/01/2018	3° 10 mim				
PROFUNDIDADE DO REVEST. (m): 3,00			EQUIPE DE CAMPO				RESPONSÁVEL TÉCNICO
OBS:			OPERADOR: RICARDO AJUDANTE 1: ELOY AJUDANTE 2: GERSON AJUDANTE 3:				<hr/> <b>ENG°. HERMINIO S. VIRGINIO CREA/MG 31007/D</b>

LEGENDAS:

NA N.F.E. = NÍVEL D'ÁGUA NÃO FOI ENCONTRADO

**NR = NÃO RECUPERADA**

30 cm INICIAIS

30 cm FINAIS

## REVESTIMENTO

TC = TRADO CAVADEIRA

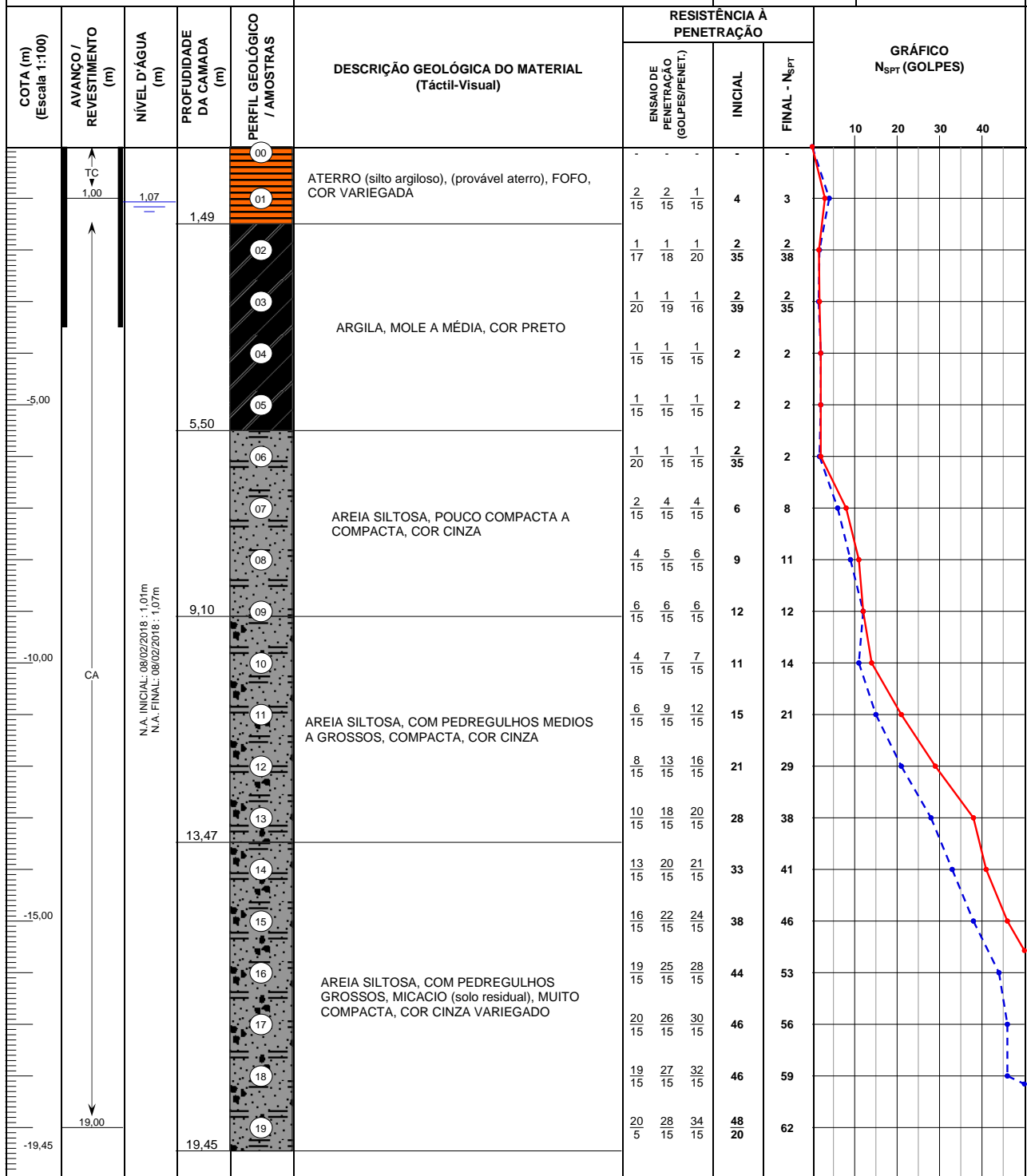
TH = TRADO HELICOIDAL

TA = TRADO CONCHA

$$TI = TRADO IPT$$

CA = CIRCULAÇÃO DE ÁGUA

<b>PERFIL DE SONDAGEM À PERCUSSÃO - SPT</b>		<b>FORO:</b>	<b>SP - 13</b>	<b>DATA:</b>	14/02/2018
				<b>REF.:</b>	
<b>CLIENTE:</b>	CODEMAR - COMPANHIA DE DESENVOLVIMENTO DE MARICÁ	<b>COTA (m):</b>	0,00	<b>FOLHA:</b>	01/01
<b>OBRA:</b>	INVESTIGAÇÃO GEOTECNICA	<b>COORD. N:</b>		<b>INÍCIO:</b>	08/02/2018
<b>LOCAL:</b>	RUA DUARTE DE OLIVEIRA, 481 - AEROPORTO, GALPAO CENTRAL, CENTRO DE MARICÁ - RJ	<b>COORD. E:</b>		<b>TÉRMINO:</b>	08/02/2018



NÍVEL DO LENÇOL FREÁTICO			ENSAIO DE LAVAGEM				ESPECIFICAÇÃO DO EQUIPAMENTO
PROF. (m)	HORA	DATA	PERÍODO	DE (m)	A (m)	AVANÇO (m)	REVESTIMENTO = Ø 66,5 mm, AMOSTRADOR Ø INTERNO = 34,9 mm AMOSTRADOR Ø EXTERNO = 50,8 mm PESO DO MARTELO = 65 Kg ALTURA DE QUEDA: 75 cm
INICIAL: 1,01	15:00	08/02/2018	1° 10 mim				
10 mim:			2° 10 mim				
FINAL: 1,07	18:00	08/02/2018	3° 10 mim				
PROFUNDIDADE DO REVEST. (m): 3,50			EQUIPE DE CAMPO				RESPONSÁVEL TÉCNICO
OBS:			OPERADOR: RICARDO AJUDANTE 1: ELOY AJUDANTE 2: GERSON AJUDANTE 3:				<hr/> <b>ENG°. HERMINIO S. VIRGINIO CREA/MG 31007/D</b>

LEGENDAS:

NA N.F.E. = NÍVEL D'ÁGUA NÃO FOI ENCONTRADO

**NR = NÃO RECUPERADA**

30 cm INICIAIS

30 cm FINAIS

## II REVESTIMENTO

TC = TRADO CAVADEIRA

TH = TRADO HELICOIDAL

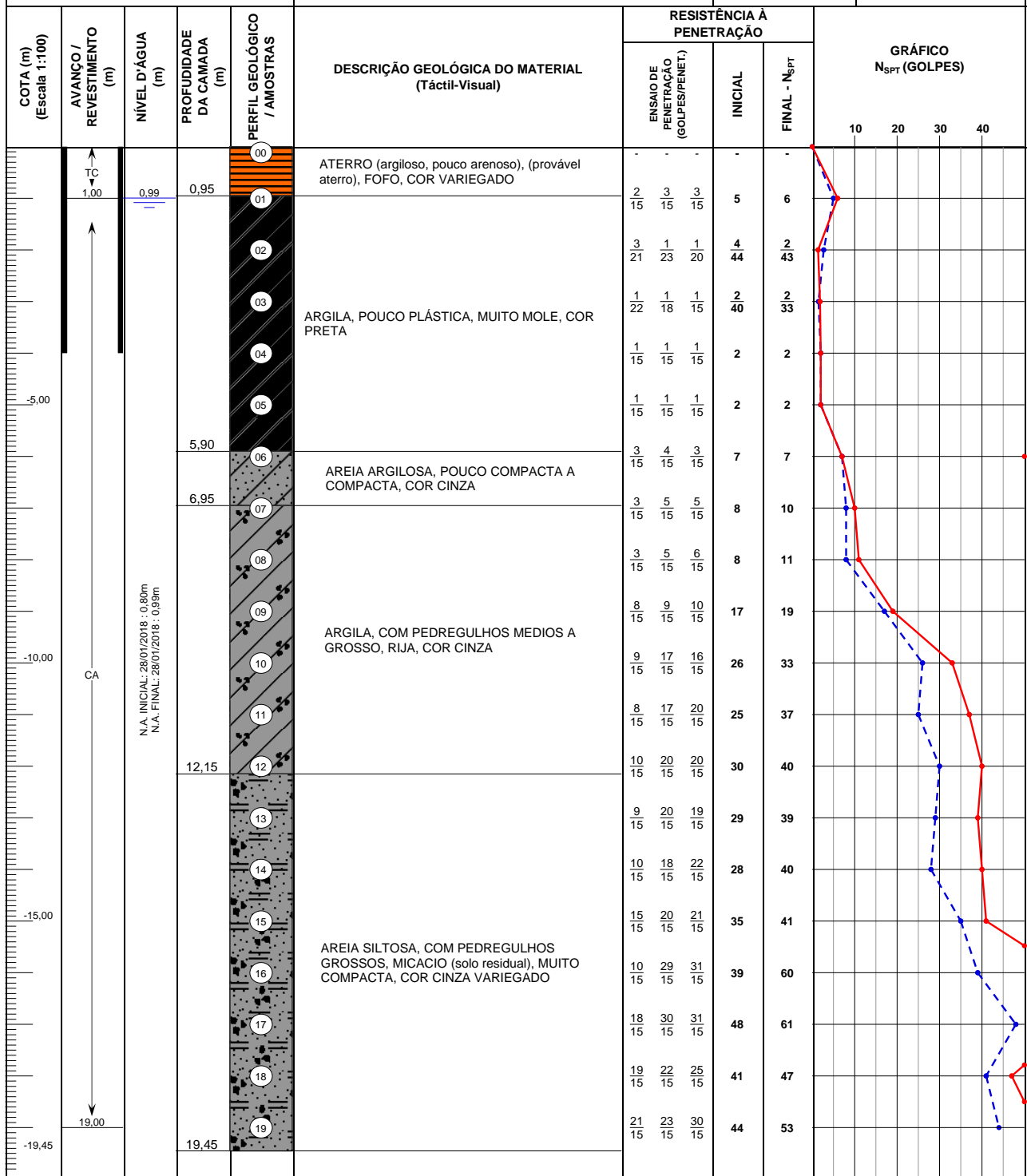
TA = TRADO CONCHA

$$TI = TRADO IPT$$

CA = CIRCULAÇÃO DE ÁGUA



<b>PERFIL DE SONDAGEM À PERCUSSÃO - SPT</b>		<b>FORO:</b>	<b>SP - 14</b>	<b>DATA:</b>	14/02/2018
				<b>REF.:</b>	
<b>CLIENTE:</b>	CODEMAR - COMPANHIA DE DESENVOLVIMENTO DE MARICA	<b>COTA (m):</b>	0,00	<b>FOLHA:</b>	01/01
<b>OBRA:</b>	INVESTIGAÇÃO GEOTECNICA	<b>COORD. N:</b>		<b>INÍCIO:</b>	28/01/2018
<b>LOCAL:</b>	RUA DUARTE DE OLIVEIRA, 481 - AEROPORTO, GALPAO CENTRAL, CENTRO DE MARICÁ - RJ	<b>COORD. E:</b>		<b>TÉRMINO:</b>	28/01/2018



NÍVEL DO LENÇOL FREÁTICO			ENSAIO DE LAVAGEM				ESPECIFICAÇÃO DO EQUIPAMENTO
PROF. (m)	HORA	DATA	PERÍODO	DE (m)	A (m)	AVANÇO (m)	REVESTIMENTO = Ø 66,5 mm, AMOSTRADOR Ø INTERNO = 34,9 mm AMOSTRADOR Ø EXTERNO = 50,8 mm PESO DO MARTELO = 65 Kg ALTURA DE QUEDA: 75 cm
INICIAL: 0,80	15:00	28/01/2018	1° 10 mim				
10 mim:			2° 10 mim				
FINAL: 0,99	18:00	28/01/2018	3° 10 mim				
PROFUNDIDADE DO REVEST. (m): 4,00			EQUIPE DE CAMPO				RESPONSÁVEL TÉCNICO
OBS:			OPERADOR: RICARDO AJUDANTE 1: ELOY AJUDANTE 2: GERSON AJUDANTE 3:				<hr/> <b>ENG°. HERMINIO S. VIRGINIO CREA/MG 31007/D</b>

LEGENDAS:

NA N.F.E. = NÍVEL D'ÁGUA NÃO FOI ENCONTRADO

**NR = NÃO RECUPERADA**

30 cm INICIAIS

30 cm FINAIS

## II REVESTIMENTO

TC = TRADO CAVADEIRA

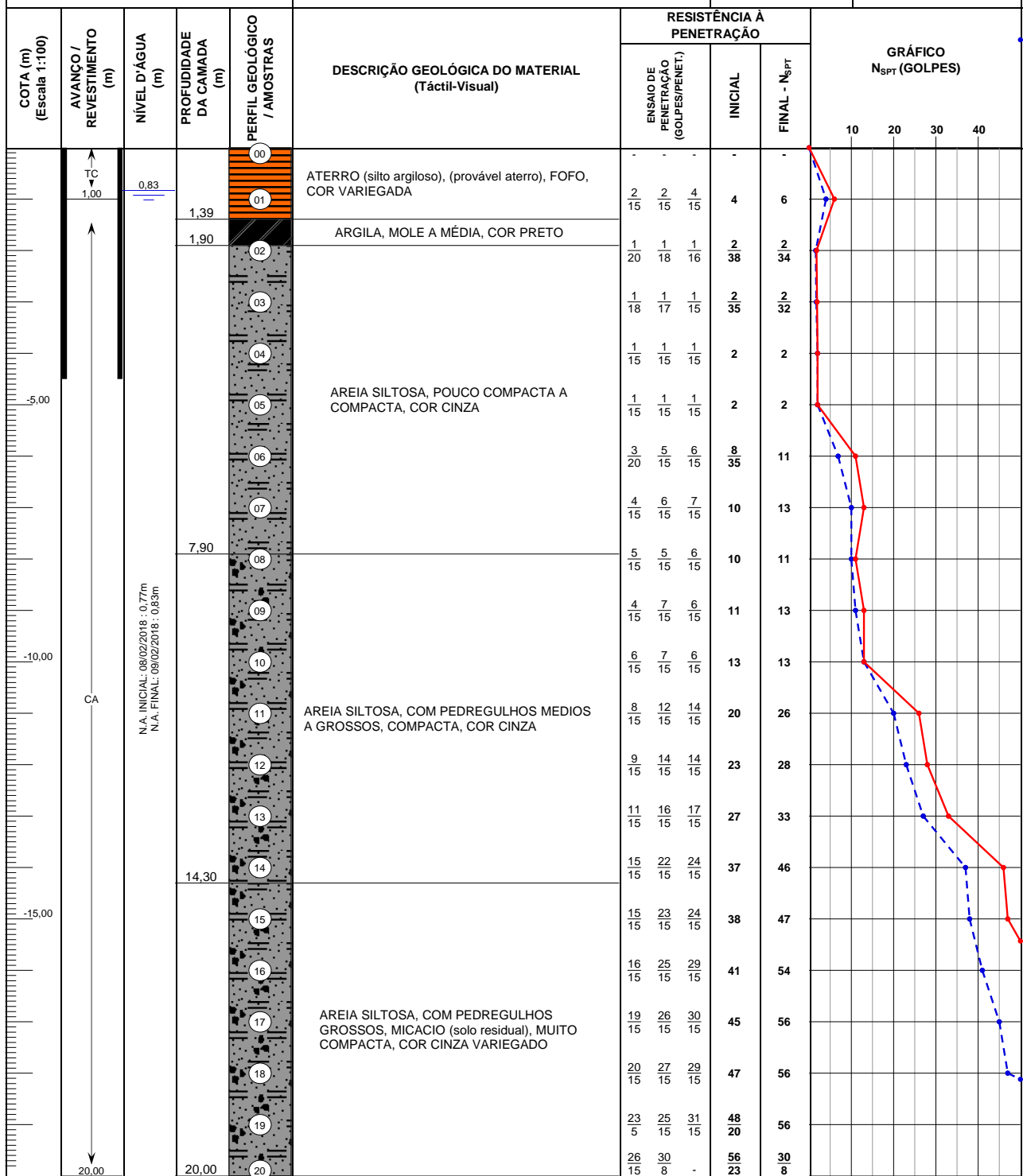
TH = TRADO HELICOIDAL

TA = TRADO CONCHA

$$TI = TRADO IPT$$

CA = CIRCULAÇÃO DE ÁGUA

<b>PERFIL DE SONDAGEM À PERCUSSÃO - SPT</b>		<b>FURO:</b>	<b>SP - 15</b>	<b>DATA:</b>	14/02/2018
				<b>REF.:</b>	
<b>CLIENTE:</b>	CODEMAR - COMPANHIA DE DESENVOLVIMENTO DE MARICÁ	<b>COTA (m):</b>	0,00	<b>FOLHA:</b>	01/02
<b>OBRA:</b>	INVESTIGAÇÃO GEOTECNICA	<b>COORD. N:</b>		<b>INÍCIO:</b>	08/02/2018
<b>LOCAL:</b>	RUA DUARTE DE OLIVEIRA, 481 - AEROPORTO, GALPAO CENTRAL, CENTRO DE MARICÁ - RJ	<b>COORD. E:</b>		<b>TÉRMINO:</b>	09/02/2018



NÍVEL DO LENÇOL FREÁTICO			ENSAIO DE LAVAGEM				ESPECIFICAÇÃO DO EQUIPAMENTO
PROF. (m)	HORA	DATA	PERÍODO	DE (m)	A (m)	AVANÇO (m)	REVESTIMENTO = Ø 66,5 mm, AMOSTRADOR Ø INTERNO = 34,9 mm AMOSTRADOR Ø EXTERNO = 50,8 mm PESO DO MARTELO = 65 Kg ALTURA DE QUEDA: 75 cm
INICIAL: 0,77	15:00	08/02/2018	1° 10 mim				
10 mim:			2° 10 mim				
FINAL: 0,83	18:00	09/02/2018	3° 10 mim				
PROFUNDIDADE DO REVEST. (m): 4,50			EQUIPE DE CAMPO				RESPONSÁVEL TÉCNICO
OBS:			OPERADOR: RICARDO AJUDANTE 1: ELOY AJUDANTE 2: GERSON AJUDANTE 3:				<hr/> <b>ENG°. HERMINIO S. VIRGINIO CREA/MG 31007/D</b>

LEGENDAS:

NA N.F.E. = NÍVEL D'ÁGUA NÃO FOI ENCONTRADO

**NR = NÃO RECUPERADA**

30 cm INICIAIS

30 cm FINAIS

## REVESTIMENTO

TC = TRADO CAVADEIRA

TH = TRADO HELICOIDAL

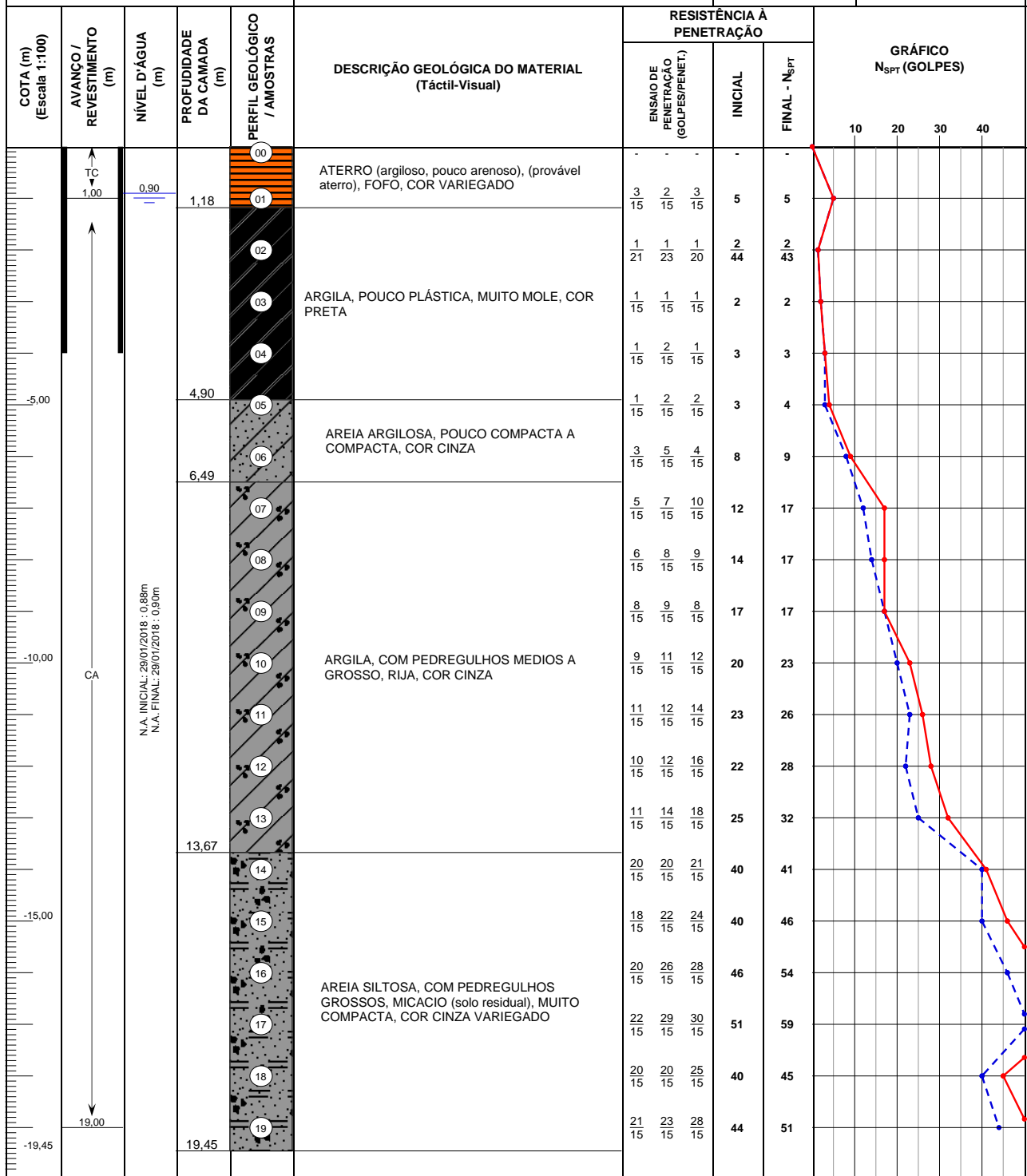
TA = TRADO CONCHA

$$TI = TRADO IPT$$

CA = CIRCULAÇÃO DE ÁGUA

<div><div>DS</div><div>soares</div><div>EMPREENHIMENTOS E CONSTRUÇÕES</div></div>					PERFIL DE SONDAAGEM À PERCUSSÃO - SPT			FURO: SP - 15		DATA: 14/02/2018				
					CLIENTE: CODEMAR - COMPANHIA DE DESENVOLVIMENTO DE MARICA			COTA (m): 0,00		FOLHA: 02/02				
					OBRA: INVESTIGAÇÃO GEOTECNICA			COORD. N:		INÍCIO: 08/02/2018				
					LOCAL: RUA DUARTE DE OLIVEIRA, 481 - AEROPORTO, GALPAO CENTRAL, CENTRO DE MARICÁ - RJ			COORD. E:		TÉRMINO: 09/02/2018				
COTA (m) (Escala 1:100)	AVANÇO / REVESTIMENTO (m)	NÍVEL D'ÁGUA (m)	PROFUNDIDADE DA CAMADA (m)	PERFIL GEOLÓGICO / AMOSTRAS	DESCRIÇÃO GEOLÓGICA DO MATERIAL (Táctil-Visual)	RESISTÊNCIA À PENETRAÇÃO			GRÁFICO N <sub>SPT</sub> (GOLPES)					
						ENSAIO DE PENETRAÇÃO (GOLPES/PENET.)	INICIAL	FINAL - N <sub>SPT</sub>						
-20,23			20,23	20	AREIA SILTOSA, COM PEDREGULHOS GROSSOS, MICÁCIO (solo residual), MUITO COMPACTA, COR CINZA VARIEGADO IMPENETRÁVEL AO AMOSTRADOR  NOTA: Furo paralisado conforme descrito no item 6.4.1 da norma NBR6484:2001 - Solo - Sondagem de Simples Reconhecimento com SPT.	26 15	30 8	-	56 23	30 8				
NÍVEL DO LENÇOL FREÁTICO					ENSAIO DE LAVAGEM			ESPECIFICAÇÃO DO EQUIPAMENTO						
PROF. (m)		HORA		DATA	PERÍODO	DE (m)	A (m)	AVANÇO (m)	REVESTIMENTO = Ø 66,5 mm, AMOSTRADOR Ø INTERNO = 34.9 mm AMOSTRADOR Ø EXTERNO = 50.8 mm PESO DO MARTELO = 65 Kg ALTURA DE QUEDA: 75 cm					
INICIAL: 0,77		15:00		08/02/2018	1° 10 mim									
10 mim:					2° 10 mim									
FINAL: 0,83		18:00		09/02/2018	3° 10 mim									
PROFUNDIDADE DO REVEST. (m): 4,50					EQUIPE DE CAMPO			RESPONSÁVEL TÉCNICO						
OBS:					OPERADOR: RICARDO AJUDANTE 1: ELOY AJUDANTE 2: GERSON AJUDANTE 3:			_____ ENG°. HERMINIO S. VIRGINIO CREA/MG 31007/D						
LEGENDAS:														
NA N.F.E. = NÍVEL D'ÁGUA NÃO FOI ENCONTRADO      NR = NÃO RECUPERADA      - - - - - 30 cm INICIAIS      - - - - - 30 cm FINAIS         REVESTIMENTO														
TC = TRADO CAVADEIRA      TH = TRADO HELICOIDAL      TA = TRADO CONCHA      TI = TRADO IPT      CA = CIRCULAÇÃO DE ÁGUA														

<b>PERFIL DE SONDAGEM À PERCUSSÃO - SPT</b>		<b>FURO:</b>	<b>SP - 16</b>	<b>DATA:</b>	14/02/2018
				<b>REF.:</b>	
<b>CLIENTE:</b>	CODEMAR - COMPANHIA DE DESENVOLVIMENTO DE MARICÁ	<b>COTA (m):</b>	0,00	<b>FOLHA:</b>	01/01
<b>OBRA:</b>	INVESTIGAÇÃO GEOTECNICA	<b>COORD. N:</b>		<b>INÍCIO:</b>	29/01/2018
<b>LOCAL:</b>	RUA DUARTE DE OLIVEIRA, 481 - AEROPORTO, GALPAO CENTRAL, CENTRO DE MARICÁ - RJ	<b>COORD. E:</b>		<b>TÉRMINO:</b>	29/01/2018



NÍVEL DO LENÇOL FREÁTICO			ENSAIO DE LAVAGEM				ESPECIFICAÇÃO DO EQUIPAMENTO
PROF. (m)	HORA	DATA	PERÍODO	DE (m)	A (m)	AVANÇO (m)	REVESTIMENTO = Ø 66,5 mm, AMOSTRADOR Ø INTERNO = 34,9 mm AMOSTRADOR Ø EXTERNO = 50,8 mm PESO DO MARTELO = 65 Kg ALTURA DE QUEDA: 75 cm
INICIAL: 0,88	15:00	29/01/2018	1° 10 mim				
10 mim:			2° 10 mim				
FINAL: 0,90	18:00	29/01/2018	3° 10 mim				
PROFUNDIDADE DO REVEST. (m): 4,00			EQUIPE DE CAMPO				RESPONSÁVEL TÉCNICO
OBS:			OPERADOR: RICARDO AJUDANTE 1: ELOY AJUDANTE 2: GERSON AJUDANTE 3:				<hr/> <b>ENG°. HERMINIO S. VIRGINIO CREA/MG 31007/D</b>

