



*Prof. Marco Pádua*

## SONDAGEM PROCEDIMENTOS

A seguir as especificações básicas que orientam as Sondagens utilizadas nas obras de pequeno e médio porte.

### **1. Sondagens a Trado**

#### **1.1 - Definição**

Sondagem a trado é um método de investigação geológico-geotécnica que utiliza como instrumento o trado; um tipo de amostrador de solo constituído por lâminas cortantes, que podem ser espiraladas (trado helicoidal ou espiralado) ou convexas (trado concha). Tem por finalidade a coleta de amostra deformada, determinação do nível d'água e identificação dos horizontes do terreno.

#### **1.2 - Identificação**

As sondagens a trado deverão ser identificadas pela sigla ST seguida de número indicativo. Em cada obra este número deverá ser sempre crescente, independentemente do local, fase ou objetivo da sondagem. Quando for necessária a execução de mais de um furo em um mesmo ponto de investigação os furos subsequentes terão a mesma numeração do primeiro furo acrescida das letras A, B, C, etc.

#### **1.3 - Equipamentos e ferramentas**

1.3.1 - A contratada deverá possuir equipamentos e ferramentas para execução de sondagem até 15 m de profundidade, ou que atendam a programação e especificação estabelecida no contrato de serviço.

1.3.2 - Os equipamentos e ferramentas constarão, no mínimo, dos seguintes elementos:

- trado concha, com diâmetro mínimo de 63 mm (2 1/2");
- trado helicoidal, com diâmetro mínimo de 63 mm (2 1/2");
- cruzetas, hastes e luvas de ferro galvanizado (diâmetro mínimo de 25 mm) ou aço sem costura (diâmetro mínimo de 19 mm);
- ponteira constituída por peça de aço terminada em bisel;
- chaves de grifo;
- metro ou trena;
- recipientes herméticos para amostras tipo copo;
- parafina;
- sacos plásticos ou de lona;
- etiquetas para identificação;
- medidor de nível d'água.

1.3.3 - As hastes deverão ser retilíneas e dotadas de roscas em bom estado que permitam firme conexão com as luvas. Quando acopladas, as hastes deverão formar um conjunto retilíneo.

1.3.4 - A contratada deverá dispor de hastes com comprimentos métricos exatos (p. ex. 1, 2, 3 m etc.), a fim de facilitar as operações de início do furo e evitar emendas sucessivas (inconvenientes) a maiores profundidades.

1.3.5 - A Fiscalização poderá solicitar a substituição de qualquer material que julgar inadequado.

#### **1.4 - Execução da sondagem**

1.4.1 - A sondagem deverá ser iniciada após a limpeza de uma área que permita o desenvolvimento de todas as operações sem obstáculos e abertura de um sulco ao seu redor para desviar as águas de enxurradas, no caso de chuva. Este procedimento não será necessário quando da realização de sondagens para determinação da espessura de material em jazidas.

1.4.2 - Junto ao local onde será executada a sondagem deverá ser cravado um piquete, com a identificação da sondagem, que servirá de ponto de referência para medidas de profundidade e para fins de amarração topográfica.

1.4.3 - A sondagem deverá ser iniciada com o trado concha e seu avanço deverá ser feito até os limites especificados no item 1.4.11, observando-se antes as condições discriminadas no item 1.4.4.

1.4.4 - Quando o avanço do trado concha se tornar difícil deverá ser utilizado o trado helicoidal, em se tratando de solos argilosos. No caso de camadas de cascalho, deverá ser feita uma tentativa de avanço empregando-se uma ponteira.

1.4.5 - A critério da Fiscalização, poderão ser empregadas pequenas quantidades de água a fim de ajudar a perfuração e coleta de amostras, principalmente em se tratando de materiais duros e areias sem coesão.

1.4.6 - O material retirado do furo deverá ser depositado à sombra, em local ventilado, sobre uma lona ou tábua, de modo a evitar sua contaminação com solo superficial do terreno e a diminuição excessiva de umidade.

1.4.7 - Os materiais obtidos deverão ser agrupados em montes dispostos segundo as profundidades de coleta.

1.4.8 - O controle da profundidade do furo deverá ser com precisão de 5 (cinco) centímetros, pela diferença entre o comprimento total das hastes com o trado e a sobra das hastes em relação ao piquete de referência fixado junto à boca do furo.

1.4.9 - No caso da sondagem atingir o nível freático, a sua profundidade deverá ser anotada. Ocorrendo artesianismo não surgente deverá ser registrado o nível estático e, no caso de artesianismo surgentes, deverá ser feita uma avaliação da vazão de escoamento d'água ao nível do solo.

1.4.10 - O nível d'água deverá ser medido todos os dias, antes do início dos trabalhos e na manhã seguinte depois de concluído o furo (leitura final 24,0 horas após término do furo).

1.4.11 - A sondagem a trado será dada por terminada nos seguintes casos:

- quando atingir a profundidade especificada na programação dos serviços;
- quando ocorrerem desmoronamentos sucessivos da parede do furo;
- quando o avanço do trado for inferior a 5 cm em 10 minutos de operação contínua de perfuração.

