

Escopo Geral de Serviços de Engenharia Geotécnica

A seguir explicitam-se todas as etapas do trabalho de engenharia geotécnica recomendáveis para parecer técnico e ou projeto deste tipo, a fim de:

- Orientar o cliente na contratação destes serviços;
- Assinalar a importância das sondagens e ensaios nos custos das obras;
- Conhecer os parâmetros geotécnicos que caracterizam o comportamento dos solos e afetam o custo das obras;
- Fornecer informações de cálculos e elementos necessários à execução das obras com menor custo e segurança adequada.

Apresentam-se duas opções de contratação para projeto e ou parecer técnico:

– **Recomendável:**

- Incluem todos os itens apresentados no itens apresentados a seguir;
- Segue as recomendações do Programa de Qualidade da Associação das Empresas do Setor.

<http://www.dynamisbr.com.br/modulos/canais/descricao.php?cod=3&codcan=3>

– **Econômica**, incluem-se apenas os itens:

- Visita Técnica;
- Estudos e cálculos de dimensionamento;
- Desenhos ou Parecer Técnico, qdo for o caso.

Os serviços propostos de topografia, sondagens e ensaios são necessários em qualquer situação. Entretanto é opcional a contratação da TriGeo para executá-los, mas ressaltasse:

- Que a qualidade das investigações afeta diretamente o custo e segurança das obras pretendidas.
 - O projeto e ou parecer técnico seguro e adequado, necessita:
 - Sondagens a percussão (opcional contratar-nos)
 - Coleta de amostras e ensaios de laboratório (recomendável fazer e opcional contratar-nos)
- Recomenda-se a obtenção de parâmetros de cálculos (dimensionamento) com ensaios de laboratório, situação mais segura e econômica. Obrigatória execução pela Norma 11.862 ABNT de 11.862 da ABNT de 21/08/09.
- Que representa redução de incertezas conseqüente aumento do fator de segurança, o que resulta em cerca de 30% de redução de custos das obras.
- Sem ensaios o projeto será realizado com base em bibliografias e experiências anteriores, o que não afeta a segurança da obra, porém implica em maior custo da obra por exigirem fatores de segurança maiores.

Recomenda-se contratar apoio técnico da obra (ATO) e controle tecnológico das obras (CT) que devem conter os critérios de aceitação da obra (CA), necessários, sendo opcional contratar-nos, que:

- Representa a orientação aos engenheiros responsáveis pela obra e sua fiscalização, não se trata de fiscalização da obra.
- Nosso ATO apresenta um diferencial exclusivo, quando contratado conjuntamente com o controle tecnológico (CT) dos solos com determinação das propriedades de engenharia, isto é, resistência, deformabilidade e permeabilidade.
- Não nos atemos apenas ao grau de compactação e desvio de umidade.

- Nosso CT e também um controle de aceitação (CA) no caso de aterros
- Representa mais segurança, pois comprova os parâmetros adotados no projeto.
- E, economia na minimização dos custos, pois as incertezas, e, portanto, o coeficiente de segurança poderia ser reduzido.
- Nossos serviços seguem com as normas da ABNT e critérios de projeto e dimensionamento reconhecidos no meio técnico e ciclo de qualidade da ABEG à qual a Dýnamis (criadora da TriGeo) é uma das empresas fundadoras.
- Segue a descrição das partes componentes do escopo de serviços que se propõe:

1. Visita Técnica

Os estudos são iniciados com visita ao local e consulta a mapas geológicos e carta de aptidão ao assentamento urbano do IPT para uma primeira avaliação sobre as condições geotécnicas do local e o comportamento do maciço. Também poderão ser necessárias reuniões extras para atender o cliente.

2. Levantamento Planialtimétrico Cadastral (LPAC)

Consta da execução de um levantamento planialtimétrico cadastral, com cerca de 400 a 800 pontos por hectare, em função da necessidade, de acordo com a norma NBR 13.1333 da ABNT, com cotas e coordenadas arbitrárias.

O produto final caracteriza-se por uma planta, em arquivo digital, com escala adequada ao desenvolvimento do projeto, com apresentação das curvas de nível de metro em metro e coordenadas além de cadastramento.

3. Programa de Investigações – Programação IGG

Trata-se da programação de uma campanha de investigações geotécnicas definindo os tipos, as quantidades, locações e profundidades julgadas necessárias ao desenvolvimento deste escopo de modo a minimizar os custos das obras.

