



**REPÚBLICA FEDERATIVA DO BRASIL
ESTADO DE SANTA CATARINA
SECRETARIA DE ESTADO DA INFRA-ESTRUTURA
DEPARTAMENTO ESTADUAL DE INFRA-ESTRUTURA**

INSTRUÇÕES NORMATIVAS PARA EXECUÇÃO DE SONDAGENS

IN-06/94

**Instrução Normativa para execução de
sondagem à percussão**

DIRETORIA DE ENGENHARIA

GERÊNCIA DE PROJETOS RODOVIÁRIOS

GEOLOGIA

1 Definição

Sondagem à percussão é um método de investigação geológico-geotécnica de solos, em que a perfuração é obtida através da percussão destes por peças de aço cortantes. É utilizada tanto para a obtenção de amostras como de índices de penetração do solo.

2 Identificação

Deverá ser identificada pela sigla **SP**, seguida de número indicativo de ordem. Em cada obra este número será 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 subsequentes terão a mesma numeração do primeiro, acrescida das letras A, B, C, etc.

IMPORTANTE: no caso de prosseguimento da sondagem pelo método rotativo, esta deverá ser denominada com a sigla e número das sondagens rotativas (item 2 da Instrução Normativa 07/94 - Sondagem Rotativa).

3 Equipamentos e ferramentas

3.1 Os equipamentos e ferramentas a serem fornecidos pela Empreiteira serão aqueles adequados para a execução de sondagens que atendam a programação e especificação estabelecidas no contrato de serviços.

3.2 Os equipamentos e ferramentas padrões compõe-se dos seguintes elementos: tripé com roldanas, 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 ou peso de bater com 65 kg e guia; tubos de revestimentos; bomba d'água; abraçadeiras para revestimentos; abaixadores e alçadores para hastes; sacatubos; 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 Os barriletes amostradores deverão se encontrar em bom estado, com roscas e ponteiros perfeitas e firmes, não podendo apresentar desgaste em suas extremidades. Deve possuir diâmetro externo de 50,8mm (2") e interno de 34,9mm (1³/₈"), estando rigorosamente na forma e dimensões indicadas na NBR 6484 (ABNT).

3.4 As hastes utilizadas na cravação dos amostradores, deverão ser perfeitamente retilíneas, com roscas perfeitas.

3.5 O trépano será constituído por uma peça terminada em bisel, com duas saídas laterais para água. A ponta do bisel deverá estar sempre afiada.

3.6 O trado concha deverá ter diâmetro mínimo de 101,6 mm (4") e o trado espiral deverá possuir diâmetro cerca de 5,0 mm a menos que o diâmetro do tubo de revestimento utilizado.

3.7 As peças de avanço da sondagem deverão permitir a abertura de um furo com diâmetro mínimo de 63,5 mm (2¹/₂"), assegurando que o ensaio de penetração seja feito em solo sem perturbação.

3.8 Para os ensaios penetrométricos, as hastes deverão ser do tipo Schedule 80, retilíneas, com 25,4 mm (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.

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

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

4 Execução da sondagem

4.1 A sondagem deverá ser iniciada após a realização de limpeza de uma área que permita a execução de todas as operações sem obstáculos. Deve ser providenciada a abertura de uma vala ao redor da sonda e que desvie as águas no caso de chuva. 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.

4.2 As sondagens deverão ser iniciadas utilizando-se o trado concha. Quando o avanço da sondagem se tornar impraticável com este equipamento, o furo deve ser revestido e o avanço feito utilizando o trado espiral.

4.3 Quando for atingido o lençol freático ou se o avanço do trado espiral for inferior a 50,0 mm em 10 minutos de operação contínua de perfuração ou nos casos de solos aderentes ao trado, passa-se para o método de percussão com circulação de água (lavagem). Para tanto é obrigatória a cravação do revestimento.

4.5 Durante as operações de perfuração, caso a parede do furo se mostre instável, é obrigatório, para amostragens subseqüentes, a descida do tubo de revestimento até onde se fizer necessário, alternadamente com a operação de perfuração, de tal modo que a boca inferior do revestimento nunca fique a mais de 1,0 m do fundo do furo e nem menos de 10,0 cm, no momento de cravar o barrilete amostrador.

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 0,3 m e durante sua queda deve ser manualmente imprimido um movimento de rotação na coluna de hastes.

4.7 Durante o processo de perfuração por lavagem, quando solicitado pela Fiscalização, deverão ser anotados os avanços para cada dez minutos de operação contínua, ou os tempos gastos para atingir a cota do ensaio de penetração.

4.8 Na retirada de detritos pesado, que não são carreados com a circulação d'água ou na perfuração de materiais sem coesão, deverão ser utilizados barriletes com válvulas de disco na parte inferior (denominados baldinhos com válvula de pé) em substituição a lavagem com trépano.