LEGENDAS:

NA N.F.E. = NÍVEL D'ÁGUA NÃO FOI ENCONTRADO

**NR = NÃO RECUPERADA**

30 cm INICIAIS

30 cm FINAIS

## REVESTIMENTO

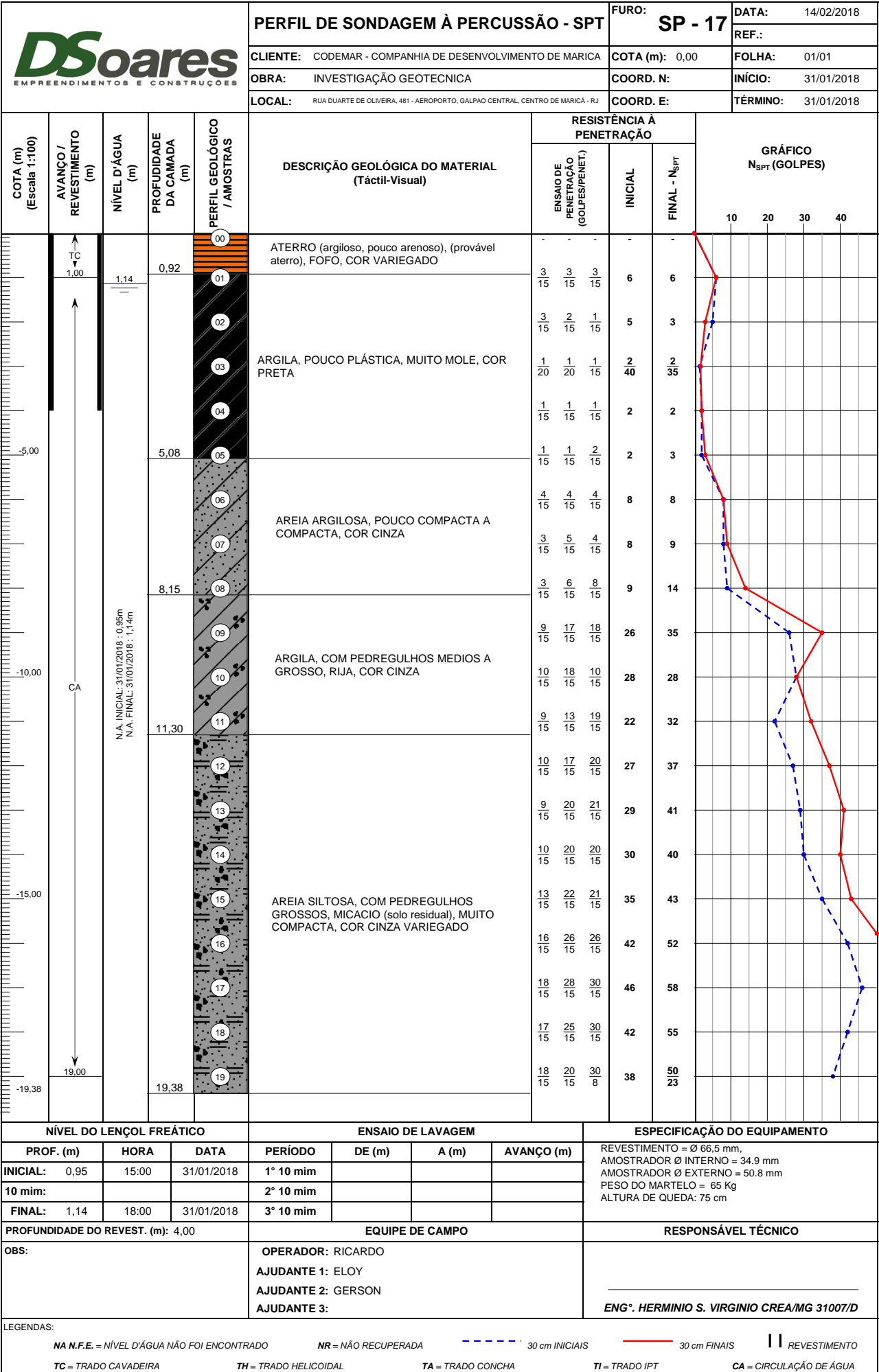
TC = TRADO CAVADEIRA

TH = TRADO HELICOIDAL

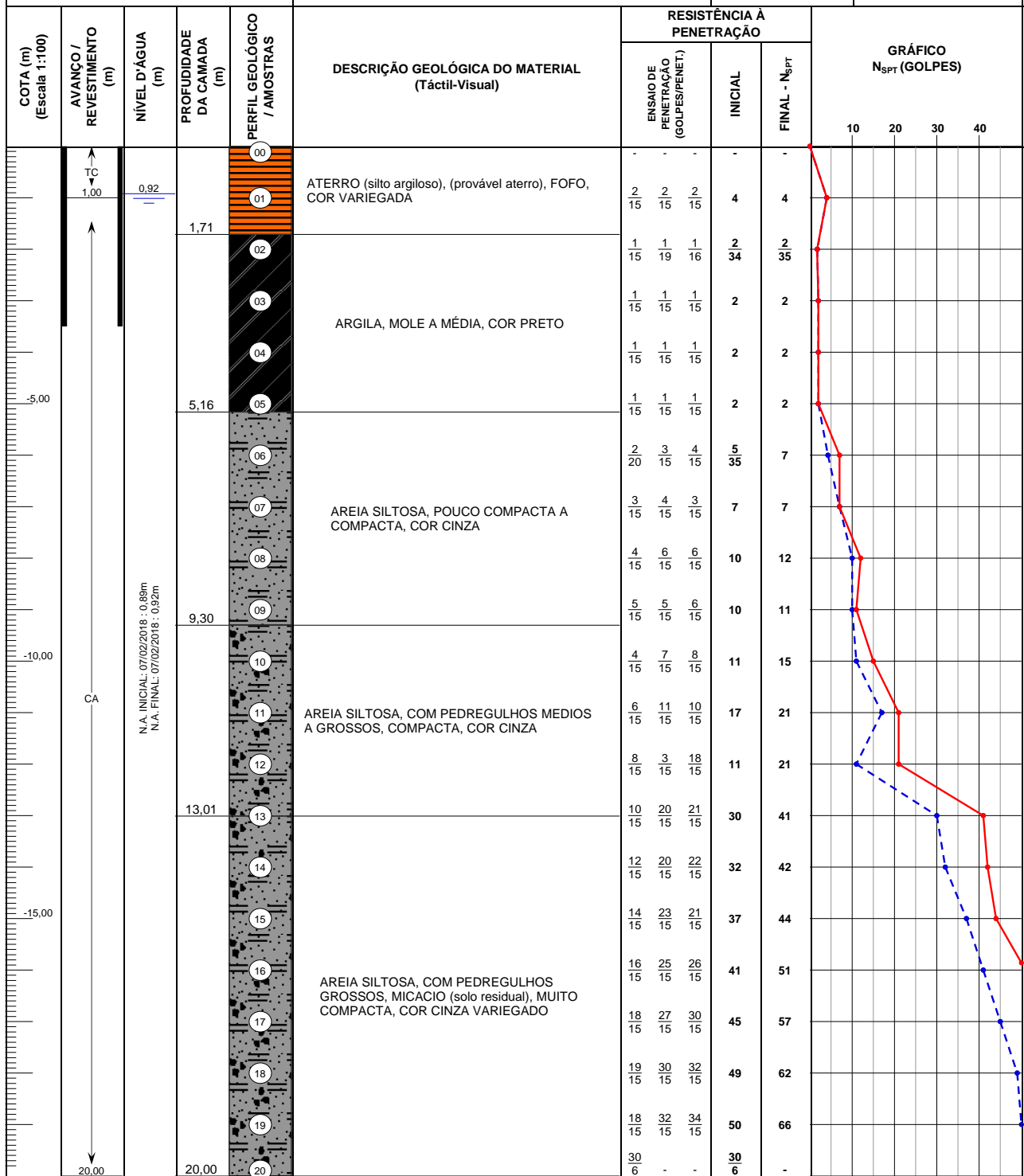
TA = TRADO CONCHA

$$TI = TRADO IPT$$

CA = CIRCULAÇÃO DE ÁGUA



<b>PERFIL DE SONDAGEM À PERCUSSÃO - SPT</b>		<b>FURO:</b>	<b>SP - 18</b>	<b>DATA:</b>	14/02/2018
				<b>REF.:</b>	
<b>CLIENTE:</b>	CODEMAR - COMPANHIA DE DESENVOLVIMENTO DE MARICÁ	<b>COTA (m):</b>	0,00	<b>FOLHA:</b>	01/02
<b>OBRA:</b>	INVESTIGAÇÃO GEOTECNICA	<b>COORD. N:</b>		<b>INÍCIO:</b>	07/02/2018
<b>LOCAL:</b>	RUA DUARTE DE OLIVEIRA, 481 - AEROPORTO, GALPAO CENTRAL, CENTRO DE MARICÁ - RJ	<b>COORD. E:</b>		<b>TÉRMINO:</b>	07/02/2018



NÍVEL DO LENÇOL FREÁTICO				ENSAIO DE LAVAGEM			ESPECIFICAÇÃO DO EQUIPAMENTO
PROF. (m)	HORA	DATA	PERÍODO	DE (m)	A (m)	AVANÇO (m)	REVESTIMENTO = Ø 66,5 mm, AMOSTRADOR Ø INTERNO = 34,9 mm AMOSTRADOR Ø EXTERNO = 50,8 mm PESO DO MARTELO = 65 Kg ALTURA DE QUEDA: 75 cm
INICIAL: 0,89	15:00	07/02/2018	1° 10 mim				
10 mim:			2° 10 mim				
FINAL: 0,92	18:00	07/02/2018	3° 10 mim				
PROFUNDIDADE DO REVEST. (m): 3,50				EQUIPE DE CAMPO			RESPONSÁVEL TÉCNICO
OBS:				OPERADOR: RICARDO AJUDANTE 1: ELOY AJUDANTE 2: GERSON AJUDANTE 3:			<hr/> <b>ENG°. HERMINIO S. VIRGINIO CREA/MG 31007/D</b>

LEGENDAS:

NA N.F.E. = NÍVEL D'ÁGUA NÃO FOI ENCONTRADO      NR = NÃO RECUPERADA      30 cm INICIAIS      30 cm FINAIS      REVESTIMENTO

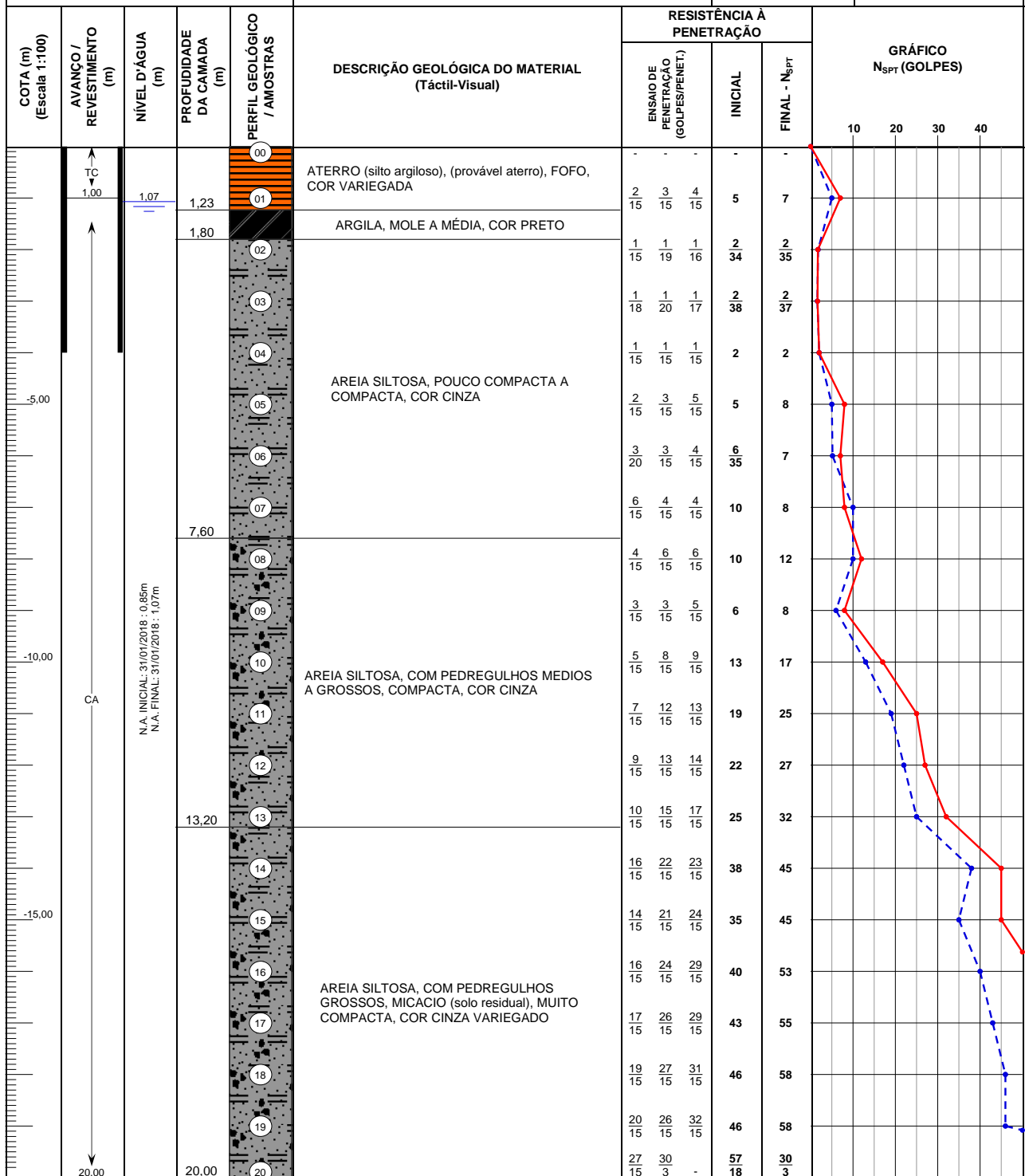
TC = TRADO CAVADEIRA      TH = TRADO HELICOIDAL      TA = TRADO CONCHA      TI = TRADO IPT      CA = CIRCULAÇÃO DE ÁGUA

<div><div>DS</div><div>soares</div><div>EMPREENHIMENTOS E CONSTRUÇÕES</div></div>					PERFIL DE SONDAAGEM À PERCUSSÃO - SPT			FURO: <b>SP - 18</b>		DATA: 14/02/2018					
					CLIENTE: CODEMAR - COMPANHIA DE DESENVOLVIMENTO DE MARICA			COTA (m): 0,00		FOLHA: 02/02					
					OBRA: INVESTIGAÇÃO GEOTECNICA			COORD. N:		INÍCIO: 07/02/2018					
					LOCAL: RUA DUARTE DE OLIVEIRA, 481 - AEROPORTO, GALPAO CENTRAL, CENTRO DE MARICÁ - RJ			COORD. E:		TÉRMINO: 07/02/2018					
COTA (m) (Escala 1:100)	AVANÇO / REVESTIMENTO (m)	NÍVEL D'ÁGUA (m)	PROFUNDIDADE DA CAMADA (m)	PERFIL GEOLÓGICO / AMOSTRAS	DESCRIÇÃO GEOLÓGICA DO MATERIAL (Tátil-Visual)	RESISTÊNCIA À PENETRAÇÃO			GRÁFICO N <sub>SPT</sub> (GOLPES)						
						ENSAIO DE PENETRAÇÃO (GOLPES/PENET.)	INICIAL	FINAL - N <sub>SPT</sub>							
-20,06			-20,06	20	AREIA SILTOSA, COM PEDREGULHOS GROSSOS, MICACIO (solo residual), MUITO COMPACTA, COR CINZA VARIEGADO  IMPENETRÁVEL AO AMOSTRADOR  NOTA: Furo paralisado conforme descrito no item 6.4.1 da norma NBR6484:2001 - Solo - Sondagem de Simples Reconhecimento com SPT.	30 6	-	30 6	-						
NÍVEL DO LENÇOL FREÁTICO					ENSAIO DE LAVAGEM			ESPECIFICAÇÃO DO EQUIPAMENTO							
PROF. (m)		HORA		DATA	PERÍODO	DE (m)	A (m)	AVANÇO (m)	REVESTIMENTO = Ø 66,5 mm, AMOSTRADOR Ø INTERNO = 34.9 mm AMOSTRADOR Ø EXTERNO = 50.8 mm PESO DO MARTELO = 65 Kg ALTURA DE QUEDA: 75 cm						
INICIAL: 0,89		15:00		07/02/2018	1° 10 mim										
10 mim:					2° 10 mim										
FINAL: 0,92		18:00		07/02/2018	3° 10 mim										
PROFUNDIDADE DO REVEST. (m): 3,50					EQUIPE DE CAMPO			RESPONSÁVEL TÉCNICO							
OBS:					OPERADOR: RICARDO			ENG°. HERMINIO S. VIRGINIO CREA/MG 31007/D							
					AJUDANTE 1: ELOY										
					AJUDANTE 2: GERSON										
					AJUDANTE 3:										
LEGENDAS:															
NA N.F.E. = NÍVEL D'ÁGUA NÃO FOI ENCONTRADO NR = NÃO RECUPERADA										30 cm INICIAIS		30 cm FINAIS		REVESTIMENTO	
TC = TRADO CAVADEIRA TH = TRADO HELICOIDAL TA = TRADO CONCHA										TI = TRADO IPT		CA = CIRCULAÇÃO DE ÁGUA			

Rua Raimundo Correia n.º 52 - Bairro São Pedro - Belo Horizonte - CEP 30.330-090

Telefone: (31) 2534-1988

<b>PERFIL DE SONDAGEM À PERCUSSÃO - SPT</b>		<b>FORO:</b>	<b>SP - 19</b>	<b>DATA:</b>	14/02/2018
				<b>REF.:</b>	
<b>CLIENTE:</b>	CODEMAR - COMPANHIA DE DESENVOLVIMENTO DE MARICÁ	<b>COTA (m):</b>	0,00	<b>FOLHA:</b>	01/02
<b>OBRA:</b>	INVESTIGAÇÃO GEOTECNICA	<b>COORD. N:</b>		<b>INÍCIO:</b>	31/01/2018
<b>LOCAL:</b>	RUA DUARTE DE OLIVEIRA, 481 - AEROPORTO, GALPAO CENTRAL, CENTRO DE MARICÁ - RJ	<b>COORD. E:</b>		<b>TÉRMINO:</b>	31/01/2018



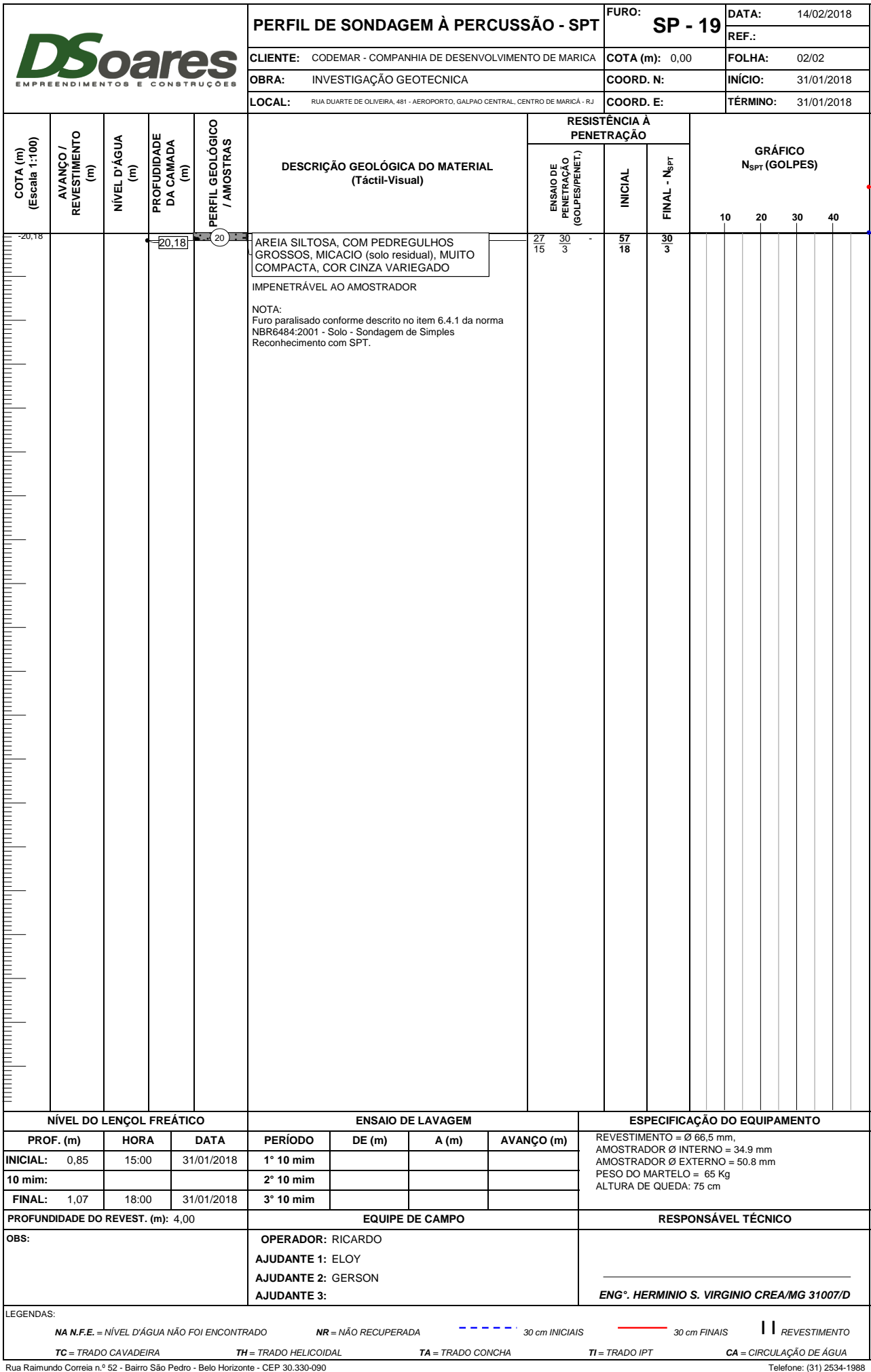
NÍVEL DO LENÇOL FREÁTICO				ENSAIO DE LAVAGEM			ESPECIFICAÇÃO DO EQUIPAMENTO
PROF. (m)	HORA	DATA	PERÍODO	DE (m)	A (m)	AVANÇO (m)	REVESTIMENTO = Ø 66,5 mm, AMOSTRADOR Ø INTERNO = 34,9 mm AMOSTRADOR Ø EXTERNO = 50,8 mm PESO DO MARTELO = 65 Kg ALTURA DE QUEDA: 75 cm
INICIAL: 0,85	15:00	31/01/2018	1° 10 mim				
10 mim:			2° 10 mim				
FINAL: 1,07	18:00	31/01/2018	3° 10 mim				
PROFUNDIDADE DO REVEST. (m): 4,00				EQUIPE DE CAMPO			RESPONSÁVEL TÉCNICO
OBS:				OPERADOR: RICARDO AJUDANTE 1: ELOY AJUDANTE 2: GERSON AJUDANTE 3:			<hr/> <b>ENG°. HERMINIO S. VIRGINIO CREA/MG 31007/D</b>

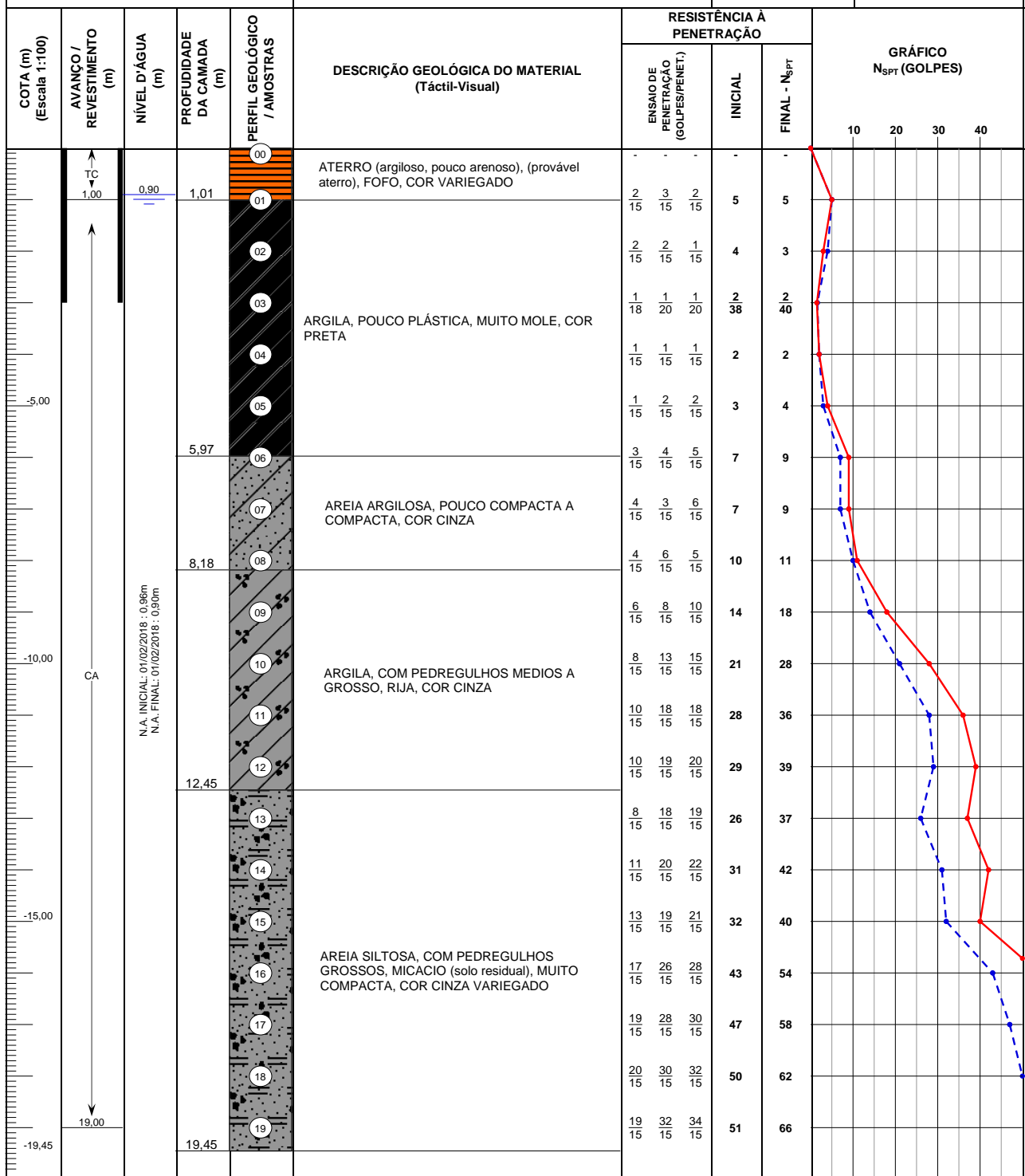
LEGENDAS:

NA N.F.E. = NÍVEL D'ÁGUA NÃO FOI ENCONTRADO      NR = NÃO RECUPERADA      30 cm INICIAIS      30 cm FINAIS      REVESTIMENTO

