



T – 108/17

São Paulo, 20 de Agosto de 2018.

À
MITRE DRAUSIO EMPREENDIMENTOS SPE LIMITADA.

At.: Engº Resp. Técnico Rodrigo Chies
Ref.: Rua Dráusio nºs 86, 108 e 114 - Butantã
São Paulo/SP

Prezado Senhor,

Atendendo à solicitação de V.Sa, apresentamos nosso relatório técnico sobre as interferências que a futura obra em referência irá causar na linha existente de metrô.

1. Introdução

O objetivo deste trabalho é analisar as escavações e as fundações projetadas para a construção do futuro edifício e calcular os acréscimos de tensões e suas conseqüências para a calota do metrô, localizada no subsolo do terreno.

2. Elementos de Referência

Para a elaboração deste relatório, foram utilizados os seguintes elementos:

- 2.1. Resultados das sondagens à percussão de simples reconhecimento, sondagens SP1 a SP5, com medidas de SPT de metro em metro, executadas no local durante o mês de fevereiro de 2017 pela empresa ENGESONDA Solos e Fundações Ltda.
- 2.2. Plantas do Projeto de Fundações, elaborado pela empresa Apoio Assessoria e Projetos de Fundações S/S Ltda, emitido em 16/08/2018.
- 2.3. Consulta de Uso de Área – Rua Dráusio, 86 a 114 CT1171/2016. Documento disponibilizado pela Companhia do Metropolitano de São Paulo. Ref.: CQ-4.14.02.00/5A9-002.

APOIO Assessoria e Projeto de Fundações S/S Ltda.

Avenida Brigadeiro Faria Lima, 1685 • 5º Andar • Conjunto 5G • CEP 01451-001 • São Paulo • SP
Telefone: 11 3814-1755 • Fax: 11 3031-9460 • E-mail: apoioapf@terra.com.br

3. Descrição do Subsolo

Foi realizada uma campanha de investigação geotécnica, constituída por 5 furos de sondagens a percussão, cujo resultado indicou um solo bastante homogêneo para o terreno. Como característica geral do subsolo, abaixo da cota do último subsolo (cota ~728,00), temos o início o solo residual, composto ora por silte arenoso e ora por silte argiloso, variando de médio a rijo até a compacto e muito compacto. As medidas de SPT variam entre 10 e 20 golpes, nos primeiros 10 a 15 metros de perfuração, e vão aumentando gradativamente com a profundidade até atingirem valores superiores a 30 e 40 golpes nos últimos metros de investigação (vide resultado das sondagens em ANEXO). O nível d'água se encontra, de acordo com as sondagens executadas no local, aproximadamente entre as cotas 726,00 e 727,00.

4. Análise do Projeto de Fundações e o Túnel do Metrô

O projeto de fundação para o empreendimento em referência indica a execução de estacas tipo Hélice Contínua, com diâmetros variando entre 50 e 100cm (vide projeto em ANEXO). Para a região sobre o metrô, iremos estudar a "pior" situação, que é onde teremos os maiores carregamentos concentrados, com estacas de diâmetros variando entre 70 e 90 cm, e com suas cotas de ponta FIXADAS na cota 709,00. Apresentamos, na figura a seguir, a região com maior carregamento e a projeção do túnel do metrô.

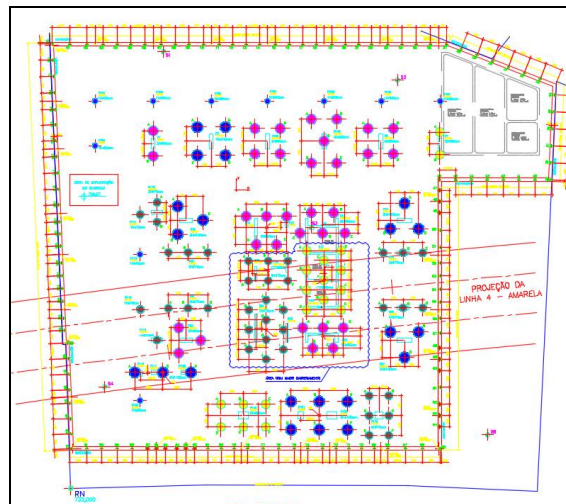


Fig 01. Área estudada (região com maior carregamento) e projeção do Metrô

A situação de maior carga sobre o túnel do metrô é a região entre os futuros blocos dos pilares P18, P19, P24, P25, P17, P20 e P26. Estes blocos terão, ao todo, 16 estacas de 70cm, 11 estacas de 80cm e 5 estacas de 90cm de diâmetro, com uma somatória de carga total projetada de 5.856 tf.