Quanto melhor a qualidade e abrangência das investigações geotécnicas mais segurança se obterá no conhecimento do comportamento dos solos perante as obras pretendidas o que conseqüentemente proporcionará eficácia de projeto.

Os tipos e quantidades de sondagens e ensaios estão apresentados na tabela a seguir.

O Programa IGG deve ser ajustado durante o acompanhamento técnico de campo (ATO) com o objetivo de aperfeiçoar o conhecimento do comportamento e propriedades de engenharia dos solos envolvidos nos problemas geotécnicos.

Qualquer alteração da quantidade programada, deverá ser realizada após aprovação de V.Sa.

Deve ser efetuada a verificação de outros dados e interferências que poderão afetar o objetivo dos serviços propostos, como dados, integração, topográficos e acessos.

4. Sondagens a Percussão

Consta da execução de sondagens a percussão, com 2 ½" de diâmetro e medida de torque, conforme NBR-6484 diretrizes da ABGE-99, seguindo as recomendações do Manual da ABEF, para definição das camadas representativas do subsolo.

Durante a execução das sondagens e coleta das amostras, é realizado um acompanhamento técnico, para análise e interpretação dos resultados de modo a garantir o aperfeiçoamento do planejamento das investigações de campo.

As sondagens têm a finalidade de definir as camadas representativas dos solos e subsidiar a estimativa das propriedades de resistência, deformabilidade e permeabilidade (qdo couber) dos solos.

As sondagens a percussão fornecem o valor de N_{SPT} e torque que são indispensáveis para definição das camadas consideradas tipicamente iguais onde serão coletadas as amostras.

Os valores de N_{SPT} e torque, conjuntamente com a caracterização dos solos e posição do(s) nível (eis) de água nos solos são normalmente suficientes para dimensionamento de fundações em estacas.

Entretanto, para obras de terraplenagem, taludes de corte e aterro, sapatas e tubulões os ensaios de laboratório são bastante interessantes quando não indispensáveis para economia e segurança das obras.

Também, podem ser necessários ou convenientes outros ensaios penetrométrico (taludes, pisos e pavimentos), ou no caso de saprolitos ou rocha a sondagem rotativa.

No caso de solos resistentes em profundidades a coleta deve ser realizada com amostrador tipo Denison.

Caso para o serviço de sondagem seja contratada outra empresa por V.Sa. propõe-se realizar o acompanhamento técnico das sondagens, com o objetivo de programar, orientar e fiscalizar a execução e coleta de amostras.

No acompanhamento técnico da TriGeo são coletadas e identificadas amostras:

- Em saco no trecho de avanço ou perfuração;
- Em cânulas de plástico do amostrador que são fotografadas;
- No bico do amostrador.

Todas as amostras seguem para nosso laboratório para classificação e ensaios conforme as necessidades nas definições de parâmetros de cálculos para dimensionamentos geotécnicos.

Outro elemento indispensável é a obtenção do nível de água do subsolo para o qual será observada a época de execução e o tempo de estabilização no furo de sondagem com leituras posteriores a sua execução. Indicamos em muitos casos transformar o furo em medidor de nível da água ou até piezômetro.

5. Abertura de Poço ou Cava

Trata-se da abertura de poço ou cava para coleta de amostras e execução de ensaios de laboratório. A execução de ensaios permite uma avaliação mais correta de parâmetros que afetarão a segurança e custos das obras.

6. Coleta de Amostras

Definidas as camadas representativas dos solos são programadas as coletas de amostras deformadas e indeformadas adicionais àquelas das sondagens. Indispensáveis, para definir a coesão e ângulo de atrito dos solos envolvidos nos cálculos de estabilidade e estabilização de taludes, contenções e muros. Assim como, tensões admissíveis e verificações dos índices de colapsividade e expansão dos solos.

É comum a estimativa destes parâmetros com base em bibliografias e experiência, entretanto a obtenção através de laboratório é mais segura e **trará cerca de até 25% de redução de custos** em obras de taludes, muros e contenções.

Deformada

Consiste na coleta de amostras deformadas em sacos individuais, a partir de cava, conforme descrito na NBR-9604 e diretrizes da ABGE-99.

Indeformada

Consiste na coleta amostra indeformada necessária para execução dos ensaios propostos. Podem ser por blocos, bloquinhos, cilindros, shelby e denison.

7. Ensaios de Laboratório

Consta da realização de ensaios de caracterização e triaxiais que permitem a definição dos parâmetros necessários à elaboração do estudo em questão.