TC = TRADO CAVADEIRA      TH = TRADO HELICOIDAL      TA = TRADO CONCHA      TI = TRADO IPT      CA = CIRCULAÇÃO DE ÁGUA







NÍVEL DO LENÇOL FREÁTICO			ENSAIO DE LAVAGEM				ESPECIFICAÇÃO DO EQUIPAMENTO
PROF. (m)	HORA	DATA	PERÍODO	DE (m)	A (m)	AVANÇO (m)	REVESTIMENTO = Ø 66,5 mm, AMOSTRADOR Ø INTERNO = 34,9 mm AMOSTRADOR Ø EXTERNO = 50,8 mm PESO DO MARTELO = 65 Kg ALTURA DE QUEDA: 75 cm
INICIAL: 0,96	15:00	01/02/2018	1° 10 mim				
10 mim:			2° 10 mim				
FINAL: 0,90	18:00	01/02/2018	3° 10 mim				
PROFUNDIDADE DO REVEST. (m): 3,00			EQUIPE DE CAMPO				RESPONSÁVEL TÉCNICO
OBS:			OPERADOR: RICARDO AJUDANTE 1: ELOY AJUDANTE 2: GERSON AJUDANTE 3:				<hr/> <b>ENG°. HERMINIO S. VIRGINIO CREA/MG 31007/D</b>

LEGENDAS:

NA N.F.E. = NÍVEL D'ÁGUA NÃO FOI ENCONTRADO

**NR = NÃO RECUPERADA**

30 cm INICIAIS

30 cm FINAIS

## REVESTIMENTO

**TC = TRADO CAVADEIRA**

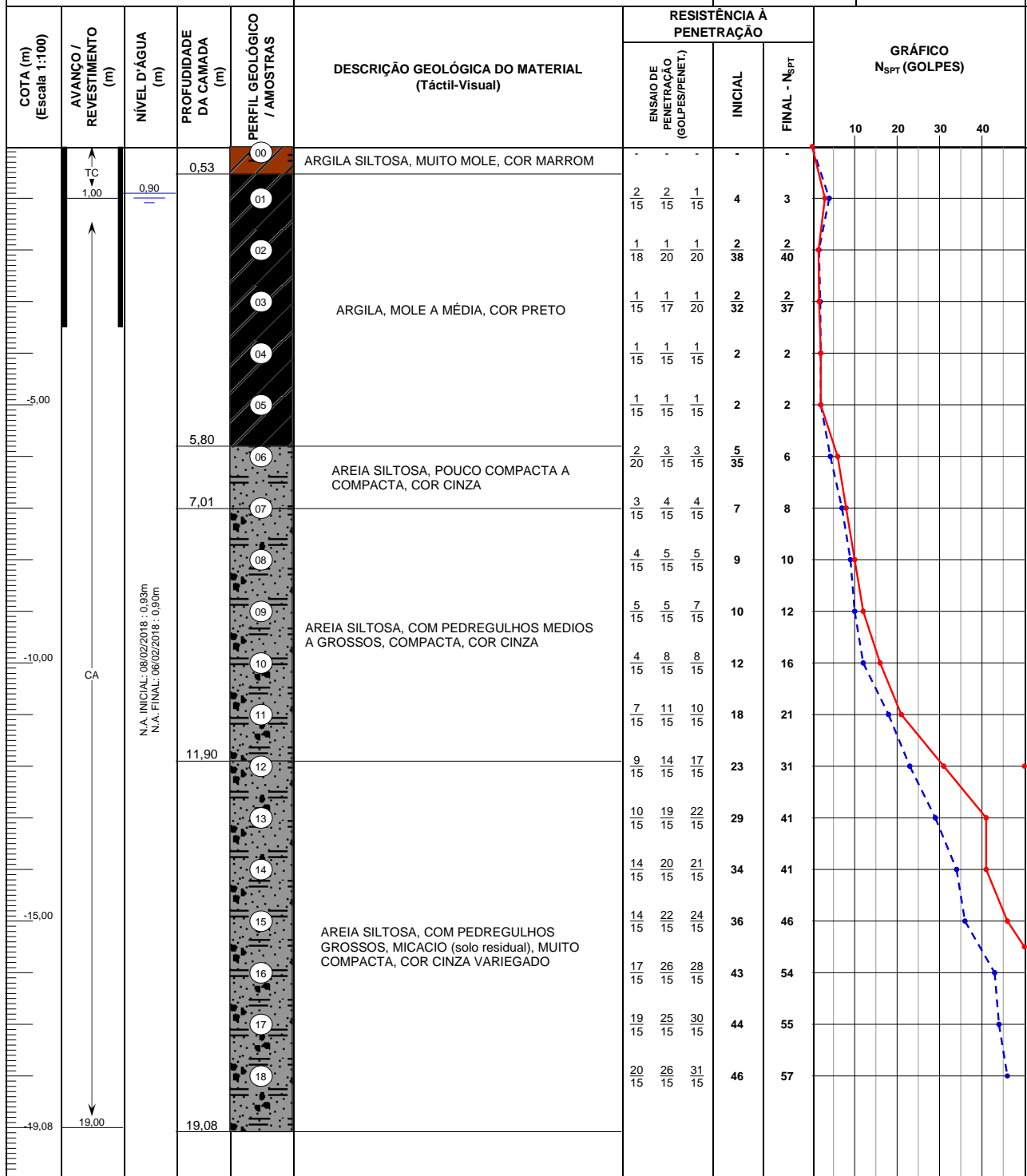
**TH = TRADO HELICOIDAL**

**TA = TRADO CONCHA**

$$TI = TRADO IPT$$

**CA = CIRCULAÇÃO DE ÁGUA**

<b>PERFIL DE SONDAGEM À PERCUSSÃO - SPT</b>		<b>FURO:</b>	<b>SP - 22</b>	<b>DATA:</b>	14/02/2018
				<b>REF.:</b>	
<b>CLIENTE:</b> CODEMAR - COMPANHIA DE DESENVOLVIMENTO DE MARICÁ		<b>COTA (m):</b>	0,00	<b>FOLHA:</b>	01/01
<b>OBRA:</b> INVESTIGAÇÃO GEOTECNICA		<b>COORD. N:</b>		<b>INÍCIO:</b>	08/02/2018
<b>LOCAL:</b> RUA DUARTE DE OLIVEIRA, 481 - AEROPORTO, GALPAO CENTRAL, CENTRO DE MARICÁ - RJ		<b>COORD. E:</b>		<b>TÉRMINO:</b>	09/02/2018

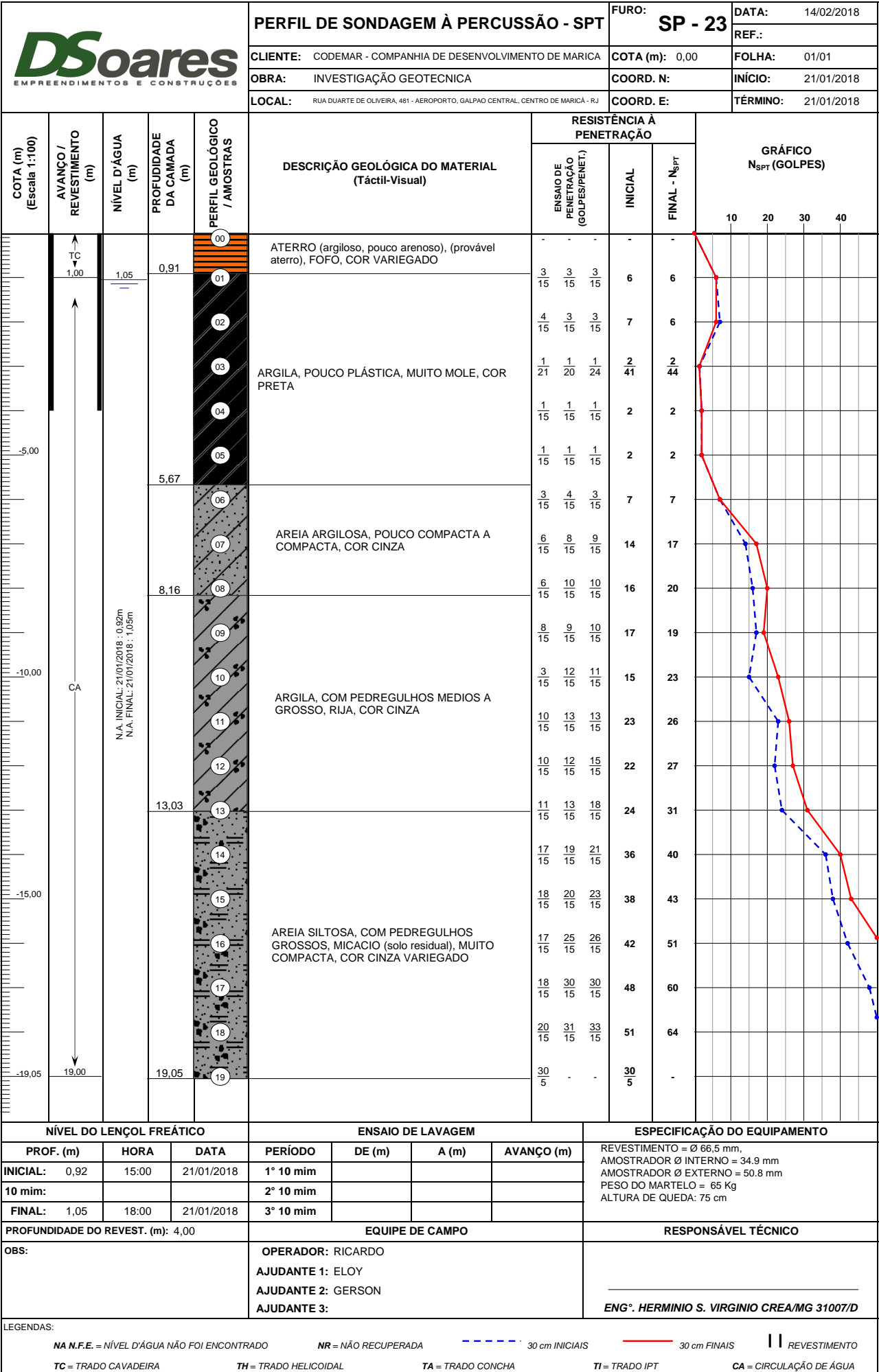


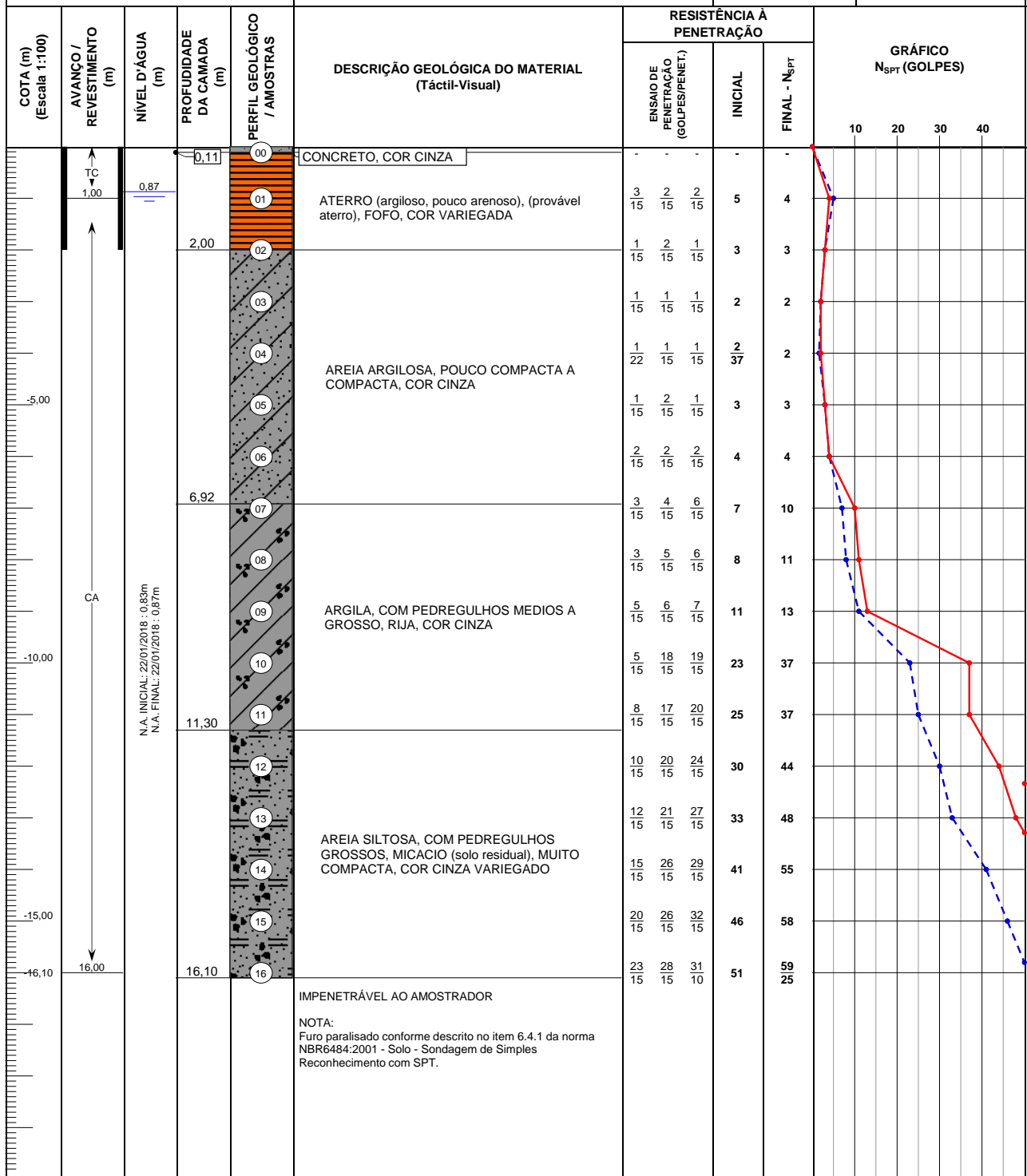
NÍVEL DO LENÇOL FREÁTICO			ENSAIO DE LAVAGEM				ESPECIFICAÇÃO DO EQUIPAMENTO
PROF. (m)	HORA	DATA	PERÍODO	DE (m)	A (m)	AVANÇO (m)	REVESTIMENTO = Ø 66,5 mm, AMOSTRADOR Ø INTERNO = 34,9 mm AMOSTRADOR Ø EXTERNO = 50,8 mm PESO DO MARTELO = 65 Kg ALTURA DE QUEDA: 75 cm
INICIAL: 0,93	15:00	08/02/2018	1° 10 mim				
10 mim:			2° 10 mim				
FINAL: 0,90	18:00	06/02/2018	3° 10 mim				
PROFUNDIDADE DO REVEST. (m): 3,50			EQUIPE DE CAMPO				RESPONSÁVEL TÉCNICO
OBS:			OPERADOR: RICARDO AJUDANTE 1: ELOY AJUDANTE 2: GERSON AJUDANTE 3:				<hr/> <b>ENG°. HERMINIO S. VIRGINIO CREA/MG 31007/D</b>

LEGENDAS:

NA N.F.E. = NÍVEL D'ÁGUA NÃO FOI ENCONTRADO      NR = NÃO RECUPERADA      30 cm INICIAIS      30 cm FINAIS      REVESTIMENTO

TC = TRADO CAVADEIRA      TH = TRADO HELICOIDAL      TA = TRADO CONCHA      TI = TRADO IPT      CA = CIRCULAÇÃO DE ÁGUA





NÍVEL DO LENÇOL FREÁTICO			ENSAIO DE LAVAGEM				ESPECIFICAÇÃO DO EQUIPAMENTO
PROF. (m)	HORA	DATA	PERÍODO	DE (m)	A (m)	AVANÇO (m)	REVESTIMENTO = Ø 66,5 mm, AMOSTRADOR Ø INTERNO = 34,9 mm AMOSTRADOR Ø EXTERNO = 50,8 mm PESO DO MARTELO = 65 Kg ALTURA DE QUEDA: 75 cm
INICIAL: 0,83	15:00	22/01/2018	1° 10 mim				
10 mim:			2° 10 mim				
FINAL: 0,87	18:00	22/01/2018	3° 10 mim				
PROFUNDIDADE DO REVEST. (m): 2,00			EQUIPE DE CAMPO				RESPONSÁVEL TÉCNICO
OBS:			OPERADOR: RICARDO AJUDANTE 1: ELOY AJUDANTE 2: GERSON AJUDANTE 3:				<hr/> <b>ENG°. HERMINIO S. VIRGINIO CREA/MG 31007/D</b>

LEGENDAS:

NA N.F.E. = NÍVEL D'ÁGUA NÃO FOI ENCONTRADO

**NR = NÃO RECUPERADA**

30 cm INICIAIS

30 cm FINAIS

## REVESTIMENTO

TC = TRADO CAVADEIRA

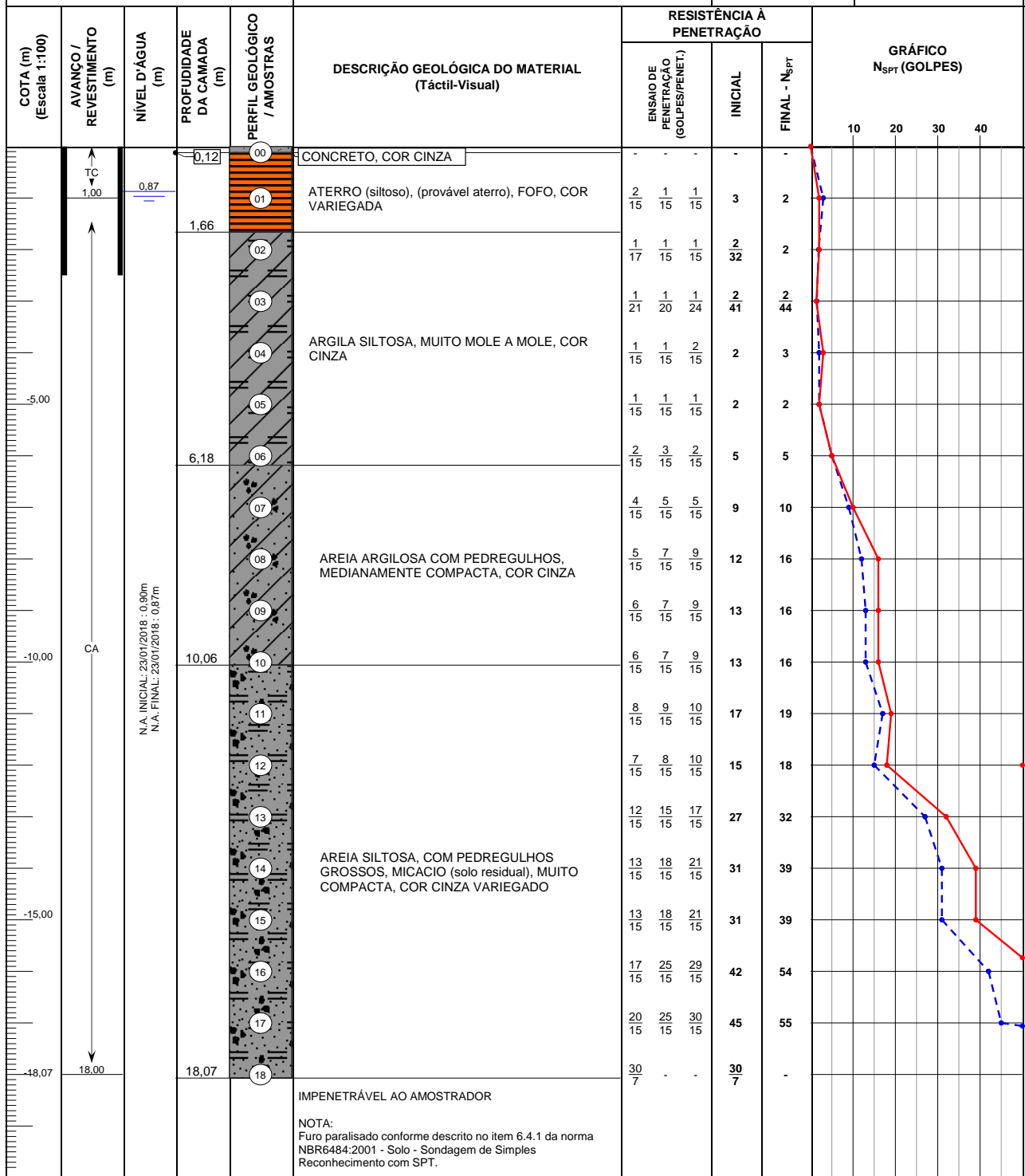
TH = TRADO HELICOIDAL

TA = TRADO CONCHA

$$TI = TRADO IPT$$

CA = CIRCULAÇÃO DE ÁGUA

<b>PERFIL DE SONDAGEM À PERCUSSÃO - SPT</b>		<b>FURO:</b>	<b>SP - 25</b>	<b>DATA:</b>	14/02/2018
				<b>REF.:</b>	
<b>CLIENTE:</b>	CODEMAR - COMPANHIA DE DESENVOLVIMENTO DE MARICÁ	<b>COTA (m):</b>	0,00	<b>FOLHA:</b>	01/01
<b>OBRA:</b>	INVESTIGAÇÃO GEOTECNICA	<b>COORD. N:</b>		<b>INÍCIO:</b>	23/01/2018
<b>LOCAL:</b>	RUA DUARTE DE OLIVEIRA, 481 - AEROPORTO, GALPAO CENTRAL, CENTRO DE MARICÁ - RJ	<b>COORD. E:</b>		<b>TÉRMINO:</b>	23/01/2018



NÍVEL DO LENÇOL FREÁTICO				ENSAIO DE LAVAGEM			ESPECIFICAÇÃO DO EQUIPAMENTO
PROF. (m)	HORA	DATA	PERÍODO	DE (m)	A (m)	AVANÇO (m)	REVESTIMENTO = Ø 66,5 mm, AMOSTRADOR Ø INTERNO = 34,9 mm AMOSTRADOR Ø EXTERNO = 50,8 mm PESO DO MARTELO = 65 Kg ALTURA DE QUEDA: 75 cm
INICIAL: 0,90	15:00	23/01/2018	1° 10 mim				
10 mim:			2° 10 mim				
FINAL: 0,87	18:00	23/01/2018	3° 10 mim				
PROFUNDIDADE DO REVEST. (m): 2,50				EQUIPE DE CAMPO			RESPONSÁVEL TÉCNICO
OBS:				OPERADOR: RICARDO AJUDANTE 1: ELOY AJUDANTE 2: GERSON AJUDANTE 3:			<hr/> <b>ENG°. HERMINIO S. VIRGINIO CREA/MG 31007/D</b>

LEGENDAS:

NA N.F.E. = NÍVEL D'ÁGUA NÃO FOI ENCONTRADO

**NR = NÃO RECUPERADA**

30 cm INICIAIS

30 cm FINAIS

## REVESTIMENTO

**TC = TRADO CAVADEIRA**

**TH = TRADO HELICOIDAL**

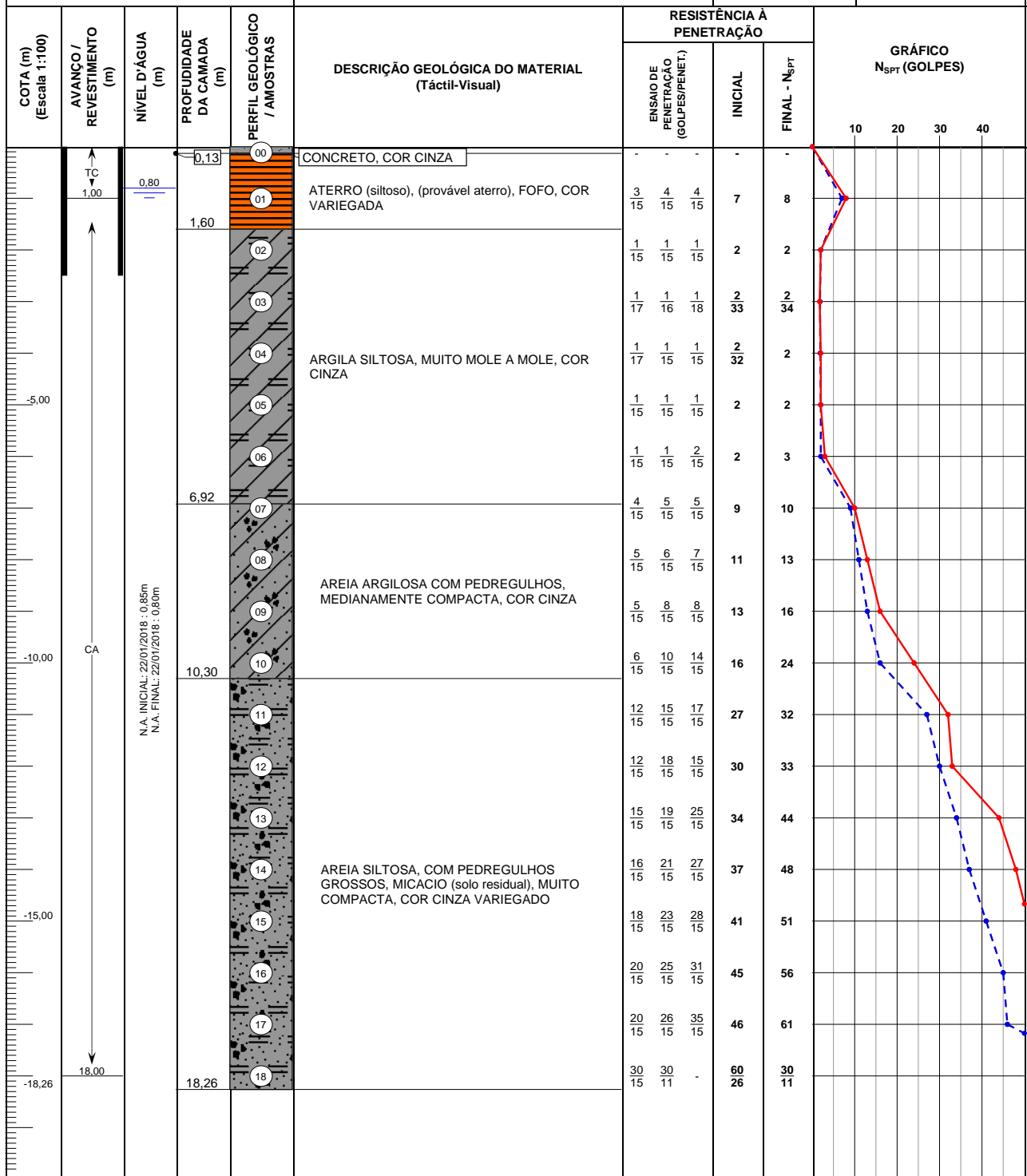
**TA = TRADO CONCHA**

$$TI = TRADO IPT$$

**CA = CIRCULAÇÃO DE ÁGUA**



<b>PERFIL DE SONDAGEM À PERCUSSÃO - SPT</b>		<b>FURO:</b>	<b>SP - 26</b>	<b>DATA:</b>	14/02/2018
				<b>REF.:</b>	
<b>CLIENTE:</b>	CODEMAR - COMPANHIA DE DESENVOLVIMENTO DE MARICÁ	<b>COTA (m):</b>	0,00	<b>FOLHA:</b>	01/01
<b>OBRA:</b>	INVESTIGAÇÃO GEOTECNICA	<b>COORD. N:</b>		<b>INÍCIO:</b>	22/01/2018
<b>LOCAL:</b>	RUA DUARTE DE OLIVEIRA, 481 - AEROPORTO, GALPAO CENTRAL, CENTRO DE MARICÁ - RJ	<b>COORD. E:</b>		<b>TÉRMINO:</b>	22/01/2018



NÍVEL DO LENÇOL FREÁTICO				ENSAIO DE LAVAGEM			ESPECIFICAÇÃO DO EQUIPAMENTO
PROF. (m)	HORA	DATA	PERÍODO	DE (m)	A (m)	AVANÇO (m)	REVESTIMENTO = Ø 66,5 mm, AMOSTRADOR Ø INTERNO = 34,9 mm AMOSTRADOR Ø EXTERNO = 50,8 mm PESO DO MARTELO = 65 Kg ALTURA DE QUEDA: 75 cm
INICIAL: 0,85	15:00	22/01/2018	1° 10 mim				
10 mim:			2° 10 mim				
FINAL: 0,80	18:00	22/01/2018	3° 10 mim				
PROFUNDIDADE DO REVEST. (m): 2,50				EQUIPE DE CAMPO			RESPONSÁVEL TÉCNICO
OBS:				OPERADOR: RICARDO AJUDANTE 1: ELOY AJUDANTE 2: GERSON AJUDANTE 3:			<hr/> <b>ENG°. HERMINIO S. VIRGINIO CREA/MG 31007/D</b>

