



SECRETARIA DOS TRANSPORTES
DEPARTAMENTO DE ESTRADAS DE RODAGEM

ESPECIFICAÇÃO TÉCNICA

| | | | |
|--------|---------------|-------|---------|
| CÓDIGO | ET-DE-B00/001 | REV. | A |
| EMIÇÃO | out/2006 | FOLHA | 1 de 62 |

TÍTULO

SONDAGENS

ÓRGÃO

DIRETORIA DE ENGENHARIA

PALAVRAS-CHAVE

Sondagem, Trado, Rotativa, Percussão, Barra Mina.

APROVAÇÃO

PROCESSO

PR 010968/18/DE/2006

DOCUMENTOS DE REFERÊNCIA

DEPARTAMENTO DE ESTRADAS DE RODAGEM DO ESTADO DE SÃO PAULO. **DER/SP DE 00/SP-001.**
Serviços Preliminares – Sondagem.

OBSERVAÇÕES

| REVISÃO | DATA | DISCRIMINAÇÃO |
|---------|------|---------------|
| | | |
| | | |
| | | |
| | | |



| | | | |
|---------|---------------|-------|---------|
| CÓDIGO | ET-DE-B00/001 | REV. | A |
| EMISSÃO | out/2006 | FOLHA | 2 de 62 |

ÍNDICE

| | | |
|------|---|----|
| 1 | OBJETIVO..... | 3 |
| 2 | DEFINIÇÃO | 3 |
| 3 | EQUIPAMENTOS..... | 4 |
| 3.1 | Sondagem a Trado..... | 4 |
| 3.2 | Sondagem a Percussão | 4 |
| 3.3 | Sondagem Rotativa | 4 |
| 3.4 | Poços de Inspeção | 10 |
| 3.5 | Barra Mina..... | 11 |
| 4 | EXECUÇÃO | 11 |
| 4.1 | Condições Gerais de Execução | 11 |
| 4.2 | Sondagem a Trado..... | 12 |
| 4.3 | Sondagem a Percussão | 15 |
| 4.4 | Sondagem Rotativa | 27 |
| 4.5 | Sondagem Mista..... | 40 |
| 4.6 | Poços de Inspeção | 40 |
| 4.7 | Barra Mina..... | 46 |
| 5 | CRITÉRIOS DE MEDIÇÃO E PAGAMENTO..... | 48 |
| 5.1 | Sondagem a Percussão | 48 |
| 5.2 | Taxa Fixa de Instalação Sondagens a Percussão ou Rotativa | 48 |
| 5.3 | Transporte de Equipamento de Sondagem..... | 49 |
| 5.4 | Deslocamento de Equipamento de Sondagem | 49 |
| 5.5 | Plataforma ou Banqueta para Sondagem a Percussão ou Rotativa | 49 |
| 5.6 | Flutuante para Sondagem | 49 |
| 5.7 | Instalação de Sondagem a Percussão ou Rotativa sobre Flutuante..... | 49 |
| 5.8 | Sondagem Rotativa em Solo, Rocha Alterada e Rocha Sã | 49 |
| 5.9 | Sondagem a Trado..... | 50 |
| 5.10 | Abertura de Poço de Inspeção | 50 |
| 6 | REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS | 52 |
| | ANEXO A – CAIXA DE TESTEMUNHOS..... | 53 |
| | ANEXO B – CONVENÇÕES GRÁFICAS GEOLÓGICAS | 55 |
| | ANEXO C – PERFIL INDIVIDUAL DE SONDAGEM ROTATIVA OU MISTA | 57 |
| | ANEXO D- BOLETIM PARA SONDAGEM ROTATIVA..... | 59 |
| | ANEXO E – PERFIL INDIVIDUAL DE SONDAGEM A PERCURSSÃO..... | 61 |



| | | | |
|---------|---------------|-------|---------|
| CÓDIGO | ET-DE-B00/001 | REV. | A |
| EMISSÃO | out/2006 | FOLHA | 3 de 62 |

1 OBJETIVO

Definir os critérios que orientam os métodos, procedimentos e equipamentos para a execução e pagamento dos serviços de exploração do subsolo, através de sondagens a trado, percussão, rotativa e barra mina em obras sob a jurisdição do Departamento de Estradas de Rodagem do Estado de São Paulo – DER/SP.

2 DEFINIÇÃO

As sondagens e poços de inspeção consistem em perfurações realizadas no terreno para determinação das espessuras, profundidades, características, estruturas e índices de resistência das camadas de solos e rochas de interesse, além da determinação do lençol freático.

As sondagens são realizadas através de quatro métodos de perfuração distintos ou ainda pela combinação dos métodos: trado, percussão, rotativa ou barra mina.

A sondagem a trado (ST) tem o objetivo de determinar, espessuras, nível d'água e o tipo de solo encontrado. É realizado com a escavação através de trado cavadeira com coletas de amostra de solo a cada metro, horizonte, ou a critério pré-estabelecido para ensaios geotécnicos ou estudos geológicos.

A sondagem a percussão (SP) tem o objetivo de determinar os tipos de solos e suas profundidades de ocorrência e índices de resistência à penetração do solo, e obter a posição do nível d'água.

O índice de resistência à penetração, é realizado pela cravação de amostrador padrão no terreno, em golpes sucessivos de um peso determinado em queda livre, sobre a cabeça de cravação, conectada às hastes e ao barrilete corresponde ao número de golpes necessários à cravação do amostrador.

Quando à resistência do material impede a cravação do amostrador padrão, o ensaio deve ser interrompido, ou segundo critérios preestabelecidos em função da finalidade da sondagem a ser realizada.

A sondagem rotativa (SR) tem o objetivo de obter testemunhos para o reconhecimento, onde não é possível a avaliação do subsolo através das sondagens a trado ou percussão, pois se tornou impenetrável através destas sondagens. É realizado através de sondas rotativas, providas de hastes, coroa de corte e barrilete amostrador. A profundidade da sondagem deve ser interrompida segundo critérios preestabelecidos, em função da finalidade da sondagem a ser realizada.

A sondagem mista: SM, STP e SPR, reúne as possibilidades de cada sondagem considerando as condições do subsolo, custos operacionais e informações desejadas, indicando as vantagens para esta opção.

A sondagem por meio de poços de inspeção (P) tem o objetivo de permitir o acesso de um observador, visando a inspeção e mapeamento das paredes e fundo e, obter amostras representativas deformadas e indeformadas de solo.

A sondagem barra-mina (BM) tem por finalidade a determinação da espessura e a área de



| | | | |
|---------|---------------|-------|---------|
| CÓDIGO | ET-DE-B00/001 | REV. | A |
| EMISSÃO | out/2006 | FOLHA | 4 de 62 |

abrangência de solos moles.

3 Equipamentos

Antes do início da execução dos serviços todos os equipamentos devem ser examinados e aprovados pelo DER/SP.

Os equipamentos básicos para execução das sondagens e poços de inspeção são:

3.1 Sondagem a Trado

- a) trados do tipo cavadeira e helicoidal;
- b) hastes metálicas;
- c) ponteira;
- d) medidor de nível de água;
- e) trena;
- f) recipientes para coletas de amostras, etiquetas.

3.2 Sondagem a Percussão

- a) tripé ou equivalente;
- b) hastes;
- c) tubos de revestimento;
- d) amostradores;
- e) peso para cravação do conjunto haste e amostrador;
- f) bomba d'água;
- g) baldinho;
- h) válvula de pé;
- i) trepano de lavagem;
- j) motor com guincho;
- k) macacos ou saca tubos;
- l) medidor de nível de água;
- m) trado do tipo cavadeira ou espiral;
- n) trena;
- o) recipientes para coletas de amostras, etiquetas, caixa d' água;

3.3 Sondagem Rotativa

- a) tripé ou equivalente;
- b) sonda rotativa;



- c) bomba d'água;
- d) guincho;
- e) tubos de revestimentos;
- f) coroas diamantadas;
- g) luvas alargadoras;
- h) barriletes;
- i) retentores de testemunhos;
- j) obturadores de borracha;
- k) hastes de perfuração:
 - as hastes de perfuração são necessárias para o avanço da sondagem e conduzem no seu interior o fluido para refrigeração das peças de corte. Os diâmetros usados constam da Tabela 1.

Tabela 1 - Dimensões padronizadas de hastes W (mm)

| Denominação | Ø externo | Ø interno | Ø int. niple |
|-------------|-----------|-----------|--------------|
| EW | 34,9 | 44,4 | 53,9 |
| AW | 66,7 | 88,9 | 23,0 |
| BW | 31,5 | 42,8 | 57,1 |
| NW | 77,7 | 11,1 | 15,9 |
| HW | 19,0 | 34,9 | 60,3 |

* Conforme DNER - PRO 102/97⁽⁶⁾

- os comprimentos das hastes são: 6,096 m; 3,048 m; 1,524 m; 0,914 m; 0,610 m e 0,305 m.
- l) revestimentos
- os revestimentos são geralmente usados nos solos, rochas porosas, alteradas ou fraturadas para impedir o fechamento do furo, assim como na prevenção da perda de água de circulação. Os diâmetros usuais dos revestimentos, dentro de cada grupo, constam das Tabelas 2 e 3;
 - os comprimentos dos revestimentos para os Grupos W ou X são: 3,048 m; 1,524 m; 0,914 m; 0,610 m e 0,305 m.