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.

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.

4.11 O controle das profundidades das manobras deverá ser feito pelas diferenças entre o comprimento total das hastes e a sobra das mesmas em relação ao nível de referência colocado na boca do furo.

4.12 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 a limpeza dos tambores quando julgar conveniente, assegurando que a água se apresente visualmente limpa.

4.13 A sondagem à percussão será dada por terminada nos seguintes casos:

- a) quando atingir a profundidade especificada na programação de serviços;
- b) quando ocorrer a condição de impenetrabilidade descrita no item 8;
- c) quando estiver prevista sua continuação pelo processo rotativo e forem atingidas as condições do item 8.

4.14 Salvo orientação ao contrário dada pela Fiscalização, imediatamente após a última leitura do nível d'água ou término de furo seco, este deverá ser totalmente preenchido com solo ou areia.

4.15 Concluída a sondagem, deverá ser colocado junto ao local do furo um marco de concreto, com comprimento mínimo de 50,0 cm, exposto 10,0 cm acima do terreno, com inscrições onde conste:

- a) denominação do furo;
- b) cota da boca do furo (se fornecida);
- c) profundidade.

5 Determinação do nível d'água em áreas com terrenos instáveis

5.1 Anotar a profundidade quando a sondagem atingir o primeiro nível d'água. Aguardar a estabilização por 30 minutos, fazendo leituras a cada 5 minutos. A Fiscalização poderá solicitar um tempo de leitura superior.

5.2 No final da jornada diária de trabalho, o furo deverá ser esgotado e o nível atingido anotado. Se, em função do material perfurado, for difícil ou impossível o esgotamento do furo, este será feito, pelo menos, até dois metros abaixo do primeiro nível d'água registrado. No dia seguinte, deverá ser feita a leitura do nível d'água antes do início dos trabalhos.

5.3 Quando for solicitado pela Fiscalização, a leitura dos diversos níveis d'água (confinado, artesiano, etc), o(s) nível(is) superior(er) deverão ser isolados pela cravação de revestimento na camada impermeável. Estes níveis d'água também devem ser estabilizados num período mínimo de 30 minutos.

5.4 Anotar data, hora, profundidade do furo, cada avanço e posições do revestimento, quando houver interrupções ou no final do dia.

5.5 No término da sondagem os seguintes procedimentos devem ser adotados:

- a) não retirar o revestimento;
- b) esgotar o furo até onde for possível;

c) fazer leituras do nível d'água a cada 10 minutos na primeira hora e a cada 15 minutos na segunda hora, até a estabilização ou até o final da jornada de trabalho. Caso a sondagem termine próxima ao final do dia, esgotar o furo, anotando a hora e o nível, e fazer a leitura no dia seguinte.

5.6 Após o término do furo de sondagem, salvo orientação contrária da Fiscalização, este deve ser revestido com tubo PVC (diâmetro mínimo de 40 mm) envolvidos por manta sintética.

5.7 Após as leituras com revestimento, proceder como indicado no item 5.6 e fazer a leitura do nível d'água até sua estabilização, usando o critério do item 5.5, subitens **b** e **c**.

5.8 Não serão aceitas sondagens sem as medidas de nível d'água ou incompletas. A perda de informação será considerada como serviço mal-executado e deverá ser refeito integralmente pela firma Empreiteira sem ônus para o DEINFRA.

6 Ensaio de penetração (SPT)

6.1 O ensaio de penetração, também denominado Standard Penetration Test (SPT), é executado durante a sondagem à percussão, com o propósito de se obterem índices de resistência à penetração do solo.

6.2 A partir de 1,0 m de profundidade, deve ser executado a cada metro o ensaio de penetração.

6.3 As dimensões e detalhes construtivos do barrilete amostrador (penetrômetro SPT) deverão estar rigorosamente de acordo com o indicado na NBR 6484 (ABNT). As hastes usadas são as mesmas do item 3.8. É vedado o uso de barrilete sem a válvula de bola, especialmente em terrenos não coesivos ou abaixo do nível freático.

6.4 Na execução do ensaio o furo deverá estar limpo. Caso as paredes apresentem instabilidade, o tubo de revestimento deverá ser cravado de tal modo que a sua extremidade inferior nunca fique a menos de 10,0 cm acima da cota do ensaio. 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 lençol freático. Nestes casos a operação de retirada do equipamento de perfuração deverá ser feita lentamente.

6.5 O ensaio de penetração consistirá na cravação do barrilete amostrador, através do impacto sobre a composição de hastes de um martelo de 65,0 kg, caindo livremente de uma altura de 75,0 cm.