LEGENDAS:

NA N.F.E. = NÍVEL D'ÁGUA NÃO FOI ENCONTRADO

**NR = NÃO RECUPERADA**

30 cm INICIAIS

30 cm FINAIS

## REVESTIMENTO

**TC = TRADO CAVADEIRA**

**TH = TRADO HELICOIDAL**

**TA = TRADO CONCHA**

$$TI = TRADO IPT$$

**CA = CIRCULAÇÃO DE ÁGUA**



PREFEITURA MUNICIPAL DE MARICÁ  
ESTADO DO RIO DE JANEIRO

# ANEXO C

## DIMENSIONAMENTO DA FUNDAÇÃO DO PÁTIO

**RELATÓRIO GEOTÉCNICO E ANÁLISE DA CAPACIDADE DE CARGA  
DO PÁTIO DE MANOBRA E PARQUEAMENTO DE HELICÓPTEROS  
AEROPORTO DE MARICÁ**

	Descrição	Página
1.	Verificação da capacidade de carga das estacas	2
1.1	Sondagem SP12	3
1.2	Sondagem SP13	3
1.3	Sondagem SP14	4
1.4	Sondagem SP15	4
1.5	Sondagem SP16	5
1.6	Sondagem SP17	5
1.7	Sondagem SP18	6
1.8	Sondagem SP19	6
1.9	Sondagem SP20	7
1.10	Sondagem SP22	7
1.11	Sondagem SP23	8
1.12	Sondagem SP24	8
1.13	Sondagem SP25	9
1.14	Sondagem SP26	9

## 1. Verificação da capacidade de carga das estacas

Segundo análise dos esforços realizada no dimensionamento da laje de piso foram encontrados os seguintes esforços verticais para as estacas:

Reação de Peso proprio da laje	Rlaje =	62,0 kN
Reação da sobrecarga distribuida	Rsob =	63,0 kN
Reação do veícul/aeronave	=	85,0 kN
S =		210,0 kN

Capacidade de carga pelo método AOKI&VELLOSO

$$Q_R = Q_P + Q_L \quad Q_u = Q_R / FS$$

$Q_P =$  Resistencia de ponta  
 $Q_L =$  Resistencia por atrito lateral  
 $Q_u = A_p \cdot (K \cdot N_{spt} / F_1) + U \cdot (S_a K \cdot N_{spt} / F_2) D_l$

Valores de K e a		
Tipo do terreno	k (kgf/cm <sup>2</sup> )	a (%)
Areia	10,00	1,40
Areia siltosa	8,00	2,00
Areia silto argilosa	7,00	2,40
Areia argilosa	6,00	3,00
Areia argilo siltosa	5,00	2,80
silte	4,00	3,00
Silte arenoso	5,50	2,20
Silte areno argiloso	4,50	2,80
Silte argiloso	2,30	3,40
Silte argilo arenoso	2,50	3,00
Argila	2,00	6,00
Argila arenosa	3,50	2,40
Argila areno siltosa	3,00	2,80
Argila siltosa	2,20	4,00
Argila silto arenosa	3,30	3,00

Valores de F1 e F2		
Tipo de estaca	F1	F2
Metálica	1,75	3,5
Pré moldada em concreto	1,75	3,5

Estaca quadrada protendida

lado =	20,00 cm
Ap =	400,00 cm <sup>2</sup>
Perímetro =	80,00 cm

### 1.1 Sondagem SP12

Cota = 0,00 m  
Cota de arrasamento = 0 m DI = 0,00 m  
Máxima reação na estaca = 210,00 kN  
Comprimento adotado para as estacas = 11,00 m + DI = 11,00 m  
Resistência por atrito lateral

	Intervalos	Tipo de solo	D (cm)	Nspt	k	a %	$a k N_{spt}$ kgf/cm <sup>2</sup>	Ql (kgf)
0,0	100,0	aterro	100,0	0	0	0	0,000	0,00
100,0	500,0	Argila arenosa	400,0	1	3,3	3	0,099	905,14
500,0	600,0	Areia argilosa	100,0	9	3,3	3	0,891	2036,57
600,0	700,0	Areia argilosa	100,0	10	6	3	1,800	4114,29
700,0	800,0	Argila arenosa	100,0	15	3,3	3	1,485	3394,29
800,0	900,0	Argila arenosa	100,0	19	3,3	3	1,881	4299,43
900,0	1000,0	Argila arenosa	100,0	21	3,3	3	2,079	4752,00
1000,0	1100,0	Argila arenosa	100,0	23	3,3	3	2,277	5204,57
			0,0				0,000	0,00
			0,0				0,000	0,00
			0,0				0,000	0,00

Profundidade da estaca = 11,00 m S = 24706,3 kgf  
Resistencia de ponta

Nspt ponta = 23 sponta = 75,90 kgf/cm<sup>2</sup>  
K = 3,30 Obs: A resistência de ponta sera limitada a 70,00 kgf/cm<sup>2</sup>

Q p = 16000,00 kgf  
Q L = 7058,94 kgf  
Q<sub>R</sub> = 23058,94 kgf ==>>> 230,59 kN

OK

Carga na estaca = 210,00 kN

### 1.2 Sondagem SP13

Cota = 0,00 m  
Cota de arrasamento = 0 m DI = 0,00 m  
Máxima reação na estaca = 210,00 kN  
Comprimento adotado para as estacas = 11,00 m + DI = 11,00 m  
Resistência por atrito lateral

	Intervalos	Tipo de solo	D (cm)	Nspt	k	a %	akN <sub>spt</sub> kgf/cm <sup>2</sup>	Ql (kgf)
0,0	200,0	aterro	200,0	0	0,00	0,00	0,000	0,00
200,0	600,0	Argila arenosa	400,0	2	3,30	3,00	0,198	1810,29
600,0	700,0	Areia siltosa	100,0	5	8,00	2,00	0,800	1828,57
700,0	800,0	Areia siltosa	100,0	9	8,00	2,00	1,440	3291,43
800,0	900,0	Areia siltosa	100,0	11	8,00	2,00	1,760	4022,86
900,0	1000,0	Areia siltosa	100,0	15	8,00	2,00	2,400	5485,71
1000,0	1100,0	Areia siltosa	100,0	15	8,00	2,00	2,400	5485,71
			0,0				0,000	0,00
			0,0				0,000	0,00

Profundidade da estaca = 11,00 m S = 21924,6 kgf  
Resistencia de ponta

Nspt ponta = 15 sponta = 120,00 kgf/cm<sup>2</sup>  
K = 8,00 Obs: A resistência de ponta sera limitada a 70,00 kgf/cm<sup>2</sup>

Q p = 16000,00 kgf  
Q L = 6264,16 kgf  
Q<sub>R</sub> = 22264,16 kgf ==>>> 222,64 kN

OK

Carga na estaca = 210,00 kN

### 1.3 Sondagem SP14

Cota = 0,00 m  
 Cota de arrasamento = 0 m DI = 0,00 m  
 Máxima reação na estaca = 210,00 kN  
 Comprimento adotado para as estacas = 11,00 m + DI = 11,00 m  
 Resistência por atrito lateral

Intervalos	Tipo de solo	D (cm)	Nspt	k	a %	$akN_{spt}$ kgf/cm <sup>2</sup>	Ql (kgf)
0,0	100,0	aterro	100,0	0	0,00	0,00	0,00
100,0	500,0	Argila arenosa	400,0	2	3,30	3,00	0,198
500,0	600,0	Argila arenosa	100,0	4	3,30	3,00	0,396
600,0	700,0	Areia argilosa	100,0	8	6,00	3,00	1,440
700,0	800,0	Argila	100,0	10	3,30	3,00	0,990
800,0	900,0	Argila	100,0	15	3,00	3,00	1,350
900,0	1000,0	Argila	100,0	25	3,30	3,00	2,475
1000,0	1100,0	Argila	100,0	25	3,30	3,00	2,475
		0,0				0,000	0,00

Profundidade da estaca = 11,00 m S = 22669,7 kgf  
 Resistencia de ponta

Nspt ponta = 25 sponta = 82,50 kgf/cm<sup>2</sup>  
 K = 3,30 Obs: A resistência de ponta sera limitada ε 70,00 kgf/cm<sup>2</sup>

Q p = 16000,00 kgf  
 Q L = 6477,06 kgf  
 Q<sub>R</sub> = 22477,06 kgf ===>>> 224,77 kN

OK

Carga na estaca = 210,00 kN

### 1.4 Sondagem SP15

Cota = 0,00 m  
 Cota de arrasamento = 0 m DI = 0,00 m  
 Máxima reação na estaca = 210,00 kN  
 Comprimento adotado para as estacas = 11,00 m + DI = 11,00 m  
 Resistência por atrito lateral

Intervalos	Tipo de solo	D (cm)	Nspt	k	a %	$akN_{spt}$ kgf/cm <sup>2</sup>	Ql (kgf)
0,0	200,0	aterro	200,0	0	0,00	0,00	0,00
200,0	500,0	Areia siltosa	300,0	2	8,00	2,00	0,320
500,0	600,0	Areia siltosa	100,0	5	8,00	2,00	0,800
600,0	700,0	Areia siltosa	100,0	12	8,00	2,00	1,920
700,0	800,0	Areia siltosa	100,0	13	8,00	2,00	2,080
800,0	900,0	Areia siltosa	100,0	13	8,00	2,00	2,080
900,0	1000,0	Areia siltosa	100,0	13	8,00	2,00	2,080
1000,0	1100,0	Areia siltosa	100,0	20	8,00	2,00	3,200
		0,0				0,000	0,00

Profundidade da estaca = 11,00 m S = 29988,6 kgf  
 Resistencia de ponta

Nspt ponta = 20 sponta = 160,00 kgf/cm<sup>2</sup>  
 K = 8,00 Obs: A resistência de ponta sera limitada ε 70,00 kgf/cm<sup>2</sup>

Q p = 16000,00 kgf  
 Q L = 8568,16 kgf  
 Q<sub>R</sub> = 24568,16 kgf ===>>> 245,68 kN

OK

Carga na estaca = 210,00 kN



### 1.5 Sondagem SP16

Cota = 0,00 m  
Cota de arrasamento = 0 m DI = 0,00 m  
Máxima reação na estaca = 210,00 kN  
Comprimento adotado para as estacas = 12,00 m + DI = 12,00 m  
Resistência por atrito lateral

Intervalos	Tipo de solo	D (cm)	Nspt	k	a %	$akN_{spt}$ kgf/cm <sup>2</sup>	Ql (kgf)
0,0	100,0	aterro	100,0	0	0,00	0,00	0,00
100,0	500,0	Argila arenosa	400,0	2	3,30	3,00	1810,29
500,0	600,0	Areia argilosa	100,0	6	6,00	3,00	2468,57
600,0	700,0	Areia argilosa	100,0	13	6,00	3,00	5348,57
700,0	800,0	Argila	100,0	17	3,30	3,00	3846,86
800,0	900,0	Argila	100,0	17	3,30	3,00	3846,86
900,0	1000,0	Argila	100,0	20	3,30	3,00	4525,71
1000,0	1100,0	Argila	100,0	20	3,30	3,00	4525,71
0,0			0,0	0	0,00	0,00	0,00
			0,0			0,000	0,00

Profundidade da estaca = 11,00 m S = 26372,6 kgf  
Resistencia de ponta

Nspt ponta = 20 sponta = 66,00 kgf/cm<sup>2</sup>  
K = 3,30 Obs: A resistência de ponta sera limitada a 70,00 kgf/cm<sup>2</sup>

Q p = 15085,71 kgf  
Q L = 7535,02 kgf  
Q<sub>R</sub> = 22620,73 kgf ===>>> 226,21 kN

OK

Carga na estaca = 210,00 kN

### 1.6 Sondagem SP17

Cota = 0,00 m  
Cota de arrasamento = 0 m DI = 0,00 m  
Máxima reação na estaca = 210,00 kN  
Comprimento adotado para as estacas = 11,00 m + DI = 11,00 m  
Resistência por atrito lateral

Intervalos	Tipo de solo	D (cm)	Nspt	k	a %	$akN_{spt}$ kgf/cm <sup>2</sup>	Ql (kgf)
0,0	100,0	aterro	100,0	0	0,00	0,00	0,00
100,0	500,0	Argila arenosa	400,0	2	3,30	3,00	1810,29
500,0	600,0	Areia argilosa	100,0	5	6,00	3,00	2057,14
600,0	700,0	Areia argilosa	100,0	8	6,00	3,00	3291,43
700,0	800,0	Areia argilosa	100,0	11	6,00	3,00	4525,71
800,0	900,0	Argila	100,0	24	3,30	3,00	5430,86
900,0	1000,0	Argila	100,0	24	3,30	3,00	5430,86
1000,0	1100,0	Argila	100,0	24	3,30	3,00	5430,86
			0,0			0,000	0,00

Profundidade da estaca = 11,00 m S = 27977,1 kgf  
Resistencia de ponta

Nspt ponta = 24 sponta = 79,20 kgf/cm<sup>2</sup>  
K = 3,30 Obs: A resistência de ponta sera limitada a 60,00 kgf/cm<sup>2</sup>

Q p = 13714,29 kgf  
Q L = 7993,47 kgf  
Q<sub>R</sub> = 21707,76 kgf ===>>> 217,08 kN

OK

Carga na estaca = 210,00 kN

### 1.7 Sondagem SP18

Cota = 0,00 m  
Cota de arrasamento = 0 m DI = 0,00 m  
Máxima reação na estaca = 210,00 kN  
Comprimento adotado para as estacas = 11,00 m + DI = 11,00 m  
Resistência por atrito lateral

Intervalos	Tipo de solo	D (cm)	Nspt	k	a %	$akN_{spt}$ kgf/cm <sup>2</sup>	Ql (kgf)
0,0	200,0	aterro	200,0	0	0,00	0,00	0,00
200,0	500,0	Argila arenosa	300,0	2	3,30	3,00	1357,71
500,0	600,0	Areia siltosa	100,0	4	8,00	2,00	1462,86
600,0	700,0	Areia siltosa	100,0	7	6,00	3,00	2880,00
700,0	800,0	Areia siltosa	100,0	9	6,00	3,00	3702,86
800,0	900,0	Areia siltosa	100,0	11	6,00	3,00	4525,71
900,0	1000,0	Areia siltosa	100,0	15	6,00	3,00	6171,43
1000,0	1100,0	Areia siltosa	100,0	20	6,00	3,00	8228,57
		0,0				0,000	0,00

Profundidade da estaca = 11,00 m S = 28329,1 kgf  
Resistencia de ponta

Nspt ponta = 20 sponta = 120,00 kgf/cm<sup>2</sup>  
K = 6,00 Obs: A resistência de ponta sera limitada a 60,00 kgf/cm<sup>2</sup>

Q p = 13714,29 kgf  
Q L = 8094,04 kgf  
Q<sub>R</sub> = 21808,33 kgf ===>>> 218,08 kN

OK

Carga na estaca = 210,00 kN

### 1.8 Sondagem SP19

Cota = 0,00 m  
Cota de arrasamento = 0 m DI = 0,00 m  
Máxima reação na estaca = 210,00 kN  
Comprimento adotado para as estacas = 11,00 m + DI = 11,00 m  
Resistência por atrito lateral

Intervalos	Tipo de solo	D (cm)	Nspt	k	a %	$akN_{spt}$ kgf/cm <sup>2</sup>	Ql (kgf)
0,0	100,0	aterro	100,0	0	0,00	0,00	0,00
100,0	400,0	Argila arenosa	300,0	2	3,30	3,00	1357,71
400,0	500,0	Areia siltosa	100,0	5	8,00	2,00	1828,57
500,0	600,0	Areia siltosa	100,0	7	8,00	2,00	2560,00
600,0	700,0	Areia siltosa	100,0	7	8,00	2,00	2560,00
700,0	800,0	Areia siltosa	100,0	10	8,00	2,00	3657,14
800,0	900,0	Areia siltosa	100,0	13	8,00	2,00	4754,29
900,0	1000,0	Areia siltosa	100,0	16	8,00	2,00	5851,43
1000,0	1100,0	Areia siltosa	100,0	20	8,00	2,00	7314,29

Profundidade da estaca = 11,00 m S = 29883,4 kgf  
Resistencia de ponta

Nspt ponta = 13 sponta = 104,00 kgf/cm<sup>2</sup>  
K = 8,00 Obs: A resistência de ponta sera limitada a 60,00 kgf/cm<sup>2</sup>

Q p = 13714,29 kgf  
Q L = 8538,12 kgf  
Q<sub>R</sub> = 22252,41 kgf ===>>> 222,52 kN

OK

Carga na estaca = 210,00 kN

### 1.9 Sondagem SP20

Cota = 0,00 m  
Cota de arrasamento = 0 m DI = 0,00 m  
Máxima reação na estaca = 210,00 kN  
Comprimento adotado para as estacas = 12,00 m + DI = 12,00 m  
Resistência por atrito lateral

Intervalos	Tipo de solo	D (cm)	Nspt	k	a %	$akN_{spt}$ kgf/cm <sup>2</sup>	Ql (kgf)
0,0	100,0	aterro	100,0	0	0,00	0,00	0,00
100,0	600,0	Argila arenosa	500,0	2	3,30	3,00	0,198
600,0	700,0	Areia argilosa	100,0	9	6,00	3,00	1,620
700,0	800,0	Areia argilosa	100,0	10	6,00	3,00	1,800
800,0	900,0	Argila	100,0	18	3,50	2,40	1,512
900,0	1000,0	Argila	100,0	20	3,50	2,40	1,680
1000,0	1100,0	Argila	100,0	20	3,50	2,40	1,680
1100,0	1200,0	Argila	100,0	20	3,50	2,40	1,680
		0,0				0,000	0,00

Profundidade da estaca = 12,00 m S = 25056,0 kgf  
Resistencia de ponta

Nspt ponta = 20 sponta = 70,00 kgf/cm<sup>2</sup>  
K = 3,50 Obs: A resistência de ponta sera limitada ε 60,00 kgf/cm<sup>2</sup>

Q p = 13714,29 kgf  
Q L = 7158,86 kgf  
Q<sub>R</sub> = 20873,14 kgf ===>>> 208,73 kN  
OK 99,40%

Carga na estaca = 210,00 kN

### 1.10 Sondagem SP22

Cota = 0,00 m  
Cota de arrasamento = 0 m DI = 0,00 m  
Máxima reação na estaca = 210,00 kN  
Comprimento adotado para as estacas = 12,00 m + DI = 12,00 m  
Resistência por atrito lateral

Intervalos	Tipo de solo	D (cm)	Nspt	k	a %	$akN_{spt}$ kgf/cm <sup>2</sup>	Ql (kgf)
0,0	100,0	aterro	100,0	0	0,00	0,00	0,00
100,0	600,0	Argila arenosa	500,0	2	3,30	3,00	0,198
600,0	700,0	Areia siltosa	100,0	6	8,00	2,00	0,960
700,0	800,0	Areia siltosa	100,0	9	8,00	2,00	1,440
800,0	900,0	Areia siltosa	100,0	11	8,00	2,00	1,760
900,0	1000,0	Areia siltosa	100,0	14	8,00	2,00	2,240
1000,0	1100,0	Areia siltosa	100,0	20	8,00	2,00	3,200
1100,0	1200,0	Areia siltosa	100,0	20	8,00	2,00	3,200
		0,0				0,000	0,00

Profundidade da estaca = 12,00 m S = 31520,0 kgf  
Resistencia de ponta

Nspt ponta = 20 sponta = 160,00 kgf/cm<sup>2</sup>  
K = 8,00 Obs: A resistência de ponta sera limitada ε 60,00 kgf/cm<sup>2</sup>

Q p = 13714,29 kgf  
Q L = 9005,71 kgf  
Q<sub>R</sub> = 22720,00 kgf ===>>> 227,20 kN  
OK

Carga na estaca = 210,00 kN

### 1.11 Sondagem SP23

Cota = 0,00 m  
 Cota de arrasamento = 0 m DI = 0,00 m  
 Máxima reação na estaca = 210,00 kN  
 Comprimento adotado para as estacas = 11,00 m + DI = 11,00 m  
 Resistência por atrito lateral

Intervalos	Tipo de solo	D (cm)	Nspt	k	a %	$akN_{spt}$ kgf/cm <sup>2</sup>	Ql (kgf)
0,0	100,0	aterro	100,0	0	0,00	0,00	0,00
100,0	600,0	Argila arenosa	500,0	2	3,30	3,00	0,198
600,0	700,0	Areia argilosa	100,0	12	6,00	3,00	2,160
700,0	800,0	Areia argilosa	100,0	18	6,00	3,00	3,240
800,0	900,0	Argila arenosa	100,0	19	3,30	3,00	1,881
900,0	1000,0	Argila arenosa	100,0	20	3,30	3,00	1,980
1000,0	1100,0	Argila arenosa	100,0	20	3,30	3,00	1,980
0,0		0,0				0,000	0,00
		0,0				0,000	0,00

Profundidade da estaca = 11,00 m S = 27956,6 kgf  
 Resistência de ponta

Nspt ponta = 20 sponta = 66,00 kgf/cm<sup>2</sup>  
 K = 3,30 Obs: A resistência de ponta será limitada a 60,00 kgf/cm<sup>2</sup>

Q p = 13714,29 kgf  
 Q L = 7987,59 kgf  
 Q<sub>R</sub> = 21701,88 kgf ===>>> 217,02 kN

OK

Carga na estaca = 210,00 kN

### 1.12 Sondagem SP24

Cota = 0,00 m  
 Cota de arrasamento = 0 m DI = 0,00 m  
 Máxima reação na estaca = 210,00 kN  
 Comprimento adotado para as estacas = 12,00 m + DI = 12,00 m  
 Resistência por atrito lateral

Intervalos	Tipo de solo	D (cm)	Nspt	k	a %	$akN_{spt}$ kgf/cm <sup>2</sup>	Ql (kgf)
0,0	200,0	aterro	200,0	0	0,00	0,00	0,00
200,0	700,0	Areia argilosa	500,0	3	6,00	3,00	0,540
700,0	800,0	Argila	100,0	10	3,30	3,00	0,990
800,0	900,0	Argila	100,0	12	3,30	3,00	1,188
900,0	1000,0	Argila	100,0	20	3,30	3,00	1,980
1000,0	1100,0	Argila	100,0	20	3,30	3,00	1,980
1100,0	1200,0	Argila	100,0	20	3,30	3,00	1,980
0,0		0,0				0,000	0,00
		0,0				0,000	0,00

Profundidade da estaca = 12,00 m S = 24726,9 kgf  
 Resistência de ponta

Nspt ponta = 20 sponta = 66,00 kgf/cm<sup>2</sup>  
 K = 3,30 Obs: A resistência de ponta será limitada a 60,00 kgf/cm<sup>2</sup>

Q p = 13714,29 kgf  
 Q L = 7064,82 kgf  
 Q<sub>R</sub> = 20779,10 kgf ===>>> 207,79 kN

OK 98,95%

Carga na estaca = 210,00 kN

### 1.13 Sondagem SP25

Cota = 0,00 m  
Cota de arrasamento = 0 m DI = 0,00 m  
Máxima reação na estaca = 210,00 kN  
Comprimento adotado para as estacas = 11,00 m + DI = 11,00 m  
Resistência por atrito lateral

Intervalos	Tipo de solo	D (cm)	Nspt	k	a %	$akN_{spt}$ kgf/cm <sup>2</sup>	Ql (kgf)
0,0	200,0	aterro	200,0	0	0,00	0,00	0,00
200,0	600,0	Argila siltosa	400,0	2	2,20	4,00	1609,14
600,0	700,0	Areia argilosa	100,0	7	6,00	3,00	2880,00
700,0	800,0	Areia argilosa	100,0	12	6,00	3,00	4937,14
800,0	900,0	Areia argilosa	100,0	16	6,00	3,00	6582,86
900,0	1000,0	Areia argilosa	100,0	16	6,00	3,00	6582,86
1000,0	1100,0	Areia siltosa	100,0	16	8,00	2,00	5851,43
0,0		0,0				0,000	0,00
		0,0				0,000	0,00

Profundidade da estaca = 11,00 m S = 28443,4 kgf  
Resistencia de ponta

Nspt ponta = 16 sponta = 96,00 kgf/cm<sup>2</sup>  
K = 6,00 Obs: A resistência de ponta sera limitada ε 60,00 kgf/cm<sup>2</sup>

Q p = 13714,29 kgf  
Q L = 8126,69 kgf  
Q<sub>R</sub> = 21840,98 kgf ===>>> 218,41 kN

OK

Carga na estaca = 210,00 kN

### 1.14 Sondagem SP26

Cota = 0,00 m  
Cota de arrasamento = 0 m DI = 0,00 m  
Máxima reação na estaca = 210,00 kN  
Comprimento adotado para as estacas = 11,00 m + DI = 11,00 m  
Resistência por atrito lateral

Intervalos	Tipo de solo	D (cm)	Nspt	k	a %	$akN_{spt}$ kgf/cm <sup>2</sup>	Ql (kgf)
0,0	200,0	aterro	200,0	0	0,00	0,000	0,00
200,0	700,0	Argila siltosa	500,0	2	2,20	4,00	2011,43
700,0	800,0	Areia argilosa	100,0	12	6,00	3,00	4937,14
800,0	900,0	Areia argilosa	100,0	14	6,00	3,00	5760,00
900,0	1000,0	Areia argilosa	100,0	20	6,00	3,00	8228,57
1000,0	1100,0	Areia siltosa	100,0	20	8,00	2,00	7314,29
0,0	0,0	0,0	0	0,00	0,00	0,000	0,00
0,0		0,0				0,000	0,00
		0,0				0,000	0,00

Profundidade da estaca = 11,00 m S = 28251,4 kgf  
Resistencia de ponta

Nspt ponta = 20 sponta = 120,00 kgf/cm<sup>2</sup>  
K = 6,00 Obs: A resistência de ponta sera limitada ε 60,00 kgf/cm<sup>2</sup>

Q p = 13714,29 kgf  
Q L = 8071,84 kgf  
Q<sub>R</sub> = 21786,12 kgf ===>>> 217,86 kN

OK

Carga na estaca = 210,00 kN



PREFEITURA MUNICIPAL DE MARICÁ  
ESTADO DO RIO DE JANEIRO

# ANEXO D

## DIMENSIONAMENTO DA LAJE DO PÁTIO



## **ÍNDICE**

- 1. APRESENTAÇÃO**
- 2. NORMAS APLICÁVEIS**
- 3. MATERIAIS EMPREGADOS**
- 4. SOLICITAÇÕES NOS ELEMENTOS ESTRUTURAIS – CÁLCULO DOS ESFORÇOS**
  - 4.1 ESTRUTURA DO PISO**
  - 4.2 MODELAÇÃO**
    - 4.2.1 Modelo de Cálculo e o Programa Computacional Utilizado
    - 4.2.2 Discretização
    - 4.2.3 Tipo de Solo e Parâmetros Correspondentes
  - 4.3 AÇÕES CONSIDERADAS**
  - 4.4 RESULTADOS DA ANÁLISE**
- 5. DIMENSIONAMENTO**
- 6. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS**

## **PROJETO ESTRUTURAL - MEMÓRIA DE CÁLCULO – LAJE DO PÁTIO AERONAVES**

### **1. APRESENTAÇÃO**

Estamos apresentando memorial descritivo de cálculo referente ao projeto estrutural de um pavimento a ser utilizado como pátio para estacionamento de aeronaves do aeroporto de Maricá, Rio de Janeiro. A estrutura do piso será em concreto protendido com cordoalhas engraxadas e plastificadas, utilizando o sistema estrutural formado por um pavimento em laje maciça lisa com 20 cm de espessura, apoiada sobre estacas pré-fabricadas em concreto armado.

O objetivo desta memória é apresentar uma modelação numérica através da técnica dos elementos finitos que incorpore a interação solo-estrutura e através desta obter, para as solicitações de projeto, os deslocamentos e esforços internos da estrutura.