Tabela 2 - Revestimentos Grupo W junção lisa direta

| Dimensões Padronizadas (mm) | | |
|-----------------------------|-----------|-----------|
| Denominação | Ø externo | Ø interno |
| EW | 42,6 | 38,2 |
| AW | 57,3 | 48,5 |
| BW | 73,2 | 60,5 |
| NW | 89,1 | 76,4 |
| HW | 114,5 | 101,4 |

* Conforme DNER - PRO 102/97⁽⁶⁾

Tabela 3 – Revestimentos Grupo X, junção lisa com niple ou conector

| Dimensões Padronizadas (mm) | | | |
|-----------------------------|-----------|-----------|--------------|
| Denominação | Ø externo | Ø interno | Ø int. niple |
| EX | 46,2 | 41,2 | 38,2 |
| AX | 57,3 | 50,7 | 48,5 |
| BX | 73,2 | 65,0 | 60,4 |
| NX | 89,1 | 80,8 | 76,4 |
| HX | 114,5 | 104,6 | 100,2 |

* Conforme DNER - PRO 102/97⁽⁶⁾

m) barrilete amostrador

- instrumento constituído por um ou dois tubos de aço, com adaptação de peças cortantes incrustadas de diamantes ou metal duro para cortes de rocha, sendo que o núcleo, testemunho, é recolhido no tubo e seguro por meio de uma mola cônica. Utilizam-se barriletes simples, duplos rígidos e duplos giratórios;
- os barriletes simples dos grupos WG e WT consistem em um único tubo em cuja extremidade inferior são conectados o alargador e a coroa. São muito usados para dar início à perfuração quando a rocha está aflorante. O uso normal dos mesmos é feito em formações rochosas muito compactas e coerentes, tornando-se inadequados em rochas friáveis, quebradiças ou facilmente erosíveis;
- os barriletes duplos rígidos dos grupos WG e WT são semelhantes aos simples, apresentando, porém, além do tubo externo, um tubo interno que armazena e impede o contato da água de perfuração com parte significativa do testemunho. São normalmente adequados para usos em formações rochosas compactas coerentes e



pouco fraturadas. Podem ser usados, também, em formações rochosas pouco coe-rentes, desde que sejam relativamente compactas e pouco fraturadas;

- os barriletes duplos giratórios dos grupos WG e WT apresentam dois tubos, sendo um externo e outro interno e, na parte superior, um dispositivo que faz com que a camisa interna permaneça estacionária, não girando com o conjunto. É recomendado o uso desses barriletes em formações rochosas friáveis e fraturadas;
- os barriletes duplos giratórios, do grupo WM com caixa de mola, são utilizados para as sondagens em rochas inconsistentes ou friáveis, possibilitando melhor recuperação;
- os tipos e diâmetros usados, dentro de cada grupo, constam das Tabelas 4, 5 e 6.

Tabela 4 - Barrilete Simples Grupo WG

| Dimensões Padronizadas (mm) | | |
|-----------------------------|-----------|-----------|
| Denominação | Ø externo | Ø interno |
| EWG | 36,5 | 23,8 |
| AWG | 46,0 | 32,5 |
| BWG | 57,9 | 44,4 |
| NWG | 73,8 | 57,1 |
| HWG | 95,2 | 79,3 |

* Conforme DNER - PRO 102/97⁽⁶⁾

Tabela 5 – Barrilete Duplos, Grupos WG e WM

| Dimensões Padronizadas (mm) | | |
|-----------------------------|------------------------|------------------------|
| Denominação | Tubo ext. Ø externo | Tubo int. Ø interno |
| EWG EWM | 36,49 | 23,79 |
| AWG AWM | 46,02 | 31,75 |
| BWG BWM | 57,93 | 43,63 |
| NWG NWM | 73,81 | 57,15 |
| HWG HWM | 95,25 | 77,77 |

* Conforme DNER - PRO 102/97⁽⁶⁾



Tabela 6 – Barrilete Simples e Duplos Grupo WT

| Dimensões Padronizadas (mm) | | | | |
|-----------------------------|-----------|-----------|------------------------|------------------------|
| Barrilete | Simples | | Duplo | |
| Denominação | Ø externo | Ø interno | tubo ext. Ø externo | tubo int. Ø interno |
| EWT | - | - | 36,5 | 24,6 |
| AWT | - | - | 46,8 | 34,1 |
| BWT | 58,7 | 46,6 | 58,7 | 46,0 |
| NWT | 73,8 | 61,9 | 73,8 | 60,3 |
| HWT | 96,8 | 84,1 | 96,8 | 82,5 |

* Conforme DNER - PRO 102/97⁽⁶⁾

- a nomenclatura apresentada corresponde aos diversos tamanhos e seus diâmetros correlatos.
 - as duas primeiras letras designam a haste a ser usada para a cabeça rosqueada do barrilete, terceira letra indica o tipo do barrilete;
 - os comprimentos das hastes para os barriletes Grupos WG e WT são: 6,096 m; 3,048 m; 1,524 m; 0,914 m; 0,610 m e 0,305 m.
- n) coroas, alargadores para barriletes
- as coroas e alargadores ou calibradores são acoplados aos barriletes amostradores e têm a função de cortar a rocha ou formação dura. Podem ser de diamante, vídia ou outro material apropriado e, o tipo e qualidade a empregar dependem do material a ser perfurado;
 - para destruir pedaços de testemunho ou rocha que tenham caído no interior do furo, ou simplesmente, fazer um furo sem recuperação, usam-se coroas de seção plana ou maciças;
 - os diâmetros usados, dentro de cada grupo, constam das Tabelas 7 e 8.



Tabela 7 - Diâmetro de coroas e alargadores, (mm)

| Denominação | Coroa | | Alargador Ø externo | Alargador Ø interno |
|-------------|-----------|-----------|------------------------|------------------------|
| | Ø externo | Ø interno | | |
| EWG EWM | 37,33 | 21,46 | 37,7 | 20,6 |
| AWG AWM | 47,62 | 30,09 | 48,0 | 29,3 |
| BWG BWM | 59,56 | 42,03 | 59,9 | 41,2 |
| NWG NWM | 75,31 | 54,73 | 75,6 | 53,9 |
| HWG HWM | 98,8 | 76,2 | 99,2 | 75,4 |

* Conforme DNER - PRO 102/97⁽⁶⁾

Tabela 8 - Grupo WT (mm)

| Denominação | Coroa | | Alargador Ø externo | Alargador Ø interno |
|-------------|-----------|-----------|------------------------|------------------------|
| | Ø externo | Ø interno | | |
| EWT | 37,3 | 22,9 | 37,7 | 22,5 |
| AWT | 47,6 | 32,5 | 48,0 | 31,7 |
| BWT | 59,6 | 44,4 | 59,9 | 43,6 |
| NWT | 75,3[| 58,7 | 75,6 | 57,9 |
| HWT | 98,8 | 80,9 | 99,2 | 80,1 |

* Conforme DNER - PRO 102/97⁽⁶⁾

o) coroas, alargadores e sapatas para revestimentos

- as coroas e alargadores ou calibradores são acoplados aos barriletes amostradores e têm a função de cortar a rocha ou formação dura. Podem ser de diamante, vídia ou outro material apropriado e, o tipo e qualidade a empregar dependem do material a ser perfurado;
- as sapatas para revestimento são, também, acopladas ao revestimento e cortam a formação, permitindo o avanço do mesmo. Permitem passagem do barrilete de mesma denominação através do seu interior. Os diâmetros usados constam da Tabela 9.



Tabela 9 - Diâmetros de coroas, alargadores e sapatas de revestimentos, séries X e W, (mm)

| Denominação | Coroa | | Alargador Ø externo | Sapatas | |
|-------------|-----------|-----------|------------------------|-----------|-----------|
| | Ø externo | Ø interno | | Ø externo | Ø interno |
| EX EW | 47,6 | 35,6 | 48,0 | 47,6 | 37,9 |
| AX AW | 59,5 | 45,2 | 59,9 | 59,5 | 48,2 |
| BX BW | 75,3 | 56,2 | 75,6 | 75,3 | 60,2 |
| NX NW | 91,8 | 72,1 | 92,2 | 91,8 | 75,9 |
| HX HW | 117,4 | 95,9 | - | 117,5 | 99,6 |

* Conforme DNER - PRO 102/97⁽⁶⁾

p) sistema *Wire-Line*, série Q

- nesse sistema a penetração do barrilete é executada por meio de rotação das hastes. Uma vez penetrado na rocha, o barrilete é destravado das hastes, içado por meio de um pescador automático e puxado, através de um cabo de aço, por dentro das hastes, até a superfície. Neste sistema as hastes de sondagem servem, também, como revestimento. Os diâmetros usados de hastes, barriletes, coroas e alargadores para barriletes constam da Tabela 10.

Tabela 10 - Dimensões padronizadas de hastes, barriletes, coroas e alargadores para barriletes - série "Q", (mm)

| Denominação | Haste | | Barrilete | | | | Coroa | | Alargador | Testem-nho |
|-------------|--------|--------|---------------|--------|--------------|--------|--------|--------|-----------|------------|
| | | | Tubo Exter-no | | Tubo Interno | | | | | |
| | Ø ext. | Ø int. | Ø ext. | Ø int. | Ø ext. | Ø int. | Ø ext. | Ø int. | Ø ext. | Ø int. |
| AQ | 44,5 | 34,9 | 46,0 | 36,5 | 32,5 | 28,6 | 47,6 | 27,0 | 48,0 | 26,8 |
| BQ | 55,6 | 46,0 | 57,2 | 46,0 | 42,9 | 38,1 | 59,5 | 36,5 | 60,0 | 36,2 |
| NQ | 69,9 | 60,3 | 73,0 | 60,3 | 55,6 | 50,0 | 74,6 | 47,6 | 75,8 | 47,4 |
| HQ | 88,9 | 77,8 | 92,1 | 77,8 | 73,0 | 66,7 | 95,6 | 63,5 | 96,0 | 63,0 |

* Conforme DNER - PRO 102/97⁽⁶⁾

3.4 Poços de Inspeção

- ferramentas manuais como: sarilho, corda, enxadão, picareta, pá, balde, escada, colher de pedreiro, desempenadeira de aço;
- caixa cúbica de madeira ou similar,
- talagarça, parafina, pincel, carrinho-de-mão;



| | | | |
|---------|---------------|-------|----------|
| CÓDIGO | ET-DE-B00/001 | REV. | A |
| EMISSÃO | out/2006 | FOLHA | 11 de 62 |

- d) saco plástico e de lona, recipientes de plástico, vidro ou alumínio, com tampa hermética, etiquetas para identificação e trena.

A corda e o sarilho devem ser suficientemente resistentes para suportar com segurança o peso de um homem. Por razões de segurança, deve ser mantida uma corda de reserva, estendida junto à parede do poço, firmemente fixada na superfície do terreno durante a fase de execução e classificação.

3.5 Barra Mina

- a) hastes metálicas de ¾" e 4,0m de comprimento.

4 EXECUÇÃO

4.1 Condições Gerais de Execução

O serviço de sondagens deve ser feito sempre com acompanhamento geotécnico, seja pela fiscalização da projetista ou do DER/SP. A executante deve apresentar um sondador habilitado responsável pela execução da perfuração e um geólogo responsável pela classificação das amostras de solo e testemunhos.

A locação do furo de sondagem deve ser marcado com a cravação de um piquete de madeira ou material apropriado.

Este piquete deve ter gravado a identificação, o tipo de sondagem: ST, SP, SR, P etc., número e, estar suficientemente cravado no solo, servindo de referência de nível para a execução da sondagem e posterior determinação de cota, através de nivelamento topográfico. O furo de sondagem deve ser nivelado e amarrado topograficamente a uma poligonal de apoio.

