

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 de 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:**
 - Inclui todos os itens apresentados no item 4;
 - Segue as recomendações do Programa de Qualidade da Associação das Empresas do Setor.
- **Econômica**, incluem-se apenas os itens.
 - Visita técnica
 - Estudos e cálculo 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 Dýnamis** 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:
 - Levantamento planialtimétrico cadastral (Opcional)
 - Sondagens a percussão (Opcional)
 - Coleta de amostras e ensaios de laboratório (Recomendável e Opcional)
- **Recomenda-se** a obtenção de parâmetros de cálculo (dimensionamento) com ensaios de laboratório, situação mais segura e econômica. Obrigatória execução pela Norma 11.862 ABNT de 21/08/09.
- Que representa redução de incertezas conseqüentemente o 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 (ATO) e controle tecnológico de solos, necessária e opcional, que:

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

Segue a descrição das partes componentes do escopo de serviço que se propõe:

1. Visita(s) Técnica(s) e ou Reuniões

Os estudos serão 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 ao cliente.

2. Levantamento Planialtimétrico Cadastral (LPAC)

Conta da execução de um levantamento planialtimétrico cadastral, com cerca de 400 a 900 pontos por hectare, em função da necessidade, de acordo com a norma NBR 13.1333 da ABNT.

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

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 otimizações de projeto.

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

O programa de investigações deve ser implementado e ajustado durante o acompanhamento técnico de campo com o objetivo de otimizar o conhecimento do comportamento e propriedades de engenharia dos solos envolvidos nos problemas geotécnicos.

Qualquer alteração da quantidade programada, conforme tabela apresentada 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.

4. Sondagens a Percussão

Consta da execução de sondagens a percussão, complementares, com (2½”) 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, deve ser realizado um acompanhamento técnico, para análise e interpretação dos resultados de modo a garantir a adequação e eficácia das investigações de campo.

As sondagens têm a finalidade de definir as camadas representativas dos subsolos e subsidiar a estimativa das propriedades de resistência e deformabilidade 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 subsolos são geralmente suficiente 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.

Caso para 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 Dýnamis são coletadas e identificadas amostras:

- Em saco no trecho de avanço ou perfuração;
- Em câmulas 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 e dimensionamentos.

Outro elemento indispensável é a obtenção do nível de água do subsolo para o qual se deve observar a época de execução e o tempo de estabilização no furo de sondagem com leituras posteriores a sua execução.

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.

Eventualmente, a abertura de poços poderá ser desenvolvida por equipamentos de terraplenagem que acarretará em redução de custo desta proposta.

6. Coleta de Amostras

Definidas as camadas representativas dos solos deve ser programadas a coleta 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.

7. Ensaio 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.

7.1 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.

7.2 Resistência ao Cisalhamento

Triaxial adensado, não drenado, R(CU) e ou Triaxial rápido, Q(UU) e ou Triaxial Lento (CD) e são necessários para cálculos que envolvam resistência ou ruptura 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 solicitação. 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.

Pela NBR-11.862 - Estabilidade de Encostas estes ensaios são obrigatórios.

7.3 Ensaios Oedométricos

Estes ensaios representam a determinação das propriedades de compressibilidade ou deformação dos solos para diferentes circunstâncias de solicitação e são necessários para cálculos de recalques e deformações de solos.

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.

7.4 Ensaios de Permeabilidade

Estes ensaios representam a determinação das propriedades de permeabilidade dos solos e são necessários para cálculos de vazão e gradientes de fluxo em solos.

8. Análise e Interpretação das Investigações Geotécnicas

Durante a execução das sondagens, coleta das amostras e realização dos ensaios, deve haver um acompanhamento, análise e interpretação dos resultados de modo a garantir a adequação e eficácia das investigações de campo..

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

Durante esta etapa é realizada a análise de consistência dos dados existentes e das informações solicitadas no item 4, verificando se são suficientes e satisfatórios.

9. Estudo Geotécnico e Diagnóstico

Após análise e interpretação dos dados e informações coletadas são efetuados estudos e cálculos geotécnicos (estabilidade, recalques, percolação e etc.) procurando definir o nível de segurança e patologias na situação atual ou na nova pretendida ou necessária para estabelecer segurança.

Será efetuado um diagnóstico do problema, apontando medidas e soluções de intervenção caso necessárias.

Nos casos de pareceres técnicos estes estudos poderão não estar no escopo de trabalho neste caso o parecer é apenas qualitativo.

