

Prefeitura Municipal de Belo Horizonte – PMBH

Secretaria Municipal de Obras e Infraestrutura – SMOBI

Superintendência de Desenvolvimento da Capital – SUDECAP

Diretoria de Planejamento e Controle de Empreendimentos – DPLC-SD

Departamento de Informações e Procedimentos Técnicos – DPIT-SD

Gerência de Normas e Padrões Técnicos – GENPA-SD

PROCEDIMENTOS DE PROJETOS SUDECAP

CAPÍTULO 6 GEOTECNIA

PUBLICAÇÃO: 23/12/2020

REVISÃO: 22/07/2022

SUMÁRIO

6	GEOTECNIA	6-2
6.1	CONSIDERAÇÕES INICIAIS	6-2
6.2	PLANO DE INVESTIGAÇÃO GEOTÉCNICA	6-2
6.3	EXECUÇÃO DAS INVESTIGAÇÕES GEOLÓGICO-GEOTÉCNICAS	6-3
6.4	APRESENTAÇÃO DOS RESULTADOS	6-9
6.5	PARECERES E LAUDOS TÉCNICOS	6-11
6.6	CRITÉRIOS DE MEDIÇÃO E PAGAMENTO	6-13
6.7	NORMAS E PRÁTICAS COMPLEMENTARES	6-15
	REFERÊNCIAS	6-16

Este documento faz parte dos Procedimentos de Projetos SUDECAP disponíveis no Portal PBH.

São reservados à Prefeitura Municipal de Belo Horizonte todos os direitos autorais. Desde que o documento seja referenciado, é permitida a reprodução do seu conteúdo. A violação dos direitos autorais sujeita os responsáveis às sanções cíveis, administrativas e criminais previstas da legislação.

6 GEOTECNIA

6.1 CONSIDERAÇÕES INICIAIS

A Geotecnia é o ramo da Engenharia que trata de projetos e construção de obras que dependam do comportamento dos solos e ou das rochas. Esta ciência utiliza os conhecimentos de Mecânica dos Solos, Geologia de Engenharia e Mecânica das Rochas para estudar e compreender o conjunto dos fenômenos geológico-geotécnicos que podem potencialmente ser esperados da interação entre as solicitações próprias do empreendimento e as características geológicas (materiais e processos) dos terrenos afetados.

É importante ressaltar que “a engenharia geotécnica não é uma ciência exata e que riscos são inerentes a toda e qualquer atividade que envolva fenômenos ou materiais da natureza” (ABNT, 2018, p. 1). Assim, o conhecimento geotécnico é essencial para que sejam asseguradas as condições de segurança e a diminuição de riscos devido à construção do empreendimento, pois proporciona a previsão do desempenho da interação entre o empreendimento e o meio físico e, conseqüentemente, o estabelecimento de medidas preventivas e/ou corretivas no sentido de minimizar possíveis prejuízos e danos potencialmente decorrentes dessa interação.

Conforme a definição da ABNT (2018, p. 2) apresentada na NBR 8044, o Projeto Geotécnico é composto pelo “conjunto de documentos que englobam investigações geotécnicas, análises, interpretações, estudos, memória de cálculo e desenhos. Estes documentos têm grau de detalhamento compatível com a fase de projeto, característica e porte da obra, eventualmente necessitando de estudos geológicos”. Dito isso, este capítulo tem por objetivo estabelecer as condições a serem observadas para a elaboração dos diversos documentos que compõem os projetos geotécnicos, sempre considerando o equilíbrio entre condicionantes de segurança, técnicos e econômicos usualmente aceitos pela sociedade na data de sua publicação.

6.2 PLANO DE INVESTIGAÇÃO GEOTÉCNICA

As investigações geológico-geotécnicas compreendem o conjunto de técnicas, operações e ensaios utilizados para elucidar as condições geológicas da subsuperfície (estratigrafia e características dos solos e/ou das rochas; parâmetros geotécnicos), cujo principal objetivo é a obtenção de dados que sejam úteis para caracterizar a condição geológico-geotécnica do terreno afetado direta e/ou indiretamente pela execução da obra.

O Plano de Investigação Geotécnica deve definir antecipadamente o planejamento e o detalhamento das investigações geológico-geotécnicas a serem executadas de modo a permitir uma definição satisfatória da estratigrafia do subsolo e uma estimativa das propriedades de comportamento dos materiais envolvidos.

Obrigatoriamente, sempre que houver a execução de investigação geológico-geotécnica, a CONTRATADA deve elaborar o Plano de Investigação Geotécnica, para a aprovação da FISCALIZAÇÃO. Nos casos em que a FISCALIZAÇÃO determinar a realização de investigações e/ou ensaios em pontos previamente definidos, a CONTRATADA não necessita elaborar o Plano de Investigação Geotécnica. Para elaborá-lo, a CONTRATADA deve avaliar dados e/ou investigações previamente existentes (mapas e cartas temáticas; relatórios e/ou trabalhos geológico-geotécnicos já executados na área; resultados de sondagens e de testes/ensaios geotécnicos realizados nas áreas adjacentes ao empreendimento) e realizar, obrigatoriamente, no mínimo, uma vistoria *in loco* para a obtenção de dados e informações primários e para a definição dos locais onde serão feitas as investigações e/ou os ensaios geológico-geotécnicos. Outras inspeções e vistorias podem acontecer sempre que a CONTRATADA e/ou a FISCALIZAÇÃO julgarem necessário.

A elaboração do Plano de Investigação Geotécnica deve, necessariamente, atender às normas e às especificações vigentes e também aos critérios e às especificidades de cada projeto. Para elaborar o Plano, a CONTRATADA deve levar em consideração os diversos fatores que influenciam a escolha dos métodos de investigação, tais como:

- Natureza do problema geotécnico;
- Natureza dos materiais de subsuperfície;
- Condição do lençol d'água;
- As necessidades de projeto (densidade mínima de informações para a caracterização da faixa/terreno, profundidade mínima de investigação, entre outros);
- Localização da área de estudo/acessos;
- Topografia local;
- Grau de perturbação de cada método investigativo;
- Cronograma e prazos previstos para o desenvolvimento do empreendimento e do seu projeto;

- Aspectos geoambientais.

O Plano de Investigação pode ser elaborado concomitantemente a outros serviços (estudos, projetos, laudos e pareceres) podendo, eventualmente, ser parte integrante dos mesmos. O Plano de Investigação Geotécnica deve, necessariamente, conter as seguintes informações:

- Nome e localização do empreendimento e natureza da obra;
- Identificação dos tipos de investigações a serem executadas;
- Justificativa técnica dos tipos de investigações geológico-geotécnicas propostas, sempre que solicitado pela FISCALIZAÇÃO;
- Croqui com a indicação, em planta, dos locais onde serão realizadas todas as investigações geotécnicas e, quando houver, informações referentes à locação das estruturas construídas e/ou a serem construídas.