A executante deve estar com a programação de sondagem e ensaios a executar, informando as quantidades previstas e critérios executivos, fornecidos pela projetista. Qualquer alteração na programação deve ser aprovada pela fiscalização.

A executante deve entregar imediatamente, após a conclusão da sondagem, uma cópia do boletim de campo.

A cota do nível do lençol freático deve ser registrada diariamente em cada sondagem em andamento e as profundidades da sondagem.

Ao se iniciar um novo turno de trabalho, devem ser registrados a cota do nível do lençol freático em cada sondagem em andamento e as profundidades da sondagem e dos revestimentos correspondentes. Em caso de se encontrar lençol artesianos, devem ser registrados seus níveis estático e dinâmico, e medida a sua vazão, após estabilização.

A sondagem deve ser iniciada após a limpeza da área necessária para a instalação dos equipamentos. Após a limpeza devem-se acondicionar os equipamentos e abrir um sulco ao seu redor para impedir a entrada de enxurrada.

Os critérios de paralisação e relocação de um furo de sondagem devem ser informados na programação pelo projetista, ou a critério da fiscalização. A executante deve informar a fis-



| | | | |
|---------|---------------|-------|----------|
| CÓDIGO | ET-DE-B00/001 | REV. | A |
| EMISSÃO | out/2006 | FOLHA | 12 de 62 |

calização quando a paralisação ocorrer por motivos inesperados.

4.2 Sondagem a Trado

A executante deve fornecer equipamento para execução de sondagem até 15 m de profundidade. No caso da existência de outros equipamentos operando na mesma obra, os demais devem dispor de material para 10 m de profundidade.

O material escavado deve ser depositado sobre lonas, de modo a não sofrer contaminação, agrupados em montes dispostos segundo suas profundidades e tipos de solo. As profundidades de início e término de cada camada amostrada, devem ser identificadas.

A medida da profundidade deve ser determinada através da medição do comprimento das hastes do trado, em relação a boca do furo.

No caso da sondagem atingir o lençol freático, a sua profundidade deve ser anotada. Deve ser medido diariamente o nível d'água antes do início dos trabalhos e na manhã seguinte, depois de concluído o furo.

Quando constatada a presença de artesianismo, formando lençol freático suspenso, este deve ser selado com a cravação de um tubo a fim de se detectar o nível d'água e, deve ser avaliada a vazão de escoamento d'água ao nível do solo.

A sondagem deve ser dada por terminada quando:

- atingir a profundidade especificada na programação dos serviços;
- atingir o limite de 15 m de profundidade;
- ocorrer desmoronamentos sucessivos da parede do furo;
- o avanço do trado for inferior a 5 cm, em 10 minutos de operação contínua de perfuração;
- o terreno for impenetrável ao trado, devido a ocorrência de cascalho, matacões ou rocha.

Quando a paralisação de um furo ocorrer antes do programado, e houver interesse de se investigar melhor o local, o furo deve ser deslocado de cerca de 3 m a 5 m, para qualquer direção e sentido. Todas as tentativas devem constar da apresentação final dos resultados e, devem ter a mesma numeração do furo, acrescida das letras A, B, C etc.

4.2.1 Amostragem

Quando o material perfurado for homogêneo, as amostras devem ser coletadas a cada metro perfurado, salvo orientação contrário da fiscalização.

Se houver mudança no transcórre do metro perfurado, devem ser coletadas tantas amostras quantos forem os diferentes horizontes.

As amostras para determinação da umidade natural devem ser acondicionadas imediatamente após o avanço de cada furo, coletando-se cerca de 100 g em recipiente de tampa hermética.



| | | | |
|---------|---------------|-------|----------|
| CÓDIGO | ET-DE-B00/001 | REV. | A |
| EMISSÃO | out/2006 | FOLHA | 13 de 62 |

ca, parafinada ou selada com fita colante.

As amostras para ensaios de laboratório devem ser acondicionadas em sacos de lona ou plástico, devem ser devidamente fechados após sua coleta. A quantidade de amostra deve ser proporcional aos ensaios que se destinam.

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

4.2.2 Apresentação dos Resultados

- a) nome da obra;
- b) nome do local;
- c) número do furo;
- d) intervalo de profundidade da amostra;
- e) data da coleta;
- f) número da amostra.

4.2.2.1 Boletim de campo

Todos os elementos de informações obtidas durante a execução do serviço, devem ser anotados em impressos adequados.

Cópias dos boletins de campo devem ser entregues a fiscalização, imediatamente após o término da sondagem.

Nas folhas de anotações de campo devem ser registrados:

- a) nome da obra e interessado;
- b) identificação e localização do furo;
- c) diâmetro de sondagem, início e término;
- d) data de execução;
- e) descrição e profundidade das amostras coletadas;
- f) medidas de nível d'água com data, hora e profundidade do furo por ocasião da medição;
- g) ferramenta utilizada na perfuração e profundidade respectiva.

4.2.2.2 Relatório

Os resultados das sondagens devem ser apresentados em relatórios numerados, datados e assinados por responsável técnico pelo trabalho registrado no CREA- Conselho Regional de Engenharia, Arquitetura e Agronomia. O relatório final deve ser apresentado conforme a IP-DE A00/001 - Elaboração e Apresentação de Documentos Técnicos e a IP-DE-A00/002 - Codificação de Documentos Técnicos.



| | | | |
|---------|---------------|-------|----------|
| CÓDIGO | ET-DE-B00/001 | REV. | A |
| EMISSÃO | out/2006 | FOLHA | 14 de 62 |

Devem constar do relatório:

- a) nome do interessado;
- b) local e natureza da obra;
- c) indicação do método e dos equipamentos empregados na realização das sondagens;
- d) total perfurado, em metros;
- e) relação das normas brasileiras relativas ao assunto e declaração de que suas normas foram obedecidas;
- f) outras observações e comentários, se julgados importantes;
- g) referências aos desenhos constantes no relatório.

4.2.2.3 Anexos

- a) planta com localização da sondagem, cotada e amarrada a referências facilmente encontradas e pouco mutáveis, tais como: logradouros públicos, acidentes geográficos, marcos topográficos etc. Nessa planta deve constar a localização das sondagens cotadas e amarradas a elementos fixos e bem definidos no terreno. A planta deve conter, ainda, a posição da referência de nível (RN) tomada para o nivelamento das bocas das sondagens, bem como a descrição sumária do elemento físico tomado como RN;
- b) perfil individual de cada sondagem ou na forma de boletins descritivos nos quais devem constar:
 - o nome da firma executora das sondagens, o nome do interessado, local da obra, indicação do número do trabalho, os vistos do desenhista e do engenheiro ou geólogo responsável pelo trabalho;
 - número da sondagem;
 - cota da boca do furo de sondagem, com precisão de 10 mm;
 - posição das amostras colhidas, devendo ser indicadas as amostras não recuperadas e os detritos colhidos por sedimentação;
 - as profundidades, em relação à boca do furo, das transições e do final das sondagens;
 - identificação dos solos amostrados, conforme NBR 13441⁽²⁾ – Rochas e solo;
 - a posição do nível d'água encontrado e a respectiva data de observação; indicando se houve pressão ou perda d'água durante a perfuração;
 - datas de início e término de cada sondagem.
- c) no caso de apresentação dos resultados na forma de perfil individual, deve constar, linhas horizontais cotadas a cada 5 m em relação a referência de nível;
- d) as sondagens devem ser desenhadas na escala vertical de 1:100. Somente nos casos de sondagens profundas e, em solos muito homogêneos, pode ser empregada escala mais reduzida, com convenção gráfica dos solos que compõem as camadas do subsolo, conforme NBR 13441(2) – Rochas e solo.

A execução de sondagens a trado deve estar em conformidade com a NBR 9603⁽³⁾ – Sonda-



| | | | |
|---------|---------------|-------|----------|
| CÓDIGO | ET-DE-B00/001 | REV. | A |
| EMISSÃO | out/2006 | FOLHA | 15 de 62 |

gem a Trado, Procedimento.

4.3 Sondagem a Percussão

A executante deve fornecer equipamento para execução de sondagens de até 40 m de profundidade.

Quando a paralisação de um furo ocorrer antes do programado e, houver interesse de se investigar melhor o local, o furo deve ser deslocado de cerca de 3 m a 5 m, para qualquer direção e sentido. Todas as tentativas devem constar da apresentação final dos resultados e, deve ter a mesma numeração do furo, acrescida das letras A, B, C etc.

No caso de prosseguimento da sondagem pelo método rotativo, esta deve ser denominada com a sigla SPR.

A forma e distribuição d'água do trepano, bem como as características das hastes do ensaio penetrométrico, devem ser idênticos para todos os equipamentos, durante todo o serviço de sondagem de uma mesma executante, numa mesma obra.

As pegas de avanço da sondagem devem permitir a abertura de um furo com diâmetro mínimo de 2 1/2".

A fiscalização pode solicitar a substituição de qualquer equipamento que julgar inadequado.

A sondagem deve ser iniciada com emprego do trado-concha ou cavadeira manual até a profundidade de 1 m, seguindo-se a instalação até essa profundidade, do primeiro segmento do tubo de revestimento dotado de sapata cortante.

Nas operações de perfuração, intercaladas as de ensaio e amostragem, deve ser utilizado trado cavadeira até onde for possível e até se atingir o nível d'água freático.

Em terreno alagadiço ou coberto por lamina d'água a sondagem deve ser feita a partir de plataforma fixa ou flutuante, firmemente ancorada e assoalhada, que cubra a área delimitada pelos pontos de apoio do tripé.

Tornando-se impossível a perfuração a trado cavadeira, o avanço deve ser feito utilizando-se trado espiral.

No caso de ser atingido o nível d'água, ou quando avanço do trado espiral for inferior a 5 cm e 10 minutos de operação contínua de perfuração, deve-se passar para o método de percussão com circulação de água, ou seja, lavagem. Para tanto é obrigatória a cravação do revestimento.

Quando o avanço do furo se faz por lavagem, a operação em si consiste na elevação da composição de perfuração em cerca de 30 cm do fundo do furo e na sua queda, que deve ser acompanhada de movimentos de rotação alternados, vai-e-vem, aplicados manualmente pelo operador.