Na memória de cálculo presente, explicamos os seguintes pontos:

- a) Normas aplicáveis;
- b) Materiais empregados, valores característicos e de cálculo;
- c) Ações sobre a estrutura, valores característicos e de cálculo;
- d) Modelação estrutural e processo de cálculo;
- e) Resultado da análise, comportamento e resposta dos elementos estruturais;
- f) Dimensionamento das armações.

### **2. NORMAS APLICÁVEIS**

As normas aplicáveis ao presente projeto são as seguintes:

- a) ABNT NBR-8681: Ações e segurança nas estruturas – Procedimento
- b) ABNT NBR-6118: Projeto de estruturas de concreto – Procedimento
- c) ABNT NBR-6122: Projeto de fundações
- d) ABNT NBR-7188: Carga móvel em ponte rodoviária e passarela
- e) ABNT NBR-7480: Barras e fios de aço destinados a armaduras para concreto armado
- f) ABNT NBR-7483: Cordoalhas de aço para concreto protendido
- g) ABNT NBR-8953: Concreto para fins estruturais – Classificação por grupos de resistência
- h) ABNT NBR-14931: Execução de estruturas de concreto – Procedimento
- i) ACI 318/2011: Building Code Requirements for Structural Concrete
- j) ACI 224.3R-95/2001: Joints in Concrete Construction

### 3. MATERIAIS EMPREGADOS

Os materiais empregados na execução da estrutura são os seguintes:

a) Concreto bloco de coroamento das estacas:	C35 ( $F_{ck} = 35 \text{ MPa}$ )
b) Concreto do piso:	C35 ( $F_{ck} = 35 \text{ MPa}$ )
c) Concreto das estacas:	C25 ( $F_{ck} = 25 \text{ MPa}$ )
d) Aço passivo:	CA - 50, CA - 60
e) Aço de protensão:	CP-190 RB - 12,7mm
f) Classe de agressividade:	III
g) Vida útil de projeto (VUP):	50 anos
h) Nível de desempenho do projeto:	Médio

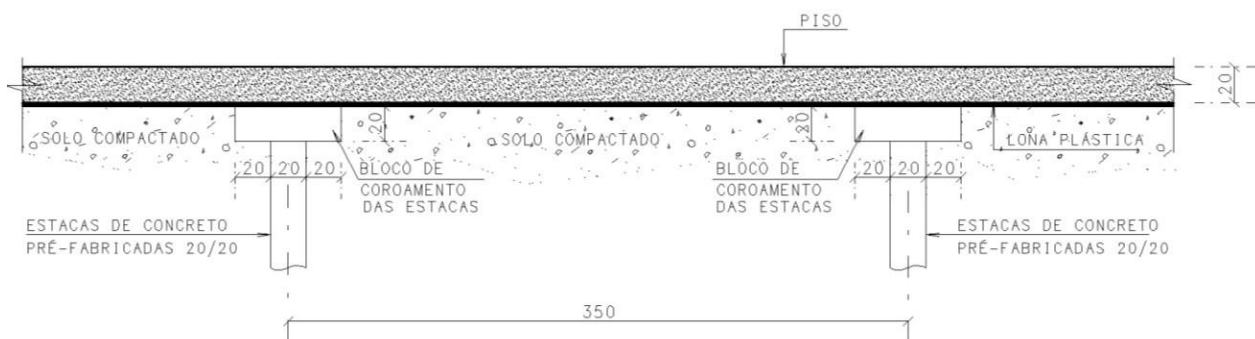
### 4. SOLICITAÇÕES NOS ELEMENTOS ESTRUTURAIS

#### 4.1 PAVIMENTO

Foi analisado uma estrutura de uma laje com 20 cm de espessura, apoiada em estacas, desconsiderando qualquer contribuição de apoio no solo devido à baixa resistência deste. As estacas são pré-fabricadas em concreto com seção transversal de 20x20 cm e no seu topo existe um bloco de coroamento que recebe o pavimento, de forma não solidária. As estacas formam uma malha quadrada de 3,50 x 3,50m para o apoio do piso. Existe uma lona plástica sob toda a laje de forma a reduzir o atrito entre a laje e o solo no momento de aplicação da protensão permitindo o encurtamento da estrutura. A lona também tem a função de não permitir perda de água do concreto no momento da concretagem para o solo, ver figura a seguir.

#### SEÇÃO VERTICAL DO PISO

Esc. 1:30



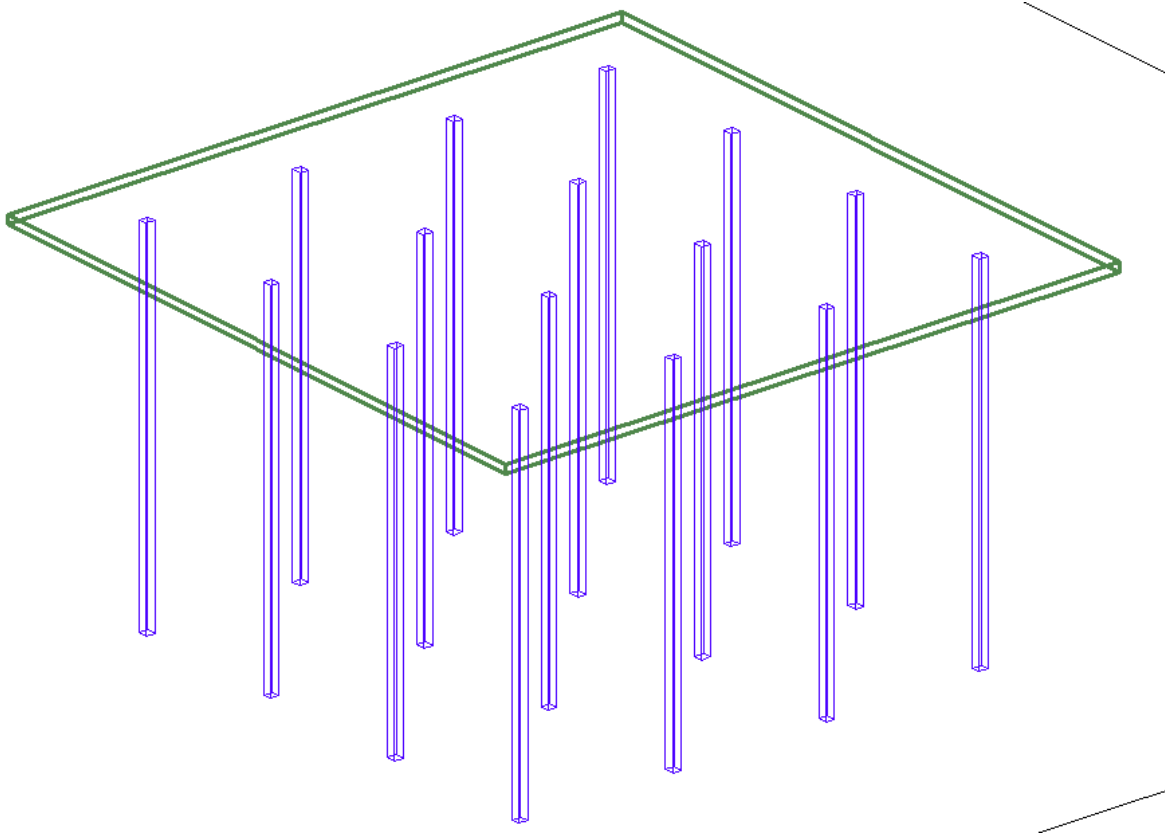
Seção transversal do piso

## 4.2 MODELAÇÃO

### 4.2.1 Modelo de Cálculo e o Programa Computacional Utilizado

A estrutura do piso foi analisada como uma estrutura de laje plana, sendo este modelo discretizado pelo método dos elementos finitos através do programa computacional *ADAPT FLOOR PRO*, considerando-se a laje como elemento shell e as estacas como elemento frame. Para análise do piso, por tratar-se de um piso contínuo, a metodologia de cálculo adotada é a preconizada pelo *PCA – Portland Cement Association*, devido sua facilidade de emprego e de sua eficácia, largamente comprovada por diversos estudiosos no assunto. O processo de cálculo considera que o dimensionamento é feito considerando-se que as cargas atuam no interior da placa de concreto, isto é, não são consideradas bordas livres nas placas. Na prática, poderemos modelar um trecho interno na placa com as cargas aplicadas no seu ponto mais desfavorável.

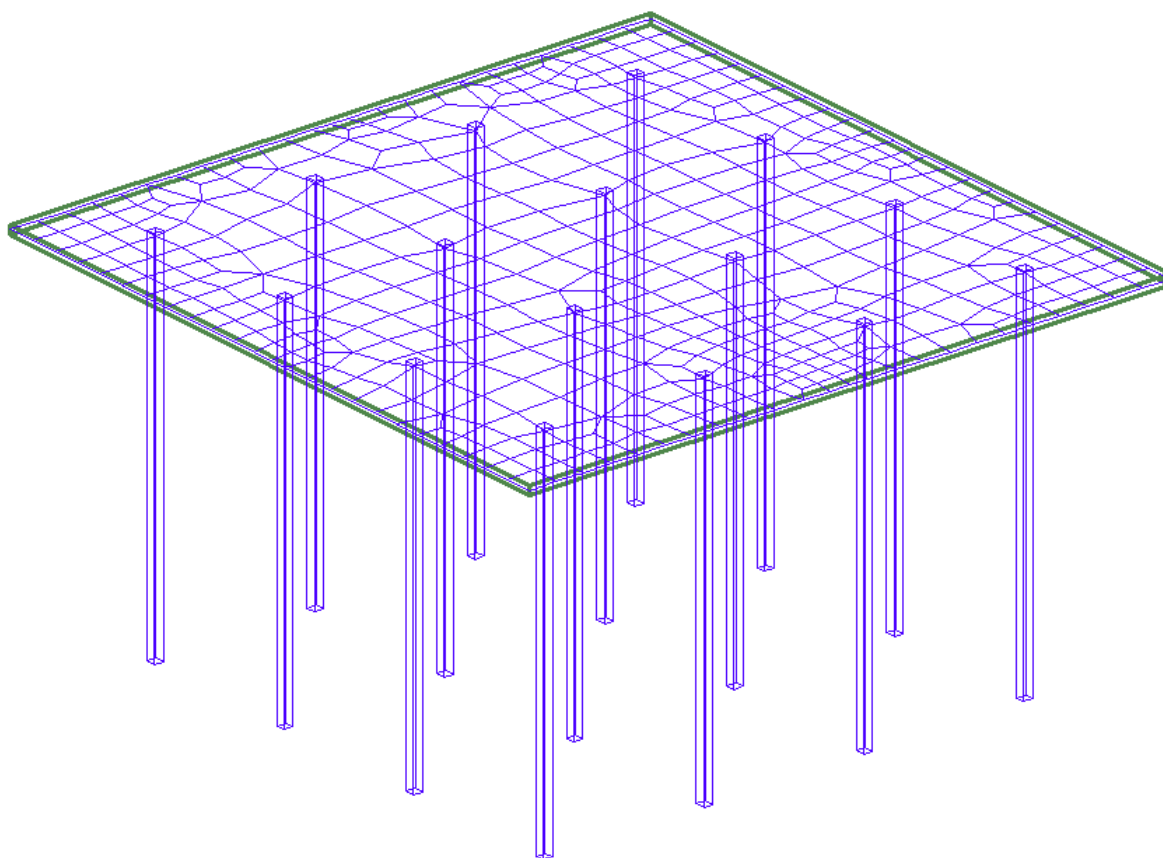
O modelo tridimensional de cálculo está apresentado na figura abaixo.



Modelo tridimensional de cálculo

#### 4.2.2 Discretização

A discretização do modelo computacional está apresentado na figura abaixo, gerada pelo software *ADAPT FLOOR PRO*.



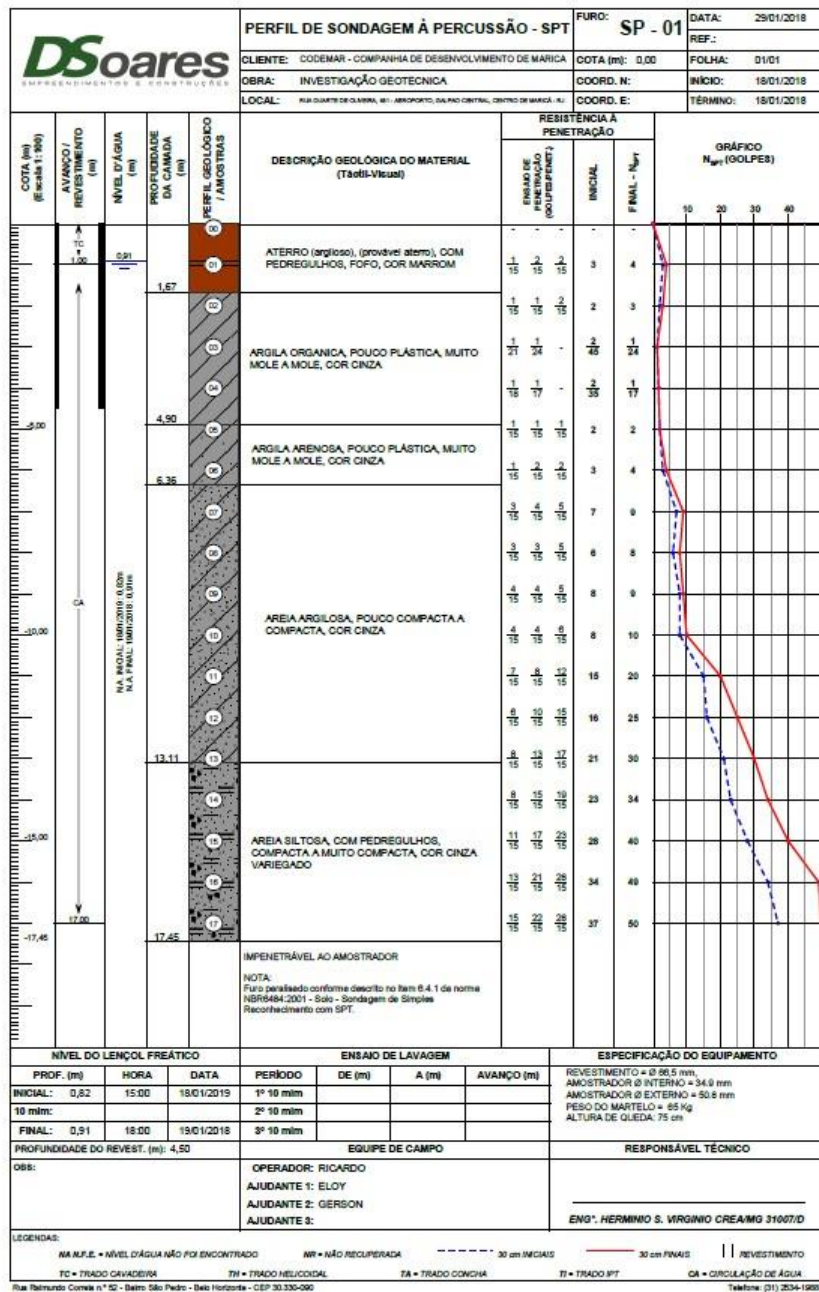
Modelo 3D elementos finitos

Foram adotadas as seguintes propriedades físicas para os elementos em concreto:

- a) Resistência característica à compressão do concreto  $f_{ck}=35$  MPa
- b) Módulo de elasticidade do concreto  $E_{ci}= 3,2 \times 10^7$  KN/m<sup>2</sup>
- c) Coeficiente de Poisson  $\mu=0,20$

### 4.2.3 – Tipo de Solo e Parâmetros Correspondentes

O tipo de solo considerado para análise foi, de forma geral, o apresentado no perfil geotécnico do furo SP-01. Todos os furos de sondagem podem ser analisados no relatório de sondagem à percussão executados pela empresa DSoares, de 29/01/2018.




Quadro resumo de parâmetros geotécnicos

### 4.3 AÇÕES CONSIDERADAS

As ações para verificação de Estado Limite de Serviço (ELS) e Estado Limite Último (ELU) e fadiga, foram considerados conforme as Normas ABNT citadas no item 2 deste relatório.

Foi considerada uma carga de multidão de 5,0 kN/m<sup>2</sup> (0,5 tf/m<sup>2</sup>) distribuída sobre todo o pavimento e o carregamento proveniente da aeronave Sikorsky S-92 de acordo com as figuras abaixo.

<b>País de origem</b>	 <a href="#">Estados Unidos</a>
<b>Fabricante</b>	<a href="#">Sikorsky Aircraft</a>
<b>Período de produção</b>	<a href="#">1998</a> -presente
<b>Quantidade produzida</b>	+200 <sup>[1]</sup>
<b>Custo unitário</b>	VH-92A: \$90 milhões <sup>[2]</sup>
<b>Desenvolvido de</b>	<a href="#">Sikorsky S-70</a>
<b>Primeiro voo em</b>	<a href="#">23 de dezembro</a> de <a href="#">1998</a> (20 anos)
<b>Introduzido em</b>	<a href="#">2004</a>
<b>Variantes</b>	<ul style="list-style-type: none"><li>• S-92A</li><li>• H-92 <a href="#">Superhawk</a></li><li>• VH-92</li></ul> <p>Incluindo o modelo <a href="#">Sikorsky CH-148 Cyclone</a></p>
<b><a href="#">Tripulação</a></b>	2 piloto e <a href="#">co-piloto</a>
<b>Passageiros</b>	19

Especificações técnicas aeronave Sikorsky S-92



Especificações (Modelo: S-92)	
Dimensões	
Comprimento	17,10 <a href="#">m</a> (56,1 <a href="#">ft</a> )
Altura	4,71 <a href="#">m</a> (15,5 <a href="#">ft</a> )
Área do(s) rotor(es)	214 <a href="#">m²</a> (2 300 <a href="#">ft²</a> )
Diâmetro do(s) rotor(es)	17,17 <a href="#">m</a> (56,3 <a href="#">ft</a> )
Peso(s)	
Peso vazio	7 030 <a href="#">kg</a> (15 500 <a href="#">lb</a> )
Peso carregado	12 020 <a href="#">kg</a> (26 500 <a href="#">lb</a> )
Peso máx. de decolagem	12 020 <a href="#">kg</a> (26 500 <a href="#">lb</a> )
Propulsão	
Motor(es)	2 x <a href="#">turbo-eixos</a> <a href="#">General Electric CT7-8A</a>
Potência (por motor)	2 520 <a href="#">hp</a> (1 880 <a href="#">kW</a> )

Especificações técnicas aeronave Sikorsky S-92



Aeronave Sikorsky S-92 que vai operar em Maricá

A figura abaixo apresenta as combinações de carregamento utilizadas na análise estrutural.

Project Name: 2740      Specific Data: Specific name  
Date of execution: June 26, 2019      File Name: PISO-2740.adm      FLOOR-PRO 2015

## 146 LOAD CASES AND COMBINATIONS

### 146.20 LOAD CASES

Dead load  
Live load  
Selfweight  
Prestressing  
Hyperstatic

### 146.40 LOAD COMBINATIONS

Name: Service(Total Load)

Evaluation: SERVICE TOTAL LOAD

Combination detail: 1.00 x Selfweight + 1.00 x Dead load + 1.00 x Live load + 1.00 x

Prestressing

Name: Service(Sustained Load)

Evaluation: SERVICE SUSTAINED LOAD

Combination detail: 1.00 x Selfweight + 1.00 x Dead load + 0.30 x Live load + 1.00 x

Prestressing

Name: Strength(Dead and Live)

Evaluation: STRENGTH

Combination detail: 1.20 x Selfweight + 1.20 x Dead load + 1.60 x Live load + 1.00 x

Hyperstatic

Name: Strength(Dead Load Only)

Evaluation: STRENGTH

Combination detail: 1.40 x Selfweight + 1.40 x Dead load + 1.00 x Hyperstatic

Name: Initial

Evaluation: INITIAL

Combination detail: 1.00 x Selfweight + 1.15 x Prestressing

Name: Sustained\_Load

Evaluation: CRACKED DEFLECTION

Combination detail: 1.00 x Selfweight + 1.00 x Dead load + 0.30 x Live load + 1.00 x

Prestressing

Name: Long\_Term\_NBR

Evaluation: NO CODE CHECK

Combination detail: 2.00 x Selfweight + 2.00 x Dead load + 0.70 x Live load + 2.00 x

Prestressing

Name: Long\_Term

Evaluation: LONG TERM DEFLECTION

Combination detail: 3.00 x Sustained\_Load

Combinações de carregamento utilizadas na análise estrutural

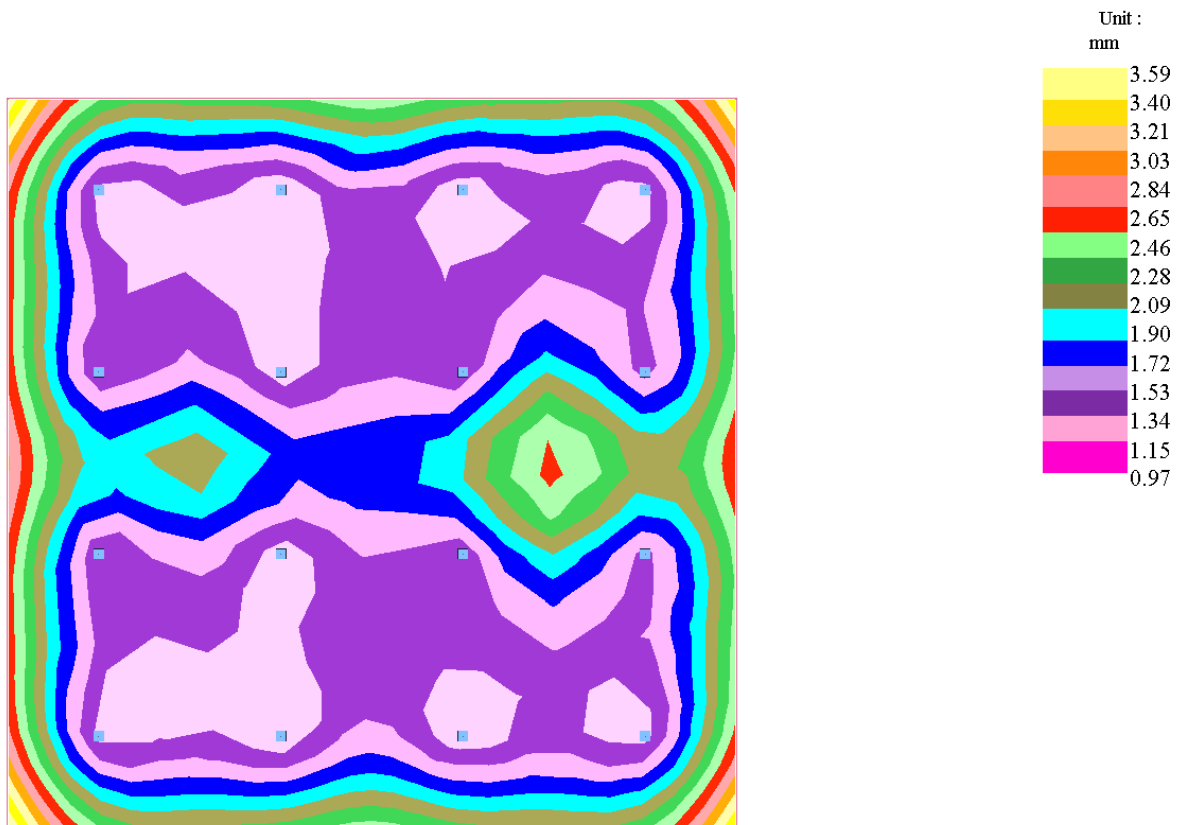
#### 4.4 RESULTADOS DA ANÁLISE

A partir do processamento do modelo de elementos finitos utilizando o programa *ADAPT FLOOR PRO*, são apresentados os resultados das análises compreendendo:

- a) Deslocamentos da estrutura (flechas)
- b) Forças nas estacas em blocos de fundações
- c) Esforços no pavimento (laje)

##### 4.4.1 – DESLOCAMENTOS DA ESTRUTURA

Combinação de esforços: peso próprio da laje + revestimento + sobrecargas acidentais



Deslocamentos da estrutura

#### 4.4.2 – FORÇA AXIAL NAS ESTACAS

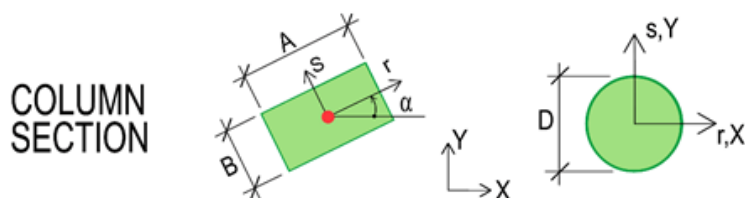
A carga axial máxima nas estacas é  $N=190,41$  kN.

A tabela 4.4.2-1 apresenta do resultado dos esforços nas estacas no trecho de piso analisado.