Dentre as diversas maneiras de se estimar o acréscimo de tensão no solo devido à um grupo de estacas carregadas, a que será utilizada neste estudo é a fórmula citada pelos seguintes autores em suas reconhecidas publicações:

Joseph E. Bowles (Foundation - Analysis and Design)

MJ Tomlinson (Foundation Design and Construction)

Poulos Davis (Pile Foundation Analysis and Design)

Segundo estes autores, o acréscimo de tensão no solo gerado por um grupo de estacas pode ser calculado como sendo a carga total aplicada nas estacas, dividido pela área em planta da projeção destas estacas. De acordo com esta teoria, esta é a tensão média aplicada no terreno a uma profundidade localizada a dois terços da profundidade das estacas, conforme esquema a baixo:

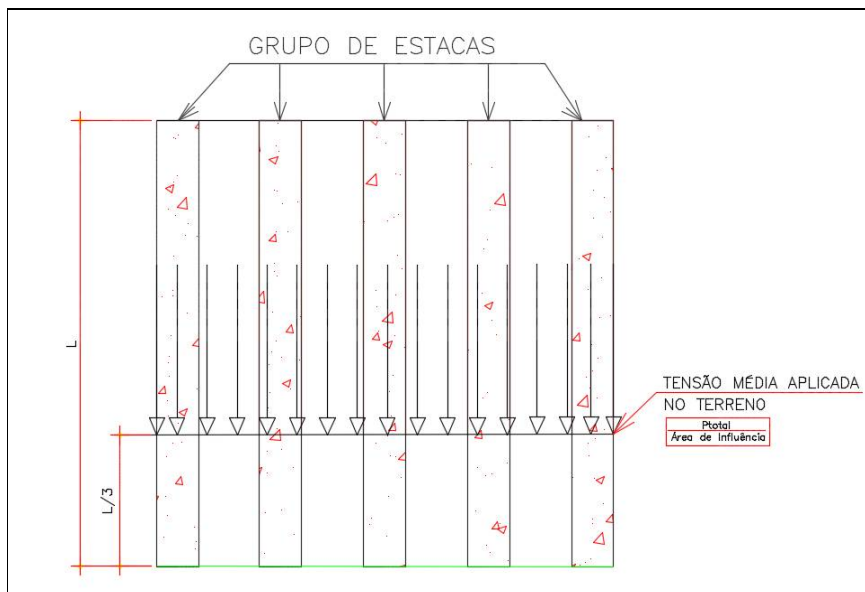


Fig 02. Acréscimo de tensão no solo devido a um carregamento por estacas.

Em nosso caso, a área de influência correspondente a este bloco é de aproximadamente 9,0 x 10,0m, conforme representado na figura a seguir:

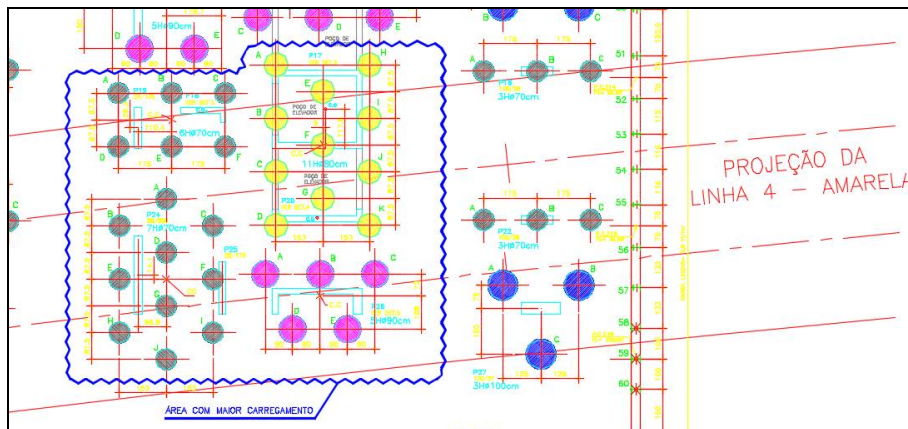


Fig 02. Área de influência mais carregada na região de estudo.