Quando se atingir a cota de ensaio e amostragem, a composição de perfuração deve ser suspensa a uma altura de 0,20 m do fundo do furo, mantendo-se a circulação de água por tempo



| | | | |
|---------|---------------|-------|----------|
| CÓDIGO | ET-DE-B00/001 | REV. | A |
| EMISSÃO | out/2006 | FOLHA | 16 de 62 |

suficiente, até que todos os detritos da perfuração tenham sido removidos do interior do furo.

O controle das profundidades do furo, com precisão de 10 mm, deve ser feito pela diferença entre o comprimento total das hastas, com a peça de perfuração e a sobra das mesmas, em relação a um nível de referência, fixado junto à boca do furo.

Durante a operação de perfuração, devem ser anotadas as profundidades das transições de camadas detectadas por exame tátil-visual e, da mudança de coloração de materiais trazidos à boca do furo pelo trado helicoidal ou pela água de circulação.

No caso da sondagem atingir o lençol d'água, a sua profundidade deve ser anotada.

Quando ocorrer artesianismo, deve ser anotada a altura máxima de elevação d'água no revestimento ou a medida da vazão, com o respectivo nível dinâmico.

O nível d'água, ou as características do artesianismo devem ser medidos todos os dias antes do início dos trabalhos e na manhã seguinte, após a conclusão das sondagens.

Salvo especificação em contrário, imediatamente após a última leitura do nível d'água, ou término de furo seco, o mesmo deve ser totalmente preenchido com solo, deixando-se cravada ao seu lado, uma estaca com a identificação da sondagem.

Quando constatada a presença de lençol freático suspenso, o mesmo deve ser selado com a cravação do revestimento da sondagem, a fim de se detectar outros níveis d'água inferiores.

A execução de sondagens a percussão deve estar em conformidade com a NBR 6484⁽⁴⁾ – Solo, Sondagens de simples reconhecimento com SPT – Método de ensaio.

4.3.1 Ensaio de Penetração Dinâmica

4.3.1.1 Diretrizes

O ensaio de penetração, de acordo como método SPT — *Standard Penetration Test*, amostrador *Therzaghi & Peck*, deve ser executado, a cada metro, a partir de 1,0 m de profundidade.

As dimensões e detalhes construtivos do penetrômetro, para o ensaio SPT, devem estar rigorosamente de acordo com o indicado na NBR 6484⁽⁴⁾ – Solo, Sondagens de simples reconhecimento com SPT – Método de ensaio.

Não deve ser admitido o ensaio de penetração sem a válvula de bola, especialmente em terrenos não coesivos ou abaixo do nível d'água.

O fundo do furo deve estar satisfatoriamente limpo.

Caso se observem desmoronamentos da parede, o furo do tubo de revestimento deve ser cravado de tal modo que sua boca inferior nunca fique abaixo da cota do ensaio de penetração.



| | | | |
|---------|---------------|-------|----------|
| CÓDIGO | ET-DE-B00/001 | REV. | A |
| EMISSÃO | out/2006 | FOLHA | 17 de 62 |

ESPECIFICAÇÃO TÉCNICA (CONTINUAÇÃO)

Nos casos em que, mesmo com o revestimento cravado, ocorrer fluxo de material para o furo, o nível d'água no furo deve ser mantido acima do nível d'água do terreno por adição de água.

Nestes casos a operação de retirada do equipamento de perfuração deve ser feita lentamente.

O ensaio de penetração deve consistir na cravação do amostrador, através do impacto sobre a composição do hasteamento, de um martelo de 65 kg caindo livremente de uma altura de 75 cm, de acordo com o indicado na NBR 6484⁽⁴⁾ – Solo, Sondagens de simples reconhecimento com SPT – Método de ensaio.

O martelo para cravação do amostrador deve ser erguido manualmente, com 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 deve se dar verticalmente, sobre a composição, com a menor dissipação de energia possível.

O martelo deve possuir uma haste guia onde deve estar claramente assinalada a altura de 75 cm, de acordo com o indicado na NBR 6484⁽⁴⁾ – Solo, Sondagens de simples reconhecimento com SPT – Método de ensaio.

4.3.1.2 Execução

O amostrador deve ser apoiado suavemente no fundo do furo, assegurando-se que sua extremidade se encontre na cota desejada e que as conexões entre as hastes estejam firmes e retilíneas.

A ponteira do amostrador não deve estar fraturada ou amassada.

Colocado o barrilete no fundo, devem ser assinalados com giz, na porção de haste que permanece fora do revestimento, três trechos de 15 cm cada um, referenciados a um ponto fixo no terreno.

A seguir, o martelo deve ser suavemente apoiado sobre a composição de hastes, anotando-se a eventual penetração observada. Se ocorrer penetração nesta manobra, deve corresponder a zero golpe.

Se na aplicação do primeiro golpe do martelo a penetração for superior a 45 cm, o resultado da cravação do amostrador deve ser expresso pela relação deste golpe com a respectiva penetração.

Não tendo ocorrido penetração igual ou maior do que 45 cm no procedimento acima, deve-se iniciar a cravação do barrilete através da queda do martelo.

Cada queda do martelo corresponde a um golpe e devem ser aplicados tantos golpes quantos forem necessários à cravação de 45 cm do amostrador.

Deve ser anotados o número de golpes e, a penetração em centímetros, para a cravação de cada terço do amostrador.



| | | | |
|---------|---------------|-------|----------|
| CÓDIGO | ET-DE-B00/001 | REV. | A |
| EMISSÃO | out/2006 | FOLHA | 18 de 62 |

ESPECIFICAÇÃO TÉCNICA (CONTINUAÇÃO)

O valor da resistência à penetração consiste no número de golpes necessários à cravação dos 30 cm finais do amostrador.

Qualquer mudança nas condições preconizadas nesta especificação, por exemplo: tipo de haste e martelo, falta de coxim de madeira, uso de cabo de aço, sistema mecanizado de acionamento do martelo etc., que altere o nível de energia disponível para cravação do amostrador-padrão, só deve ser aceita se acompanhada da respectiva correlação, obtida pela medida desta energia através de sistema devidamente aferido, constituído de célula de carga, e acelerômetros, instalados na composição de cravação.

4.3.1.3 Amostragem

As amostras devem ser representativas dos materiais atravessados e livres de contaminação:

- a) as amostras do amostrador SPT, devem possuir cerca de 250 gramas, e devem ser obtidas na parte inferior do material obtido no amostrador. Devem ser acondicionadas em recipiente plástico provido de tampa, procurando-se manter intactos os cilindros de solo obtidos;
- b) as amostras do trado, com cerca de 500 gramas, quando solicitado, devem ser coletadas na parte inferior da broca do trado e acondicionadas em sacos plásticos;
- c) as amostras de lavagem, com cerca de 500 gramas, obtidas pela decantação da água de circulação, em recipiente com capacidade mínima de 10 litros, devem ser acondicionadas em sacos plásticos;
- d) as amostras de baldinho, com válvula de pé, devem possuir cerca de 500 gramas, constituídas. Neste processo de amostragem e vedada a prática de coleta do material acumulado durante o avanço da sondagem, em recipiente colocado junto à saída da água em circulação;

As amostras devem ser identificadas por duas etiquetas em papel cartão, uma interna e outra colocada na parte externa do recipiente, onde conste:

- a) nome, número e local da obra;
- b) data da execução;
- c) número da sondagem;
- d) localização da sondagem, estaca ou afastamento;
- e) número da amostra;
- f) profundidade da amostra;
- g) número de golpes e a penetração.

Salvo o caso de amostras de amostrador, devem ser coletadas amostras para cada metro perfurado. Se ocorrer mudanças no transcorrer do metro perfurado, devem ser coletadas tantas amostras quantas forem os diferentes tipos de materiais.

As amostras devidamente acondicionadas devem ser colocadas em caixas de madeira do tipo e dimensões usados em furos rotativos, conforme anexo A, obedecendo à seqüência da



| | | | |
|---------|---------------|-------|----------|
| CÓDIGO | ET-DE-B00/001 | REV. | A |
| EMISSÃO | out/2006 | FOLHA | 19 de 62 |

perfuração.

As caixas devem ser providas de tampa com dobradiças.

Na tampa e em um dos lados menores da caixa, segundo o esquema do anexo A, devem ser anotados com tinta indelével os seguintes dados:

- a) nome, número e local da obra;
- b) data da execução;
- c) número da sondagem;
- d) localização da sondagem, estaca ou afastamento;
- e) número da amostra;
- f) profundidade da amostra;
- g) número de golpes e a penetração.

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

As amostras devem ser 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 deve ser a indicada no anexo A.

A profundidade de cada trecho amostrado deve ser anotada com caneta esferográfica ou tinta indelével, em tacos de madeira, pregados transversalmente a canaleta.

Após a última amostra do furo, deve ser colocada um taco com a palavra FIM.

Quando for o caso, deve ser colocado no local da amostra um taco com as palavras "recuperou pouco".

Na divisão longitudinal de madeira junto à amostra do lado da dobradiça, deve constar o tipo de amostragem, isto é: trado, lavagem, penetrômetro etc.

As caixas de amostras devem permanecer guardadas a sombra, em local ventilado, até o final da sondagem.

As amostras devem ser conservadas pela executante, a disposição dos interessados por um período mínimo de 60 dias, a contar da data da apresentação do relatório.

4.3.1.3.1 Identificação da amostras

As amostras devem ser examinadas e identificadas, no mínimo, por meio das seguintes características:

- a) granulometria, conforme a NBR 7181⁽⁵⁾ – Análise granulométrica;
- b) plasticidade;



| | | | |
|---------|---------------|-------|----------|
| CÓDIGO | ET-DE-B00/001 | REV. | A |
| EMISSÃO | out/2006 | FOLHA | 20 de 62 |

ESPECIFICAÇÃO TÉCNICA (CONTINUAÇÃO)

- c) cor;
- d) origem, tais como: solos residuais; transportados, isto é, coluvionares, aluvionares, fluviais e marinhos etc;
- e) aterros.

Após sua ordenação pela profundidade, as amostras devem ser examinadas individualmente e agrupadas, consecutivamente, segundo suas características semelhantes.

Inicia-se o procedimento de identificação das amostras de solo pela sua granulometria, procurando-se separá-las em duas grandes divisões:

- a) solos grosseiros, tais como: areias e pedregulhos;
- b) solos finos, tais como: argilas e siltes.

O exame visual das amostras permite avaliar a predominância do tamanho de grãos, sendo possível individualizar grãos de tamanho superior à um décimo de milímetro, admitidos como visíveis a olho nu.

