

ANEXO B

ESTUDOS E SERVIÇOS GEOTÉCNICOS

SUMÁRIO

- 1. OBJETIVO**
- 2. PLANO DE TRABALHO**
- 3. PROCEDIMENTO**
 - 3.1. OBRAS LINEARES**
 - 3.2. ÁREAS ESPECIAIS**
 - 3.3. ÁREAS DE LAGOAS DE ESTABILIZAÇÃO**
 - 3.4. ÁREAS DE JAZIDAS**
 - 3.5. ENSAIOS DE LABORATÓRIO**
- 4. APRESENTAÇÃO DOS TRABALHOS**

1. OBJETIVO

As investigações geotécnicas têm como objeto fornecer as condições do subsolo e de ocorrência do lençol freático da área e subsidiar os estudos de escavações / terraplanagem, drenagem, pavimentação, equipamentos hidráulicos, elementos estruturais e orçamento dos componentes integrantes dos projetos de implantação e/ou ampliação de sistemas de abastecimento de água e/ou esgotamento sanitário.

Geotecnia – Etapa 1: Campanha preliminar com o objetivo de avaliar a viabilidade das alternativas propostas no estudo de concepção e viabilidade, com inspeção das áreas especiais e pontos críticos das concepções, além do estudo das áreas de jazidas.

Geotecnia – Etapa 2: Campanha realizada após definição da melhor alternativa, tendo como objetivo fornecer as condições do subsolo e de ocorrência do lençol freático da área e subsidiar os estudos de escavações / terraplanagem, drenagem, pavimentação, equipamentos hidráulicos, elementos estruturais e orçamento dos componentes integrantes dos projetos de implantação e/ou ampliação de sistemas de abastecimento de água e/ou esgotamento sanitário.

2. PLANO DE TRABALHO

A contratada deverá apresentar para análise e aprovação da Fiscalização um Plano de Trabalho para a realização dos serviços geológico-geotécnicos.

Os estudos geológico-geotécnicos deverão atender as prescrições contidas nas Normas da ABNT e ser precedidos pelo levantamento topográfico da área de projeto, de modo a permitir a elaboração de uma planta base para planejamento das investigações geotécnicas e locação das sondagens.

Imediatamente após a aprovação do plano de investigação geotécnica a contratada deve enviar a SIHS o cronograma de execução dos serviços e, caso o serviço seja terceirizado, os dados da empresa responsável pela execução, com documentos comprobatórios de sua qualificação técnica e experiência.

É possível a readequação do plano de investigação geotécnica ou Plano de Sondagem, por solicitação da Contratante ou Contratada, em virtude das condições encontradas em campo; entretanto, é necessária a apresentação de justificativa para a análise e aprovação da Fiscalização.

Os quantitativos que ultrapassarem o previsto no orçamento da SIHS só poderão ser executados mediante autorização por escrito da Fiscalização.

Deverá constar no plano de investigação geotécnica a localização dos pontos de sondagem (devendo estar devidamente georreferenciados e identificados topograficamente – cotas de boca de furo), com a indicação do tipo de sondagem a ser executada: poços de inspeção, a trado e percussão, com a indicação da profundidade máxima a ser atingida.

Quando não for possível alcançar a profundidade máxima prevista para o furo com o tipo de sondagem especificado no plano de trabalho, a Fiscalização deverá ser informada e questionada se deverá ser modificado o tipo de sondagem ou interrompida sua execução, na cota alcançada.

3. PROCEDIMENTO

3.1. OBRAS LINEARES

São consideradas obras lineares as seguintes unidades do sistema: rede coletora de esgoto, rede de distribuição de água, adutoras, linhas de recalque, interceptores, emissários e demais unidades com características similares as citadas anteriormente.

O estudo geotécnico dessas unidades tem como objetivo a identificação do nível do lençol freático e a caracterização do material quanto à dificuldade de escavação.