1.4.12 - Em terrenos que forem impenetráveis ao trado (ocorrência de cascalho, matacões ou rocha), havendo interesse de se investigar melhor o local, a critério da Fiscalização, o furo deverá ser dado como terminado, sendo iniciado um novo furo deslocado de cerca de 3,0 m, para qualquer direção. Todas as tentativas deverão constar da apresentação final dos resultados.

1.4.13 - Nos intervalos dos turnos de furação e nos períodos de espera para a medida final do nível d'água, o furo deverá permanecer tamponado e protegido da entrada de água de chuva.

1.4.14 - Após aprovação/liberação da Fiscalização, os furos serão totalmente preenchidos com solo, deixando-se cravado no local uma estaca com sua identificação. Nos furos que alcançarem o nível d'água, essa operação somente será feita após a última leitura do N.A. Em qualquer hipótese a boca do furo deverá ser protegida de modo a não permitir eventuais acidentes.

## **1.5 - Amostragem**

### **1.5.1 - Coleta das Amostras**

Quando o material perfurado for homogêneo, as amostras deverão ser coletadas a cada metro, salvo orientação em contrário da Fiscalização. Se houver mudança no transcorrer do metro perfurado deverão ser coletadas tantas amostras quantos forem os diferentes tipos de materiais.

### **1.5.2 - Identificação das amostras**

As amostras serão identificadas por duas etiquetas, uma externa e outra interna ao recipiente de amostragem, onde constem:

- nome da obra;
- nome do local;
- número do furo;
- Intervalo de profundidade da amostra;
- data da coleta.

As anotações deverão ser feitas com caneta esferográfica ou tinta indelével, em papel cartão, protegendo as etiquetas de avarias no manuseio das amostras.

### **1.5.3 - Amostras para ensaios geotécnicos**

a) As amostras para ensaios geotécnicos deverão ser acondicionadas imediatamente após a sua retirada do furo.

b) Inicialmente coleta-se 100 g em recipiente de tampa hermética, parafinada ou selada com fita colante, para determinação da umidade natural.

c) A seguir coleta-se cerca de 15 kg em sacos de lona ou plástico com amarrilho, para os demais ensaios geotécnicos.

### **1.5.4 - Amostras para estudos geológicos**

a) Para estudos geológicos as amostras poderão ser coletadas após a conclusão do furo.

b) Coleta-se uma ou mais amostras por metro de furo, dependendo da homogeneidade do material atravessado. As amostras com cerca de 0,5 kg serão acondicionadas em recipiente rígido ou saco plástico transparente. O material retirado dos últimos centímetros do furo deverá constituir-se em uma amostra.

c) Todo material coletado deverá permanecer guardado à sombra, em local ventilado, até o final da jornada diária, quando será transportado para o local indicado pela Fiscalização na obra.

## **1.6 - Apresentação dos resultados**

### **1.6.1 - Informações diárias**

Informações sobre o andamento da sondagem deverão ser fornecidas diariamente, quando solicitadas pela Fiscalização da CASAN.

### **1.6.2 - Resultados preliminares**

Os resultados preliminares de cada sondagem a trado deverão ser apresentados num prazo máximo de 10 dias após seu término, em boletins com duas vias onde conste, no mínimo:

- nome da obra;
- identificação e localização do furo;
- diâmetro da sondagem;
- cota, quando fornecida;
- data da execução;
- tipo e profundidade das amostras coletadas;
- motivo da paralisação;
- medidas de nível d'água com data, hora e profundidade do furo por ocasião da medida. No caso de não ser atingido o nível d'água devem-se anotar as palavras “**furo seco**”. Observar que necessariamente terá uma leitura 24,00 horas após o término do furo, e quando se tratar de solos argilosos, deverá haver mais uma leitura 48,00 horas após o término do furo.

### **1.6.3 - Resultados finais**

Os resultados finais de cada sondagem a trado deverão ser apresentados num prazo máximo de 30 (trinta) dias após seu término, na forma de perfis individuais na escala 1:100 onde conste a classificação geotécnica visual dos materiais atravessados, feita por geólogo cujo nome e assinatura deverão constar no perfil.

#### **1.6.4 - Relatório final**

Até 30 dias após o término do último furo da campanha programada, a firma empreiteira deverá entregar o relatório final contendo:

- Texto explicativo com localização, totais de furos executados e de metros perfurados, bem como outras informações de interesse e conhecimento da empreiteira;
- Planta de localização das sondagens;
- Deverão ser apresentadas também, quando possível, as seções geotecnológicas de interesse à obra.

### **2 - Poços de Inspeção**

#### **2.1 - Definição**

Poço de inspeção em solo é uma escavação vertical de seção circular ou quadrada, com dimensões mínimas suficientes para permitirem o acesso de um observador, visando a inspeção das paredes e fundo, bem como a retirada de amostras representativas, deformadas e indeformadas.

**Amostra deformada:** extraída pela raspagem ou escavação, implicando na destruição da estrutura e na alteração as condições de compacidade ou consistência naturais.

**Amostra indeformada:** extraída com o mínimo de perturbação, procurando manter sua estrutura e condições de umidade e compacidade ou consistência naturais.