Solos com predominância de:

- a) grãos maiores que 2 mm, devem ser classificados como pedregulhos;
- b) grãos inferiores a 2 mm e superiores a 0,1 mm, devem ser classificados como areias.

Um exame mais acurado permite a subdivisão das areias em:

- a) grossas: grãos da ordem de 1,0 mm;
- b) medias: grãos da ordem de 0,5 mm;
- c) finas: grãos da ordem de 0,2 mm.

Solos com predominância de partículas ou grãos inferiores a 0,1 mm devem ser classificados como:

- a) argilas;
- b) siltes.

As argilas se distinguem dos siltes pela plasticidade, quando possuem umidade suficiente, pela coesão, quando secas ao ar e pela mobilidade da água em estado saturado de agitação.

A classificação acima indicada deve ser seguida das frações de solo que puderem ser também identificadas pelos critérios já definidos, devendo-se, com alguma experiência, avaliar as proporções desta fração complementar.

Deve ser utilizada nomenclatura onde apareçam, no máximo, três frações de solos, por exemplo: argila silto-arenosa.

Todavia, admite-se a complementação da descrição quando houver presença de pedregulhos, cascalhos, detritos ou matéria orgânica, concreções etc.



| | | | |
|---------|---------------|-------|----------|
| CÓDIGO | ET-DE-B00/001 | REV. | A |
| EMISSÃO | out/2006 | FOLHA | 21 de 62 |

ESPECIFICAÇÃO TÉCNICA (CONTINUAÇÃO)

A nomenclatura das amostras dos solos deve ser acompanhada pela indicação da cor, feita logo após a coleta destas, utilizando-se até, no máximo, de duas designações de cores.

Quando as amostras apresentarem mais do que duas cores, deve ser utilizado o termo variegado no lugar do relacionamento das cores.

Embora considerado o caráter subjetivo desta indicação da cor, devem ser utilizadas as designações: branco, cinza, preto, marrom, amarelo, vermelho, roxo, azul, verde e variegado, isto é, com mais de três 3 cores, admitindo-se, ainda, as designações complementares claro e escuro.

Quando, pelo exame tátil-visual, for constatada a presença acentuada de mica, a designação micácea deve ser acrescentada à nomenclatura do solo. Quando ocorrer grandes poros deve ser acrescentada a designação porosa.

A designação da origem dos solos, residual, coluvial, aluvial etc., e aterros deve ser acrescentada a sua nomenclatura.

No caso de solos residuais, recomenda-se a indicação da rocha mater.

4.3.2 Paralisação da Sondagem

A sondagem a percussão deve ser dada por terminada nos seguintes casos:

4.3.2.1 Impenetrável

A cravação do amostrador deve ser interrompida quando o número de golpes ultrapassar a 30 e a penetração do amostrador-padrão for inferior a 15 cm; ou se durante a aplicação de cinco golpes sucessivos do martelo não se observar avanço do amostrador-padrão, ou se em mesmo ensaio o número máximo de golpes for de 50.

Atingidas as condições assim definidas, os ensaios de penetração devem ser suspensos, sendo executado a seguir, ensaio de avanço da perfuração com lavagem por tempo, conforme descrito em 4.3.1.

O processo de perfuração por circulação de água, associado aos ensaios de penetração, deve ser utilizado até onde se obtiver, nesses ensaios, uma das seguintes condições:

- a) em 3 m sucessivos, se obtiver 30 golpes para penetração dos 15 cm iniciais o amostrador-padrão;
- b) em 4 m sucessivos, se obtiver 50 golpes para penetração dos 30 cm iniciais do amostrador-padrão;
- c) em 5 m sucessivos, se obtiver 50 golpes para a penetração dos 45 cm do amostrador-padrão.

Havendo necessidade técnica de continuar a investigação do subsolo em profundidades superiores, o processo de perfuração deve ser prosseguido pelo método rotativo, quando indicado pelo projeto ou solicitado pela fiscalização.

Voltando a ocorrer material susceptível de se efetuar ensaio de penetração dinâmica (SPT),



| | | | |
|---------|---------------|-------|----------|
| CÓDIGO | ET-DE-B00/001 | REV. | A |
| EMISSÃO | out/2006 | FOLHA | 22 de 62 |

o ensaio deve ser retomado, como descrito em 4.3.1.

4.3.2.2 Critério para paralisação em cortes

Quando atingir a 2 m abaixo do greide previsto, ou conforme especificado na programação dos serviços.

Quando for atingido o impenetrável a percussão de acordo com o item anterior, sem prejuízo de continuação pelo processo rotativo, ou quando solicitado pela fiscalização.

4.3.2.3 Critério para paralisação para fundação de aterros

Após atravessar a camada de solo aluvionar penetrando 3,0 m no substrato inferior.

Após 3 m consecutivos com índice SPT ≥ 20 golpes/30 cm, ou conforme especificado na programação dos serviços.

Em locais onde houver camada de solo mole espessa, a sondagem deve ser paralisada conforme especificado na programação dos serviços.

4.3.2.4 Critério para paralisação para fundação de obras de arte corrente

Após 3 m consecutivos com índice SPT ≥ 20 golpes/30 cm, abaixo da cota prevista para fundação da obra.

Quando for atingido o impenetrável com avanço de perfuração com lavagem por tempo, conforme condições do item 4.3.2.1, continuando o furo pelo processo rotativo por mais de 3 m.

4.3.2.5 Critério para paralisação para fundação de obras de arte especiais

Quando for constatado 5 m consecutivos, com índice SPT ≥ 45 golpes/30 cm, abaixo da cota inferior da estrutura, ou conforme especificado na programação dos serviços.

Quando ultrapassar 10 m consecutivos com índice SPT ≥ 30 golpes/30 cm.

Quando ocorrer o impenetrável, com avanço de perfuração com lavagem por tempo, de acordo com condições do item 4.3.2.1, continuando o furo, pelo processo rotativo por mais 5,0 m.

4.3.3 Ensaios de Lavagem por Tempo

O ensaio de lavagem por tempo consiste na aplicação do processo de lavagem, conforme o item 4.3 por 30 minutos, anotando-se os avanços obtidos do trepano a cada período de 10 minutos.

Quando no ensaio de lavagem por tempo forem obtidos avanços da perfuração inferiores a 5 cm por período, em três períodos consecutivos de 10 minutos, o material, deve ser considerado impenetrável a lavagem.



| | | | |
|---------|---------------|-------|----------|
| CÓDIGO | ET-DE-B00/001 | REV. | A |
| EMISSÃO | out/2006 | FOLHA | 23 de 62 |

4.3.4 Ensaio de Infiltração

O ensaio de permeabilidade feito em furo de sondagem, através de medidas de absorção d'água com a pressão proporcionada pela coluna d'água no revestimento do furo, é denominado ensaio de infiltração.

Quando o nível da coluna d'água é mantido constante durante todo o tempo da absorção d'água, o ensaio é denominado ensaio de infiltração com nível constante; quando a coluna d'água varia ao longo do tempo de medida, o ensaio é chamado de ensaio de infiltração com nível variável.

O equipamento necessário à execução do ensaio de infiltração deve constar de:

- a) bomba de água com capacidade mínima de 40 l/min;
- b) hidrômetro, em boas condições, com divisões de escala em litros, testado no início de cada furo e sempre que houver suspeita de mau funcionamento:
 - o hidrômetro não deve apresentar desvio superior a 10% do valor real, na faixa de vazão entre 10 e 40 l/min.
- c) tambor graduado em litros com capacidade de aproximadamente 200 litros;
- d) provetas ou latas graduadas a cada 50 centímetros cúbicos, com capacidade mínima de 1 litro;
- e) funil com rosca para acoplamento no revestimento, com redução mínima de 1 polegada e diâmetro maior de, no mínimo, 20 centímetros;
- f) escarificador constituído por uma haste decimétrica de madeira com numerosos pregos sem cabeça semicravados.
 - é vedado o uso de curvas de calibração.

4.3.4.1 Procedimento do ensaio

A execução de ensaios de infiltração e penetração num mesmo furo deve ser limitada ao trecho abaixo do nível d'água ou onde o avanço da sondagem é feito pelo método de lavagem.

Ensaios de infiltração acima destes limites devem ser feitos em um novo furo deslocado de 3 metros em relação ao primeiro.

A parede do furo no horizonte do solo a ser ensaiado, deve ser desobstruída por raspagem com o escarificador.

O revestimento deve ser estendido até no mínimo de 0,8 m, acima do nível do terreno enchido com água até a boca.

Deve ser feito ensaio de infiltração com nível variável, quando a carga hidráulica no trecho ensaiado for superior a $0,2 \text{ kg/cm}^2$, 2 metros e, por avaliação visual, o rebaixamento da água no tubo de revestimento for inferior a 10 cm/min.

O ensaio com nível variável deve ser feito através da medida do nível d'água dentro do revestimento, a cada minuto, durante 10 minutos e após a manutenção do tubo de revestimen-



| | | | |
|---------|---------------|-------|----------|
| CÓDIGO | ET-DE-B00/001 | REV. | A |
| EMISSÃO | out/2006 | FOLHA | 24 de 62 |

ESPECIFICAÇÃO TÉCNICA (CONTINUAÇÃO)

to cheio d'água, até a boca, durante 10 minutos, no mínimo.

Deve ser feito ensaio de infiltração com nível constante, quando não ocorrerem às condições do item acima descrito.

O ensaio com nível constante consiste na medida da absorção d'água estabilizada, a cada minuto, durante 10 minutos.

Entende-se que as leituras de absorção d' água estão estabilizadas, quando:

- a) não for observada uma variação progressiva nos valores lidos;
- b) a diferença entre leituras isoladas e seu valor médio não superar 20% do valor médio.

Nos casos de medidas, próximas ao limite de sensibilidade dos equipamentos, as diferenças admissíveis devem ser estabelecidas pela fiscalização, segundo um critério mais flexível.

As medidas de absorção d'água no ensaio com nível constante, devem ser feitas com hidrômetro acoplado à canalização da bomba, quando forem superiores a aproximadamente 10 l/min; com proveta graduada quando forem inferiores a aproximadamente 1,0 l/min; e com tambor graduado nos casos intermediários.

4.3.5 Apresentação dos Resultados

4.3.5.1 Boletim de campo

Todos os elementos de informações obtidas durante a execução do serviço, devem ser anotados em impressos adequados.

Cópias dos boletins de campo devem ser entregues a fiscalização imediatamente após o término da sondagem.