É obrigação da CONTRATADA viabilizar e garantir a exequibilidade do Plano elaborado. Assim, quando da elaboração do Plano, devem ser consideradas pela CONTRATADA as questões referentes aos acessos de todos os equipamentos necessários à execução do serviço, necessidades de fechamento de ruas e/ou desvios no trânsito de veículos, intervenções em redes subterrâneas de serviços públicos (dutos e redes de concessionárias como CEMIG, COPASA, GASMIG e de empresas de telecomunicação, etc.), autorizações para intervenção em terrenos de terceiros, verificação da presença de fatores antrópicos que possam interferir na realização das investigações programadas, como fundações existentes, galerias de serviços e tubulações de água, gás, esgoto, etc., alterações provocadas pelo uso e ocupação do solo, entre outros.

Nos casos em que houver previsão de execução de furos de sondagem, o Plano de Investigação Geotécnica deve, necessariamente, ser acrescentado dos seguintes dados e informações:

- Tipo de sondagem a ser realizada (trado, percussão, rotativa, etc.);
- Quantidade, profundidade estimada e locação dos furos previstos;
- Indicação da distância entre os furos quando esta for maior que 100 m;
- Indicação dos furos de sondagens nos quais devem ser coletadas amostras para ensaios de laboratório, se for o caso;
- Indicação dos furos de sondagens nos quais devem ser executados ensaios *in situ*, se for o caso;
- Quadro resumo, contendo:
 - Identificação de cada furo de sondagem;
 - Quantidade de amostras deformadas e/ou indeformadas a serem coletadas;
 - Tipos de ensaios previstos, quando for o caso.

6.3 EXECUÇÃO DAS INVESTIGAÇÕES GEOLÓGICO-GEOTÉCNICAS

As investigações geológico-geotécnicas devem ser executadas conforme propostas no Plano de Investigação Geotécnica aprovado pela FISCALIZAÇÃO, devendo atender às normas e às especificações vigentes.

A abrangência de uma campanha de investigação depende de aspectos associados às características do meio físico, à complexidade da obra e aos riscos envolvidos que, combinados, determinam a estratégia a ser adotada. Dessa forma, as etapas de execução e os tipos de investigações e/ou ensaios devem ser determinados e ajustados em função da especificidade do empreendimento e devem constar no Plano de Investigações Geotécnicas. Caso ocorram eventuais dificuldades para a execução das investigações previstas no Plano, a FISCALIZAÇÃO deve ser sempre consultada para que possa autorizar, ou não, a alteração do(s) serviço(s).

As investigações geológico-geotécnicas e seus resultados podem integrar ou compor outros serviços (estudos, projetos, laudos e pareceres). A seguir estão relacionadas as principais atividades de campo e de laboratório a serem executadas no reconhecimento do subsolo, na classificação e na determinação dos parâmetros geomecânicos dos materiais e das camadas constituintes do subsolo.

6.3.1 Prospecção Geofísica

Os métodos de prospecção geofísica são utilizados principalmente para fins de reconhecimento geológico-geotécnico da área ou faixa do empreendimento e permitem a obtenção, em curto prazo, de informações sobre o subsolo, servindo, principalmente, como elemento de interpretação de dados entre sondagens, poços de inspeção ou afloramentos. Pode-se considerar esse tipo de prospecção a principal forma de investigação de dutos e/ou estruturas subterrâneas.

A prospecção geofísica compreende o conjunto de ensaios e investigações indiretas (ou seja, não há qualquer tipo de amostragem do subsolo) que permitem a determinação de parâmetros físicos do subsolo, tais como: velocidade de propagação de ondas acústicas (métodos sísmicos), potencial elétrico, resistividade/condutividade elétrica (métodos geoeletricos), contrastes de densidade, anomalias do campo magnético terrestre (métodos potenciais).

Via de regra, os elementos e resultados obtidos em prospecções deste tipo devem ser sempre interpretados face aos resultados de sondagens e/ou outras investigações diretas, não devendo ser utilizados isoladamente e nem analisados como substitutos dos métodos diretos de investigação. Em qualquer fase de aplicação, a utilização de dados geofísicos deve ser sempre entendida como complementar às informações obtidas através dos métodos diretos de investigação.

6.3.2 Investigações Mecânicas

As investigações mecânicas compreendem a execução de sondagens, bem como a escavação de poços de inspeção (corte vertical) e trincheiras (seção retangular e alongada). A escavação de poços de inspeção e trincheiras tem por principal finalidade permitir o acesso de um observador para examinar o solo *in situ*, bem como a retirada de amostras indeformadas e deformadas. Já as sondagens possibilitam, principalmente, a caracterização dos materiais ao longo da perfuração a partir da descrição das amostras de solos e/ou rochas, das variações dos horizontes do terreno, das estruturas geológicas e das características geotécnicas dos materiais sondados e/ou perfurados.

6.3.2.1 Sondagem a Percussão

Método de investigação geotécnica que consiste na perfuração do solo através do golpeamento do fundo do furo por peças de aço cortantes (trado e/ou trépano de lavagem) em alternância com a cravação do amostrador padrão (ensaio SPT). A sua execução deve sempre seguir o caminhamento da menor distância entre os furos, bem como atender a requisitos, procedimentos e especificações da NBR 6484.

Os critérios de paralisação devem ser devidamente registrados no relatório final, especialmente nos casos em que a paralisação da sondagem a percussão estiver de acordo com as recomendações e as definições do projetista ou demandante do serviço, que, por sua vez, deve observar as peculiaridades e as necessidades do empreendimento para definição dos critérios.

Caso ocorram eventuais dificuldades de execução dos furos de sondagens a percussão, tais como obstruções por matacão, cascalho e/ou rocha e condição de impenetrabilidade ao equipamento utilizado, o furo deve ser dado como terminado, sendo iniciado um novo furo relocado cerca de 2,50 m em qualquer direção. Todas as tentativas devem constar na apresentação final dos resultados.

As amostras coletadas e suas sobras devem ser armazenadas ou guardadas pela CONTRATADA durante o período de elaboração do projeto, possibilitando, assim, estudos complementares, caso necessário.

6.3.2.2 Sondagem a Trado

Tipo de sondagem em que a perfuração do solo é efetuada de forma manual ou mecânica, utilizando o trado (tipo espiral e/ou tipo cavadeira) como instrumento de perfuração e corte. A execução do serviço deve atender à NBR 9603, que institui requisitos, procedimentos e especificações técnicas para a execução dos serviços de sondagem a trado.