10. Estudo de Alternativas

Os estudos de alternativas têm finalidade de determinar a melhor solução técnica e econômica para a obra em questão.

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.

Serão efetuados estudos técnicos e econômicos em caráter de pré-dimensionamento de cada solução levantados.

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

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

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 possível baseado em ensaios de laboratório, e desenvolvido os cálculos de dimensionamento procurando-se obter a melhor condição técnico-econômica para a obra em questão.

O desenvolvimento desse item será apresentado em memória de cálculo, conforme item seguinte.

12. Memória de Cálculo

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

13. Especificações Técnicas

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).

As especificações para execução das obras projetadas devem ser consideradas na contratação de execução das obras e verificadas durante o acompanhamento técnico da obras (ATO).

14. Seqüência Construtiva

Consta em apresentar a seqüência construtiva, de modo a orientar a execução das obras projetadas de maneira otimizada e segura, a serem consideradas na contratação e execução das obras e verificadas e ajustadas no ATO, conjuntamente com executor, adequando-as as condições locais.

15. Desenhos

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

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 sub-contratada pela Dýnamis assim seus custos, caso necessários, serão objeto de complementação desta proposta ou de outra contratação ficando esta definição a ser tomada oportunamente a critério de V.Sas.

18. Apoio Técnico à Obra (ATO) e Controle Tecnológico

Pela norma da ABNT de 28/08/09 o ATO é obrigatório para obras que envolvam estabilidade de taludes em encostas.

Constará da assessoria técnica e controle tecnológico das obras de engenharia geotécnica onde será fornecida toda orientação técnica necessária para execução das obras com qualidade adequada e em atendimento às condições de segurança do projeto.

Diferencial exclusivo do ATO Dýnamis analisa, verifica, confirma, e ou ajusta os parâmetros de engenharia adotados nos cálculos de dimensionamento dos projetos possibilitando economia e garantindo a segurança (qdo serviço for contratado).

Para realização destes serviços serão efetuadas visitas de um engenheiro geotécnico com os seguintes objetivos:

- Orientar o serviço de topografia na locação das obras e área de empréstimo;
- Fornecer, orientar e verificar os procedimentos para execução das obras de limpeza, aterro e escavação;
- Nas obras de aterro orientar o encarregado quanto ao controle visual constante da homogeneidade dos solos utilizados na execução das camadas, verificando-se as faixas, espessuras e número de passadas do rolo compactador e coletando as amostras de solo;
- Verificação das condições gerais no que se referem a situações particulares que podem comprometer os trabalhos, tais como:
 - Remoções, limpezas e conformações de aterro e área de empréstimo;
 - Eventual escavação do solo de fundação;
 - Aterros em encontros e encaixes de maciços;
 - A indicação de drenagem provisória e ou permanente;
 - Espessuras de camadas, geometria da obra e gabarito do talude;

- Marcação da obra por meio de cruzetas e estacas;
- Execução de proteção superficial em taludes e ou outras situações.
- Nas obras de escavação e fundação orientar na seqüência construtiva e coleta de amostras indeformadas;
- Verificar a resistência do(s) solo(s) de fundação, escavação e aterro e confirmar a adequação com os parâmetros adotados em projeto;
- Executar todos os ensaios de laboratório de solos comprobatórios da qualidade de execução de aterro e resistência ao cisalhamento dos solos do aterro, escavação e fundação que se justifiquem nas quantidades apresentadas em tabela anexa;
- Na execução e ou implantação dos elementos de reforço, contenção, proteção superficial, drenagem e outros que façam parte do projeto geotécnico será orientado e verificado os procedimentos e seqüência executiva;
- Solicitar, analisar e verificar os ensaios de campo e laboratório que comprovem a qualidade dos produtos utilizados e serviços executados em atendimento as normas específicas apresentadas em projeto;
- Os materiais a serem utilizados no reforço e no paramento serão controlados através de ensaios executados por empresas especializadas e apresentados pelo fornecedor ou aplicador do respectivo produto;
- Solicitar, acompanhar, verificar ensaios de campo de arrancamento, de tirantes e outros que se justifiquem e compara-los com valores adotados em projeto;
- Acompanhamento dos serviços de campo com a inspeção de planilhas e coleta das mesmas para verificação em escritório;
- Realizar pequenos ajustes de projetos através de croquis, que serão entregues em campo, caso sejam necessários;
- Apresentar um parecer técnico mensal com todos resultados dos ensaios de laboratório de solos e o resumo da análise de todos os outros que se fizerem necessário para garantir o controle de qualidade e segurança das obras.

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.