Nas folhas de anotações de campo devem ser registrados:

- a) nome da obra e interessado;
- b) identificação e localização do furo;
- c) data e hora de início e de término da sondagem;
- d) métodos de perfuração empregados, tais como: TC - trado-concha; TH - trado helicoidal; CA - circulação de água; e profundidades respectivas;
- h) profundidades das mudanças das camadas de solo e do final da sondagem;
- i) avanços do tubo de revestimento;
- j) medidas de nível d'água com data, hora e profundidade do furo por ocasião da medida;
- k) numeração e profundidades das amostras coletadas no amostrador-padrão e/ou trado;
- l) anotação das amostras colhidas por circulação de água, quando não houver recuperação pelo amostrador-padrão;
- m) descrição tátil-visual das amostras, na seqüência:



| | | | |
|---------|---------------|-------|----------|
| CÓDIGO | ET-DE-B00/001 | REV. | A |
| EMISSÃO | out/2006 | FOLHA | 25 de 62 |

ESPECIFICAÇÃO TÉCNICA (CONTINUAÇÃO)

- granulometria principal e secundária;
- origem;
- cor.
- n) número de golpes necessários à cravação de cada trecho nominal de 15 cm do amostrador em função da penetração correspondente;
- o) resultados dos ensaios de avanço de perfuração por circulação de água;
- p) anotação sobre a posição do nível d'água, com data, hora, profundidade aberta do furo e respectiva posição do revestimento, quando houver;
- q) nome do operador e vistos do fiscal;
- r) outras informações colhidas durante a execução da sondagem, se julgadas de interesse;
- s) procedimentos especiais utilizados.

Os boletins de campo devem ser conservados a disposição dos interessados por um período mínimo de um ano, a contar da data da apresentação do relatório definitivo.

4.3.5.2 Relatório

Os resultados das sondagens devem ser apresentados em relatórios numerados, datados e assinados por responsável técnico pelo trabalho registrado no Conselho Regional de Engenharia, Arquitetura e Agronomia - CREA. O relatório final deve ser apresentado conforme a IP-DE A00/001 - Elaboração e Apresentação de Documentos Técnicos e a IP-DE-A00/002 - Codificação de Documentos Técnicos.

Devem constar do relatório:

- a) nome do interessado/contratante;
- b) local e natureza da obra;
- c) descrição sumária do método e dos equipamentos empregados na realização das sondagens;
- d) total perfurado, em metros;
- e) declaração de que foram obedecidas as normas brasileiras relativas ao assunto;
- f) outras observações e comentários, se julgados importantes;
- g) referências aos desenhos constantes do relatório.

4.3.5.3 Anexos

- a) planta com localização da sondagem, cotada e amarrada a referências facilmente encontradas e pouco mutáveis, tais como: logradouros públicos, acidentes geográficos, marcos topográficos etc.;
- b) nessa planta deve constar a localização das sondagens cotadas e amarradas a elementos fixos e bem definidos no terreno. A planta deve conter, ainda, a posição da referência de nível (RN) tomada para o nivelamento das bocas das sondagens, bem como



| | | | |
|---------|---------------|-------|----------|
| CÓDIGO | ET-DE-B00/001 | REV. | A |
| EMISSÃO | out/2006 | FOLHA | 26 de 62 |

ESPECIFICAÇÃO TÉCNICA (CONTINUAÇÃO)

a descrição sumaria do elemento físico tomado como RN;

- c) perfil individual de cada sondagem ou na forma de boletins descritivos nos quais devem constar:
- o nome da firma executora das sondagens, o nome do interessado, local da obra, indicação do número do trabalho, os vistos do desenhista e do engenheiro ou geólogo responsável pelo trabalho;
 - diâmetro do tubo de revestimento e do amostrador empregados na execução das sondagens;
 - número da sondagem;
 - cota da boca do furo de sondagem, com precisão de 10 mm;
 - posição das amostras colhidas, devendo ser indicadas as amostras não recuperadas e os detritos colhidos por sedimentação;
 - as profundidades, em relação a boca do furo, das transições e do final das sondagens;
 - índice de resistência à penetração N ou relações do número de golpes pela penetração do amostrador, expressa em centímetros e, a designação dos estados de compacidade e de consistência, conforme a Tabela 11;
 - identificação dos solos amostrados, conforme a NBR 13441⁽²⁾ – Rochas e solo;
 - a posição do nível d'água encontrado e a respectiva data de observação e, indicar se houve pressão ou perda d'água durante a perfuração;
 - indicação da não ocorrência de nível de água, quando não encontrado;
 - datas de início e término de cada sondagem;
 - indicação dos processos de perfuração empregados, tais como: TC - trado-concha; TH trado helicoidal, CA - circulação de água, e respectivos trechos, bem como as posições sucessivas do tubo de revestimento e uso de lama de estabilização quando utilizada;
 - procedimentos especiais utilizados;
 - resultado dos ensaios de avanço de perfuração por circulação d'água.



Tabela 11 - Estados de Compacidade e de Consistência

| Solo | Índice de resistência a Penetração - SPT | Designação* |
|----------------------------|--|--------------------------|
| Areias e siltes Arenosos | ≤ 4 | Fofa(o) |
| | 5 a 8 | Pouco compacta(o) |
| | 9 a 18 | Medianamente compacta(o) |
| | 19 a 40 | Compacta(o) |
| | > 40 | Muito compacta(o) |
| Argilas e siltes Argilosos | ≤ 2 | Muito mole |
| | 3 a 5 | Mole |
| | 6 a 10 | Media(o) |
| | 11 a 19 | Rija(o) |
| | > 19 | Dura (o) |

* As expressões empregadas para a classificação da compacidade das areias, fofa, compacta etc., referem-se a deformabilidade e resistência destes solos, sob o ponto de vista de fundações, e não devem ser confundidas com as mesmas denominações empregadas para a designação da compacidade relativa das areias ou para a situação perante o índice de vazios críticos, definidos na Mecânica dos Solos.

* Conforme NBR 6484⁽⁴⁾ – Solo, Sondagens de simples reconhecimento com SPT – Método de Ensaio

- a) no caso de apresentação dos resultados na forma de perfil individual, devem constar, ainda, os seguintes itens:
- linhas horizontais cotadas a cada 5 m em relação a referência de nível;
 - convenção gráfica dos solos que compõem as camadas do subsolo conforme a NBR 13441⁽²⁾ – Rochas e solo;
 - as sondagens devem ser desenhadas na escala vertical de 1:100. Somente nos casos de sondagens profundas, e em subsolos muito homogêneos, deve ser empregada escala reduzida.

4.4 Sondagem Rotativa

A executante deve fornecer equipamento para a execução das sondagens de até 100 m de profundidade e, que atenda o programado pela projetista ou fiscalização. Para furos de maior profundidade, a fiscalização deve comunicar a executante, quando do contrato de serviços.

A sonda deve ser instalada em banquetas ou plataforma plana escavada ou elevada firmemente ancorada, de modo a minimizar a transmissão de suas vibrações para a composição dos tubos de sondagem.

Na água, a sonda deve ser instalada sobre plataforma flutuante ancorada, para evitar desvios e deslocamentos durante a execução da sondagem.

O diâmetro da sondagem deve ser indicado pela projetista ou pela fiscalização, devendo ser



| | | | |
|---------|---------------|-------|----------|
| CÓDIGO | ET-DE-B00/001 | REV. | A |
| EMISSÃO | out/2006 | FOLHA | 28 de 62 |

ESPECIFICAÇÃO TÉCNICA (CONTINUAÇÃO)

levada em conta a necessidade da obra. Regra geral, com diâmetros maiores obtém-se melhor recuperação dos testemunhos e melhores informações do estado “*in situ*” da rocha. Os diâmetros utilizados em ordem decrescente são: HW ou HX, NW ou NX, BW ou BX, AW ou AX e EW ou EX. A recuperação mínima para qualquer diâmetro deve ser estabelecida, de comum acordo, entre as partes interessadas, levando-se em conta as necessidades técnicas da obra.

Na sondagem em solo, rocha porosa, alterada ou fraturada geralmente é usado revestimentos para impedir o fechamento do furo, assim como na prevenção da perda de água de circulação. Os diâmetros usuais dos revestimentos, dentro de cada grupo, constam da Tabela 1 e 2.

O perfil obtido por uma sondagem deve ser completo, caracterizando toda a extensão do terreno atravessado. Para tanto, numa mesma sondagem, os trechos de solo devem ser perfurados através do processo de percussão, e os trechos de rocha, alterada ou não, pelo processo rotativo.

Quando ocorrer horizonte de solo, superior a 0,5 m deve ser utilizado método a percussão, com medidas de SPT a cada metro, até serem atingidas as condições definidas nesta especificação no item 4.3.2 – Paralisação da Sondagem.

Para o avanço da sondagem neste trecho, que para efeitos de custos deve ser considerada como sondagem a percussão, é facultado, desde que solicitado ou aprovado pela fiscalização, a utilização do processo rotativo em substituição aos processos normais de avanço da sondagem a percussão.

Neste caso, o barrilete e a coroa de sonda rotativa devem avançar a seco, até o nível d'água e com circulação de água abaixo dele.

À executante cabe empregar todos os recursos da sondagem rotativa, tais como perfuração cuidadosa, manobras curtas, coroas e barriletes especiais, lama bentonítica etc., de maneira a assegurar a boa recuperação de todos os materiais atravessados.

A seqüência de diâmetros a ser utilizada, deve ser aprovada pela fiscalização e somente pode ser alterada, mediante sua autorização, por comprovada necessidade técnica.

O controle de profundidade do furo, com precisão de 10 mm deve ser feito pela diferença entre o comprimento total das hastes com a peça de perfuração e a sobra das mesmas em relação a um nível de referencia fixado junto à boca do furo. O furo durante a paralisação do trabalho, deve ficar protegido contra entrada d'água de chuva.

A fiscalização pode solicitar medidas de inclinação ao longo do furo, instalação de piezômetros e medidores de nível d'água, bem como utilizar o furo, a qualquer tempo, para a realização de outras medidas ou ensaios.

Toda e qualquer anomalia observada no furo, tais como mudança na cor da água de circulação, perdas de água de circulação, fendas, passagens moles, desmoronamento das paredes etc., devem ser anotadas na profundidade em que ocorrerem no boletim do furo.

Salvo orientação em contrário, imediatamente após a ultima leitura de nível d'água, ou término de furo seco, o mesmo deve ser totalmente preenchido com solo, deixando-se ao lado



| | | | |
|---------|---------------|-------|----------|
| CÓDIGO | ET-DE-B00/001 | REV. | A |
| EMISSÃO | out/2006 | FOLHA | 29 de 62 |

do furo, placas com identificação da sondagem.