Project Name: 2740 Specific Data: Specific name  
Date of execution: June 25, 2019 File Name: PISO-2740.adm

FLOOR-PRO 2015

160.20/40 LOWER/UPPER COLUMNS



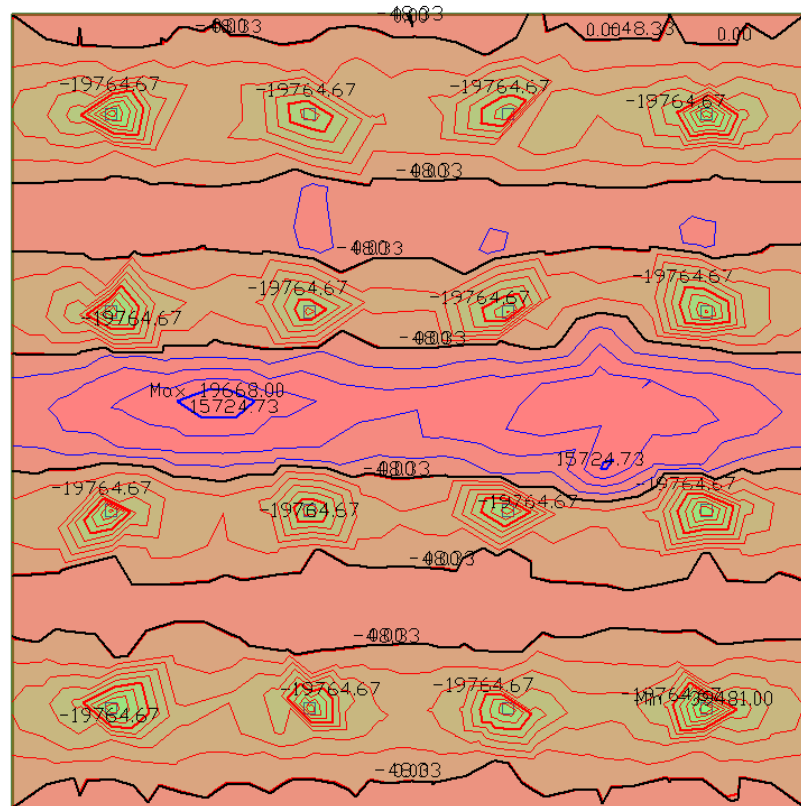
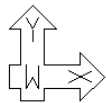
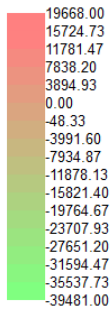
Service(Total Load)

#	Label	Location	Axial kN	Fr kN	Fs kN	Mrr kN-m	Mss kN-m	Mzz kN-m
1	Column 1	top	-159.630	0.000	-0.000	-0.133	-0.187	0.000
		bottom	163.550	-0.000	0.000	0.133	0.187	0.000
2	Column 2	top	-141.580	-0.000	-0.000	-0.157	0.032	0.000
		bottom	145.510	0.000	0.000	0.157	-0.032	0.000
3	Column 3	top	-145.180	-0.000	-0.000	-0.135	-0.013	0.000
		bottom	149.100	0.000	0.000	0.135	0.013	0.000
4	Column 4	top	-157.850	-0.000	0.000	-0.118	0.150	0.000
		bottom	161.770	0.000	0.000	0.118	-0.150	0.000
5	Column 5	top	-170.470	-0.000	0.000	0.112	-0.121	0.000
		bottom	174.390	0.000	-0.000	-0.112	0.121	0.000
6	Column 6	top	-151.110	-0.000	0.000	0.123	-0.039	0.000
		bottom	155.030	-0.000	-0.000	-0.123	0.039	0.000
7	Column 7	top	-174.010	0.000	0.000	0.153	0.130	0.000
		bottom	177.940	0.000	-0.000	-0.153	-0.130	0.000
8	Column 8	top	-186.480	0.000	0.000	0.144	-0.003	0.000
		bottom	190.410	0.000	-0.000	-0.144	0.003	0.000
9	Column 9	top	-170.110	0.000	-0.000	-0.118	-0.116	0.000
		bottom	174.030	-0.000	0.000	0.118	0.116	0.000
10	Column 10	top	-152.710	-0.000	-0.000	-0.114	-0.032	0.000
		bottom	156.640	-0.000	0.000	0.114	0.032	0.000
11	Column 11	top	-175.270	-0.000	-0.000	-0.147	0.122	0.000
		bottom	179.190	-0.000	0.000	0.147	-0.122	0.000
12	Column 12	top	-186.740	-0.000	-0.000	-0.145	-0.003	0.000
		bottom	190.660	0.000	0.000	0.145	0.003	0.000
13	Column 13	top	-158.940	-0.000	0.000	0.131	-0.193	0.000
		bottom	162.870	0.000	-0.000	-0.131	0.193	0.000
14	Column 14	top	-142.170	-0.000	0.000	0.139	0.041	0.000
		bottom	146.100	0.000	-0.000	-0.139	-0.041	0.000
15	Column 15	top	-144.820	-0.000	0.000	0.120	-0.030	0.000
		bottom	148.740	-0.000	0.000	-0.120	0.030	0.000
16	Column 16	top	-157.430	-0.000	-0.000	0.118	0.160	0.000
		bottom	161.360	0.000	0.000	-0.118	-0.160	0.000

Força axial nas estacas

#### 4.4.3 – MOMENTOS FLETORES NA LAJE

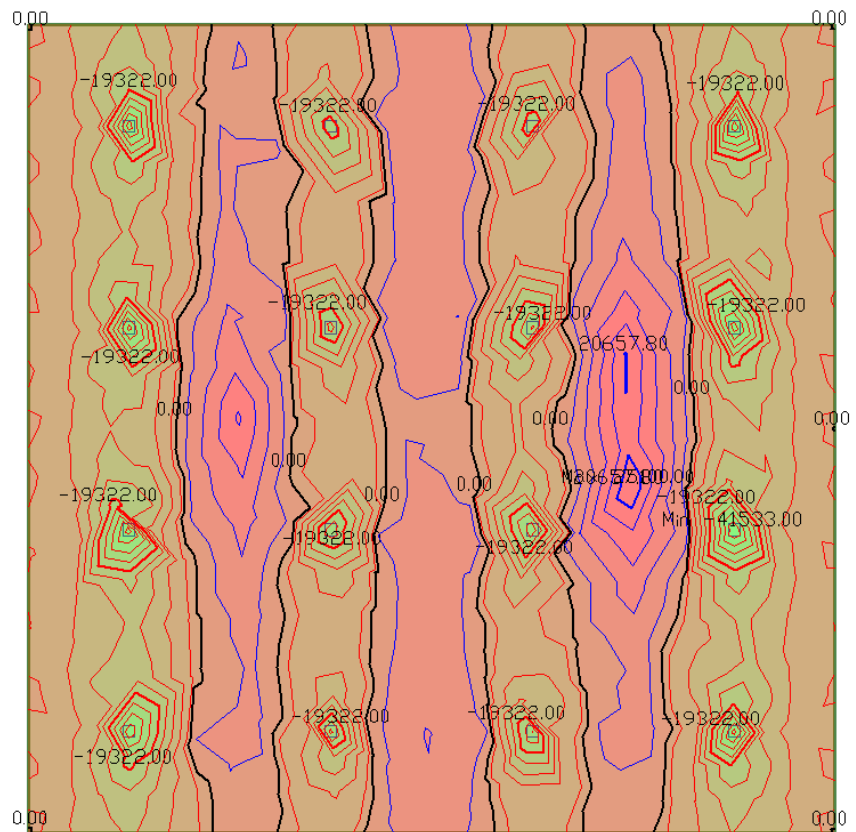
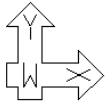
Slab Actions (contour map), Mxx(N)  
Load Combination: Service(Total Load) (SERVICE\_TOTAL\_LOAD)  
Max 19668.00@(3.65, 7.19, 8.00)  
Min -39481.00@(12.25, 1.75, 8.00)



Mxx (N.m/m)

Slab,Actions (contour map),Myy(N)  
 Load Combination: Service(Total Load) (SERVICE\_TOTAL\_LOAD)  
 Max 25100.00@(10.44, 5.99, 8.00)  
 Min -41533.00@(12.25, 5.25, 8.00)

25100.00  
 20657.80  
 16215.60  
 11773.40  
 7331.20  
 2889.00  
 0.00  
 -1553.20  
 -5995.40  
 -10437.60  
 -14879.80  
 -19322.00  
 -23764.20  
 -28206.40  
 -32648.60  
 -37090.80  
 -41533.00



Myy (N.m/m)

## 5. DIMENSIONAMENTO

### 5.1 – METODOLOGIA ADOTADA

A laje de piso é protendida e foi dimensionada com protensão completa. De acordo com a Norma ABNT NBR-6118/2014, a Protensão é considerada completa quando para a combinação frequente de ações é respeitado o estado limite de descompressão.

Foram verificadas as tensões em serviço, para duas idades.

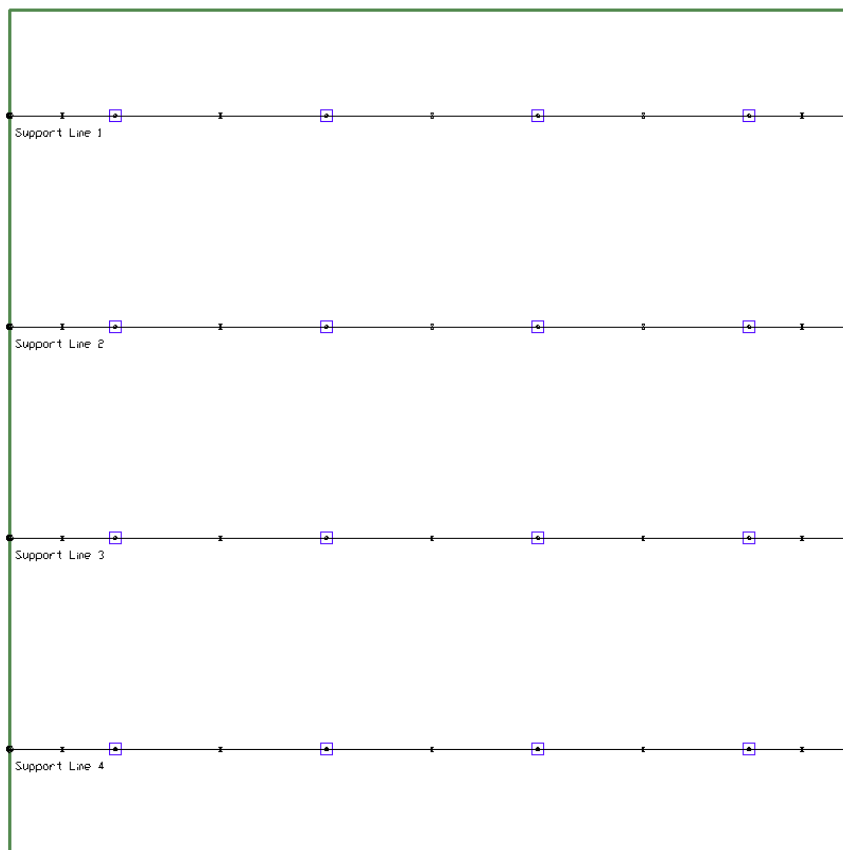
Para as tensões no ato da protensão, foi considerado:

- Carregamento aplicado: peso próprio da laje
- Tensão do concreto na idade da aplicação de protensão:  $f_{cj}=21$  MPa
- Perdas de protensão: perdas imediatas

Para as tensões no tempo infinito:

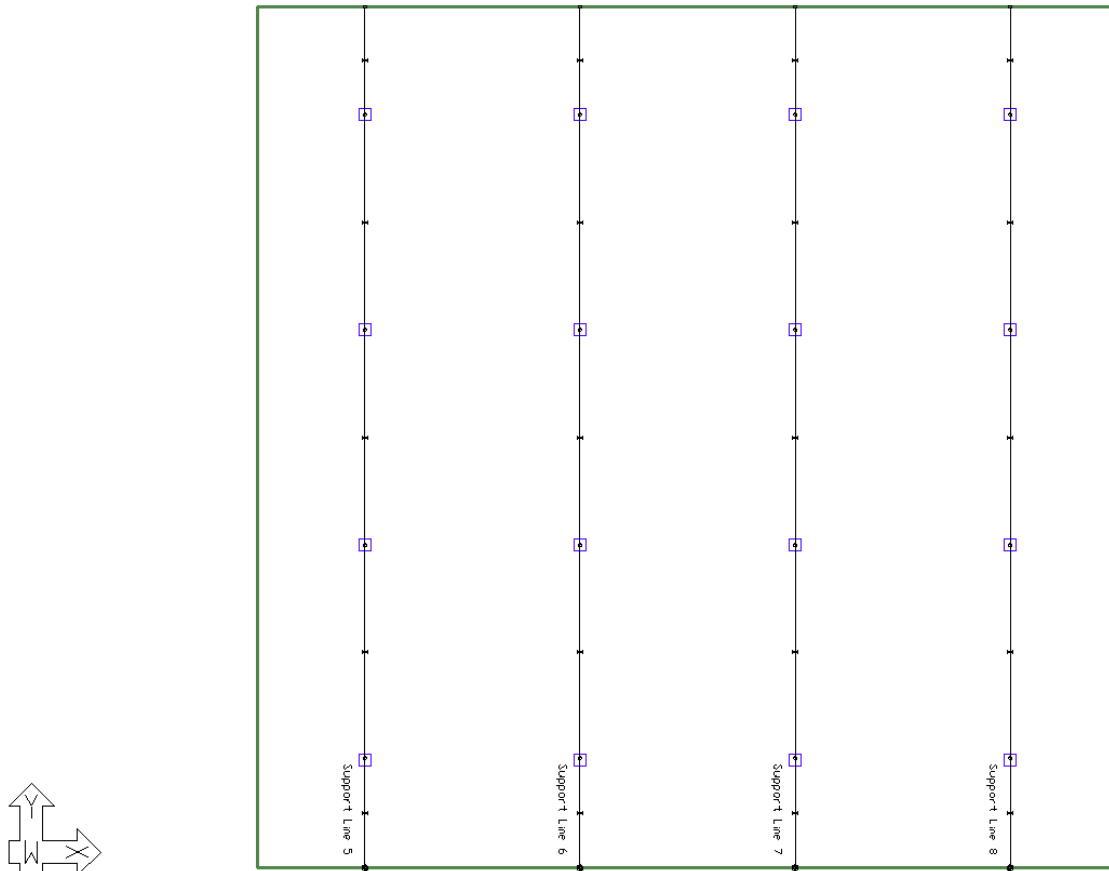
- a) Carregamento aplicado: peso próprio da laje + sobrecargas permanentes + acidentais
- b) Tensão do concreto:  $f_{ck}=35$  MPa
- c) Perdas de protensão: perdas imediatas + perdas diferidas

Foram criadas linhas de apoio (Supports Lines) unindo as estacas nas direções X e Y (ver figuras a seguir).



Linhas de apoios X (Supports Lines X)

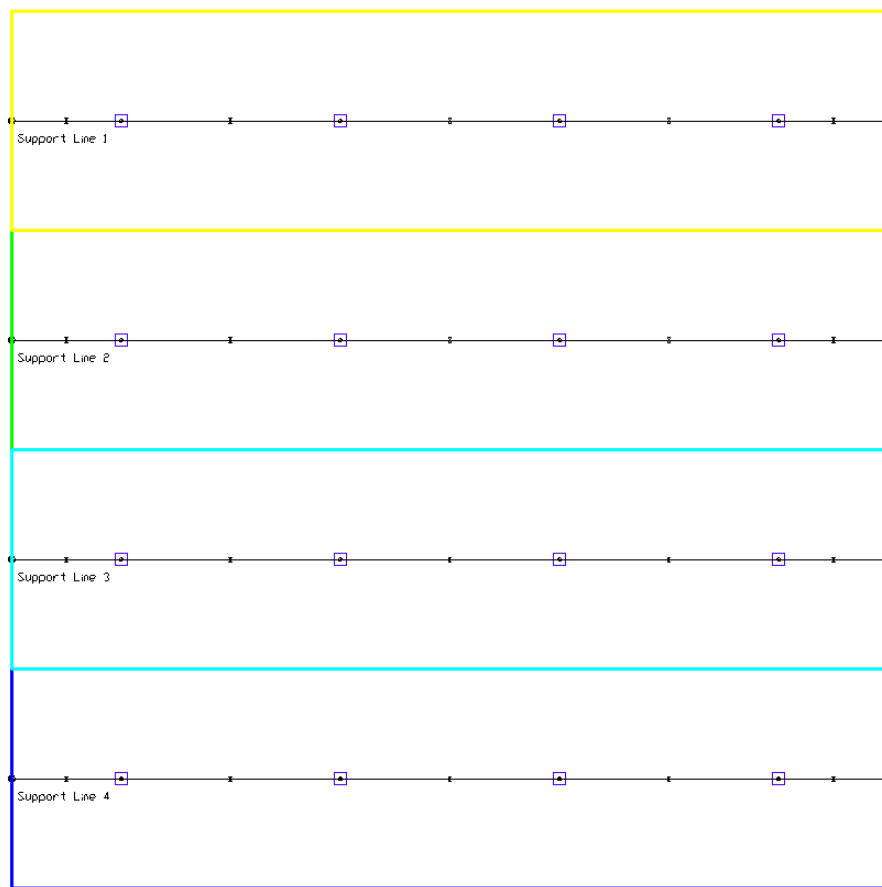
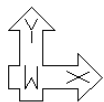




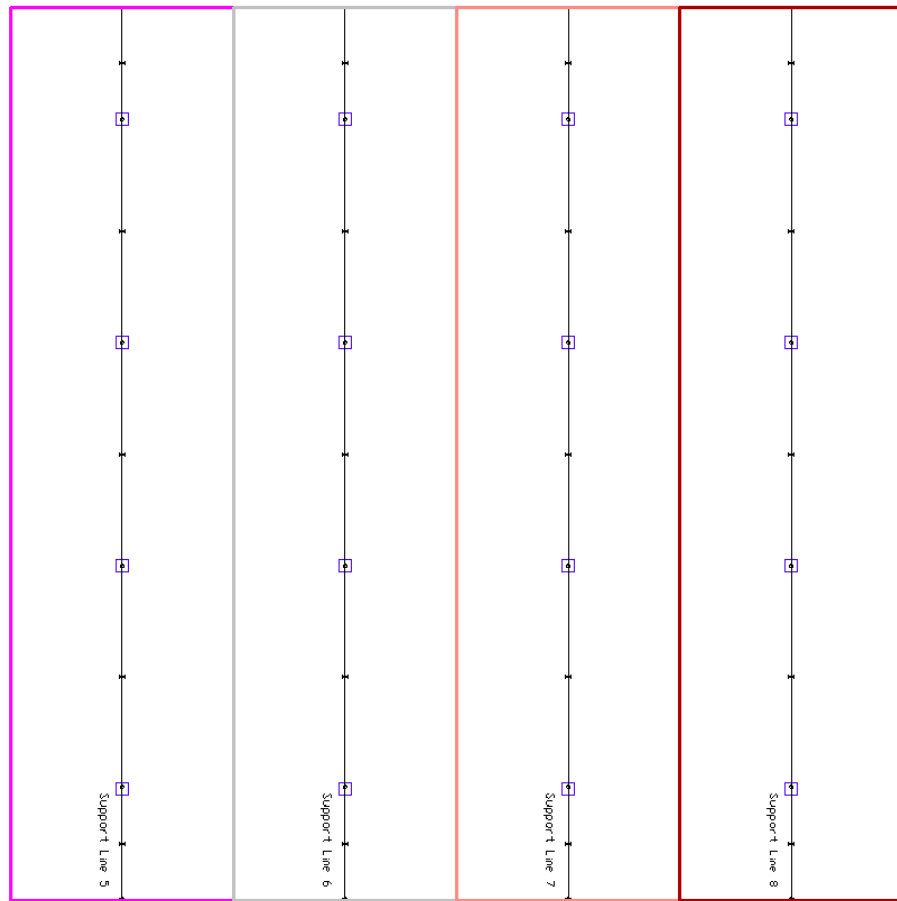
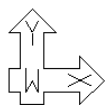
Linhas de apoios Y (Support Lines Y)

Com as linhas de apoio definidas, a laje foi dividida em faixas de projeto (Design Strips) nas direções X e Y.

As regiões denominadas “Faixas de projeto”, são utilizadas para a análise de tensões e de dimensionamento de armaduras passivas, nas duas direções ortogonais, X e Y. Os momentos fletores são integrados em cada faixa de projeto e calculados as tensões em serviço (verificação no Estado Limite de Serviço – ELS) e as armaduras para atender ao Estado Limite Último (ELU).



Faixas de projeto X (Design Strips X)



Faixas de projeto Y (Design Strips Y)

A seguir, foram feitas as verificações no Estado Limite Último (ELU) para o dimensionamento das armaduras passivas de flexão e de punção.

Para as verificações de tensões em serviço, os cabos de protensão foram pré-dimensionados com base no critério de adotar pré-compressão média mínima de 1,0 MPa, de acordo com as recomendações do *PTI – Post-Tensioning Institute* (referência bibliográfica 3). A seguir, são feitas as verificações de tensões e caso necessário, incrementa-se a quantidade de cabos até serem encontrados resultados satisfatórios.

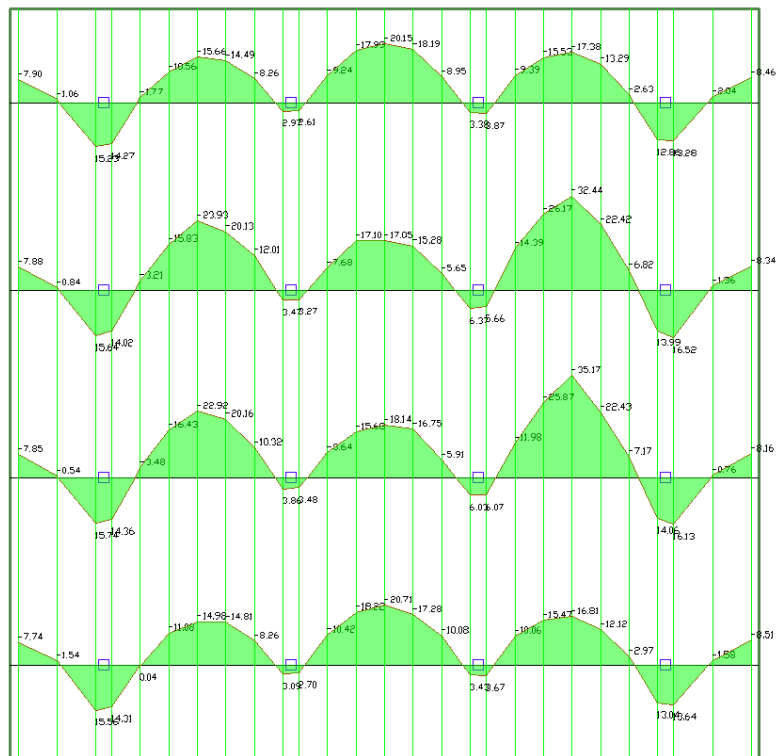
A figura a seguir apresenta o traçado de cabos escolhido, onde cada cabo é constituído de duas cordoalhas de CP190-RB 12.7 mm, centradas no eixo da laje.



## 5.2 – VERIFICAÇÕES DAS TENSÕES EM SERVIÇO

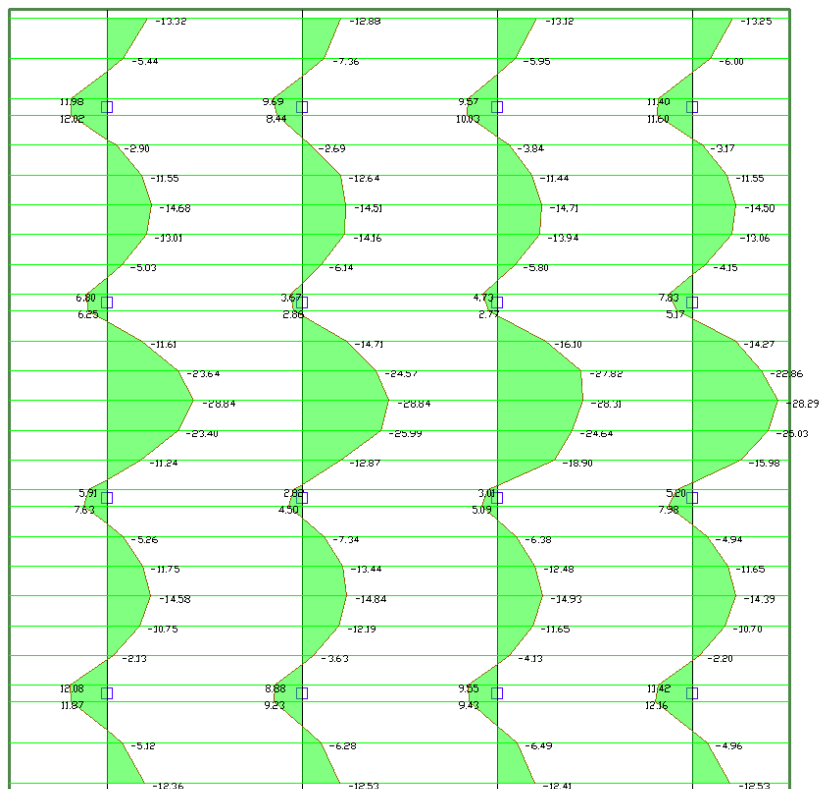
Os gráficos apresentados a seguir são de tensões de tração e compressão nas faces superior e inferior da laje, analisados dentro de cada faixa de projeto (Design Strip). Nos gráficos seguintes, podemos observar que os limites de tensões de compressão e tração estão obedecidos, sendo que algumas seções juntos aos apoios, apresentam tensões de tração, que, no entanto, se encontram dentro dos limites admissíveis de forma que possam ser consideradas como seções com protensão limitada, onde, para as combinações de ações quase permanentes está obedecido o estado limite de descompressão e para as combinações frequentes, está obedecido o estado limite de formação de fissuras.

Design Sections, Stresses, Top (Kg/cm<sup>2</sup>)  
Load Combination: Service(Total Load)(SERVICE\_TOTAL\_LOAD)  
Tensile stress positive  
Max: 16.52  
Min: -35.17



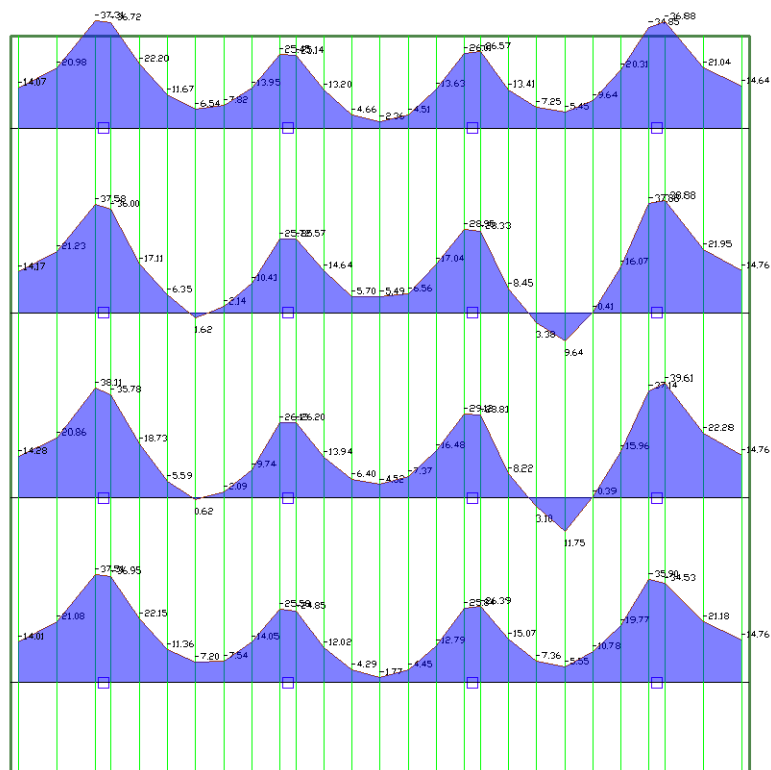
Tensões de compressão e tração nas fibras superiores da laje, direção X (kgf/cm<sup>2</sup>)

Design Sections, Stresses, Top (Kg/cm<sup>2</sup>)  
 Load Combination: Service(Total Load)(SERVICE\_TOTAL\_LOAD)  
 Tensile stress positive  
 Max: 16.52  
 Min: -35.17



Tensões de compressão e tração nas fibras superiores da laje, direção Y (kgf/cm<sup>2</sup>)

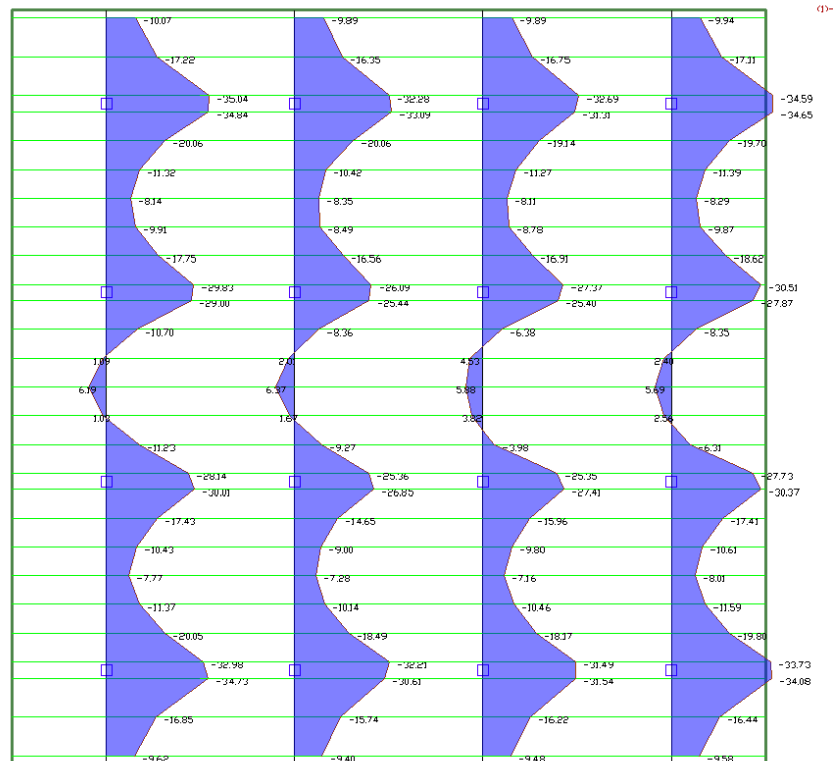
Design Sections, Stresses, Bottom (Kg/cm<sup>2</sup>)  
 Load Combination: Service (Total Load) (SERVICE\_TOTAL\_LOAD)  
 Tensile stress positive  
 Max: 11.75  
 Min: -39.61



Tensões de compressão e tração nas fibras inferiores da laje, direção X (kgf/cm<sup>2</sup>)