#### **2.2 - Identificação**

Os poços de inspeção deverão ser identificados pela sigla “**PI**” seguida de número indicativo. Em cada obra o número indicativo deverá ser sempre crescente, independentemente do local, fase ou objetivo da sondagem.

#### **2.3 - Equipamentos e ferramentas**

a) A firma Empreiteira deverá fornecer equipamentos e ferramentas para execução de poços de inspeção de até 20 m de profundidade ou que atendam as especificações de serviço, em solos com coesão acima do nível freático.

b) Os equipamentos e ferramentas constarão, no mínimo, dos seguintes elementos:

- sarilho;
- corda;
- enxadão;
- picareta;
- pá;
- balde;
- escada;
- colher de pedreiro;
- espátula de aço;
- faca de cortar frios;
- serrote sem costa;
- fio de arame de aço;
- caixa cúbica de madeira;
- talagarça;
- parafina;
- aquecedor;
- pincel;
- serragem;
- guarda-sol;
- carrinho de mão;
- sacos plásticos e de lona;
- etiquetas para identificação;
- trena.

c) A corda e o sarilho deverão ser suficientemente resistentes para suportarem, com segurança, carga de no mínimo 150 kg.

d) A caixa cúbica de madeira deverá ter suas partes componentes aparafusadas.

#### **2.4 - Execução da sondagem**

2.4.1 - A escavação do poço deverá ser iniciada após a limpeza superficial de uma área de 4,00 x 4,00 m e a construção de uma cerca, no desta, constituída de madeira ou com quatro fios de arame farpado fixados em mourões.

2.4.2 - No caso de escavação de poço próximo a edificações ou em áreas urbanas, deverá ser mantido ao redor do poço um isolamento resistente e seguro contra o acesso de pessoas e animais, com dimensões de acordo com a área disponível, e sinalização de advertência.

2.4.3 - Para evitar a entrada de água da chuva no poço deverá ser providenciada a abertura de um sulco para drenagem no perímetro da área cercada.

2.4.4 - A dimensão mínima do poço a ser aberto será 1,10 m. A sua forma deverá ser de preferência circular, para maior segurança e rendimento.

2.4.5 - A escavação deverá ser executada com picareta, enxadão e pá e prosseguirá normalmente até uma profundidade que possibilite lançar para fora o material escavado. Para o prosseguimento da escavação, deverá ser instalado um sarilho munido de corda, para a entrada e saída dos trabalhadores e retirada do material escavado.

2.4.6 - Durante a fase de execução, por razões de segurança, a Empreiteira deverá manter uma corda de reserva estendida junto à parede do poço e firmemente fixada na superfície do terreno. Nas paredes do poço deverão ser escavados os degraus, dispostos segundo duas fileiras diametralmente opostas que facilitem escalar o poço com o auxílio da corda de reserva.

2.4.7 - No caso de serem detectados quaisquer indícios de instabilidade, por menores que sejam, deverá ser imediatamente providenciado o escoramento das paredes do poço.

2.4.8 - O escoramento a ser adotado deverá garantir a estabilidade nos pontos considerados instáveis, sem prejudicar a inspeção visual das paredes. Para tanto, o escoramento deverá ter aberturas retangulares, verticais, com largura suficiente para permitir o exame de toda a seqüência vertical do terreno.

2.4.9 - Caberá única e exclusivamente ao Empreiteiro a responsabilidade de verificar a estabilidade das paredes dos poços em execução, interrompendo os trabalhos de escavações tão logo seja verificado indício de desmoronamento, que possa colocar em risco a integridade dos trabalhadores.

2.4.10 - A Fiscalização opinará sobre a necessidade de dar continuidade ao poço, no caso de insegurança para o trabalho. Se seu aprofundamento for necessário, o escoramento será feito pela própria Empreiteira, com base em sua experiência neste tipo de serviço.

2.4.11 - Em poço escavado em terrenos ricos em matéria orgânica, deverá ser providenciada ventilação forçada, de modo a expulsar eventuais emanações de gases tóxicos.

2.4.12 - Todo solo retirado do poço deverá ser depositado ao seu redor, em ordem seqüencial, de maneira a formar um anel, fora da área cercada, onde a distribuição vertical dos materiais atravessados fique reproduzida sem escala.

2.4.13 - O controle da profundidade do poço será feito através de medida direta entre o fundo do poço e um ponto de referência na superfície natural do terreno.

2.4.14 - Quando a escavação estiver a uma profundidade de 0,10 m acima da cota prevista para a retirada da amostra indeformada, deve-se evitar o pisoteamento do terreno sobrejacente à superfície do topo da amostra. Deverão ser observados os procedimentos do item 2.5.2.d.

2.4.15 - No caso de se atingir o nível freático a operação de escavação deverá ser interrompida, anotando-se sua profundidade. No caso de artesianismo, deverá ser registrado o nível estático.

2.4.16 - O nível d'água deverá ser medido todos os dias antes do início dos trabalhos e na manhã seguinte após a conclusão do poço.