6.6 O barrilete deve ser apoiado suavemente no fundo do furo, assegurando-se que sua extremidade se encontra na cota desejada e que as conexões entre as hastes estejam firmes e retilíneas. Deve ser observado que os eixos de simetria do martelo e da composição de hastes e amostrador sejam rigorosamente coincidentes.

6.7 O martelo para cravação do barrilete deverá ser erguido manualmente, com auxílio de uma corda flexível que se encaixe com folga no sulco da 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 75,0 cm.

6.8 Colocando o barrilete no fundo do furo, deverão ser assinalados de maneira visível, na porção de hastes que permanece fora do revestimento, três trechos de 15,0 cm cada, a contar da boca do revestimento. A seguir, o martelo deverá ser suavemente apoiado sob a composição de hastes, anotando-se a eventual penetração observada. A penetração obtida desta forma corresponderá a zero golpes.

6.9 Não tendo ocorrido penetração igual ou maior do que 45,0 cm no procedimento acima, será iniciado 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 45,0 cm do barrilete, atendendo a limitação do número de golpes indicados no item 6.12.

6.10 Deverá ser anotado o número de golpes necessários à cravação de cada 15,0 cm. Caso ocorram penetrações superiores a 15,0 cm, estas deverão ser anotadas, não se fazendo aproximações.

6.11 A resistência a penetração consistirá no número de golpes necessários à cravação dos 30,0 cm finais do barrilete.

6.12 A cravação do barrilete será interrompida quando se obtiver penetração inferior a 5,0 cm durante 10 golpes consecutivos, não se computando os cinco primeiros golpes do teste, ou quando já tiverem sido aplicados 50 golpes durante o mesmo ensaio. Nestas condições o terreno será considerado impenetrável ao ensaio de penetração.

6.13 Caso a sondagem prossiga por qualquer processo após atingidas as condições definidas no item 6.12, e em qualquer profundidade ocorrer material susceptível de ser submetido ao ensaio de penetração, o mesmo deverá ser executado novamente a cada metro, até que sejam alcançadas as condições definidas no item 6.12.

7 Ensaio de lavagem por tempo

7.1 Atingido o impenetrável ao ensaio de penetração com barrilete amostrador (item 6.12), e havendo interesse no prosseguimento da sondagem pelo método à percussão, esta será realizada através do ensaio de lavagem por tempo, com objetivo de ser avaliado a penetrabilidade do solo ao avanço do trépano de lavagem.

7.2 O ensaio consiste na aplicação do processo definido no item 4.6 por trinta minutos, anotando-se os avanços obtidos a cada período de dez minutos. O equipamento utilizado é o especificado nos itens 3.5 e 3.8.

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

8 Paralisação da sondagem à percussão

8.1 Quando não tiverem sido definidos suas profundidades, as sondagens serão paralisadas conforme dois critérios:

- a) impenetrável ao ensaio de penetração do barrilete amostrador, conforme definido no item 6.12;
- b) impenetrável ao ensaio de lavagem por tempo, conforme definido no item 7.3.

8.2 O impenetrável à lavagem por tempo, como critério para término da sondagem à percussão, não implica na eliminação do ensaio de penetração (item 6), devendo ser observadas as condições definidas no item 6.12, devendo ainda serem obedecidas as condições definidas no item 6.13.

9 Amostragem

9.1 A amostragem, juntamente com os ensaios de penetração, serão considerados as finalidades precípuas da sondagem à percussão, salvo quando houver determinação contrária da Fiscalização.

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

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

- a) amostras de barrilete amostrador, com cerca de 200,0 g, constituídas pela parte inferior do material obtido no amostrador e conservando no máximo sua estrutura original;
- b) amostras de trado, com cerca de 500,0 g, constituídas por material obtido durante a perfuração e coletadas na parte inferior das lâminas cortantes do trado;
- c) amostras de lavagem, com cerca de 500,0 g, obtidas pela decantação da água de circulação, em recipientes com capacidade mínima de 100,0 litros;

d) amostras de baldinho, com cerca de 500,0 g, constituídas pela parte inferior do material obtido no baldinho com válvula de pé.

9.4 Exetutando-se as amostras de barrilete, deve ser coletada, no mínimo, uma amostra para cada metro perfurado.

9.5 As amostras serão acondicionadas em caixas de madeira, tipo e dimensões usadas em furos rotativos de diâmetro BW, conforme itens 6.6 e 6.8 e figura 1/07 (IN-07/94). Na tampa e num dos lados menores da caixa (segundo esquema da figura 1/07 - IN-07/94), pintadas com duas demãos de tinta branca, deverão ser anotados com tinta indelével os seguintes dados:

- a) número do furo;
- b) tipo de obra;
- c) sigla e trecho da rodovia da qual a obra faz parte;
- d) estaca ou quilômetro;
- e) 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 amostras apropriada para o diâmetro da sondagem rotativa programada.