4.4.1 Recuperação dos Testemunhos

A sondagem rotativa tem em vista à recuperação dos testemunhos para obter informações do estado *in situ* da rocha. Assim, devem ser exigidos cuidados, tais como:

- a) emprego de brocas e barriletes especiais;
- b) emprego de coroas com diâmetros compatíveis com a complexidade do problema;
- c) emprego de métodos especiais para recuperação;
- d) emprego de manobras curtas, inferiores a 1 m, quando em presença de rochas alteradas ou friáveis.

A amostragem deve ser contínua e total, mesmo em materiais moles, incoerente ou muito fraturados.

Os testemunhos não devem apresentar-se excessivamente fraturados ou roletados pela ação mecânica do equipamento de sondagem, exceto quando se tratar de rochas estratificadas ou xistosas.

A fim de melhorar e assegurar uma adequada recuperação, a fiscalização se reserva o direito de solicitar o uso do barrilete duplo-livre do tipo serie M.

As operações de retiradas das amostras do barrilete e de seu acondicionamento em caixas de madeira aplainada devem ser feitas criteriosamente de maneira a serem mantidas as posições relativas dos testemunhos coletados.

As caixas devem ser providas de tampa com dobradiças.

Na tampa e num dos lados menores da caixa, segundo o esquema do anexo A, devem ser anotados com tinta indelével os seguintes dados:

- a) número do furo;
- b) nome da obra;
- c) localização;
- d) número da caixa e número de caixas do furo.

As amostras devem ser acondicionadas obedecendo a uma seqüência indicada conforme o anexo A.

No caso de serem acondicionadas amostras com diversos diâmetros numa mesma caixa, devem ser colocados calços no fundo e laterais das divisões das caixas, de maneira a garantir a sua imobilidade durante o manuseio.

As amostras das manobras subseqüentes devem ser colocadas na caixa sempre guardando, na seqüência de profundidade das amostras, o andamento da esquerda para a direita e da dobradiça para fora.



| | | | |
|---------|---------------|-------|----------|
| CÓDIGO | ET-DE-B00/001 | REV. | A |
| EMISSÃO | out/2006 | FOLHA | 30 de 62 |

ESPECIFICAÇÃO TÉCNICA (CONTINUAÇÃO)

A amostra de cada manobra deve ser isolada, por um taco de madeira, pregado transversalmente a canaleta.

Neste taco deve ser escrita sua profundidade com caneta esferográfica ou pincel com tinta indelével.

Nenhum pedaço de testemunho deve ser retirado das caixas. Somente a fiscalização pode fazê-lo e neste caso deve o testemunho ser substituído por um toco de madeira com a metragem e classificação geológica expedita.

No taco que isola a ultima manobra do furo deve constar além da profundidade final do furo, a palavra FIM.

No caso de ser empregado, no início do furo ou num determinado intervalo, avanço da sondagem pelo processo a percussão, as amostras assim coletadas devem ser acondicionadas nas mesmas caixas das amostras de rotação, segundo a seqüência de sua obtenção.

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

Caso seja explicitamente pedido ou necessário, devem ser feitas fotografias coloridas das caixas de testemunhos, em que estas se apresentem inteiramente visíveis e sem distorções.

As caixas de testemunho devem ser guardadas pelo período de 30 (trinta) dias após a entrega do relatório, a não ser que haja prévio acordo para conservá-las por um prazo maior.

Ao término da sondagem as tampas das caixas de amostras devem ser fixadas com parafusos e levadas até o local indicado pela fiscalização, pela executante da sondagem.

4.4.2 Classificação Geológica dos Testemunhos da Sondagem

A classificação dos testemunhos de rocha deve ser feita por geólogo. Além da simples classificação litológica macroscópica, deve ser feita, quando solicitada, uma classificação microscópica, em lâmina fina, ao microscópio polarizante, e definida a natureza do material de preenchimento das fendas.

4.4.2.1 Grau de alteração

Alteração é o fenômeno que leva sempre ao enfraquecimento da rocha, sendo produto da ação de qualquer processo físico-químico sobre maciços rochosos.

Os graus de alteração são definidos para cada tipo litológico ou grupo de rochas de comportamento semelhante e fixados a partir do conhecimento das propriedades mecânicas e de sua correlação com a variação de propriedades petrográficas, como: cor e brilho dos minerais; formação de minerais de alteração: argilas, limonitas, caulins etc.; estruturas neoformadas; fissuras, crostas, bordas de reação e aumento da porosidade. Podem-se dividir em cinco classes, conforme Tabela 12.



Tabela 12 - Grau de alteração

| Símbolo | Grau de alteração | Características |
|---------|-----------------------------|--|
| A.0 | Rocha sã ou praticamente sã | Aspecto sadio ou leve alteração hidrotermal. As fraturas podem apresentar sinais de oxidação. |
| A.1 | Rocha pouco alterada | Perda do brilho dos minerais constituintes, juntas oxidadas ou levemente alteradas. |
| A.2 | Rocha medianamente alterada | Significantes porções de rocha mostram-se descoloridas ou oxidadas e apresentam sinais de intemperismo (mudanças químicas e microfissuração) |
| A.3 | Rocha muito alterada | Toda a rocha apresenta-se descolorida ou oxidada, cristais alterados e fissurados. |
| A.4 | Rocha extremamente Alterada | Rocha decomposta, friável, textura e estruturas preservadas. |

*Conforme DNER - PRO 102/97⁽⁶⁾

4.4.2.2 RQD - designação qualitativa da rocha

O RQD baseado numa recuperação modificada de testemunhos, através de um procedimento que leva em consideração o número de fraturas e a quantidade de material mole ou a alteração da massa rochosa que possa ser vista nos testemunhos de sondagem. O RQD corresponde ao quociente da soma dos comprimentos superiores a 10 cm de testemunhos sãos e compactos, pelo comprimento do trecho perfurado, expresso em percentagem. Para melhor representação da relação entre os valores numéricos RQD e a qualidade geral da rocha para fins de engenharia, recomenda-se o uso de barriletes duplos giratórios e coroas de diâmetros iguais ou maiores que AX. A Tabela 13 expressa, em percentagem, os valores de RQD.

$$RQD = \frac{\sum \text{comprimentos} > 10\text{cm}}{\text{comprimento do trecho perfurado}} \times 100\%$$

Tabela 13 - RQD

| Qualidade da rocha | RQD (%) |
|--------------------|----------|
| Muito pobre | 0 a 25 |
| Pobre | 25 a 50 |
| Regular | 50 a 75 |
| Boa | 75 a 90 |
| Excelente | 90 a 100 |

* Conforme DNER - PRO 102/97⁽⁶⁾

4.4.2.3 Grau de fraturamento

É determinado através da quantidade de fraturas com que se apresenta a rocha numa determinada direção. Não se consideram as fraturas provocadas pelo processo de perfuração ou soldadas por materiais altamente coesivos. Os diversos graus de fraturamento são dados na Tabela 14.



Tabela 14 - Grau de fraturamento

| Rocha | Símbolo | Número de fraturas por manobra |
|------------------------|---------|---|
| Pouco fraturada | F1 | 1 - 5 |
| Medianamente fraturada | F2 | 6 - 10 |
| Muito fraturada | F3 | 11 - 20 |
| Extremamente fraturada | F4 | > 20 |
| Fragmentada | F5 | Torrões em pedaços de diversos tamanhos |

*Conforme DNER - PRO 102/97⁽⁶⁾

4.4.2.4 Grau de coerência

Baseia-se em características físicas, tais como resistência ao impacto, ao risco, friabilidade – ver Tabela 15.

Tabela 15 - Grau de coerência

| Rocha | Símbolo | Características |
|----------------|---------|--|
| Muito coerente | C1 | a) Quebra com dificuldade ao golpe do martelo. b) O fragmento possui bordas cortantes que resistem ao corte por lâmina de aço. c) Superfície dificilmente riscada por lâmina de aço. |
| Coerente | C2 | a) Quebra com relativa facilidade ao golpe do martelo. b) O fragmento possui bordas cortantes que podem ser abatidas pelo corte com lâmina de aço. c) Superfície riscável por lâmina de aço. |
| Pouco coerente | C3 | a) Quebra facilmente ao golpe do martelo. b) As bordas do fragmento podem ser quebradas pela pressão dos dedos. c) A lâmina de aço provoca um sulco acentuado na superfície do fragmento |
| Friável | C4 | a) Esfarela ao golpe do martelo. b) Desagrega pela pressão dos dedos. |

* Conforme DNER - PRO 102/97⁽⁶⁾

4.4.2.5 Grau de resistência à compressão simples

Depende de teste realizado através de equipamento específico. Só é apresentado quando explicitamente pedido. As diversas faixas de resistência são apresentadas na Tabela 16.



Tabela 16 - Grau de resistência

| Rocha | Símbolo | Resistência (kg/cm ²) | MPa |
|------------------|---------|-----------------------------------|----------|
| Muito resistente | R1 | > 1200 | > 120 |
| Resistente | R2 | 1200 - 600 | 120 - 60 |
| Pouco resistente | R3 | 600 - 300 | 60 - 30 |
| Branda | R4 | 300 - 100 | 30 - 10 |
| Muito branda | R5 | < 100 | < 10 |

* Conforme DNER - PRO 102/97⁽⁶⁾

4.4.2.6 Classificação das descontinuidades principais

Baseia-se em exame microscópico dos testemunhos e fornece indicações do plano das descontinuidades. Só é apresentada quando explicitamente pedida. As classificações e grau de inclinação constam das Tabelas 17 e 18.

Tabela 17 - Classificação das descontinuidades

| Denominação | Características | | |
|-------------|----------------------------|--------------|-----------------------------|
| Aberta | Sem preenchimento | Regularidade | Plana Curva Irregular |
| | | Aspereza | Espelhada Lisa Rugosa |
| | Com preenchimento | | |
| Fechada | Superfície de decomposição | | Plana Curva Irregular |
| Cimentada | | | |

* Conforme DNER - PRO 102/97⁽⁶⁾

Tabela 18 - Inclinação das descontinuidades

| Denominação | Inclinação |
|----------------|-------------|
| Horizontal | 0 ° a 10 ° |
| Sub-horizontal | 10 ° a 20 ° |
| Inclinada | 20 ° a 70 ° |
| Sub-vertical | 70 ° a 80 ° |
| Vertical | 80 ° a 90 ° |

* Conforme DNER - PRO 102/97⁽⁶⁾

4.4.3 Ensaios de Perda D'Água

Os ensaios de absorção de água executados em furos de sondagem, com água sob pressão, são denominados ensaios de perda d'água.