As amostras, quando necessárias, para ensaio de compactação são preparadas de acordo com os procedimentos descritos na NBR-6457, a partir do material coletado.

Caracterização

Umidade natural

Os ensaios de umidade natural são realizados pelo método de secagem em estufa até constância em peso, conforme a NBR-6457.

Massa específica natural

Os ensaios de determinação de massa específica natural são realizados pelo processo da parafina e balança hidrostática, conforme descrito na NBR-10.838.

Massa específica dos grãos

Os ensaios de determinação da massa específica dos grãos são realizados conforme descrito na NBR 6508.

Também temos os ensaios de granulometria, limites de atterberg, ensaios minis entre outros com o objetivo de indicar as propriedades dos solos.

Resistência ao Cisalhamento

Triaxial adensado, não drenado, R(CU) e ou Triaxial rápido, Q(UU) e Triaxial Lento (S) que tem o objetivo de determinar a resistência ao cisalhamento dos solos.

Os ensaios triaxiais têm como objetivo a determinação da coesão e ângulo de atrito (resistência) e módulos de deformabilidade (deformação e deslocamentos) dos solos envolvidos no problema.

Os ensaios de compressão triaxial são realizados sobre corpos de prova de 3,50cm de diâmetro por 7,00cm de altura, extraídos de blocos de amostras indeformadas ou compactados em laboratório.

Após moldagem são envolvidos com papel filtro e membrana elástica e montados na câmara triaxial e aplicadas às tensões confinantes. Para a ruptura dos corpos de prova é utilizada prensa de deformação controlada a uma velocidade de 0,434% por minuto.

O programa de ensaios triaxiais é definido em função das camadas típicas encontradas e do tipo e magnitude da sollicitação. Geralmente adotam-se ensaios R para solos remanescentes de escavação e Q para aterros.

O fato é que as Normas da ABNT permitem a adoção de fatores de segurança (FS) menores quando se dispõe de ensaios de resistência o que acarreta uma redução de até 25% nos custos das obras.

Ensaio Oedométrico

Os ensaios oedométricos são indicados como auxiliares dos triaxiais e poderão ter diversos objetivos, tais como:

- Controle de qualidade da amostra indeformada;
- Quantificação do efeito de expansão ou colapsividade;
- Definição de parâmetros de deformabilidade
- Estimar a tensão admissível para sapatas e tubulões.

8. Análise e Interpretação das Investigações Geotécnicas

Durante a execução das sondagens, coleta das amostras e realização dos ensaios, é efetuado o acompanhamento, análise e interpretação dos resultados de modo a garantir o aperfeiçoamento, ajuste e complementação das investigações.

Concomitantemente a execução das sondagens, é realizada a análise e interpretação dos resultados com a execução dos perfis geológicos geotécnicos, ajustando o programa de investigação e coletando amostras representativas das camadas.

Com os resultados dos ensaios, são definidos os parâmetros geotécnicos das camadas típicas, para cálculos e dimensionamentos.

Caso as sondagens sejam realizadas por conta do cliente e sem o acompanhamento

técnico da TriGeo, a análise e interpretação das investigações são realizadas apenas com base nos perfis individuais das sondagens à percussão apresentada pelo executor das sondagens.

9. Estudo de Estabilidade e Diagnóstico

Após análise e interpretação dos dados e informações coletadas são efetuados estudos e cálculos de estabilidade procurando definir o nível de segurança dos taludes na situação atual ou na geometria pretendida.

Será efetuado um diagnóstico do problema, apontando medidas e soluções de estabilização em caso de necessidade.

Nos casos de pareceres técnicos estes estudos poderão não estar no escopo de trabalho.

10. Estudo de Alternativas

Após análise e interpretação dos dados e informações coletadas são efetuados estudos e cálculos de estabilidade procurando definir o nível de segurança dos taludes na situação atual ou na geometria pretendida.

Caso o talude existente ou a geometria pretendida não apresente condições satisfatórias de segurança é efetuado um estudo alternativo de soluções para proporcionar ao maciço um nível de segurança adequado.

Finalmente é apresentada e discutida com V.Sas as alternativas de solução para o problema e de comum acordo escolhida a melhor.

11. Estudos e Cálculos de Dimensionamento

Consta da elaboração de estudos e dimensionamentos da solução adotada com a utilização das metodologias mais indicadas e atuais para cada caso atendendo as normas técnicas da ABNT.