2.4.17 - O poço será considerado concluído nos seguintes casos:

- quando atingir a profundidade prevista pela programação dos trabalhos;
- quando houver insegurança para a continuidade dos trabalhos;
- quando ocorrer infiltração acentuada de água que tome pouco produtiva a escavação;
- quando ocorrer, no fundo do poço, material não escavável por processos naturais.

2.4.18 - No final de cada jornada de trabalho a boca do poço deverá ser coberta por uma tampa, apoiada sobre um cordão de solo, que impeça a entrada de águas pluviais e animais. Tal procedimento deverá também ser aplicado na conclusão do poço, caso haja interesse em mantê-lo aberto.

2.4.19 - Não havendo interesse na manutenção do poço aberto, após a conclusão dos serviços, este deverá ser totalmente preenchido com solo.

2.4.20 - Para efeito de identificação, no local do poço deverá ser cravada uma tabuleta contendo no mínimo os seguintes dados:

- número do poço;
- profundidade;
- cotada boca, quando fornecida.

## **2.5 - Amostragem**

### **2.5.1 - Amostras deformadas**

a) Amostras deformadas são aquelas extraídas por raspagem ou escavação, o que implica na destruição da estrutura e na alteração das condições de compacidade ou consistência naturais destas.

b) As amostras deformadas deverão ser coletadas a cada metro perfurado em material homogêneo, salvo orientação em contrário da Fiscalização. Se ocorrer mudança no transcorrer do metro perfurado deverão ser coletadas tantas amostras quantos forem os diferentes tipos de materiais.

c) As amostras serão identificadas por duas etiquetas, uma externa e outra interna ao recipiente de amostragem, contendo:

- nome da obra;
- nome do local;
- número do poço;
- intervalo de profundidade da amostra;
- data da coleta.

As anotações deverão ser feitas com canetas esferográficas ou tinta indelével, em papel cartão, devendo as etiquetas ficar protegidas de avarias no manuseio das amostras.

d) As amostras serão coletadas do material retirado do poço à medida que a escavação avance. Não será permitida a amostragem por raspagem da parede do poço após sua conclusão, no caso de determinação de umidade natural.

e) As amostras deverão ser colocadas sem demora em dois recipientes: um, de tampa hermética parafinada ou selada com, fita colante, com aproximadamente 100 g de material e outro, de lona ou plástico com amarrilho, com cerca de 20 kg.

f) As amostras deverão permanecer guardadas à sombra em local ventilado, até o final da jornada diária, quando serão transportadas para o local indicado pela Fiscalização, na obra.

### **2.5.2 - Amostras indeformadas**

a) Amostras indeformadas são aquelas extraídas com o mínimo de perturbação possível, de modo a preservar suas estruturas ou condições de umidade, compacidade e consistência naturais.

b) O número de amostras indeformadas, bem como as profundidades de coleta, deverá ser determinado pela equipe técnica que acompanha a obra.

c) As amostras indeformadas serão coletadas em blocos com formato cúbico com arestas de 0,30 m de dimensão mínima.

d) Quando o fundo do poço se encontrar a cerca de 0,10 m da profundidade a ser amostrada, a escavação deverá ser cuidadosa, e executada com as mesmas ferramentas utilizadas na talhagem do bloco.

e) Atingida a cota de topo do bloco, deverá ser iniciada a talhagem lateral até sua base, sem seccioná-lo.

f) Talhado o bloco, o seu topo deverá ser identificado com a marcação de um **T** (topo), e suas faces expostas, inicialmente deverão ser envolvidas com faixa de crepom ou similar, e recebendo em seguida uma camada de parafina líquida aplicada com pincel.

g) Após a operação do item anterior, envolve-se a amostra com uma forma quadrada de madeira, dimensão interna 0,04 m maior que o bloco. Colocada a forma e, bem selado o contato com o solo abaixo do bloco, despeja-se parafina líquida nos vazios da forma e na face superior do bloco.

h) Após o endurecimento da parafina, secciona-se cuidadosamente o bloco pela sua base, regularizando-se e parafinando-se esta.

i) O bloco deverá ser retirado do poço com a forma e, após a sua remoção, deverá ser indicado o topo do bloco, bem como ser-lhe colada uma etiqueta de identificação em que constem os seguintes dados:

- loca e obra;
- número do poço;
- orientação em relação a uma direção (montante-jusante, etc.);
- profundidade do topo e base do bloco no poço;
- cota da boca do poço;
- data da amostragem;
- nome do operador.

j) Completada a identificação, o bloco deverá ser colocado em uma caixa cúbica de madeira ou material de rigidez similar, com dimensão interna 0,06 maior que o lado do bloco, com tampa aparafusada. Os espaços entre as faces do bloco e caixa deverão ser preenchidos com serragem fina pouco umedecida.

k) No lado da caixa correspondente ao topo do bloco, deverá ser afixada uma etiqueta com os mesmos dizeres da etiqueta colada no bloco.

l) Os procedimentos descritos nos itens anteriores sobre a retirada de amostras indeformadas deverão ser executados sem interrupções, no menor espaço de tempo possível, ao abrigo de luz solar direta ou da água de chuva.

m) As amostras coletadas deverão permanecer guardadas à sombra, em local ventilado, até o final da jornada diária, quando serão transportadas com o máximo cuidado sem choques ou vibrações, até o local indicado para a realização dos ensaios.