A paralisação da sondagem a trado deve estar de acordo com as recomendações e as definições do projetista ou demandante do serviço, que deve observar as peculiaridades e as necessidades de cada empreendimento para a definição dos critérios de paralisação, que devem ser devidamente registrados no relatório final.

Caso ocorram eventuais dificuldades de execução dos furos das sondagens a trado, tais como obstruções por matacão, cascalho e/ou rocha e condição de impenetrabilidade ao equipamento utilizado, o furo deve ser dado como terminado, sendo iniciado um novo furo relocado cerca de 2,50 m em qualquer direção. Todas as tentativas devem constar na apresentação final dos resultados.

As amostras coletadas e suas sobras devem ser armazenadas ou guardadas pela CONTRATADA durante o período de elaboração do projeto, possibilitando, assim, estudos complementares, caso necessário.

6.3.2.3 Sondagem Rotativa

É o método de investigação geotécnica que consiste na perfuração do solo a partir do uso de sonda motomecanizada. A operação da sonda consiste, basicamente, na realização de manobras consecutivas, com recuperação de testemunho (amostras), qualquer que seja o comprimento do avanço. Brocas ou coroas em rotação rápida, fixadas à parte inferior de hastes de perfuração, cortam e trituram o subsolo, aprofundando o furo.

Para execução do serviço, a CONTRATADA deve obedecer à norma DNER-PRO 102/97 que institui requisitos, procedimentos e especificações técnicas para a execução dos serviços de sondagem rotativa, incluindo um tópico específico sobre a expressão dos resultados. Salienta-se que a denominação “sondagem mista” é utilizada nos casos em que a sonda motomecanizada perfura trechos solo rocha. Sempre que houver perfuração em solo, é obrigatória a execução do ensaio SPT (cravação do amostrador padrão) nestes trechos.

A paralisação da sondagem rotativa deve estar de acordo com as recomendações e as definições do projetista ou demandante do serviço que, por sua vez, deve observar as peculiaridades e as necessidades de cada empreendimento para a definição dos critérios de paralisação, que devem constar no relatório final. Salienta-se que a recuperação dos testemunhos de sondagem não deve ser inferior à 80% (oitenta por cento) por manobra, salvo quando houver justificativas técnicas e/ou autorização da FISCALIZAÇÃO.

Caso haja dificuldade para locação dos equipamentos necessários nos pontos previamente aprovados no Plano de Investigação Geotécnica, pode-se relocar o ponto da sondagem rotativa em até 2,50 m do ponto previsto.

As amostras coletadas (deformadas e/ou indeformadas) e suas sobras devem ser armazenadas ou guardadas pela CONTRATADA durante o período de elaboração do projeto, possibilitando, assim, estudos complementares, caso necessário.

6.3.2.4 Poço de Inspeção e/ou Trincheira

A perfuração de poços de inspeção e/ou trincheiras é executada por processos e ferramentas manuais e deve obedecer à NBR 9604, que institui requisitos, procedimentos e especificações técnicas para a execução dos serviços de perfuração de poços de inspeção e trincheiras.

A paralisação da sondagem por poço de inspeção e/ou trincheira deve estar de acordo com as recomendações e as definições do projetista e/ou demandante do serviço, que, por sua vez, deve observar as peculiaridades e as necessidade de cada empreendimento para definição dos critérios de paralisação. Os critérios devem estar devidamente registrados no relatório final.

Caso ocorram eventuais dificuldades para a perfuração de poços de inspeção e/ou trincheiras, tais como obstruções por matacão, cascalho e/ou rocha e condição de impenetrabilidade ao equipamento utilizado, o poço de inspeção e/ou a trincheira deve ser dado(a) como terminado(a), sendo iniciado um(a) novo(a) poço de inspeção e/ou trincheira relocado(a) cerca de 2,50 m em qualquer direção. Todas as tentativas devem constar na apresentação final dos resultados.

As amostras coletadas (deformadas e/ou indeformadas) e suas sobras devem ser armazenadas ou guardadas pela CONTRATADA durante o período de elaboração do projeto, possibilitando, assim, estudos complementares, caso necessário.

6.3.2.5 Locação e Cadastro dos Furos de Sondagem, Poços de Inspeção ou Trincheiras

A locação ou o cadastro dos furos de sondagens, poços de inspeção ou trincheiras fica a cargo da CONTRATADA e deve levar em consideração as informações e os dados constantes no Plano de Investigação Geotécnica. Os furos devem ser identificados com a cravação de um piquete de madeira, no qual deve estar indicado o código do furo, de acordo com a seguinte metodologia:

- Tipo do furo (de acordo com a sigla):
 - PI para poços de inspeção;
 - SM para sondagem mista;
 - SP para sondagem a percussão;
 - SR para sondagem rotativa;
 - ST para sondagem a trado;
 - TR para trincheiras.

- Número do furo:
 - Devem ser utilizados três caracteres;
 - O primeiro número cardinal se refere à cada etapa, campanha ou estrutura do empreendimento. Essa informação deve estar clara no Plano de Investigação Geotécnica;
 - Os dois últimos números cardinais devem ser sequenciais e não podem se repetir para o mesmo tipo de furo na mesma etapa, campanha ou estrutura do empreendimento.
- Letra do furo, quando houver relocação (A, B, C).

Exemplos: 1ª campanha: SP101, SP102, SP102A, SP103, SM101, SM102, ST101, ST102, ST103, ST104, PI101, PI102, PI103. 2ª campanha: sondagem da área de taludes: SP201, SP201A, ST201, ST202, ST203, PI201; sondagem da área da barragem: SP301, SM301, SM302, SM303.

Ressalta-se que a locação compreende as atividades necessárias à materialização em campo do plano de sondagem, podendo, ou não, ser executada por equipe especializada de topografia, a depender do tipo de empreendimento. Já o cadastro compreende as atividades necessárias ao levantamento do local exato da realização ou execução do furo de sondagem, pontos de amostragem, pontos de ensaios, obtendo coordenadas tridimensionais (E, N e h), utilizando a mesma base de coordenadas do projeto.

Em função das especificidades técnicas do empreendimento, e a critério exclusivo da FISCALIZAÇÃO, o cadastro e a locação dos furos de sondagem, pontos de amostragem, pontos de ensaios podem, ou não, ser realizados por equipe especializada de topografia. As atividades de topografia (locação e cadastro dos furos) que se fizerem necessárias para a execução dos serviços devem seguir as recomendações normativas, especialmente a NBR 13133 e a NBR 14166.

Independentemente da forma como for feita a locação e o cadastro dos furos (quer seja por equipe de topografia, quer seja por vistoria em campo), é obrigação da CONTRATADA fornecer a planta de locação e cadastro em detalhe compatível com o serviço executado.