Nos estudos geotécnicos desses elementos (obras lineares) devem ser considerados os itens abaixo:

- O espaçamento entre furos a trado e/ou poço de inspeção deverá ser proposto pela contratada, em função do tipo de solo e suas características geotécnicas relevantes para a elaboração do projeto, e aprovado pela fiscalização;
- A profundidade máxima dos furos será 50 cm abaixo da cota de fundo da vala de escavação;
- São itens obrigatórios do Relatório Geotécnico:
 - Boletins individuais;
 - Perfil dos furos realizados;
 - Estimativa do percentual de cada tipo de solo de escavação por bacia / sub-bacias;
 - Definição da necessidade de uso de rebaixamento de lençol freático e do tipo e procedimento a ser utilizado para o rebaixamento, caso necessário;
 - Definição e detalhamento do tipo de escoramento para as valas;
 - Definição da utilização do solo local para embasamento das tubulações.

3.2. ÁREAS ESPECIAIS

São consideradas áreas especiais aquelas onde serão implantadas as seguintes unidades do sistema: estações elevatórias, estações de tratamento, reservatórios, TAUs, chaminés de equilíbrio, travessias, estruturas de suporte, prédios (administrativos, casas de bomba, etc.) e demais unidades com características similares as citadas anteriormente.

O estudo geotécnico dessas unidades tem como objetivo subsidiar a elaboração do projeto hidráulico, estrutural e a elaboração do orçamento das unidades.

Nos estudos geotécnicos desses elementos devem ser considerados:

- Para essas estruturas deverão ser previstas sondagens a percussão, rotativas e/ou mistas;
- A quantidade de furos e a profundidade dos mesmos deverão ser estabelecidas no Plano de Sondagem, conforme previsto na NBR 8036;
- A profundidade mínima para efeito de investigação geotécnica, interrupção e de mudança de equipamentos e/ou procedimentos deverá ser definida com base nas normas técnicas NBR 6122 – Projeto e Execução de Fundações (2010), NBR 8036 – Programação de sondagens de simples reconhecimento dos solos para fundações de edifícios e NBR 6484 - Solo - Sondagens de simples reconhecimento com SPT – Método de Ensaio;
- A profundidade máxima dos furos será, no mínimo, igual a 2 vezes a maior dimensão do elemento de fundação (B) – no caso de sapatas – medida a partir da cota do fundo da estrutura. É possível realizar estudos em profundidades maiores do que a estabelecida, desde que devidamente justificado no Plano de Trabalho e aprovado pela Fiscalização;
- São itens obrigatórios do Relatório Geotécnico:
 - Perfil dos furos de sondagens realizados;
 - Definição da necessidade de uso de rebaixamento de lençol freático e do tipo e procedimento a ser utilizado para o rebaixamento, caso necessário;
 - Indicação do tipo de fundação a ser adotado para cada estrutura: rasa e/ou profunda;
 - Definição da taxa de trabalho (σ_t) ou tensão admissível do solo (σ_{adm}) para cada tipo de estrutura.

3.3. ÁREAS DE LAGOAS DE ESTABILIZAÇÃO

O estudo geotécnico das áreas de lagoas de estabilização tem como objetivo identificar as condições de suporte e de estanqueidade, com base na caracterização do material de fundação e de construção, de forma a subsidiar o projeto das lagoas e respectivo orçamento.

A quantidade de furos e a profundidade dos mesmos deverão ser estabelecidas no Plano de Sondagem e deverão seguir as seguintes diretrizes:

- Nas áreas de lagoas de estabilização, deverá ser realizada uma malha de furos de sondagem a trado. O espaçamento entre furos a trado deverá ser proposto pela contratada, em função do tipo de solo e suas características geotécnicas relevantes para a elaboração do projeto, e aprovado pela fiscalização;
- A profundidade máxima dos furos deve ser considerada 1,0 m abaixo da cota do fundo do selo ou camada (ou elemento) de impermeabilização;
- Deverão ser coletadas amostras para a realização de ensaios laboratoriais, com destaque para a determinação das características do solo e suas propriedades de engenharia, conforme relacionado abaixo com vistas a sua utilização na execução do selo:
 - Granulometria: peneiramento e/ou sedimentação;
 - Limite de Liquidez (LL);
 - Limite de Plasticidade (LP);
 - Limite de Contração (LC) – opcional;
 - Ensaio de Compactação Proctor Normal (ensaio PN);
 - Ensaio de Permeabilidade: carga constante e/ou variável;
- Caso o material de corte não seja adequado para execução de aterro, com base nos resultados dos ensaios laboratoriais, ou sua quantidade seja insuficiente, deverá ser realizado estudo para identificação de jazidas ou áreas de empréstimo com atenção para a avaliação das características geotécnicas do material, volume de exploração e distância média de transporte (DMT);
- Ensaio de infiltração no terreno natural que servirá de base para a camada de impermeabilização tipo selo argiloso. Recomenda-se a execução de um ensaio para cada 200 m² de área, com profundidade da ordem de 1,5m.