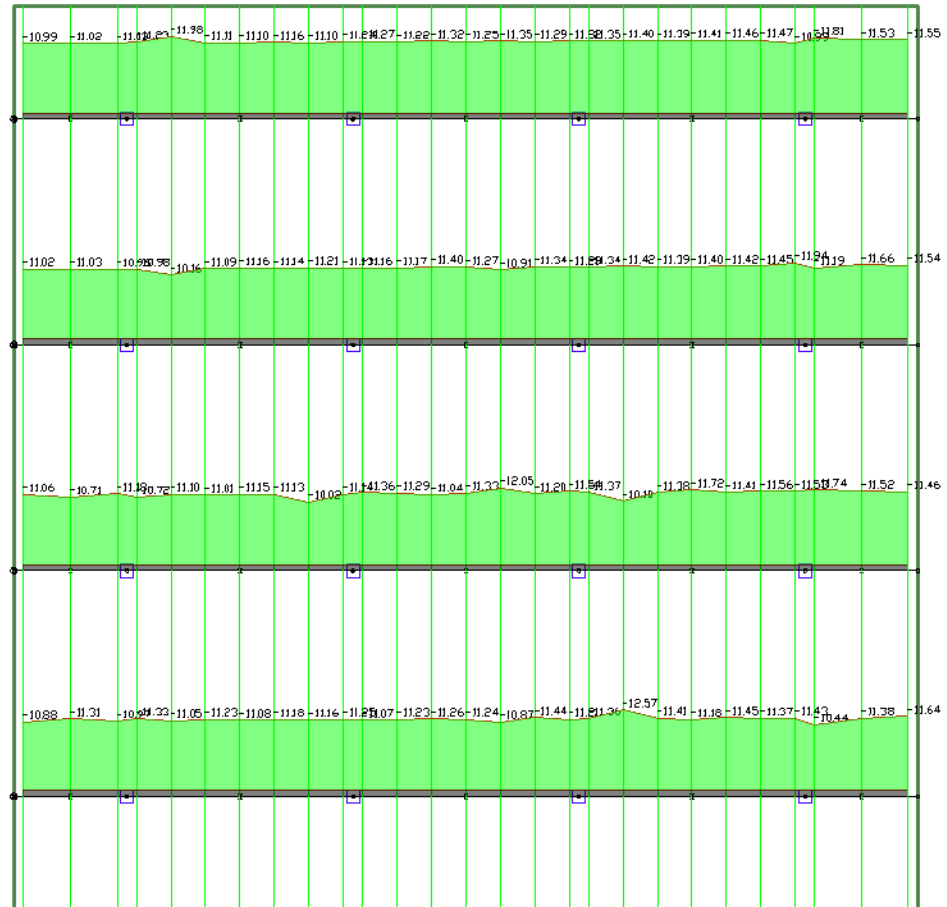
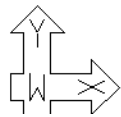
Design Sections, Stresses, Bottom (Kg/cm<sup>2</sup>)  
 Load Combination: Service (Total Load) (SERVICE\_TOTAL\_LOAD)  
 Tensile stress positive  
 Max: 11.75  
 Min: -39.61



Tensões de compressão e tração nas fibras inferiores da laje, direção Y (kgf/cm<sup>2</sup>)

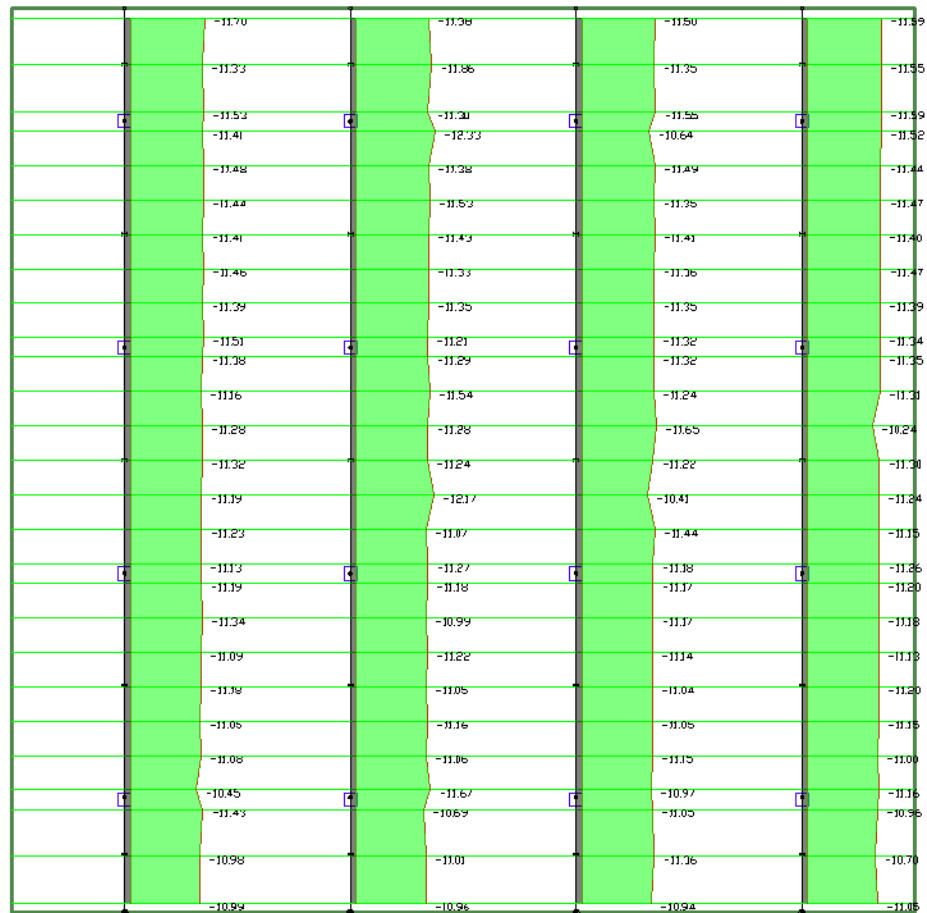
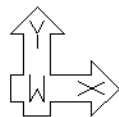
Os gráficos a seguir apresentam a pré-compressão média (P/A) em kgf/cm<sup>2</sup>, nas direções X e Y, respectivamente.

Design Sections,Stresses,Average (Precompression)(Kg/cm2)  
 Load Combination: Service(Total Load)(SERVICE\_TOTAL\_LOAD)  
 Tensile stress positive  
 Max: -10.02  
 Min: -12.57



Pré-compressão média (P/A) na direção X (kgf/cm<sup>2</sup>)

Design Sections,Stresses,Average (Precompression)(Kg/cm2)  
 Load Combination: Service(Total Load)(SERVICE\_TOTAL\_LOAD)  
 Tensile stress positive  
 Max: -10.02  
 Min: -12.57



Pré-compressão média (P/A) na direção Y (kgf/cm²)

### 5.3 – DIMENSIONAMENTO DAS ARMADURAS PASSIVAS DE FLEXÃO

A seguir estão apresentados tabelas resumos das armaduras de flexão positivas e negativas para cada faixa de projeto (Design Strip).

#### 156 DESIGN SECTION REBAR

##### 156.20 DESIGN SECTION REBAR FOR AUTOMATICALLY GENERATED SECTIONS

Load Case  
Rebar Envelope

##### Automatically Generated Design Sections

Design Strip: Support Line 1 ,Design Criteria: Rebar Envelope  
Number of legs for shear stirrups: 2

<shear rebar>										
<top bars>-----<bottom bars>										
Design section	Service	Strength	Service	Strength	As top	As bot	Top bar	Bottom bar	Av	Stirrup spacing
	mm2	mm2	mm2	mm2	mm2	mm2			mm2/m	
101000	N/A	0	N/A	0	0	0	0-16m m	0-5mm	NA	NA
101001	N/A	0	N/A	0	0	0	0-16m m	0-5mm	NA	NA
101002	N/A	48	N/A	0	525	0	0-16m m	0-5mm	NA	NA
102000	N/A	0	N/A	0	525	0	0-16m m	0-5mm	NA	NA
102001	N/A	0	N/A	0	0	0	0-16m m	0-5mm	NA	NA
102002	N/A	0	N/A	0	0	0	0-16m m	0-5mm	NA	NA
102003	N/A	0	N/A	0	0	0	0-16m m	0-5mm	NA	NA
102004	N/A	0	N/A	0	0	0	0-16m m	0-5mm	NA	NA
102005	N/A	0	N/A	0	0	0	0-16m m	0-5mm	NA	NA
102006	N/A	0	N/A	0	525	0	0-16m m	0-5mm	NA	NA
103000	N/A	0	N/A	0	525	0	0-16m m	0-5mm	NA	NA
103001	N/A	0	N/A	0	0	0	0-16m m	0-5mm	NA	NA
103002	N/A	0	N/A	0	0	0	0-16m m	0-5mm	NA	NA
103003	N/A	0	N/A	0	0	0	0-16m m	0-5mm	NA	NA
103004	N/A	0	N/A	0	0	0	0-16m m	0-5mm	NA	NA
103005	N/A	0	N/A	0	0	0	0-16m m	0-5mm	NA	NA
103006	N/A	0	N/A	0	525	0	0-16m m	0-5mm	NA	NA
104000	N/A	0	N/A	0	525	0	0-16m m	0-5mm	NA	NA
104001	N/A	0	N/A	0	0	0	0-16m m	0-5mm	NA	NA

104002	N/A	0	N/A	0	0	0	0-16m m	0-5mm	NA	NA
104003	N/A	0	N/A	0	0	0	0-16m m	0-5mm	NA	NA
104004	N/A	0	N/A	0	0	0	0-16m m	0-5mm	NA	NA
104005	N/A	0	N/A	0	0	0	0-16m m	0-5mm	NA	NA
104006	N/A	0	N/A	0	525	0	0-16m m	0-5mm	NA	NA
105000	N/A	0	N/A	0	525	0	0-16m m	0-5mm	NA	NA
105001	N/A	0	N/A	0	0	0	0-16m m	0-5mm	NA	NA
105002	N/A	0	N/A	0	0	0	0-16m m	0-5mm	NA	NA

Design Strip: Support Line 2 ,Design Criteria: Rebar Envelope

Number of legs for shear stirrups: 2

-----<top bars>-----<bottom bars>

<shear rebar>

Design section	Service	Strength	Service	Strength	As top	As bot	Top bar	Bottom bar	Av	Stirrup spacing
	mm2	mm2	mm2	mm2	mm2	mm2			mm2/m	
201000	N/A	0	N/A	0	0	0	0-16m m	0-5mm	NA	NA
201001	N/A	0	N/A	0	0	0	0-16m m	0-5mm	NA	NA
201002	N/A	48	N/A	0	525	0	0-16m m	0-5mm	NA	NA
202000	N/A	0	N/A	0	525	0	0-16m m	0-5mm	NA	NA
202001	N/A	0	N/A	0	0	0	0-16m m	0-5mm	NA	NA
202002	N/A	0	N/A	0	0	0	0-16m m	0-5mm	NA	NA
202003	N/A	0	N/A	0	0	0	0-16m m	0-5mm	NA	NA
202004	N/A	0	N/A	0	0	0	0-16m m	0-5mm	NA	NA
202005	N/A	0	N/A	0	0	0	0-16m m	0-5mm	NA	NA
202006	N/A	0	N/A	0	525	0	0-16m m	0-5mm	NA	NA
203000	N/A	0	N/A	0	525	0	0-16m m	0-5mm	NA	NA
203001	N/A	0	N/A	0	0	0	0-16m m	0-5mm	NA	NA
203002	N/A	0	N/A	0	0	0	0-16m m	0-5mm	NA	NA
203003	N/A	0	N/A	0	0	0	0-16m m	0-5mm	NA	NA
203004	N/A	0	N/A	0	0	0	0-16m m	0-5mm	NA	NA

203005	N/A	0	N/A	0	0	0	0-16m m	0-5mm	NA	NA
203006	N/A	0	N/A	0	525	0	0-16m m	0-5mm	NA	NA
204000	N/A	0	N/A	0	525	0	0-16m m	0-5mm	NA	NA
204001	N/A	0	N/A	0	0	0	0-16m m	0-5mm	NA	NA
204002	N/A	0	N/A	0	0	0	0-16m m	0-5mm	NA	NA
204003	N/A	0	N/A	0	0	0	0-16m m	0-5mm	NA	NA
204004	N/A	0	N/A	0	0	0	0-16m m	0-5mm	NA	NA
204005	N/A	0	N/A	0	0	0	0-16m m	0-5mm	NA	NA
204006	N/A	0	N/A	0	525	0	0-16m m	0-5mm	NA	NA
205000	N/A	63	N/A	0	525	0	0-16m m	0-5mm	NA	NA
205001	N/A	0	N/A	0	0	0	0-16m m	0-5mm	NA	NA
205002	N/A	0	N/A	0	0	0	0-16m m	0-5mm	NA	NA

**Design Strip: Support Line 3 ,Design Criteria: Rebar Envelope**

**Number of legs for shear stirrups: 2**

-----<top bars>-----<bottom bars>

<shear rebar>

Design section	Service	Strength	Service	Strength	As top	As bot	Top bar	Bottom bar	Av	Stirrup spacing
	mm2	mm2	mm2	mm2	mm2	mm2			mm2/m	
301000	N/A	0	N/A	0	0	0	0-16m m	0-5mm	NA	NA
301001	N/A	0	N/A	0	0	0	0-16m m	0-5mm	NA	NA
301002	N/A	72	N/A	0	525	0	0-16m m	0-5mm	NA	NA
302000	N/A	0	N/A	0	525	0	0-16m m	0-5mm	NA	NA
302001	N/A	0	N/A	0	0	0	0-16m m	0-5mm	NA	NA
302002	N/A	0	N/A	0	0	0	0-16m m	0-5mm	NA	NA
302003	N/A	0	N/A	0	0	0	0-16m m	0-5mm	NA	NA
302004	N/A	0	N/A	0	0	0	0-16m m	0-5mm	NA	NA
302005	N/A	0	N/A	0	0	0	0-16m m	0-5mm	NA	NA
302006	N/A	0	N/A	0	525	0	0-16m m	0-5mm	NA	NA
303000	N/A	0	N/A	0	525	0	0-16m m	0-5mm	NA	NA

303001	N/A	0	N/A	0	0	0	0-16m m	0-5mm	NA	NA
303002	N/A	0	N/A	0	0	0	0-16m m	0-5mm	NA	NA
303003	N/A	0	N/A	0	0	0	0-16m m	0-5mm	NA	NA
303004	N/A	0	N/A	0	0	0	0-16m m	0-5mm	NA	NA
303005	N/A	0	N/A	0	0	0	0-16m m	0-5mm	NA	NA
303006	N/A	0	N/A	0	525	0	0-16m m	0-5mm	NA	NA
304000	N/A	0	N/A	0	525	0	0-16m m	0-5mm	NA	NA
304001	N/A	0	N/A	0	0	0	0-16m m	0-5mm	NA	NA
304002	N/A	0	N/A	0	0	0	0-16m m	0-5mm	NA	NA
304003	N/A	0	N/A	0	0	404	0-16m m	0-5mm	NA	NA
304004	N/A	0	N/A	0	0	0	0-16m m	0-5mm	NA	NA
304005	N/A	0	N/A	0	0	0	0-16m m	0-5mm	NA	NA
304006	N/A	0	N/A	0	525	0	0-16m m	0-5mm	NA	NA
305000	N/A	62	N/A	0	525	0	0-16m m	0-5mm	NA	NA
305001	N/A	0	N/A	0	0	0	0-16m m	0-5mm	NA	NA
305002	N/A	0	N/A	0	0	0	0-16m m	0-5mm	NA	NA

**Design Strip: Support Line 4 ,Design Criteria: Rebar Envelope**  
**Number of legs for shear stirrups: 2**

-----<top bars>-----<bottom bars>

<shear rebar>

Design section	Service	Strength	Service	Strength	As top	As bot	Top bar	Bottom bar	Av	Stirrup spacing
	mm2	mm2	mm2	mm2	mm2	mm2			mm2/m	
401000	N/A	0	N/A	0	0	0	0-16m m	0-5mm	NA	NA
401001	N/A	0	N/A	0	0	0	0-16m m	0-5mm	NA	NA
401002	N/A	49	N/A	0	525	0	0-16m m	0-5mm	NA	NA
402000	N/A	23	N/A	0	525	0	0-16m m	0-5mm	NA	NA
402001	N/A	0	N/A	0	0	0	0-16m m	0-5mm	NA	NA
402002	N/A	0	N/A	0	0	0	0-16m m	0-5mm	NA	NA
402003	N/A	0	N/A	0	0	0	0-16m m	0-5mm	NA	NA



402004	N/A	0	N/A	0	0	0	0-16m m	0-5mm	NA	NA
402005	N/A	0	N/A	0	0	0	0-16m m	0-5mm	NA	NA
402006	N/A	0	N/A	0	525	0	0-16m m	0-5mm	NA	NA
403000	N/A	0	N/A	0	525	0	0-16m m	0-5mm	NA	NA
403001	N/A	0	N/A	0	0	0	0-16m m	0-5mm	NA	NA
403002	N/A	0	N/A	0	0	0	0-16m m	0-5mm	NA	NA
403003	N/A	0	N/A	0	0	0	0-16m m	0-5mm	NA	NA
403004	N/A	0	N/A	0	0	0	0-16m m	0-5mm	NA	NA
403005	N/A	0	N/A	0	0	0	0-16m m	0-5mm	NA	NA
403006	N/A	0	N/A	0	525	0	0-16m m	0-5mm	NA	NA
404000	N/A	0	N/A	0	525	0	0-16m m	0-5mm	NA	NA
404001	N/A	0	N/A	0	0	0	0-16m m	0-5mm	NA	NA
404002	N/A	0	N/A	0	0	0	0-16m m	0-5mm	NA	NA
404003	N/A	0	N/A	0	0	0	0-16m m	0-5mm	NA	NA
404004	N/A	0	N/A	0	0	0	0-16m m	0-5mm	NA	NA
404005	N/A	0	N/A	0	0	0	0-16m m	0-5mm	NA	NA
404006	N/A	0	N/A	0	525	0	0-16m m	0-5mm	NA	NA
405000	N/A	0	N/A	0	525	0	0-16m m	0-5mm	NA	NA
405001	N/A	0	N/A	0	0	0	0-16m m	0-5mm	NA	NA
405002	N/A	0	N/A	0	0	0	0-16m m	0-5mm	NA	NA

**Design Strip: Support Line 5 ,Design Criteria: Rebar Envelope**

**Number of legs for shear stirrups: 2**

-----<top bars>-----<bottom bars>

<shear rebar>

Design section	Service	Strength	Service	Strength	As top	As bot	Top bar	Bottom bar	Av	Stirrup spacing
	mm2	mm2	mm2	mm2	mm2	mm2			mm2/m	
501000	N/A	0	N/A	0	525	0	0-16m m	0-5mm	NA	NA
501001	N/A	0	N/A	0	0	0	0-16m m	0-5mm	NA	NA
501002	N/A	0	N/A	0	525	0	0-16m m	0-5mm	NA	NA

502000	N/A	0	N/A	0	525	0	0-16m m	0-5mm	NA	NA
502001	N/A	0	N/A	0	0	0	0-16m m	0-5mm	NA	NA
502002	N/A	0	N/A	0	0	0	0-16m m	0-5mm	NA	NA
502003	N/A	0	N/A	0	0	0	0-16m m	0-5mm	NA	NA
502004	N/A	0	N/A	0	0	0	0-16m m	0-5mm	NA	NA
502005	N/A	0	N/A	0	0	0	0-16m m	0-5mm	NA	NA
502006	N/A	0	N/A	0	525	0	0-16m m	0-5mm	NA	NA
503000	N/A	0	N/A	0	525	0	0-16m m	0-5mm	NA	NA
503001	N/A	0	N/A	0	0	0	0-16m m	0-5mm	NA	NA
503002	N/A	0	N/A	0	0	0	0-16m m	0-5mm	NA	NA
503003	N/A	0	N/A	0	0	0	0-16m m	0-5mm	NA	NA
503004	N/A	0	N/A	0	0	0	0-16m m	0-5mm	NA	NA
503005	N/A	0	N/A	0	0	0	0-16m m	0-5mm	NA	NA
503006	N/A	0	N/A	0	525	0	0-16m m	0-5mm	NA	NA
504000	N/A	0	N/A	0	525	0	0-16m m	0-5mm	NA	NA
504001	N/A	0	N/A	0	0	0	0-16m m	0-5mm	NA	NA
504002	N/A	0	N/A	0	0	0	0-16m m	0-5mm	NA	NA
504003	N/A	0	N/A	0	0	0	0-16m m	0-5mm	NA	NA
504004	N/A	0	N/A	0	0	0	0-16m m	0-5mm	NA	NA
504005	N/A	0	N/A	0	0	0	0-16m m	0-5mm	NA	NA
504006	N/A	0	N/A	0	525	0	0-16m m	0-5mm	NA	NA
505000	N/A	0	N/A	0	525	0	0-16m m	0-5mm	NA	NA
505001	N/A	0	N/A	0	0	0	0-16m m	0-5mm	NA	NA
505002	N/A	0	N/A	0	0	0	0-16m m	0-5mm	NA	NA

Design Strip: Support Line 6 ,Design Criteria: Rebar Envelope

Number of legs for shear stirrups: 2

-----<top bars>-----<bottom bars>

<shear rebar>

Design section	Service	Strength	Service	Strength	As top	As bot	Top bar	Bottom	Av	Stirrup
----------------	---------	----------	---------	----------	--------	--------	---------	--------	----	---------

								bar		spacing
	mm2	mm2	mm2	mm2	mm2	mm2			mm2/m	
601000	N/A	0	N/A	0	525	0	0-16m m	0-5mm	NA	NA
601001	N/A	0	N/A	0	0	0	0-16m m	0-5mm	NA	NA
601002	N/A	0	N/A	0	525	0	0-16m m	0-5mm	NA	NA
602000	N/A	0	N/A	0	525	0	0-16m m	0-5mm	NA	NA
602001	N/A	0	N/A	0	0	0	0-16m m	0-5mm	NA	NA
602002	N/A	0	N/A	0	0	0	0-16m m	0-5mm	NA	NA
602003	N/A	0	N/A	0	0	0	0-16m m	0-5mm	NA	NA
602004	N/A	0	N/A	0	0	0	0-16m m	0-5mm	NA	NA
602005	N/A	0	N/A	0	0	0	0-16m m	0-5mm	NA	NA
602006	N/A	0	N/A	0	525	0	0-16m m	0-5mm	NA	NA
603000	N/A	0	N/A	0	525	0	0-16m m	0-5mm	NA	NA
603001	N/A	0	N/A	0	0	0	0-16m m	0-5mm	NA	NA
603002	N/A	0	N/A	0	0	0	0-16m m	0-5mm	NA	NA
603003	N/A	0	N/A	0	0	0	0-16m m	0-5mm	NA	NA
603004	N/A	0	N/A	0	0	0	0-16m m	0-5mm	NA	NA
603005	N/A	0	N/A	0	0	0	0-16m m	0-5mm	NA	NA
603006	N/A	0	N/A	0	525	0	0-16m m	0-5mm	NA	NA
604000	N/A	0	N/A	0	525	0	0-16m m	0-5mm	NA	NA
604001	N/A	0	N/A	0	0	0	0-16m m	0-5mm	NA	NA
604002	N/A	0	N/A	0	0	0	0-16m m	0-5mm	NA	NA
604003	N/A	0	N/A	0	0	0	0-16m m	0-5mm	NA	NA
604004	N/A	0	N/A	0	0	0	0-16m m	0-5mm	NA	NA
604005	N/A	0	N/A	0	0	0	0-16m m	0-5mm	NA	NA
604006	N/A	0	N/A	0	525	0	0-16m m	0-5mm	NA	NA
605000	N/A	0	N/A	0	525	0	0-16m m	0-5mm	NA	NA
605001	N/A	0	N/A	0	0	0	0-16m m	0-5mm	NA	NA

605002	N/A	0	N/A	0	0	0	0-16m m	0-5mm	NA	NA
--------	-----	---	-----	---	---	---	------------	-------	----	----

Design Strip: Support Line 7 ,Design Criteria: Rebar Envelope

Number of legs for shear stirrups: 2

-----<top bars>-----<bottom bars>

<shear rebar>

Design section	Service	Strength	Service	Strength	As top	As bot	Top bar	Bottom bar	Av	Stirrup spacing
	mm2	mm2	mm2	mm2	mm2	mm2			mm2/m	
701000	N/A	0	N/A	0	525	0	0-16m m	0-5mm	NA	NA
701001	N/A	0	N/A	0	0	0	0-16m m	0-5mm	NA	NA
701002	N/A	0	N/A	0	525	0	0-16m m	0-5mm	NA	NA
702000	N/A	0	N/A	0	525	0	0-16m m	0-5mm	NA	NA
702001	N/A	0	N/A	0	0	0	0-16m m	0-5mm	NA	NA
702002	N/A	0	N/A	0	0	0	0-16m m	0-5mm	NA	NA
702003	N/A	0	N/A	0	0	0	0-16m m	0-5mm	NA	NA
702004	N/A	0	N/A	0	0	0	0-16m m	0-5mm	NA	NA
702005	N/A	0	N/A	0	0	0	0-16m m	0-5mm	NA	NA
702006	N/A	0	N/A	0	525	0	0-16m m	0-5mm	NA	NA
703000	N/A	0	N/A	0	525	0	0-16m m	0-5mm	NA	NA
703001	N/A	0	N/A	0	0	0	0-16m m	0-5mm	NA	NA
703002	N/A	0	N/A	0	0	0	0-16m m	0-5mm	NA	NA
703003	N/A	0	N/A	0	0	0	0-16m m	0-5mm	NA	NA
703004	N/A	0	N/A	0	0	0	0-16m m	0-5mm	NA	NA
703005	N/A	0	N/A	0	0	0	0-16m m	0-5mm	NA	NA
703006	N/A	0	N/A	0	525	0	0-16m m	0-5mm	NA	NA
704000	N/A	0	N/A	0	525	0	0-16m m	0-5mm	NA	NA
704001	N/A	0	N/A	0	0	0	0-16m m	0-5mm	NA	NA
704002	N/A	0	N/A	0	0	0	0-16m m	0-5mm	NA	NA
704003	N/A	0	N/A	0	0	0	0-16m m	0-5mm	NA	NA
704004	N/A	0	N/A	0	0	0	0-16m m	0-5mm	NA	NA

704005	N/A	0	N/A	0	0	0	0-16m m	0-5mm	NA	NA
704006	N/A	0	N/A	0	525	0	0-16m m	0-5mm	NA	NA
705000	N/A	0	N/A	0	525	0	0-16m m	0-5mm	NA	NA
705001	N/A	0	N/A	0	0	0	0-16m m	0-5mm	NA	NA
705002	N/A	0	N/A	0	0	0	0-16m m	0-5mm	NA	NA

**Design Strip: Support Line 8 ,Design Criteria: Rebar Envelope**

**Number of legs for shear stirrups: 2**

-----<top bars>-----<bottom bars>

<shear rebar>

Design section	Service	Strength	Service	Strength	As top	As bot	Top bar	Bottom bar	Av	Stirrup spacing
	mm2	mm2	mm2	mm2	mm2	mm2			mm2/m	
801000	N/A	0	N/A	0	525	0	0-16m m	0-5mm	NA	NA
801001	N/A	0	N/A	0	0	0	0-16m m	0-5mm	NA	NA
801002	N/A	0	N/A	0	525	0	0-16m m	0-5mm	NA	NA
802000	N/A	0	N/A	0	525	0	0-16m m	0-5mm	NA	NA
802001	N/A	0	N/A	0	0	0	0-16m m	0-5mm	NA	NA
802002	N/A	0	N/A	0	0	0	0-16m m	0-5mm	NA	NA
802003	N/A	0	N/A	0	0	0	0-16m m	0-5mm	NA	NA
802004	N/A	0	N/A	0	0	0	0-16m m	0-5mm	NA	NA
802005	N/A	0	N/A	0	0	0	0-16m m	0-5mm	NA	NA
802006	N/A	0	N/A	0	525	0	0-16m m	0-5mm	NA	NA
803000	N/A	0	N/A	0	525	0	0-16m m	0-5mm	NA	NA
803001	N/A	0	N/A	0	0	0	0-16m m	0-5mm	NA	NA
803002	N/A	0	N/A	0	0	0	0-16m m	0-5mm	NA	NA
803003	N/A	0	N/A	0	0	0	0-16m m	0-5mm	NA	NA
803004	N/A	0	N/A	0	0	0	0-16m m	0-5mm	NA	NA
803005	N/A	0	N/A	0	0	0	0-16m m	0-5mm	NA	NA
803006	N/A	0	N/A	0	525	0	0-16m m	0-5mm	NA	NA
804000	N/A	0	N/A	0	525	0	0-16m m	0-5mm	NA	NA

804001	N/A	0	N/A	0	0	0	0-16m m	0-5mm	NA	NA
804002	N/A	0	N/A	0	0	0	0-16m m	0-5mm	NA	NA
804003	N/A	0	N/A	0	0	0	0-16m m	0-5mm	NA	NA
804004	N/A	0	N/A	0	0	0	0-16m m	0-5mm	NA	NA
804005	N/A	0	N/A	0	0	0	0-16m m	0-5mm	NA	NA
804006	N/A	0	N/A	0	525	0	0-16m m	0-5mm	NA	NA
805000	N/A	0	N/A	0	525	0	0-16m m	0-5mm	NA	NA
805001	N/A	0	N/A	0	0	0	0-16m m	0-5mm	NA	NA
805002	N/A	0	N/A	0	0	0	0-16m m	0-5mm	NA	NA

### 5.3.1 – DETALHAMENTO DAS ARMADURAS

#### 5.3.1.1 – ARMADURAS POSITIVAS

O detalhamento das armaduras passivas positivas foi de acordo com a seguinte metodologia:

- Cálculo da armadura mínima de acordo com a ABNT NBR-6118/2014, que é igual a  $0,5 \times 0,15\% \times (\text{área da seção transversal de concreto})$ , encontrado o valor de  $1,5 \text{ cm}^2/\text{m}$ , adotando-se como armadura de base tela soldada do tipo Q159 (4.5 c/10).
- Verificação se alguma seção de projeto necessite de armadura passiva maior que a mínima. Caso afirmativo, posicionar armadura complementar em vergalhão perfazendo a seção de cálculo necessária.