Nesta etapa são definidos os parâmetros geotécnicos de cálculo, sempre que possíveis baseados em ensaios de laboratório, e desenvolvidos os cálculos de dimensionamento procurando-se obter melhor condição técnica e econômica para a obra em questão.

Os resultados deste item são apresentados em memória de cálculo.

12. Memória de Cálculo

Trata-se da elaboração de uma memória de cálculo com todos os estudos e dimensionamentos efetuados, apresentação de métodos e hipóteses de cálculo, parâmetros geotécnicos adotados e resultados obtidos.

13. Especificações Técnicas (ET)

Trata-se da elaboração de especificações técnicas em forma de texto de todas as etapas da obra, com orientação dos métodos executivos de construção, definição dos materiais e os processos e critérios de controle tecnológico (tipos e frequência de ensaios) e critérios de aceitação (CA) para execução das obras projetadas, a serem consideradas na contratação e execução das obras e verificadas no acompanhamento técnico (ATO).

14. Seqüência Construtiva

Consta em apresentar a seqüência construtiva, de modo a orientar a execução das obras projetadas de modo a indicar, sugerir e complementar as especificações técnicas (ETs) de modo mais seguro para contratação e execução das obras. De modo a propiciar na fase de execução as verificações no acompanhamento técnico (ATO) do projetista e da Fiscalização.

15. Desenhos

Trata-se da elaboração de desenhos em planta, seções e detalhes necessários para compreensão das obras projetadas a serem executadas e indicando as geometrias, locação e detalhes das obras a serem realizadas.

16. Relatório Técnico

Consta de um relatório técnico final apresentado todos os itens anteriores objeto dos serviços efetivamente contratados.

Não estão inclusos os projetos estruturais (cálculos, planta de forma e armação) de elementos das fundações, tais como: sapatas, blocos de fundação e inclusive armação de estacas, tubulões, paredes e cortinas sujeitos a esforços laterais.

17. Projeto Estrutural

Consta da execução de cálculo e detalhamento de estruturas em concreto armado e ou perfis metálicos, tais como: vigas, pilares, sapatas, blocos, estacas, escoramentos, tubulões e perfis metálicos.

O projeto estrutural será desenvolvido por empresa especializada subcontratada pela TriGeo assim seus custos, casos necessários, serão objeto de complementação desta proposta ou de outra contratação ficando esta definição a ser tomada oportunamente a critério de V.Sas.

18. Acompanhamento Técnico de Obra (ATO)

Consta do acompanhamento das obras de terraplenagem, taludes de corte e aterros com e sem muros ou contenções e fundações (obras geotécnicas) , através de visitas esporádicas que terão o objetivo de orientar e/ou verificar:

- A conformidade de execução da obra com as premissas do projeto;
- Interferências de campo e intempéries com o projeto;
- Atendimento das especificações de projeto;
- Ajustes de cotas de fundação de aterros e de edificações;
- Ajustes do projeto às reais condições de campo;

- Atendimento dos serviços topográficos e de controle tecnológico;
- Seqüência construtiva, utilização de equipamentos e das etapas de execução;
- Situações particulares, tais como:
 - Remoções, limpezas e área de bota fora;
 - Geometria da obra e gabaritos para execução das obras;
 - Marcação da obra por meio de cruzetas e estacas;
 - Execução de proteção superficial em taludes e ou outras situações.
 - Indicação de drenagem provisória e ou permanente;
 - Problemas de interferências por ocasião da execução das obras;
 - Projeto de reforço de fundação por problemas ou falhas observadas durante execução;
- A solicitação de boletins de controle, conforme Manual da ABEF e ou outros que se fizerem necessários;
- Coletas de amostras para realização de ensaios comprobatórios e verificação de parâmetros geotécnicos de projeto;
- Execução de ensaios de provas de carga, estacas provas e outros mecanismos de controle em atendimento as Normas da ABNT e outras recomendações;
- Execução aterros e escavações provisórias de modo a aferir o projeto, comportamento dos solos e resultados das obras.
- Execução de relatórios de visita e ou e-mails que documentem as decisões, solicitações, providências e liberações das fundações e ou outras;

Praticamente, todas as visitas são ricamente fotografadas para facilitar interpretação e análise dos fatos ocorridos, andamento das obras e discussões em escritório.

19. Normas e Critérios

Os serviços serão desenvolvidos de acordo com as normas da ABNT e critérios de projeto e dimensionamento reconhecidos no meio técnico e de acordo com o ciclo de qualidade da ABEG à qual a Dýnamis é uma das empresas fundadoras.