Desta forma, podemos calcular a tensão na profundidade $L_{estaca}/3$ da estaca (cota 714,7), como sendo:

$$P_{total} = 5.856tf$$

$$\text{Área de influência aproximada} = 9,0 \times 10,0 = 90m^2$$

$$\sigma_1 = \frac{5856tf}{90m^2} = 65,1tf / m^2 \text{ (Na cota 714,7)}$$

Para o topo da calota do túnel (cota 704,00), a tensão será "espraiada" conforme geometria esquematizada na figura a seguir:

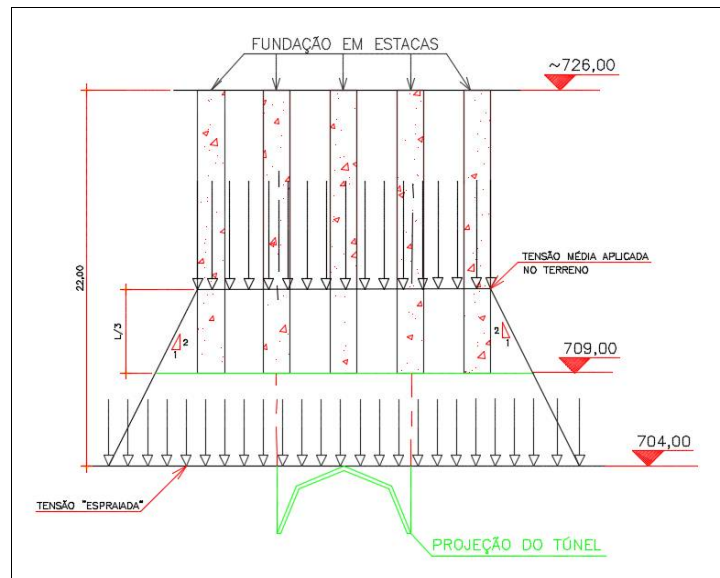


Fig 03. Distribuição teórica da tensão, no topo da calota do Metrô.

Fazendo-se as contas, a tensão na cota do topo da calota será de:

$$\sigma_1 = \frac{5856tf}{19,7 \times 20,7} = 14,4tf / m^2 \text{ (Na cota 704,00)}$$

A partir do acréscimo de tensão na calota do metrô, podemos estimar que estes esforços irão gerar um acréscimo aproximado de força de compressão na calota externa do metrô de:

$$F_{compressão} = \frac{\sigma \cdot V\tilde{a}o}{2} = \frac{14,4 \times 9,0}{2} \approx 64,8tf$$

T – 108/17

6/6

Como a espessura da calota do túnel é de 30cm, esta força de compressão irá gerar um acréscimo de tensão de

$$Tensão_{compressão} = \frac{64,8}{0,3} \approx 216tf / m2 \text{ ou } 2,2MPa$$

Considerando-se que a tensão resistente de cálculo do concreto utilizada pelo metrô, utilizando-se os coeficientes de ponderação estipulados em norma (Norma NBR-6118 - Item 24) é de 17,7MPa (para concreto Fck = 35MPa), e as tensões de compressão na calota do metrô, para esta região, é de no máximo 12,18 MPa (segundo informações fornecidas pelo Metrô), concluímos que, mesmo com o acréscimo de tensão causado pelas estacas, a tensão no concreto ainda fica bastante inferior à tensão resistente de cálculo (17,7MPa).

Vale a pena ressaltar que não levamos em consideração o alívio de tensões que será gerado pela escavação de aproximadamente 3,0metros de solo, para atingir a cota do subsolo, de onde serão executadas as estacas.

5. Conclusões

Para o acréscimo de tensões que o grupo de estacas projetado irá gerar na face superior da calota do metrô, estimado em 14,4tf/m², será gerado um aumento no esforço de compressão nesta calota, calculado em 2,2MPa. Este acréscimo de esforço de compressão, somado à compressão de cálculo que esta calota esta atualmente está sujeita (12,18MPa), será bastante inferior à tensão resistente de cálculo do concreto (17,7MPa).

Portanto, podemos concluir que as escavações e fundações projetadas para o futuro empreendimento em referência não irão causar nenhum dano nas estruturas do metrô.

Esperando ter atendido à solicitação de V.Sas., permanecemos à disposição para quaisquer esclarecimentos adicionais.

Atenciosamente,



Eng. José Luiz de Paula Eduardo
Diretor