## **2.6 - Apresentação dos resultados**

### **2.6.1 - Informações diárias**

Informações sobre o andamento da execução do poço deverão ser fornecidas diariamente, quando solicitadas pela Fiscalização.

### **2.6.2 - Resultados Preliminares**

Os resultados preliminares da abertura de cada poço deverão ser apresentados num prazo máximo de 15 dias após seu término, em com duas vias onde conste, no mínimo:

- nome da obra;
- identificação e localização do poço;
- forma e dimensões;
- cota da boca, quando fornecida;
- data da execução;
- tipo e profundidade das amostras coletadas;
- medidas de nível d'água com data, hora e profundidade do poço na ocasião da medida. No caso de não ser atingido o nível d'água, devem-se anotar as palavras "poço seco".
- motivo da paralisação;

### **2.6.3 - Informações finais**

Os resultados finais dos poços deverão ser apresentados num prazo máximo de 30 dias após seu término, na forma de perfis, onde conste, além dos dados do item b, a classificação geotécnica visual dos materiais atravessados, suas estruturas, resistências, etc., feitas por geólogo cujo nome e assinatura deverão constar no perfil.

### **2.6.4 - Relatório Final**

Até 30 dias após o término do último poço da campanha programada, a firma Empreiteira deverá entregar o relatório final, contendo:

- Texto explicativo com localização, tempo gasto, número de poços executados, total de metros perfurados, bem como outras informações de interesse e conhecimento da Empreiteira;
- Planta de localização dos poços ou, na sua falta, esboço com distâncias aproximadas e amarração.

### **3 - Sondagens a Percussão**

#### **3.1 - Definição**

Sondagem a percussão é um método para investigação de solos em que a perfuração é obtida através do golpeamento do fundo do furo por peças de aço cortantes. É utilizada tanto para a obtenção de amostras de solo, como dos índices de sua resistência à penetração.

#### **3.2 - Identificação**

A sondagem à percussão deverá ser identificada pela sigla **SP** seguida de número indicativo. Em cada obra o número indicativo deverá ser sempre crescente, independentemente do local, fase ou objetivo da sondagem. Quando for necessária a execução de mais de um furo num mesmo ponto de investigação, os furos subseqüentes terão a mesma numeração do primeiro acrescida das letras A, B, C etc.

#### **3.3 - Equipamentos e ferramentas**

3.3.1 - A firma Empreiteira deverá fornecer equipamentos e ferramentas para execução de sondagens de até 40 m de profundidade ou que atendam as especificações de serviços.

3.3.2 - Os equipamentos e ferramentas constarão no mínimo dos seguintes elementos:

- tripé com roldana;
- guincho mecânico, ou com moitão;
- trado concha e espiral;
- hastes e luvas de aço;
- alimentador d'água;
- cruzeta;
- trépano e T de lavagem;
- barriletes amostradores e peças para cravação destes;
- martelo com 65 kg e guia;
- tubos de revestimento;
- bomba d'água;
- abraçadeiras para revestimento;
- abaixadores e alçadores para hastes, saca-tubo;
- baldinho com válvula de pé;
- chaves de grifo;
- metro ou trena;
- recipientes herméticos para amostras tipo copo;
- parafina;
- sacos plásticos;
- etiquetas para identificação;
- medidor de nível d'água.

3.3.3 - As peças de avanço da sondagem deverão permitir a abertura de um furo com diâmetro mínimo de 2 1/2".

3.3.4 - A forma e distribuição das saídas d'água do trépano, bem como as características das hastes dos ensaios penetrométricos e de lavagem por tempo, deverão ser idênticas para todos os equipamentos, durante todo o serviço de sondagem de uma Empreiteira numa mesma obra.

3.3.5 - Para os ensaios penetrométricos as hastes serão do tipo Schedule 80, retilíneas, com 1" de diâmetro interno e dotadas de roscas em bom estado, que permitam firme conexão com as luvas, e peso de aproximadamente 3,0 kg por metro linear. Quando acopladas, as hastes deverão formar um conjunto retilíneo.

3.3.6 - A firma Empreiteira deverá dispor de hastes com comprimentos métricos exatos (p. ex. 1, 2, 3 m, etc.), a fim de facilitar as operações de início do furo, e evitar emendas sucessivas (inconvenientes) a maiores profundidades.



3.3.7 - Os barriletes amostradores deverão se encontrar em bom estado, com roscas e ponteiros perfeitas e firmes, assim como não apresentar fraturas em nenhuma parte.

3.3.8 - O trépano deverá estar em bom estado e sua extremidade inferior cortante sempre afiada.

#### **3.4 - Execução da sondagem**

3.4.1 - A sondagem deverá ser iniciada após a limpeza de uma área que permita o desenvolvimento de todas as operações sem obstáculos. Deverá ser providenciada a abertura de um sulco ao seu redor para desviar as águas de enxurradas, no caso de chuvas. Quando for necessária a construção de uma plataforma, essa deverá ser totalmente assoalhada e cobrir, no mínimo, a área delimitada pelos pontos de fixação do tripé.