Nos casos em que a FISCALIZAÇÃO determinar a realização de investigações e/ou ensaios em pontos previamente definidos, a CONTRATADA deve, obrigatoriamente, efetuar a locação e/ou o cadastro dos pontos antes de iniciar a realização de investigações e/ou ensaios.

6.3.3 Ensaios de Laboratório

Os ensaios de laboratório permitem a caracterização do subsolo a partir da análise de amostras provenientes do local estudado, bem como a determinação dos parâmetros de interesse para o serviço geotécnico desenvolvido. Ressalta-se que, no Plano de Investigação Geotécnica, deve constar a quantidade de ensaios a ser realizada, bem como a indicação do local onde devem ser feitas as coletas das amostras. A locação e/ou o cadastro dos pontos de coleta das amostras pode, ou não, ser realizado por equipe especializada de topografia, a critério exclusivo da SUDECAP, conforme descrito em 6.3.2.5. Em função da especificidade de cada empreendimento e a critério da FISCALIZAÇÃO, pode haver necessidade de alterações e/ou de inclusão de orientações adicionais em relação ao Plano aprovado.

6.3.3.1 Coleta e Preparação das Amostras Deformadas e Indeformadas

A orientação da equipe a cargo da coleta das amostras (deformadas e/ou indeformadas) é responsabilidade da CONTRATADA, devendo atender, no mínimo, às seguintes recomendações:

- A coleta das amostras (deformadas ou indeformadas) para ensaios de laboratório deve ser feita nos furos de sondagens (a trado, percussão, rotativa, poço de inspeção ou trincheira), conforme especificações do Plano de Investigação Geotécnica, com a utilização de trados, pás, escavadeiras manuais, talhadeiras, martelos ou outras ferramentas;
- As amostras devem ser acondicionadas, transportadas e armazenadas adequadamente, preferencialmente, em recipientes que evitem perda significativa de umidade;
- A identificação das amostras deve estar em consonância com a nomenclatura dos furos, poços de inspeção e/ou trincheiras de onde a amostra foi coletada, conforme 6.3.2.5. Adicionalmente, para a completa identificação das amostras indeformadas, deve ser indicada a profundidade da respectiva coleta, conforme a NBR 9604;
- No caso de retirada de Amostras em Blocos, a CONTRATADA deve obedecer integralmente à NBR 9604, que institui os requisitos, procedimentos e especificações técnicas para a retirada de amostras em blocos indeformados;

- Quando a retirada de amostras indeformada for em Amostrador Tipo *Shelby*, a CONTRATADA deve obedecer integralmente à NBR 9820, que institui requisitos, procedimentos e especificações técnicas para a retirada de amostras indeformadas em solos de baixa consistência;
- Os serviços de preparação de amostras devem atender integralmente aos requisitos, procedimentos e especificações da NBR 6457;
- A depender do tipo de ensaio, pode ser necessária a preparação de corpos de prova a partir das amostras deformadas. A CONTRATADA deve efetuar a moldagem dos referidos corpos de prova, em conformidade com as especificidades de cada ensaio;
- A preparação das amostras indeformadas deve seguir as especificidades normativas e também de cada ensaio a ser realizado a partir dessas amostras indeformadas.

6.3.3.2 Teor de Umidade Natural

Compreende a realização do ensaio de Teor de Umidade Natural em amostras de solo em laboratório e emissão de certificado conforme especificações da NBR 6457. Cada ensaio em laboratório compreende a execução de, no mínimo, três determinações do Teor de Umidade. Os resultados devem ser expressos conforme especificado na referida norma.

6.3.3.3 Peso Específico dos Grãos

Compreende a realização de ensaio de Peso Específico das amostras de solo em laboratório e emissão de certificado pelo método do picnômetro conforme especificações da NBR 6458. Cada ensaio de Peso Específico em laboratório compreende a execução de, no mínimo, duas determinações do Peso Específico. Os resultados devem ser expressos conforme especificado na referida norma.

6.3.3.4 Limite de Liquidez e Limite de Plasticidade

Compreende a determinação dos Limites de Liquidez e Plasticidade de amostra de solo em laboratório e emissão de certificado ou relatório técnico contendo os gráficos pertinentes, conforme especificações da NBR 6459, relativa à determinação do Limite de Liquidez, e da NBR 7180, relativa à determinação do Limite de Plasticidade. Cada ensaio de Limite de Liquidez compreende execução de, no mínimo, cinco corpos de prova e cada ensaio de Limite de Plasticidade compreende execução de, no mínimo, três corpos de prova. Também deve ser determinado o Índice de Plasticidade (IP). O cálculo do Índice de Plasticidade não é passível de medição. Os resultados devem ser expressos conforme especificado nas referidas normas.

6.3.3.5 Ensaio de CBR ou ISC

Compreende a realização de ensaio CBR de amostra de solo em laboratório e emissão de certificado ou relatório técnico contendo a Curva de Compactação, a Curva de Expansão, Curva CBR, dentre outras especificações técnicas conforme norma NBR 9895. Cada unidade do ensaio compreende a execução de, no mínimo, três ou cinco corpos de prova, conforme especificado pela SUDECAP no momento da contratação do ensaio. Os resultados devem ser expressos conforme especificado na referida norma.

6.3.3.6 Adensamento Odométrico (por Estágio)

Compreende a realização de análise de amostra de solo em laboratório e emissão de certificado ou relatório técnico contendo a Curva de Adensamento, a Curva de Pressão X Índice de Vazios, a Reta de Permeabilidade e o Coeficiente de Adensamento, dentre outras especificações técnicas conforme os requisitos e procedimentos técnicos definidos na DNER-IE 005/94.

6.3.3.7 Permeabilidade em Permeâmetro de Carga Variável

Compreende a realização de ensaio de Permeabilidade de Carga Variável para amostra de solo em laboratório e emissão de certificado ou relatório técnico contendo as informações, os resultados e os gráficos especificados pela NBR 14545, que contém os requisitos, os procedimentos e as especificações técnicas para a execução do ensaio.

6.3.3.8 Permeabilidade em Permeâmetro de Carga Constante

Compreende a realização de ensaio de Permeabilidade de Carga Constante para amostra de solo em laboratório e emissão de certificado ou relatório técnico contendo informações, resultados e gráficos atendendo aos requisitos, aos procedimentos e às especificações técnicas contidos na NBR 13292 para a realização desse tipo de ensaio.

6.3.3.9 Compressão Simples

Compreende a realização de ensaio de amostra de solo em laboratório e emissão de certificado ou relatório técnico contendo as informações, os resultados e os gráficos especificados pela norma NBR 12770. Cada ensaio de Compressão Simples em laboratório compreende a execução de, no mínimo, três corpos de prova preparados do mesmo tipo (indeformado, remoldado ou compactado).