#### 5.3.1.2 – ARMADURAS NEGATIVAS

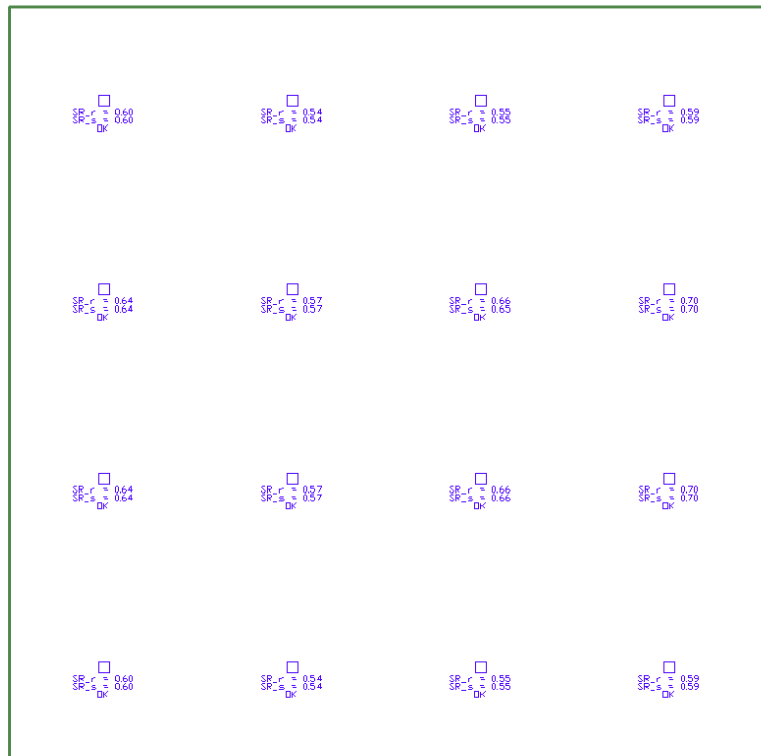
O detalhamento das armaduras passivas negativas foi de acordo com a seguinte metodologia:

- Cálculo da armadura mínima de acordo com a ABNT NBR-6118/2014, que é igual a  $0,15\% \times (\text{área da seção transversal de concreto})$ , encontrado o valor de  $3,0 \text{ cm}^2/\text{m}$ .
- Verificação da armadura de cálculo sobre os apoios e comparação com a armadura mínima, adotando-se a maior delas.

## 5.4 – DIMENSIONAMENTO DAS ARMADURAS PASSIVAS DE PUNÇÃO

Os gráficos apresentados na figura a seguir são demonstrativos da necessidade ou não de armaduras de punção.

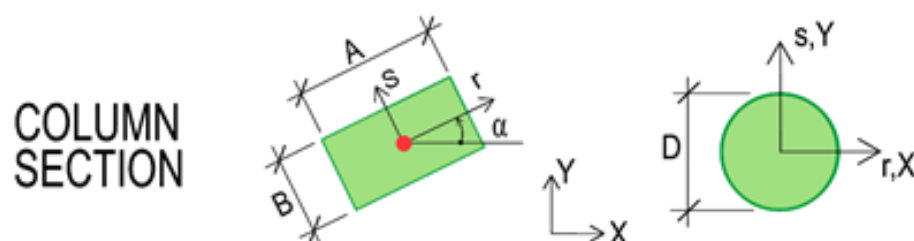
Design Sections, Stresses, Bottom (Kg/cm<sup>2</sup>)  
Load Combination: Service (Total Load) (SERVICE\_TOTAL\_LOAD)  
Tensile stress positive  
Max: 11.75  
Min: -39.61



Verificação da punção nos apoios sobre as estacas

A próxima figura apresenta o cálculo das tensões de punção e os valores limites. De acordo com o ACI-318, todos os apoios estão com a relação tensão atuante/tensão admissível menor que 1, portanto, não é necessário armar à punção a laje.

## 180.40 PUNCHING SHEAR CHECK RESULTS



Load Combination: Strength (Dead and Live)

Label	Condition	Axis	Factored shear	Factored moment	Stress due to shear	Stress due to moment	Total stress	Allowable stress	Stress ratio
			kN	kN-m	MPa	MPa	MPa	MPa	
Column 1	Interior	rr	-218.100	-0.201	1.00	0.00	1.00	1.87	0.60
Column 1	Interior	ss	-218.100	-0.239	1.00	0.00	1.00	1.87	0.60
Column 2	Interior	rr	-194.750	-0.233	0.89	0.00	0.90	1.87	0.54
Column 2	Interior	ss	-194.750	0.040	0.89	0.00	0.89	1.87	0.54
Column 3	Interior	rr	-199.790	-0.203	0.92	0.00	0.92	1.87	0.55
Column 3	Interior	ss	-199.790	-0.013	0.92	0.00	0.92	1.87	0.55
Column 4	Interior	rr	-215.830	-0.180	0.99	0.00	0.99	1.87	0.59
Column 4	Interior	ss	-215.830	0.187	0.99	0.00	0.99	1.87	0.59
Column 5	Interior	rr	-231.510	0.158	1.06	0.00	1.06	1.87	0.64
Column 5	Interior	ss	-231.510	-0.149	1.06	0.00	1.06	1.87	0.64
Column 6	Interior	rr	-208.320	0.173	0.96	0.00	0.96	1.87	0.57
Column 6	Interior	ss	-208.320	-0.058	0.96	0.00	0.96	1.87	0.57
Column 7	Interior	rr	-237.810	0.214	1.09	0.00	1.09	1.87	0.66
Column 7	Interior	ss	-237.810	0.182	1.09	0.00	1.09	1.87	0.65
Column 8	Interior	rr	-253.440	0.202	1.16	0.00	1.17	1.87	0.70
Column 8	Interior	ss	-253.440	-0.022	1.16	0.00	1.16	1.87	0.70
Column 9	Interior	rr	-231.050	-0.167	1.06	0.00	1.06	1.87	0.64
Column 9	Interior	ss	-231.050	-0.143	1.06	0.00	1.06	1.87	0.64
Column 10	Interior	rr	-208.610	-0.160	0.96	0.00	0.96	1.87	0.57
Column 10	Interior	ss	-208.610	-0.048	0.96	0.00	0.96	1.87	0.57
Column 11	Interior	rr	-239.590	-0.206	1.10	0.00	1.10	1.87	0.66
Column 11	Interior	ss	-239.590	0.172	1.10	0.00	1.10	1.87	0.66
Column 12	Interior	rr	-253.820	-0.204	1.16	0.00	1.17	1.87	0.70
Column 12	Interior	ss	-253.820	-0.022	1.16	0.00	1.16	1.87	0.70
Column 13	Interior	rr	-217.110	0.196	1.00	0.00	1.00	1.87	0.60
Column 13	Interior	ss	-217.110	-0.247	1.00	0.00	1.00	1.87	0.60
Column 14	Interior	rr	-195.580	0.207	0.90	0.00	0.90	1.87	0.54
Column 14	Interior	ss	-195.580	0.052	0.90	0.00	0.90	1.87	0.54
Column 15	Interior	rr	-199.250	0.181	0.91	0.00	0.92	1.87	0.55
Column 15	Interior	ss	-199.250	-0.037	0.91	0.00	0.91	1.87	0.55
Column 16	Interior	rr	-215.040	0.180	0.99	0.00	0.99	1.87	0.59
Column 16	Interior	ss	-215.040	0.200	0.99	0.00	0.99	1.87	0.59

Verificação da punção



## **6. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS**

1. Bowles, Joseph E.: "Foundation Analysis and Design; Ed. McGraw-Hill International, 1998
2. "Suggested Analysis and Design Procedures for Combined Footings and Mats"; Reported by ACI Committee 336, 1988
3. Post-Tensioning Manual – Sixth Edition: PTI: Post-Tensioning Institute, 2006
4. ACI – American Concrete Institute: Guide for Concrete Floor and Slab Construction (ACI 302.1R-96), Detroit, USA, 1996
5. PCA - Portland Cement Association: Concrete Floors on Ground, Skokie, 1983
6. Rodrigues, Públio P. F. e Cassaro, Caio Frascino: Pisos Industriais de Concreto, São Paulo, 2002.



PREFEITURA MUNICIPAL DE MARICÁ  
ESTADO DO RIO DE JANEIRO

# **ANEXO E**

## **DIMENSIONAMENTO ELÉTRICO DA ILUMINAÇÃO**



---

**Projeto : Projeto\_CQT Prysmian****Circuito : GERAL**

---

**Dados de entrada**

Maneira de instalar:	Eletroduto enterrado
Sistema:	Trifásico+Terra(3F+N+T)(Equil)
Cabo:	Cabo EPROTENAX 0,6/1kV unipolar
Número de condutores por fase :	Automático
Seção nominal do condutor :	Automática
Seção mínima de cada condutor:	1.5 mm <sup>2</sup>
Temperatura ambiente:	30 °C
Conteúdo de harmônicas:	0 %
Dispositivo de proteção :	Conf. NBR 5410/2004 - 220V
Fator de correção do disjuntor :	1.00
Comprimento do circuito	140.0 m
Queda de tensão máxima admitida :	3.00 %
Tensão fase/fase :	220 V
Tensão fase/neutro :	127.02 V
Fator de correção de agrupamento :	Automático
Resistividade térmica do solo:	2.50 ohm/m
Corrente c.c. presumida (Ikmax):	4.0 kA
Espaçamento entre eletrodutos	Nulo
Número de circuitos	1
Corrente do circuito :	80.0 A
Fator de potência do circuito :	0.92
Fator de demanda :	1.00

**Valores calculados**

Seção nominal dos condutores :	1 x 95 mm <sup>2</sup>
Critério de dimensionamento:	Queda de tensão
Capacidade de condução de corrente :	1 x 196.2 A
Fator de correção de agrupamento :	1.00
Fator de correção de temperatura :	0.93
Resistência em CA de cada condutor :	0.2475 ohm/km
Reatância indutiva de cada condutor :	0.1028 ohm/km
Queda de tensão efetiva :	2.36 %
Corrente nominal do dispositivo de proteção :	1 x 90 A
Verificar capacidade de interrupção (ruptura) do dispositivo de proteção.	
Icc presumida mínima ponto extremo (Ikmin) :	1.28e+003 A
I <sub>2t</sub> de cada condutor para Ikmax :	2.13e+008 A
I <sub>2t</sub> de cada condutor para Ikmin :	3.25e+008 A



---

**Projeto : Projeto\_CQT Prysmian****Circuito : GERAL**

---

Tempo máximo para atuação da proteção para Ikmax :	1.33e+001 s
Seção nominal do condutor neutro :	1 x 50 mm <sup>2</sup>
Ver condições para redução do condutor neutro na NBR5410/2004.	
Seção nominal do condutor de proteção :	50 mm <sup>2</sup>
Protegido contra contatos indiretos (esquema TN).	



---

**Projeto :** Projeto\_CQT Prysmian**Circuito :** 01 ILUMINAÇÃO PÁTIO

---

**Dados de entrada**

Maneira de instalar:	Eletroduto enterrado
Sistema:	Trifásico+Terra (3F+T)
Cabo:	Cabo SINTENAX FLEX 0,6/1kV unipolar
Número de condutores por fase :	Automático
Seção nominal do condutor :	Automática
Seção mínima de cada condutor:	6 mm <sup>2</sup>
Temperatura ambiente:	30 °C
Dispositivo de proteção :	Conf. NBR 5410/2004 - 220V
Fator de correção do disjuntor :	1.00
Comprimento do circuito	47.0 m
Queda de tensão máxima admitida :	5.00 %
Tensão fase/fase :	220 V
Fator de correção de agrupamento :	Automático
Resistividade térmica do solo:	2.50 ohm/m
Corrente c.c. presumida (Ikmax):	3.0 kA
Espaçamento entre eletrodutos	Nulo
Número de circuitos	6
Corrente do circuito :	10.9 A
Fator de potência do circuito :	0.92
Fator de demanda :	1.00

**Valores calculados**

Seção nominal dos condutores :	1 x 6 mm <sup>2</sup>
Critério de dimensionamento:	Seção mínima
Capacidade de condução de corrente :	1 x 20.8 A
Fator de correção de agrupamento :	0.60
Fator de correção de temperatura :	0.89
Resistência em CA de cada condutor :	3.6853 ohm/km
Reatância indutiva de cada condutor :	0.1335 ohm/km
Queda de tensão efetiva :	1.39 %
Corrente nominal do dispositivo de proteção :	1 x 15 A
Verificar capacidade de interrupção (ruptura) do dispositivo de proteção.	
Icc presumida mínima ponto extremo (Ikmin) :	2.40e+002 A
I <sub>2t</sub> de cada condutor para Ikmax :	4.90e+005 A
I <sub>2t</sub> de cada condutor para Ikmin :	7.39e+005 A
Tempo máximo para atuação da proteção para Ikmax :	5.44e-002 s
Seção nominal do condutor de proteção :	6 mm <sup>2</sup>



---

**Projeto :** Projeto\_CQT Prysmian**Circuito :** 02 ILUMINAÇÃO PÁTIO

---

**Dados de entrada**

Maneira de instalar:	Eletroduto enterrado
Sistema:	Trifásico+Terra (3F+T)
Cabo:	Cabo SINTENAX 0,6/1kV unipolar
Número de condutores por fase :	Automático
Seção nominal do condutor :	Automática
Seção mínima de cada condutor:	6 mm <sup>2</sup>
Temperatura ambiente:	35 °C
Dispensada verificação contra contatos indiretos	
Dispensada verificação contra sobrecarga	
Comprimento do circuito	89.0 m
Queda de tensão máxima admitida :	5.00 %
Tensão fase/fase :	220 V
Fator de correção de agrupamento :	Automático
Resistividade térmica do solo:	2.50 ohm/m
Corrente c.c. presumida (Ikmax):	3.0 kA
Espaçamento entre eletrodutos	Nulo
Número de circuitos	6
Corrente do circuito :	10.9 A
Fator de potência do circuito :	0.92
Fator de demanda :	1.00

**Valores calculados**

Seção nominal dos condutores :	1 x 6 mm <sup>2</sup>
Critério de dimensionamento:	Seção mínima
Capacidade de condução de corrente :	1 x 19.7 A
Fator de correção de agrupamento :	0.60
Fator de correção de temperatura :	0.84
Resistência em CA de cada condutor :	3.6853 ohm/km
Reatância indutiva de cada condutor :	0.1335 ohm/km
Queda de tensão efetiva :	2.63 %
Icc presumida mínima ponto extremo (Ikmin) :	1.27e+002 A
I <sup>2</sup> t de cada condutor para Ikmax :	4.90e+005 A
I <sup>2</sup> t de cada condutor para Ikmin :	1.43e+006 A
Tempo máximo para atuação da proteção para Ikmax :	5.44e-002 s
Seção nominal do condutor de proteção :	6 mm <sup>2</sup>



---

**Projeto :** Projeto\_CQT Prysmian**Circuito :** 03 ILUMINAÇÃO PÁTIO

---

**Dados de entrada**

Maneira de instalar:	Eletroduto enterrado
Sistema:	Trifásico+Terra (3F+T)
Cabo:	Cabo SINTENAX FLEX 0,6/1kV unipolar
Número de condutores por fase :	Automático
Seção nominal do condutor :	Automática
Seção mínima de cada condutor:	6 mm <sup>2</sup>
Temperatura ambiente:	35 °C
Dispensada verificação contra contatos indiretos	
Dispensada verificação contra sobrecarga	
Comprimento do circuito	130.0 m
Queda de tensão máxima admitida :	5.00 %
Tensão fase/fase :	220 V
Fator de correção de agrupamento :	Automático
Resistividade térmica do solo:	2.50 ohm/m
Corrente c.c. presumida (Ikmax):	3.0 kA
Espaçamento entre eletrodutos	Nulo
Número de circuitos	6
Corrente do circuito :	10.9 A
Fator de potência do circuito :	0.92
Fator de demanda :	1.00

**Valores calculados**

Seção nominal dos condutores :	1 x 6 mm <sup>2</sup>
Critério de dimensionamento:	Queda de tensão
Capacidade de condução de corrente :	1 x 19.7 A
Fator de correção de agrupamento :	0.60
Fator de correção de temperatura :	0.84
Resistência em CA de cada condutor :	3.6853 ohm/km
Reatância indutiva de cada condutor :	0.1335 ohm/km
Queda de tensão efetiva :	3.84 %
Icc presumida mínima ponto extremo (Ikmin) :	8.68e+001 A
I <sub>2t</sub> de cada condutor para Ikmax :	4.90e+005 A
I <sub>2t</sub> de cada condutor para Ikmin :	5.37e+006 A
Tempo máximo para atuação da proteção para Ikmax :	5.44e-002 s
Seção nominal do condutor de proteção :	6 mm <sup>2</sup>



---

**Projeto :** Projeto\_CQT Prysmian**Circuito :** 04 ILUMINAÇÃO PÁTIO

---

**Dados de entrada**

Maneira de instalar:	Eletroduto enterrado
Sistema:	Trifásico+Terra (3F+T)
Cabo:	Cabo SINTENAX 0,6/1kV unipolar
Número de condutores por fase :	Automático
Seção nominal do condutor :	Automática
Seção mínima de cada condutor:	16 mm <sup>2</sup>
Temperatura ambiente:	30 °C
Dispensada verificação contra contatos indiretos	
Dispensada verificação contra sobrecarga	
Comprimento do circuito	171.0 m
Queda de tensão máxima admitida :	5.00 %
Tensão fase/fase :	220 V
Fator de correção de agrupamento :	Automático
Resistividade térmica do solo:	2.50 ohm/m
Corrente c.c. presumida (Ikmax):	3.0 kA
Espaçamento entre eletrodutos	Nulo
Número de circuitos	6
Corrente do circuito :	10.9 A
Fator de potência do circuito :	0.92
Fator de demanda :	1.00

**Valores calculados**

Seção nominal dos condutores :	1 x 16 mm <sup>2</sup>
Critério de dimensionamento:	Seção mínima
Capacidade de condução de corrente :	1 x 35.8 A
Fator de correção de agrupamento :	0.60
Fator de correção de temperatura :	0.89
Resistência em CA de cada condutor :	1.3762 ohm/km
Reatância indutiva de cada condutor :	0.1175 ohm/km
Queda de tensão efetiva :	1.93 %
Icc presumida mínima ponto extremo (Ikmin) :	1.76e+002 A
I <sup>2</sup> t de cada condutor para Ikmax :	3.54e+006 A
I <sup>2</sup> t de cada condutor para Ikmin :	1.48e+007 A
Tempo máximo para atuação da proteção para Ikmax :	3.94e-001 s
Seção nominal do condutor de proteção :	16 mm <sup>2</sup>





---

**Projeto :** Projeto\_CQT Prysmian**Circuito :** 05 ILUMINAÇÃO PÁTIO

---

**Dados de entrada**

Maneira de instalar:	Eletroduto enterrado
Sistema:	Trifásico+Terra (3F+T)
Cabo:	Cabo SINTENAX 0,6/1kV unipolar
Número de condutores por fase :	Automático
Seção nominal do condutor :	Automática
Seção mínima de cada condutor:	16 mm <sup>2</sup>
Temperatura ambiente:	30 °C
Dispensada verificação contra contatos indiretos	
Dispensada verificação contra sobrecarga	
Comprimento do circuito	213.0 m
Queda de tensão máxima admitida :	3.00 %
Tensão fase/fase :	220 V
Fator de correção de agrupamento :	Automático
Resistividade térmica do solo:	2.50 ohm/m
Corrente c.c. presumida (Ikmax):	5.0 kA
Espaçamento entre eletrodutos	Nulo
Número de circuitos	6
Corrente do circuito :	10.9 A
Fator de potência do circuito :	0.92
Fator de demanda :	1.00

**Valores calculados**

Seção nominal dos condutores :	1 x 16 mm <sup>2</sup>
Critério de dimensionamento:	Queda de tensão
Capacidade de condução de corrente :	1 x 35.8 A
Fator de correção de agrupamento :	0.60
Fator de correção de temperatura :	0.89
Resistência em CA de cada condutor :	1.3762 ohm/km
Reatância indutiva de cada condutor :	0.1175 ohm/km
Queda de tensão efetiva :	2.40 %
Icc presumida mínima ponto extremo (Ikmin) :	1.41e+002 A
I <sup>2</sup> t de cada condutor para Ikmax :	3.48e+006 A
I <sup>2</sup> t de cada condutor para Ikmin :	3.91e+007 A
Tempo máximo para atuação da proteção para Ikmax :	1.39e-001 s
Seção nominal do condutor de proteção :	16 mm <sup>2</sup>



---

**Projeto :** Projeto\_CQT Prysmian**Circuito :** 06 ILUMINAÇÃO PÁTIO

---

**Dados de entrada**

Maneira de instalar:	Eletroduto enterrado
Sistema:	Trifásico+Terra (3F+T)
Cabo:	Cabo SINTENAX 0,6/1kV unipolar
Número de condutores por fase :	Automático
Seção nominal do condutor :	Automática
Seção mínima de cada condutor:	16 mm <sup>2</sup>
Temperatura ambiente:	30 °C
Dispensada verificação contra contatos indiretos	
Dispensada verificação contra sobrecarga	
Comprimento do circuito	254.0 m
Queda de tensão máxima admitida :	5.00 %
Tensão fase/fase :	220 V
Fator de correção de agrupamento :	Automático
Resistividade térmica do solo:	2.50 ohm/m
Corrente c.c. presumida (Ikmax):	3.0 kA
Espaçamento entre eletrodutos	Nulo
Número de circuitos	6
Corrente do circuito :	10.9 A
Fator de potência do circuito :	0.92
Fator de demanda :	1.00

**Valores calculados**

Seção nominal dos condutores :	1 x 16 mm <sup>2</sup>
Critério de dimensionamento:	Seção mínima
Capacidade de condução de corrente :	1 x 35.8 A
Fator de correção de agrupamento :	0.60
Fator de correção de temperatura :	0.89
Resistência em CA de cada condutor :	1.3762 ohm/km
Reatância indutiva de cada condutor :	0.1175 ohm/km
Queda de tensão efetiva :	2.86 %
Icc presumida mínima ponto extremo (Ikmin) :	1.19e+002 A
I <sup>2</sup> t de cada condutor para Ikmax :	3.54e+006 A
I <sup>2</sup> t de cada condutor para Ikmin :	5.29e+008 A
Tempo máximo para atuação da proteção para Ikmax :	3.94e-001 s
Seção nominal do condutor de proteção :	16 mm <sup>2</sup>



---

**Projeto :** Projeto\_CQT Prysmian**Circuito :** 07 ILUMINAÇÃO PÁTIO

---

**Dados de entrada**

Maneira de instalar:	Eletroduto enterrado
Sistema:	Trifásico+Terra (3F+T)
Cabo:	Cabo SINTENAX 0,6/1kV unipolar
Número de condutores por fase :	Automático
Seção nominal do condutor :	Automática
Seção mínima de cada condutor:	16 mm <sup>2</sup>
Temperatura ambiente:	35 °C
Dispensada verificação contra contatos indiretos	
Dispensada verificação contra sobrecarga	
Comprimento do circuito	295.0 m
Queda de tensão máxima admitida :	5.00 %
Tensão fase/fase :	220 V
Fator de correção de agrupamento :	Automático
Resistividade térmica do solo:	2.50 ohm/m
Corrente c.c. presumida (Ikmax):	3.0 kA
Espaçamento entre eletrodutos	Nulo
Número de circuitos	6
Corrente do circuito :	10.9 A
Fator de potência do circuito :	0.92
Fator de demanda :	1.00

**Valores calculados**

Seção nominal dos condutores :	1 x 16 mm <sup>2</sup>
Critério de dimensionamento:	Queda de tensão
Capacidade de condução de corrente :	1 x 33.8 A
Fator de correção de agrupamento :	0.60
Fator de correção de temperatura :	0.84
Resistência em CA de cada condutor :	1.3762 ohm/km
Reatância indutiva de cada condutor :	0.1175 ohm/km
Queda de tensão efetiva :	3.32 %
Icc presumida mínima ponto extremo (Ikmin) :	1.02e+002 A
I <sup>2</sup> t de cada condutor para Ikmax :	3.54e+006 A
I <sup>2</sup> t de cada condutor para Ikmin :	1.00e+010 A
Tempo máximo para atuação da proteção para Ikmax :	3.94e-001 s
Seção nominal do condutor de proteção :	16 mm <sup>2</sup>



---

**Projeto :** Projeto\_CQT Prysmian**Circuito :** 08 ILUMINAÇÃO PÁTIO

---

**Dados de entrada**

Maneira de instalar:	Eletroduto enterrado
Sistema:	Trifásico+Terra (3F+T)
Cabo:	Cabo SINTENAX 0,6/1kV unipolar
Número de condutores por fase :	Automático
Seção nominal do condutor :	Automática
Seção mínima de cada condutor:	16 mm <sup>2</sup>
Temperatura ambiente:	30 °C
Dispensada verificação contra contatos indiretos	
Dispensada verificação contra sobrecarga	
Comprimento do circuito	337.0 m
Queda de tensão máxima admitida :	5.00 %
Tensão fase/fase :	220 V
Fator de correção de agrupamento :	Automático
Resistividade térmica do solo:	2.50 ohm/m
Corrente c.c. presumida (Ikmax):	3.0 kA
Espaçamento entre eletrodutos	Nulo
Número de circuitos	6
Corrente do circuito :	10.9 A
Fator de potência do circuito :	0.92
Fator de demanda :	1.00

**Valores calculados**

Seção nominal dos condutores :	1 x 16 mm <sup>2</sup>
Critério de dimensionamento:	Queda de tensão
Capacidade de condução de corrente :	1 x 35.8 A
Fator de correção de agrupamento :	0.60
Fator de correção de temperatura :	0.89
Resistência em CA de cada condutor :	1.3762 ohm/km
Reatância indutiva de cada condutor :	0.1175 ohm/km
Queda de tensão efetiva :	3.79 %
Icc presumida mínima ponto extremo (Ikmin) :	8.93e+001 A
I <sup>2</sup> t de cada condutor para Ikmax :	3.54e+006 A
I <sup>2</sup> t de cada condutor para Ikmin :	1.00e+010 A
Tempo máximo para atuação da proteção para Ikmax :	3.94e-001 s
Seção nominal do condutor de proteção :	16 mm <sup>2</sup>