3.4.2 - Junto ao local onde será executada a sondagem deverá ser cravado um piquete com a identificação da sondagem, que servirá de ponto de referência para medidas de profundidades e para fins de amarração topográfica.

3.4.3 - As sondagens deverão ser iniciadas utilizando-se o trado concha até onde possível.

3.4.4 - Quando o avanço da sondagem se tornar impraticável com este equipamento, o avanço deverá ser feito utilizando o trado espiral.

3.4.5 - No caso de ser atingido o nível freático, ou quando o avanço do trado espiral for inferior a 5 cm em 10 minutos de operação contínua de perfuração, passa-se para o método de percussão com circulação de água (lavagem). Para tanto, é obrigatória a cravação do revestimento.

3.4.6 - Quando o avanço do furo se fizer por lavagem, deve-se erguer o sistema de circulação d'água (o que equivale a elevar o trépano) da altura de aproximadamente 0,30 m e durante sua queda deve ser manualmente imprimido um movimento de rotação na coluna de hastes.

3.4.7 - Os detritos pesados, que não são carregados com a circulação d'água, deverão ser retirados com o baldinho com válvula de pé.

3.4.8 - O controle das profundidades do furo, com precisão de 1 (um) cm, deverá ser feito pela diferença entre o comprimento total das hastes com a peça de perfuração e a sobra delas em relação ao piquete de referência fixado junto à boca do furo.

3.4.9 - No caso da sondagem atingir o nível freático, a sua profundidade deverá ser anotada. Quando ocorrer artesianismo não surgente deverá ser registrado o nível estático e, no caso de artesianismo surgente, além do nível estático deverá ser medida a vazão e o respectivo nível dinâmico.

3.4.10 - O nível d'água ou as características do artesianismo deverão ser medidos todos os dias antes do início dos trabalhos e na manhã seguinte após a conclusão da sondagem. De modo que necessariamente haverá uma leitura do N.A. 24 horas após o término do furo.

3.4.11 - A água de circulação deverá se apresentar visualmente limpa, não sendo permitida sua reutilização, exceto quando autorizado pela Fiscalização. Neste caso, a mesma deverá circular por dois tambores de 200 litros cada, abertos longitudinalmente e ligados entre si pela parte superior. A Fiscalização poderá solicitar a substituição da água de circulação e limpeza dos tambores quando julgar conveniente, assegurando que a água se apresente visualmente limpa.

3.4.12 - A sondagem à percussão será dada por terminada quando:

- atingir a profundidade especificada na programação dos serviços;
- ocorrer a condição de impenetrabilidade descrita no item 3.6.2;
- estiver prevista sua continuação pelo processo rotativo e forem atingidas as condições do item 3.5.11.

3.4.12 - Após recebimento e aprovação por parte da Fiscalização, o furo deverá ser fechado com solo, deixando-se ao seu lado uma estaca de identificação. Em qualquer hipótese a boca do furo deverá estar protegida de modo a não permitir eventuais acidentes.

#### **3.5 - Ensaio de penetração padronizado - SPT**

3.5.1 - O ensaio de penetração padronizado, também denominado Standard Penetration Test (SPT), é um ensaio executado durante uma sondagem a percussão, com o propósito de se obter índices de resistência à penetração do solo.

3.5.2 - O ensaio de penetração deverá ser executado a cada metro, a partir de 1 m de profundidade da sondagem.

3.5.3 - As dimensões e detalhes construtivos do penetrômetro SPT deverão estar rigorosamente de acordo com o indicado na NBR 6484 da ABNT. O hasteamento a ser usado é o mesmo indicado no item 3.3.5. Não será admitido o ensaio penotrométrico sem a válvula de bola, especialmente em terrenos não coesivos ou abaixo do nível freático.

3.5.4 - O fundo do furo deverá estar limpo. Caso se observe desmoronamentos da parede do furo, o tubo de revestimento deverá ser cravado de tal modo que sua boca inferior nunca fique a menos de 10,0 cm acima da cota do ensaio penotrométrico. Nos casos em que mesmo com o revestimento cravado, ocorrer fluxo de material para o furo, o nível d'água no furo deverá ser mantido acima do nível do terreno por adição de água. Nestes casos, a operação de retirada do equipamento de perfuração deverá ser feita lentamente.

3.5.5 - O ensaio de penetração consistirá na cravação do barrilete amostrador, através do impacto sobre a composição do hasteamento de um martelo de 65 kg caindo livremente de uma altura de 75 cm.

3.5.6 - O martelo para cravação do amostrador deverá ser erguido manualmente, com o auxílio de uma corda e polia fixa no tripé. É vedado o emprego de cabo de aço para erguer o martelo. A queda do martelo deverá se dar verticalmente sobre a composição, com a menor dissipação de energia possível. O martelo deverá possuir uma haste guia onde deverá estar claramente assinalada a altura de 75 cm.

3.5.7 - O barrilete deverá ser apoiado suavemente no fundo do furo, confirmando-se que sua extremidade se encontra na cota desejada e que as conexões entre as hastes estejam firmes e retilíneas. A ponteira do amostrador não poderá estar fraturada ou amassada.