9.6 As amostras serão coletadas desde o início do furo e acondicionadas na caixa, com separação de tacos de madeira, pregados na divisão longitudinal. As amostras serão colocadas de forma a iniciar no lado da dobradiça da esquerda para a direita. Ao lado de cada amostra, na divisão longitudinal de madeira, deverá ser escrito o tipo de amostragem (trado, lavagem, amostrador, etc). A profundidade de cada trecho amostrado 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**".

9.7 Não havendo recuperação de material no barrilete, no local da amostra deve ser colocado um taco de madeira com as palavras "**não recuperou**".

9.8 Se solicitado pela Fiscalização, a cada ensaio de penetração, cerca de 100,0 g da amostra do barrilete deverão ser imediatamente acondicionadas em recipientes de vidro ou plástico rígido, com tampa hermética, parafinada ou selada com fita colante.

9.9 Todas as amostras deverão ser identificadas por duas etiquetas, em papel cartão, uma interna e outra colocada na parte externa do recipiente, onde constem:

- a) número do furo;
- b) número da amostra;

- c) intervalo de profundidade da amostra;
- d) número de golpes e penetração do ensaio;
- e) sigla e trecho da rodovia da qual a obra faz parte;
- f) estaca ou quilômetro;
- g) data da coleta.

As anotações deverão ser feitas com caneta esferográfica ou tinta indelével, devendo as etiquetas serem protegidas, com sacos plásticos, de avarias no manuseio da amostra.

9.10 Durante a realização das sondagens, as caixas com as amostras deverão ser armazenadas junto às sondas, em local protegido contra intempéries.

9.11 No término das sondagens e após a análise das amostras por geólogo da Empreiteira, as caixas de amostras deverão ser levadas até o local indicado pela Fiscalização, ficando o transporte por conta da Empreiteira.

9.12 O transporte das amostras deve ser feito com a tampa das caixas fechadas com parafusos.

10 Apresentação dos resultados

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

10.2 O relatório final deverá ser apresentado no prazo e em número de vias estipulados na proposta. Deverá constar de perfis individuais na escala 1:100 (em modelo a ser acertado entre as partes) onde conste, no mínimo:

- a) nome do Órgão e Diretoria interessada;
- b) número do furo;
- c) tipo de obra;
- d) sigla e trecho da rodovia da qual a obra faz parte;
- e) sigla e trecho da rodovia mais próxima (quando a obra não estiver na área de influência da rodovia da qual faz parte);
- f) estaca ou quilômetro;
- g) diâmetro da sondagem e método de perfuração;
- h) cota (se fornecida);
- i) data da execução;

DEINFRA DIEN-GEROD Geologia	INSTRUÇÃO NORMATIVA PARA EXECUÇÃO DE SONDAGEM À PERCUSSÃO	IN-06/94 10/10
-----------------------------------	---	-----------------------

- j) nome do sondador e da firma Empreiteira;
- l) 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, deverão constar no boletim as palavras "**furo seco**". Completar as informações caso os serviços tenham sido executados de acordo com o item 5;
- m) posição final do revestimento;
- n) resultado dos ensaios de penetração, com o número de golpes e avanço em centímetros para cada terço de penetração do barrilete;
- o) resultado dos ensaios de lavagem, com o intervalo ensaiado, avanço em centímetros e tempo de operação da peça de lavagem;
- p) classificação geológica e geotécnica dos materiais atravessados;
- q) nome e assinatura do geólogo responsável pela classificação geológica e geotécnica;
- r) indicações de anomalias observadas;
- s) observações sobre o preenchimento do furo ou o motivo do seu não preenchimento;
- t) motivo da paralisação do furo.

10.3 Deverão acompanhar os perfis individuais:

- a) texto explicativo com critérios de descrição das amostras, bem como outras informações de interesses e conhecimento da Empreiteira, com nome e assinatura do responsável pela firma;
- b) planta de localização das sondagens ou, na sua falta, esboço com distâncias aproximadas e amarrações.

10.4 A Empreiteira deverá juntar ao relatório final, cópia reprográfica dos boletins de campo das sondagens realizadas.

As *Instruções Normativas para Execução de Sondagens* foram aprovadas pelo Conselho Administrativo do Departamento de Estradas de Rodagem de Santa Catarina através da Resolução CA - Nº 224/94 de 16 de junho de 1994, conforme consta no Processo Nº 6450/946.

A realização é do **Setor de Geologia - Laboratório Central**

Rua Santos Saraiva, 2011 - Capoeiras - Florianópolis/SC – 88070-101

Tel.: (48)3244.2034 - 3248.2557

E-mail: gruber@deinfra.sc.gov.br ou sondagem@deinfra.sc.gov.br.