A escolha do tipo de corpo de prova a ser ensaiado deve estar de acordo com as recomendações e definições do projetista ou demandante do serviço que, por sua vez, deve observar as particularidades e necessidades de cada empreendimento para essa definição. Os critérios devem ser registrados no relatório final.

6.3.3.10 Compressão Triaxial

Neste ensaio de laboratório, o corpo de prova cilíndrico, que é preparado a partir de uma amostra de solo, é colocado dentro da câmara de ensaio envolto por uma membrana de borracha. A câmara é cheia de água, à qual se aplica uma pressão (pressão confinante). No ensaio com carga controlada, é aplicada uma carga constante no pistão que penetra na câmara e, no ensaio de deformação controlada, o pistão é deslocado para baixo com velocidade constante. Assim, em conformidade com as especificidades do projeto e as definições do projetista, o corpo de prova é submetido às condições de tensão que melhor simulam as condições de projeto e/ou existentes no campo.

Os requisitos, os procedimentos e as especificações técnicas para a execução desse ensaio, incluindo um tópico específico sobre a expressão dos resultados, estão detalhados nas normas internacionais ASTM D7181, ASTM D4767 e ASTM D2850 (conforme condições de tensões a serem simuladas).

Cada ensaio de Compressão Triaxial compreende a ruptura de, no mínimo, três corpos de prova. Os critérios e os parâmetros utilizados neste tipo de ensaio devem ser devidamente registrados no relatório final e devem estar em consonância com as recomendações e as definições do projetista ou demandante do serviço.

6.3.3.11 Granulometria por Peneiramento e Granulometria por Peneiramento e Sedimentação

Compreende a realização de análise granulométrica das amostras de solo em laboratório e emissão de certificado ou relatório técnico contendo a Curva Granulométrica, dentre outras especificações técnicas contidas na NBR 7181. O peneiramento possibilita a medição das partículas maiores que 0,075 mm (fração grossa do solo). Partículas menores que 0,075 mm (fração fina do solo) são medidas através da sedimentação.

6.3.3.12 Compactação Proctor Normal, Intermediário ou Modificado

Compreende a realização de ensaio de compactação em laboratório e emissão de certificado ou relatório técnico contendo a Curva de Compactação com, no mínimo, cinco pontos, conforme especificações da NBR 7182. Salienta-se que as diferentes energias de compactação (normal, intermediária e modificada) estão definidas na referida norma. Cada unidade do ensaio remunerado como Proctor Normal, Proctor Intermediário ou Proctor Modificado compreende execução de cinco corpos de prova com a respectiva energia de compactação (normal, intermediária e modificada) especificada na norma.

6.3.4 Ensaios *in Situ*

Os ensaios *in situ* permitem a caracterização do material e/ou do subsolo no próprio local estudado, sem a necessidade de extração de amostra (via de regra, são feitas perfurações exclusivamente para esta finalidade), bem como a determinação dos parâmetros de interesse para o serviço geotécnico desenvolvido. No Plano de Investigação Geotécnica, deve constar a quantidade de ensaios a ser realizada, bem como a

indicação do local onde devem ser executados os ensaios. A orientação da equipe responsável pelos serviços de campo é responsabilidade da CONTRATADA.

6.3.4.1 Ensaio de Perda d'Água sob Pressão

Esse ensaio é realizado em furo de sondagem e consiste na injeção de água sob pressão em determinados trechos do furo e na medição da quantidade de água absorvida pelo maciço durante certo tempo, a uma dada pressão de injeção. Este ensaio é realizado para vários estágios de pressão (usualmente cinco estágios).

Requisitos, procedimentos e especificações técnicas para a execução desse ensaio podem ser consultados no Manual de Sondagens da Associação Brasileira de Geologia de Engenharia e Ambiental (ABGE) (ABGE, 2013), assim, o referido documento deve ser integralmente obedecido pela CONTRATADA.

Os critérios e os parâmetros utilizados nesse tipo de ensaio devem ser devidamente registrados no relatório final e devem estar em consonância com as recomendações e definições do projetista ou demandante do serviço.

6.3.4.2 Permeabilidade *in Situ*

Esse ensaio é executado em furos de sondagem e tem por principal finalidade a determinação dos coeficientes de permeabilidade dos terrenos estudados. O Manual de Sondagens da ABGE (ABGE, 2013) apresenta os requisitos, os procedimentos e as especificações técnicas para a execução do ensaio e a CONTRATADA deve obedecê-lo integralmente.

Os critérios e os parâmetros utilizados nos ensaios de permeabilidade *in situ*, inclusive detalhamentos acerca da escolha da maneira da realização (se nível constante ou nível variável), devem ser devidamente registrados no relatório final e devem estar em consonância com as recomendações e definições do projetista ou demandante do serviço.

6.4 APRESENTAÇÃO DOS RESULTADOS

A apresentação dos resultados das investigações geotécnicas compreende a entrega, em versão impressa e digital, do Relatório e dos respectivos boletins ou laudos (quando aplicável) contendo todas as informações referentes aos serviços e ensaios realizados, conforme detalhado a seguir.

O Relatório e os respectivos boletins ou laudos devem ser entregues de acordo com os modelos fornecidos pela FISCALIZAÇÃO, sendo numerado, datado e assinado pelo RESPONSÁVEL TÉCNICO da CONTRATADA. O conteúdo do Relatório e dos respectivos boletins ou laudos devem atender às normas técnicas vigentes para cada método de investigação e/ou de ensaio e, além disso, é imprescindível que haja coerência com as especificações aprovadas no Plano de Investigações Geotécnicas. Caso não existam normas da ABNT, devem ser observadas as normas específicas do DNIT para cada método de investigação, bem como as normas internacionais específicas para cada ensaio.

6.4.1 Prospecção Geofísica

Além de seguir as normas técnicas vigentes, o Relatório de Prospecção Geofísica deve abordar, necessariamente, os seguintes tópicos e conteúdos relativos aos parâmetros e às informações geofísicas:

- Finalidade do levantamento;
- Data do início e fim do levantamento;
- Tipo do levantamento;
- Nome do interessado/contratante;
- Empresa executora do serviço;
- Local e natureza da obra;
- Localização dos ensaios geofísicos (incluindo área/extensão do levantamento);
- Boletim de campo (preenchido durante a realização do serviço);
- Registro fotográfico da execução dos serviços;
- Métodos geofísicos utilizados;
- Aquisição, processamento e interpretação dos dados geofísicos;
- Resultados (apresentar parâmetros e/ou perfis geofísicos);

- Conclusões e recomendações;
- Nomes e registros profissionais dos RESPONSÁVEIS TÉCNICOS.