3.4. ÁREAS DE JAZIDAS

O estudo geotécnico das áreas de jazida tem como objetivo a identificação e caracterização do material de forma a definir a viabilidade do material como fonte de empréstimo de material. Para estas áreas será adotado o mesmo padrão utilizado para estudos das áreas de lagoas de estabilização. Entretanto, a profundidade das sondagens deverá ser definida com base na estimativa o volume de material de empréstimo necessário.

Deverá ser apresentado parecer conclusivo a respeito do uso do material da jazida como fonte de empréstimo para a execução dos serviços de terraplenagem e/ou selo argiloso.

São itens obrigatórios do Relatório Geotécnico:

- Perfil dos furos realizados;
- Resultados dos ensaios de caracterização do material: curvas granulométricas, LL, LP e IP;
- Apresentação de curvas de compactação: umidade x peso específico aparente seco e, determinação da umidade ótima (w ótima) e peso específico aparente seco máximo ($\gamma_{dm\acute{a}x}$);
- Coeficiente de permeabilidade (k em cm/s);
- Classificação dos materiais terrosos, com base no Sistema Unificado de Classificação dos Solos (SUCS) e classificação HRB – Highway Research Board (com destaque para o valor do IG – Índice de Grupo);
- Parecer sobre o uso do material de corte para execução do aterro identificando os usos possíveis para o material (selo argiloso, bermas em taludes, etc.).

NOTA: Poderá ser solicitada a realização de ensaios laboratoriais específicos com vistas à determinação de características e/ou comportamentos específicos inerentes aos solos tipo: expansivos, colapsíveis e saprolíticos. Esses ensaios deverão ser objeto de análise e aprovação da Fiscalização.

3.5. ENSAIOS DE LABORATÓRIO

Poderá ser solicitada a realização de ensaios laboratoriais específicos com vistas à determinação de características e/ou comportamentos específicos inerentes aos solos tipo: expansivos, colapsíveis e saprolíticos. Esses ensaios deverão ser objeto de análise e aprovação da Fiscalização.

Os ensaios de laboratório deverão atender as normas específicas da ABNT e na ausência delas, normas estrangeiras e/ou procedimentos de laboratórios idôneos, tais

como: o Laboratório de Geotecnia da Universidade Federal da Bahia (UFBA); Instituto de Pesquisas Tecnológicas do Estado de São Paulo – IPT.

4. APRESENTAÇÃO DOS TRABALHOS

Os estudos e serviços geotécnicos serão realizados em dois períodos distintos durante a elaboração do projeto, com a geração de seus respectivos produtos, a saber:

- **Relatório de Geotecnia – Etapa 1:** a ser entregue na Fase 1 do projeto, referente aos Estudos de Concepção e Viabilidade, do qual devem constar os levantamentos necessários à elaboração do Relatório dos Estudos de Concepção e Viabilidade, a exemplo de um furo a percussão para cada área especial pré-selecionada e furos a trado nas possíveis áreas de implantação de lagoas de estabilização; e

- **Relatório de Geotecnia – Etapa 2:** a ser entregue na Fase 2, referente ao Projeto Hidráulico e Civil, do qual devem constar os levantamentos necessários para o detalhamento do projeto estrutural e orçamento, a exemplo dos furos a percussão / trado complementares nas áreas especiais definidas nos Estudos de Concepção e Viabilidade e no caminhamento das unidades lineares.

Nos relatórios geotécnicos deverá ser apresentado parecer conclusivo quanto à utilização dos materiais, quantidades, localização e local de aplicação.

Todos os relatórios e produtos apresentados deverão obedecer ao estabelecido no Termo de Referência.