3.5.8 - Colocando o barrilete no fundo, deverão ser assinalados com giz, na porção da haste que permanece fora do revestimento, três trechos de 15 cm cada um, referenciados a um ponto fixo no terreno. A seguir, o martelo deverá ser suavemente apoiado sobre a composição de bastes, anotando-se a eventual penetração observada. A penetração obtida desta forma corresponderá a zero golpe.

3.5.9 - Não tendo ocorrido penetração igual ou maior do que 45 cm no procedimento acima se inicia a cravação do barrilete através da queda do martelo. Cada queda do martelo corresponderá a um golpe e serão aplicados tantos golpes quantos forem necessários à cravação de 45 cm do amostrador, atendida a limitação do número de golpes indicados no item 3.5.11 deverá ser anotado o número de golpes e a penetração em centímetros para a cravação de cada terço do barrilete; caso ocorram penetrações superiores a 15 cm (cada terço do barrilete), estas deverão ser anotadas, não se fazendo aproximações.

3.5.10 - O valor da resistência à penetração consistirá no número de golpes necessários à cravação dos 30 cm finais do barrilete.

3.5.11 - A cravação do barrilete será interrompida quando se obtiver penetração inferior a 5 cm durante 10 golpes consecutivos, não se computando os cinco primeiros golpes do teste, ou quando o valor do SPT ultrapassar 50, num mesmo ensaio. Nestas condições o terreno será considerado impenetrável ao SPT e deverão ser anotados o número de golpes e a penetração respectiva.

3.5.12 - Atingidas as condições em 3.5.11 os ensaios de penetração serão suspensos, sendo reiniciados quando, em qualquer profundidade, voltar a ocorrer material susceptível de ser submetido a esse tipo de ensaio.

### **3.6 - Ensaio de lavagem por tempo**

3.6.1 - O ensaio de lavagem por tempo é utilizado na sondagem à percussão, com o objetivo de se avaliar a penetrabilidade do solo ao avanço do trépano de lavagem. Consiste na aplicação do processo definido em 1.4.6, por trinta minutos, anotando-se os avanços obtidos a cada período de dez minutos. O equipamento a ser utilizado é o especificado nos itens 3.3.4 e 3.3.5.

3.6.2 - Atingido o impenetrável ao SPT (item 3.5.11), e havendo interesse no prosseguimento da sondagem pelo método a percussão, este será realizado através da lavagem, com ensaios de lavagem por tempo, atendendo à limitação de avanço indicada no item 3.6.3.

3.6.3 - Quando no ensaio de lavagem por tempo, forem obtidos avanços inferiores a 5,0 cm por períodos, em três períodos consecutivos de dez minutos, o material será considerado impenetrável à lavagem.

3.6.4 - O impenetrável à lavagem por tempo, como critério para término da sondagem à percussão, não implicará eliminação dos ensaios de penetração SPT, devendo ser observadas as condições definidas no item 3.5.12.

3.6.5 - Não é recomendada a adoção do critério de impenetrável à lavagem por tempo (3.6.2) para término da sondagem à percussão, quando estiver prevista a continuação da sondagem pelo processo rotativo.

### **3.7 - Amostragem**

3.7.1 - As amostras deverão ser representativas dos materiais atravessados e livres de contaminação.

3.7.2 - As amostras a serem obtidas nas sondagens à percussão serão dos seguintes tipos:

- Amostras de barrilete amestrador SPT, com cerca de 200 g, constituídas pela parte inferior do material obtido no amostrador. Sempre que possível, a amostra do barrilete deve ser acondicionada, mantendo-se intactos os cilindros de solo obtidos.
- Amostras de trado, com cerca de 500 g, constituídas por material obtido durante a perfuração e coletadas na parte inferior das lâminas cortantes do trado.
- Amostras de lavagem, com cerca de 500 g, obtidas pela decantação d'água de circulação, em recipiente com capacidade mínima de 100 litros. Neste processo de amostragem é vedada a prática de coleta do material acumulado durante o avanço da sondagem, em recipiente colocado junto à saída d'água de circulação.
- Amostras de baldinho, com cerca de 500 g, constituídas por material obtido no baldinho com válvula de pé.

3.7.3 - Excetuando-se as amostras de barrilete, deve ser coletada, no mínimo, uma amostra para cada metro perfurado. Deverão ser coletadas tantas amostras quantos forem os diferentes tipos de materiais.

3.7.4 - As amostras acondicionadas em copos e sacos plásticos (demais amostras) serão colocadas em caixas de madeira, ou de plástico, tipo e dimensões usadas em furos rotativos de diâmetro BW. As caixas deverão ser providas de tampa com dobradiças. Na tampa e num dos lados menores da caixa, deverão ser anotados com tinta indelével os seguintes dados:

- número do furo;
- nome da obra;
- local;
- número da caixa e o número de caixas do furo.

Quando a sondagem à percussão for seguida por sondagem rotativa, deve ser utilizada caixa de amostra apropriada para o diâmetro da sondagem rotativa programada.