6.4.2 Investigações Mecânicas

O conteúdo do Relatório de sondagem, poços de inspeção e trincheiras, além de todas as especificações normativas, deve abordar necessariamente as seguintes informações:

- Nome do interessado;
- Empresa executora do serviço;
- Nomes e registros profissionais dos RESPONSÁVEIS TÉCNICOS;
- Local e natureza da obra;
- Descrição sumária do método e dos equipamentos utilizados;
- Total perfurado (em metros);
- Registro fotográfico da execução da perfuração e das amostras;
- Boletim de campo (preenchido durante a realização do serviço);
- Perfis individuais (ou boletins):
 - Número e nome do furo;
 - Cota da boca do furo;
 - Coordenadas georreferenciadas;
 - Empresa executora do serviço;
 - Nome do interessado/contratante;
 - Nomes e registros profissionais dos RESPONSÁVEIS TÉCNICOS;
 - Data de início e data do fim da perfuração;
 - Representação gráfica das camadas do subsolo em escala 1:100;
 - Indicação da profundidade do avanço;
 - Descrição do material perfurado;
 - Gráfico SPT (solo) e/ou Gráfico de recuperação da sondagem rotativa (rocha), quando aplicável;
 - Indicação da presença ou ausência de água;
 - Indicação da posição do nível de água e a respectiva data em que foi feita a observação;
 - Indicação do critério de paralisação.
- Desenhos e plantas de locação dos furos:
 - Nome do interessado/contratante;
 - Local e natureza da obra;
 - Empresa executora do serviço;
 - Título do desenho;
 - Quadro de legenda;
 - Escalas utilizadas;
 - Data de emissão.

Os perfis individuais, as plantas e os desenhos de locação dos furos devem ser feitos através de tecnologia digital e o conteúdo deve seguir as normas técnicas específicas para cada método de investigação.

6.4.3 Ensaios de Laboratório

O Relatório dos Ensaios de Laboratório deve conter, além de todas as especificações normativas inerentes a cada tipo de ensaio, as seguintes informações:

- Nome do interessado/contratante;
- Local e natureza da obra;
- Empresa executora do serviço;
- Nomes e registro profissionais dos RESPONSÁVEIS TÉCNICOS;
- Registro fotográfico das amostras e dos ensaios;
- Indicação dos locais (furos) onde foram realizadas as coletas das amostras;
- Laudo individual (por amostra ensaiada) contendo, no mínimo:
 - Identificação da amostra ensaiada (inclusive o local de retirada e a respectiva profundidade de coleta da amostra);
 - Quantidade de amostra utilizada para a realização do ensaio;

- Registros de cálculos, quando aplicável;
- Gráfico(s) referente(s) à grandeza estudada, quando aplicável;
- Tabela(s) referente(s) à grandeza estudada, quando aplicável;
- Valor da grandeza estudada.

Eventualmente, a critério da FISCALIZAÇÃO, pode ser necessária a apresentação de desenhos e plantas para a identificação do local de coleta das amostras. Nesse caso, o desenho deve conter, no mínimo, as seguintes informações:

- Nome do interessado/contratante;
- Local e natureza da obra;
- Empresa executora do serviço;
- Título(s) do(s) desenho(s);
- Quadro de legenda;
- Escala(s) utilizada(s);
- Data de emissão.

Os perfis individuais, as plantas e os desenhos de locação dos furos devem ser feitos através de tecnologia digital e o conteúdo deve seguir as normas técnicas específicas para cada método de investigação.

6.4.4 Ensaios *in Situ*

Os resultados dos ensaios *in situ* devem ser apresentados na forma de Relatório, o qual deve conter, além de todas as especificações normativas inerentes a cada tipo de ensaio, as seguintes informações:

- Nome do interessado/contratante;
- Local e natureza da obra;
- Empresa executora do serviço;
- Nomes e registros profissionais dos RESPONSÁVEIS TÉCNICOS;
- Registro fotográfico da execução dos ensaios;
- Indicação dos locais (furos) onde foram realizados os ensaios;
- Boletim de campo (preenchido durante a realização do serviço);
- Laudo individual (por ensaio *in situ* executado) contendo, no mínimo:
 - Identificação do furo/local ensaiado (inclusive profundidades ensaiadas);
 - Descrição do material ensaiado, quando aplicável;
 - Registros de cálculos, quando aplicável;
 - Gráfico(s) referente(s) à grandeza estudada, quando aplicável;
 - Tabela(s) referente(s) à grandeza estudada, quando aplicável;
 - Valor da grandeza estudada.

Eventualmente, a critério da FISCALIZAÇÃO, pode ser necessária a apresentação de desenhos e plantas para a identificação do local de coleta das amostras. Nesse caso, o desenho deve conter, no mínimo, as seguintes informações:

- Nome do interessado/contratante;
- Local e natureza da obra;
- Empresa executora do serviço;
- Título(s) do(s) desenho(s);
- Quadro de legenda;
- Escala(s) utilizada(s);
- Data de emissão.

Os perfis individuais, as plantas e os desenhos de locação dos furos devem ser feitos através de tecnologia digital e o conteúdo deve seguir as normas técnicas específicas para cada método de investigação.

6.5 PARECERES E LAUDOS TÉCNICOS

6.5.1 Parecer Geotécnico

O Parecer Geotécnico é o relatório circunstanciado ou o esclarecimento técnico emitido por um profissional capacitado e legalmente habilitado sobre assunto na área de Geotecnia. O RESPONSÁVEL TÉCNICO do Parecer Geotécnico deve elaborar e apresentar um relato dos fatos apurados, sua interpretação e suas

conclusões fundamentadas na matéria discutida.

O Parecer Geotécnico pode ser desenvolvido para as seguintes intervenções, que, necessariamente, devem ser conhecidas pela CONTRATADA antes do início da realização dos serviços:

- Escavações a céu aberto;
- Aterros e cortes;
- Fundações de estruturas;
- Fundação de obra de arte especial;
- Escoramento;
- Contenções;
- Sistemas de drenagem;
- Rebaixamento de lençol freático;
- Pavimentação;
- Estabilização de taludes;
- Áreas de empréstimo de solo.

O escopo do Parecer é definido caso a caso pela FISCALIZAÇÃO. O documento deve ser preciso, sucinto e ordenado, contendo a metodologia, as técnicas e os critérios empregados, bem como a análise interpretativa das informações e dos resultados obtidos. Sua apresentação deve estar em conformidade com as normas técnicas vigentes. A CONTRATADA deve entregar o documento impresso e assinado e também em cópia digital (editável e digitalizada).

6.5.2 Laudo Geotécnico para Fins de Licenciamento

A legislação urbanística existe para estabelecer limites às ações humanas que interferem no espaço urbano e na qualidade de vida na cidade. Nesse contexto, considerando que a legislação urbanística vigente preconiza o ambiente urbano sustentável, atentando sempre para a valorização da vida humana, aliando o crescimento urbano à preservação ambiental, o Laudo Geotécnico para Fins de Licenciamento deve ser elaborado para se realizar a avaliação e a análise geológico-geotécnica de terrenos, lotes ou áreas em atendimento às exigências legais dos diferentes tipos licenciamentos existentes.

Esse Laudo tem por objetivo sintetizar o conhecimento do meio físico, levando em conta que o uso e a ocupação das áreas urbanas são condicionados principalmente por fatores geológico-geotécnicos e que as eventuais intervenções nos terrenos sejam realizadas de maneira adequada às suas características geotécnicas.

O Laudo Geotécnico deve ser conclusivo, caracterizando as condições geológico-geotécnicas de estabilidade e segurança do terreno, inclusive em relação aos terrenos vizinhos, e deve ser acompanhado, conforme exigência legal, da ART do RESPONSÁVEL TÉCNICO e dos formulários específicos da Secretaria Municipal responsável pelo licenciamento devidamente preenchimentos e assinados. Esses documentos devem ser entregues em cópias impressas e assinadas e digitais (editáveis e digitalizadas).

É necessário que o Laudo seja preciso, sucinto e ordenado, contendo os objetivos das investigações efetuadas, métodos, técnicas e critérios empregados, resultados obtidos e análise interpretativa das informações coletadas. Dessa forma, o conteúdo a ser apresentado compreende, mas não se limita, ao seguinte:

- Caracterização da situação atual da área estudada;
- Registro fotográfico da(s) vistoria(s) realizada(s);
- Apresentação das suscetibilidades aos processos geodinâmicos (naturais ou induzidos) associadas às condições geomorfológicas e geotécnicas da área de interesse;
- Análise dos riscos geológico-geotécnicos (incluindo a hierarquização das diferentes situações de riscos geológico-geotécnicos identificados);
- Caracterização dos componentes e dos comportamentos do meio físico frente aos diferentes tipos de ocupação observados, avaliando suas limitações e seus potenciais;
- Recomendações de uso do solo urbano de acordo com as limitações e potencialidades da área analisada;
- Análise técnica conclusiva do comportamento do terreno, caracterizando as condições geológico-geotécnicas de estabilidade e segurança do terreno (inclusive em relação aos terrenos vizinhos);
- Declaração que ateste, ou não, a viabilidade de edificar no local.

6.6 CRITÉRIOS DE MEDIÇÃO E PAGAMENTO

A medição dos serviços geotécnicos deve ser feita por etapa, adotando-se o seguinte critério de referência:

- 40% do valor total dos serviços na fase de ENTREGA E APRESENTAÇÃO;
- 60% do valor total dos serviços nas fases de APROVAÇÃO e EMISSÃO FINAL.

Nos tópicos seguintes, são apresentadas as especificidades dos critérios de pagamento dos serviços.

6.6.1 Prospecção Geofísica – Caminhamento Elétrico

Esse serviço deve ser medido conforme cotação, considerando todas as despesas decorrentes da mobilização, transporte e deslocamento dos equipamentos, do fornecimento dos materiais, ferramentas, *softwares*, equipamentos e mão de obra necessários à completa execução do serviço, bem como a elaboração do Plano de Investigação Geotécnica, anotações, desenhos, relatórios, análise e processamento dos dados.

6.6.2 Sondagem a Percussão

Considerando as despesas decorrentes do fornecimento de materiais, ferramentas, equipamentos e mão de obra necessários à completa execução das sondagens a percussão, ou seja, a perfuração, coleta de amostras, identificação, acondicionamento e transporte das amostras, observação do lençol freático, reaterro dos furos, transporte e deslocamento dos equipamentos, e demais operações necessárias, bem como a elaboração do Plano de Investigação Geotécnica, anotações, desenhos, plantas, relatórios e perfis de sondagem, esse serviço é medido da seguinte forma:

- Uma taxa de mobilização, instalação e desmobilização, por campanha, independentemente da distância entre a empresa fornecedora e o local da sondagem;
- O somatório das profundidades efetivamente executadas em cada furo no subsolo, cuja unidade de medida é metro (m);
- Diária(s) de equipe de topografia para locação, em função da locação e do cadastro planialtimétrico dos furos de sondagem a percussão, quando for o caso;
- Uma taxa de desmontagem, transporte e montagem de equipamentos por furo executado, somente quando a distância de um furo para o furo posterior for maior que 100 metros (a distância pode ser conferida em campo).

6.6.3 Sondagem a Trado

A execução do serviço de sondagem a trado abrange a mão de obra para a perfuração, coleta de amostras, identificação, acondicionamento e transporte das amostras, bem como serviços de observação do lençol freático, reaterro dos furos, transporte e deslocamento dos equipamentos, e demais operações necessárias. Inclui também a elaboração do Plano de Investigação Geotécnica, anotações, desenhos, plantas, relatórios e perfis de sondagem. De tal serviço, decorrem despesas como o fornecimento de materiais, ferramentas, equipamentos e mão de obra, sendo esse serviço medido da seguinte forma:

- Uma taxa mobilização, por campanha, independentemente da distância entre a empresa fornecedora e o local da sondagem;
- O somatório das profundidades efetivamente executadas em cada furo no subsolo, cuja unidade de medida é metro (m);
- Diária(s) de equipe de topografia para locação, em função da locação e do cadastro planialtimétrico dos furos de sondagem a trado, quando for o caso.

6.6.4 Sondagem Rotativa

As atividades de perfuração, coleta de amostras, identificação, acondicionamento e transporte das amostras, bem como serviços de observação do lençol freático, reaterro dos furos, transporte e deslocamento dos equipamentos, entre outras operações são necessárias à execução das sondagens rotativas. Os itens de medição enumerados a seguir consideram todas as despesas decorrentes do fornecimento de materiais, ferramentas, equipamentos e mão de obra necessários à completa execução das sondagens rotativas, bem como da elaboração do Plano de Investigação Geotécnica, anotações, desenhos, plantas, relatórios e perfis

de sondagem:

- Uma taxa mobilização, por campanha, e independentemente da distância entre a empresa fornecedora e o local da sondagem;
- Uma taxa de instalação para cada furo (exceto o primeiro), por campanha, e independentemente da distância entre a empresa fornecedora e o local da sondagem e independentemente da distância entre os furos;
- O somatório das profundidades efetivamente executadas em cada furo no subsolo, cuja unidade de medida é metro (m), com a seguinte diferenciação:
 - Perfuração em solo;
 - Perfuração em rocha (com coroa *widia* e/ou coroa diamantada).
- Diária(s) de equipe de topografia para locação, em função da locação e do cadastro planialtimétrico dos furos de sondagem rotativa, quando for o caso.