3.7.5 - As amostras serão coletadas desde o início do furo e acondicionadas na caixa, com separação de tacos de madeira, pregados na divisão longitudinal. A seqüência de colocação das amostras na caixa iniciar-se-á no lado da dobradiça da esquerda para a direita. A profundidade de cada trecho amestrado deve ser anotada, com caneta esferográfica ou tinta indelével, no taco do lado direito da amostra. No lado direito da última amostra do furo deve ser colocado um taco adicional com a palavra “**Fim**”.

3.7.6 - Cada metro perfurado, com exceção do primeiro, deve estar representado na caixa de amostra por duas porções de material separadas por tacos de madeira: a primeira com amostra de penetrômetro, e a segunda, com amostra de trado, lavagem ou baldinho.

3.7.7 - Não havendo recuperação de material no barrilete, no local da amostra deve ser colocado um taco de madeira com as palavras “**não recuperou**”. No caso de ser utilizado todo o material disponível para a amostragem especificada no item 1.8.10, deve ser colocado no local da amostra um taco com as palavras “**recuperou pouco**”.

3.7.8 - No caso de pouca recuperação de amostra no barrilete, deve-se dar preferência à amostragem indicada no item 1.8.10.

3.7.9 - Na divisão longitudinal de madeira junto à amostra, do lado da dobradiça, deve constar o tipo de amostragem (trado, lavagem, penetrômetro, etc.).

3.7.10 - A cada ensaio de penetração, cerca de 100 g da amostra do barrilete deverão ser imediatamente acondicionados em recipientes de vidro ou plástico rígido, com tampa hermética, parafinada ou selada com fita colante. Esta amostra deve ser identificada por duas etiquetas, em papel cartão, uma interna e outra colada na parte externa do recipiente, onde constem:

- nome da obra;
- nome do local;
- número de sondagens;
- número da amostra;
- profundidade da amostra;
- número de golpes e penetração do ensaio;
- data;
- operador.

As anotações deverão ser feitas com caneta esferográfica ou tinta indelével, em papel cartão, devendo as etiquetas ser protegidas, com sacos plásticos, de avarias no manuseio da amostra. Estes recipientes deverão ser acondicionados em caixas apropriadas para transporte.

3.7.11 - As caixas de amostras deverão permanecer guardadas à sombra, em local ventilado, até o final da sondagem, quando serão transportadas para o local indicado pela Fiscalização, na obra.

### **3.8 - Apresentação dos resultados**

#### **3.8.1 - Informações diárias**

Informações sobre o andamento das sondagens deverão ser fornecidas diariamente, quando solicitadas.

#### **3.8.2 - Resultados Preliminares**

Os resultados das sondagens deverão ser apresentados, num prazo máximo de 15 dias após seu término, em boletins em 2 vias, onde constem, no mínimo:

- Nome da obra e interessado;
- Identificação e localização do furo;
- Diâmetro da sondagem e método de perfuração;
- Cota, quando fornecidas,
- Data da execução;
- Nome do sondador e da firma;
- Tabela com leitura de nível d'água com data, hora, profundidade do furo, profundidade do revestimento e observações sobre eventuais fugas d'água, artesianismo, etc. No caso de não ter sido atingido o nível d'água deverá constar no boletim as palavras “**furo seco**”;
- Posição final do revestimento;
- Resultados dos ensaios de penetração, com o número de golpes e avanço em centímetros para cada terço de penetração do amostrador;
- Resultado dos ensaios de lavagem, com o intervalo ensaiado, avanço em centímetros e tempo de operação da peça de lavagem;
- Resultados dos ensaios de permeabilidade, com o processo utilizado, posição das extremidades inferior e superior do revestimento, profundidade do furo, diâmetro do revestimento e medidas de absorção d'água feitas a cada minuto, com a respectiva unidade;
- Identificação das anomalias observadas;
- Confirmação do preenchimento do furo ou motivo de seu não preenchimento;
- Motivo da paralisação do furo;
- Visto do encarregado da Empreiteira na obra.

#### **3.8.3 - Informações finais**

Os resultados finais de cada sondagem à percussão deverão ser apresentados, num prazo máximo de 30 dias após o seu término, na forma de perfis individuais na escala 1:100, onde conste, além dos dados calculados e colocados em gráficos, a classificação geológica e geotécnica dos materiais atravessados, feita por geólogo cujo nome, assinatura e CREA deverão

constar no perfil. Os resultados dos ensaios de permeabilidade deverão ser apresentados em valores numéricos: da absorção em l/min.m, da pressão em kgf/cm<sup>2</sup> e da perda d'água específica em l/min.m/kgf/cm<sup>2</sup>, assinalados em três colunas justapostas, limitadas acima e abaixo por linhas horizontais na posição dos limites do intervalo ensaiado.

#### **3.8.4 - Relatório final**

Até 30 dias após o término do último furo da campanha programada a firma Empreiteira deve entregar o relatório final contendo:

- Texto explicativo com localização, tempo gasto, número de furos executados, total de metros perfurados, bem como outras informações de interesse e conhecimento da Empreiteira;
- Planta geral de localização das sondagens ou, na sua falta, esboço com distancias aproximadas e amarração.