6.6.5 Poço de Inspeção e/ou Trincheira

Todas as despesas decorrentes do fornecimento dos materiais, ferramentas, equipamentos e mão de obra necessários à completa execução de poço de inspeção e/ou trincheira, ou seja, a escavação, a inspeção visual do solo, o reaterro do poço e demais operações indispensáveis, e também da elaboração do Plano de Investigação Geotécnica, anotações, desenhos, relatórios e dados pertinentes, bem como mobilização, transporte e deslocamento dos equipamentos estão previstas na medição do seguinte item:

- Volume de material efetivamente escavado, cuja unidade é metro cúbico (m³).

6.6.6 Ensaios de Laboratório e Retirada de Amostras Indeformadas

Considerando a elaboração do Plano de Investigação Geotécnica, anotações, desenhos, relatórios e dados pertinentes e o fornecimento dos materiais, ferramentas, *softwares*, equipamentos, a coleta de amostras e a mão de obra necessária à completa execução do serviço, os ensaios de laboratório são medidos desta forma:

- A quantidade total das unidades dos ensaios de laboratório realizados;
- A quantidade total das unidades das amostras indeformadas retiradas.

Não há diferença de remuneração em função de ensaios e retirada de amostras executados com a energia normal, intermediária ou modificada.

6.6.7 Ensaios *in Situ*

Considerando a elaboração do Plano de Investigação Geotécnica, anotações, desenhos, relatórios e dados pertinentes e o fornecimento dos materiais, ferramentas, *softwares*, equipamentos, a coleta de amostras e a mão de obra necessários à completa execução do serviço, os ensaios *in situ* são medidos desta forma:

- A quantidade total das unidades dos ensaios *in situ* realizados.

6.6.8 Parecer Geotécnico

O documento descrito em 6.5.1 é medido por unidade elaborada e aprovada pela FISCALIZAÇÃO de acordo com a complexidade da sua elaboração, conforme o tipo de objeto a ser analisado. Esses objetos estão categorizados em três níveis:

- Nível 1: áreas de empréstimo de solo, fundações para edificações, sistemas de drenagem, rebaixamento de NA; pavimentação;
- Nível 2: escavações a céu aberto, aterros e cortes, escoramentos, contenções, estabilização e taludes;
- Nível 3: fundação de Obra de Arte Especial, estabilidade de estruturas de Obra de Arte Especial.

O custo do Parecer Geotécnico compreende todas as despesas decorrentes do fornecimento dos materiais, ferramentas, *softwares*, equipamentos e mão de obra necessários à sua elaboração. Quando houver execução de investigações geotécnicas, elas devem ser medidas como descrito nos tópicos anteriores.

6.6.9 Laudo Geotécnico para Fins de Licenciamento

Assim como o Parecer, o Laudo Geotécnico para Fins de Licenciamento também é medido por unidade elaborada e aprovada pela FISCALIZAÇÃO. O seu custo compreende todas as despesas decorrentes do fornecimento dos materiais, ferramentas, *softwares*, equipamentos e mão de obra necessários à sua completa elaboração conforme descrito em 6.5.2. Quando houver execução de investigações geotécnicas, elas devem ser medidas de acordo com o descrito nos tópicos anteriores.

6.7 NORMAS E PRÁTICAS COMPLEMENTARES

ASTM D2850 – *Standard Test Method for Unconsolidated-Undrained Triaxial Compression Test on Cohesive Soils.*

ASTM D4767 – *Standard Test Method for Consolidated Undrained Triaxial Compression Test for Cohesive Soils.*

ASTM D7181 – *Standard Test Method for Consolidated Drained Triaxial Compression Test for Soils.*

Boletins Técnicos da Associação Brasileira de Geologia de Engenharia e Ambiental (ABGE).

DNER-IE 005/94 – Solos – Adensamento.

DNER-PRO 102/97 – Sondagem de reconhecimento pelo método rotativo.

DNIT 172/2016 – ME – Solos – Determinação do Índice de Suporte Califórnia utilizando amostras não trabalhadas – Método de ensaio.

NBR 5629 – Execução de tirantes ancorados no terreno.

NBR 5681 – Controle tecnológico da execução de aterros em obras de edificações.

NBR 6120 – Cargas para cálculo de estruturas de edificações.

NBR 6122 – Projeto e execução de fundações.

NBR 6457 – Amostra de solo – Preparação para ensaios de compactação e ensaio de caracterização.

NBR 6458 – Grãos de pedregulho retidos na peneira de abertura 4,8 mm – Determinação da massa específica, da massa específica aparente e da absorção de água.

NBR 6459 – Limite de liquidez.

NBR 6484 – Solo – Sondagens de simples reconhecimento com SPT – Método de ensaio.

NBR 6489 – Prova de carga direta no terreno da fundação.

NBR 6490 – Rochas – Caracterização de ocorrência – Reconhecimento e amostragem.

NBR 6491 – Reconhecimento e amostragem para fins de caracterização de pedregulho e areia.

NBR 6497 – Levantamento Geotécnico.

NBR 6502 – Rochas e Solos.

NBR 7180 – Limite de Plasticidade.

NBR 7181 – Solo – Análise Granulométrica.

NBR 7182 – Ensaio de Compactação.

NBR 7185 – Solo – Determinação da massa específica aparente, in situ, com emprego do frasco de areia.

NBR 7678 – Segurança na execução de obras e serviços de construção.

NBR 8036 – Programação de sondagens de simples reconhecimento dos solos para fundações de edifícios.

NBR 9061 – Segurança de escavação a céu aberto.

NBR 9603 – Sondagem a trado – procedimento.

NBR 9604 – Abertura de poço e trincheira de inspeção em solo com retirada de amostra indeformadas.

NBR 9813 – Solo – Determinação da massa específica aparente in situ, com emprego de cilindro de cravação.



NBR 9820 – Coleta de amostras indeformadas de solo em furos de sondagem – Procedimento.

NBR 9895 – Índice Suporte Califórnia.

NBR 11682 – Estabilidade de Taludes.

NBR 12131 – Estacas – Prova de carga estática.

NBR 13208 – Estacas – Ensaio de carregamento dinâmico.

NBR 16097 – Solo – Determinação do teor de umidade – Métodos expeditos de ensaio.

REFERÊNCIAS

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE GEOLOGIA DE ENGENHARIA E AMBIENTAL – ABGE. **Manual de Sondagens**. 4. ed. São Paulo: ABGE, 2013.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS – ABNT. **NBR 8044**: Projeto geotécnico - Procedimento. Rio de Janeiro: ABNT, 2018.