4.4.3.1 Equipamento

No equipamento deve constar dos seguintes elementos:

- a) bomba d'água com capacidade mínima de 60 litros por minuto a uma pressão de 10 kg/cm²;
 - a bomba deve ser testada no início de cada furo e sempre que houver suspeita de mau funcionamento.
- b) hidrômetro com divisões de escala em litros:
 - deve ser suficientemente sensível para detectar uma vazão mínima de 3 l/min;
 - no início de cada sondagem e sempre que suspeita de mau funcionamento, o hidrômetro deve ser submetido à calibração, devendo ser rejeitado aquele que apresentar um desvio de leitura superior a 10 %.
- c) manômetros com capacidade e divisões de conforme tabela 19, devem ser comparados com um manômetro aferido de uso exclusivo para calibração, a cada furo e sempre que houver suspeita de mau funcionamento:

Tabela 19 – Manômetros

| Pressão máxima na escala do monômetro (kg/cm ²) | Divisões da escala (kg/cm ²) | Intervalo de posição do obturador com critério de pressão de 0,25 kg/cm ² /m (m) |
|---|--|---|
| 1,0 | 0,1 | 1,0 - 3,5 |
| 3,0 | 0,1 | 2,5 - 11,0 |
| 6,0 | 0,2 | 8,0 - 22,0 |
| 10,0 | 0,5 | 20,0 - 36,0 |
| 20,0 | 1,0 | 36,0 - 72,0 |
| 30,0 | 1,0 | 36,0 - 108,0 |

* Conforme DERSA ET-G0/001 – 1986⁽⁷⁾

- os manômetros não devem apresentar um desvio de leitura superior a 10 % do valor real;
 - é vedado o uso de curvas de calibração.
- d) estabilizador de pressão cuja atuação empeça que o campo de variação das oscilações de pressão seja superior a 10 % do valor a ser lido:
 - obturador, em boas condições de borracha, tipo pneumático ou mecânico de cruzeta, simples e duplo;
 - o comprimento mínimo do obturador deve ser de 20,0 cm;
 - o seu diâmetro externo deve ser cerca de 5mm menor do que o furo;
 - o diâmetro interno da sua tubulação deve ser igual ou maior ao indicado ao item e) abaixo;
 - é vedada à utilização de obturadores cuja expansão seja obtida através de com-



| | | | |
|---------|---------------|-------|----------|
| CÓDIGO | ET-DE-B00/001 | REV. | A |
| EMISSÃO | out/2006 | FOLHA | 35 de 62 |

pressão das hastes no fundo do furo mediante o emprego de haste perfurada abaixo do obturador.

- e) canalização, luvas, cotovelos etc., em boas condições, com juntas estanques sem obstrução excessiva de ferrugem e com diâmetro mínimo de 3/4 de polegada:
- é vedado o uso de niples ou reduções que diminuam a seção da tubulação;
 - o diâmetro da canalização deve ser único e uniforme para todos os equipamentos de sondagem e durante toda a campanha programada.

4.4.3.2 Disposição dos equipamentos

Os equipamentos devem ser dispostos na seguinte ordem: bomba, estabilizador de pressão, hidrômetro, tubulação com manômetro e obturador.

O manômetro deve ficar fixado em um "tê" do trecho retilíneo da tubulação, sem curva ou cotovelo entre seu ponto de fixação e o obturador.

4.4.3.3 Água

A água utilizada nos ensaios não deve apresentar partículas de material sólido em suspensão visíveis a olho nu.

4.4.3.4 Ensaio de perda de carga

O ensaio de perda de carga consiste numa simulação em superfície do ensaio de perda d'água.

Este ensaio tem por objetivo a determinação da perda de pressão provocada pelo atrito da água com as paredes da tubulação.

Deve ser feito um ensaio a cada campanha de sondagem.

O ensaio é iniciado após a montagem do equipamento segundo a ordem indicada no item anterior, numa superfície plana onde o ponto de saída da água e o manômetro fiquem situados numa mesma cota.

O comprimento total da tubulação (L) deve ser cerca de 20 % superior a profundidade máxima prevista para as sondagens da campanha programada.

Devem ser feitas medidas de pressão e vazão em estágios de aproximadamente 10, 20, 40 e 60 l/min, para comprimentos de tubulações de L, 3/4 L. e 1/2 L.

Com os resultados obtidos deve ser construído um ábaco relacionando vazão, comprimento da tubulação e perda de carga, que deve ser utilizado na correção da pressão efetivamente aplicada no trecho do furo ensaiado por perda d'água.

4.4.3.5 Trecho e pressões do ensaio de perda d'água

Os ensaios devem ser executados a medida do avanço da sondagem, em trechos de aproxi-



| | | | |
|---------|---------------|-------|----------|
| CÓDIGO | ET-DE-B00/001 | REV. | A |
| EMISSÃO | out/2006 | FOLHA | 36 de 62 |

madamente 3 metros de comprimento, a contar do início da efetiva utilização do processo rotativo.

A fiscalização pode solicitar a execução de ensaios adicionais em trechos de diferentes comprimentos, tanto na porção final da sondagem como acima dela.

Neste caso deve ser empregado obturador duplo.

As pressões do ensaio devem ser aplicadas num ciclo de 5 estágios: pressão mínima, pressão intermediária, pressão máxima, pressão intermediária e pressão mínima.

As pressões em cada estágio devem obedecer aos seguintes critérios:

- a) pressão máxima: 0,25 kg/cm² por metro de profundidade, na vertical, a contar da boca do furo até a posição do obturador;
 - no caso de rocha friável ou muito alterada, deve ser usado 0,15 kg/cm²/m.
- f) pressão intermediária: igual à metade da pressão máxima;
- g) pressão mínima: igual à pressão exercida por uma coluna d'água interna a tubulação do obturador, de aproximadamente 1 metro de altura acima da boca do furo:
 - a pressão máxima e intermediária devem ter seu valor arredondado até a divisão mais próxima do manômetro.

4.4.3.6 Procedimento do ensaio

Inicialmente deve ser efetuada cuidadosamente, lavagem do furo, até que a água da circulação se apresente limpa e isenta de detritos.

Terminada a lavagem, deve ser instalado o obturador, com a extremidade inferior da porção vedante no limite superior do trecho a ser ensaiado.

A técnica de ensaio com obturadores duplos não deve ser empregada como alternativa do ensaio com obturador simples.

O seu emprego deve ser restrito as situações em que forem necessários ensaios complementares em trechos acima da posição do fundo do furo.

Ao ser aplicada a pressão mínima do primeiro estágio deve ser avaliada a eficiência de vedação do obturador, através da medida do nível d'água no furo, que geralmente sobe quando o obturador não está vedando.

Se exequível, para facilitar esta observação, recomenda-se o enchimento do furo com água até a boca do revestimento, após a instalação do obturador.

Caso não for possível a vedação devido ao fraturamento da rocha ao redor do trecho de aplicação do obturador, o mesmo deve ser deslocado para cima, até nova posição onde a vedação for eficiente.

Não deve ser aplicada pressão no furo, antes do início do ensaio.



| | | | |
|---------|---------------|-------|----------|
| CÓDIGO | ET-DE-B00/001 | REV. | A |
| EMISSÃO | out/2006 | FOLHA | 37 de 62 |

ESPECIFICAÇÃO TÉCNICA (CONTINUAÇÃO)

Assegurada a vedação do trecho, deve ser iniciada a aplicação dos estágios de pressão.

A pressão mínima do 1º e 5º estágios deve ser obtida pela manutenção da coluna d'água na tubulação do obturador, nos moldes dos ensaios e infiltrações a nível e, as demais pressões devem ser pela bomba d'água.

Em cada estágio, após a estabilização dos valores de pressão e vazão, devem ser feitas 10 medidas de seus valores em intervalos de 1 minuto.

Entende-se que os valores de absorção d'água e pressão estão estabilizados quando:

- a) não for observada uma variação progressiva nos valores medidos;
- b) a diferença entre as leituras isoladas e o seu valor médio for superior a 20 %.

Nos casos de pressão e vazão pequenas, próximas aos limites inferiores de sensibilidade dos equipamentos de medida, as diferenças de leitura admissíveis, devem ser estabelecidas, segundo um critério mais flexível, pela fiscalização.

Na fase decrescente do ciclo de pressões, se ocorrer retorno da água injetada a tubulação deve ser aberta e anotados os seguintes valores:

- a) volume total de água retornada ate o total alívio de pressão de água no trecho ensaiado;
- b) pressão que estava aplicada no trecho.

Para a medida do volume de água retornada, deve ser utilizado o próprio hidrômetro, com conexão invertida para garantir seu perfeito funcionamento, ou tambor de volume conhecido.

Após as medidas do volume retornado, o ensaio deve ser retomado a partir do estágio subsequente àquele que deu origem ao retorno da água.

Quando, com a vazão máxima da bomba não foi atingido o valor da pressão de qualquer dos estágios do ensaio, devem ser feitas leituras dos valores de pressão e vazão atingidos, durante 10 minutos, a cada minuto.

Além do registro deste caso de absorção total da vazão da bomba, devem ser executados e registrados os demais estágios com pressão inferior ao daquele cuja pressão não foi atingida.

4.4.4 Apresentação dos Resultados

4.4.4.1 Boletim de campo

Todos os elementos de informações obtidas durante a execução do serviço, devem ser anotados em impressos próprio, designado "Boletim para Sondagem Rotativa".

Copias dos boletins de campo devem ser entregues a fiscalização imediatamente após o término da sondagem.



| | | | |
|---------|---------------|-------|----------|
| CÓDIGO | ET-DE-B00/001 | REV. | A |
| EMISSÃO | out/2006 | FOLHA | 38 de 62 |

Nas folhas de anotações de campo devem ser registrados:

- a) nome e local da obra;
- b) nome da firma;
- c) número, inclinação e rumo da sondagem;
- d) data do início e do término da sondagem;
- e) nome do responsável pela execução;
- f) cota da boca do furo;
- g) equipamento utilizado: tipo de avanço da sonda, tipos de coroas e barriletes;
- h) avanço diário, com diâmetro de perfuração, profundidades das manobras e dos revestimentos;
- i) descrição sumária do material atravessado;
- j) percentagem de recuperação dos testemunhos e número de peças de testemunho por manobra, conforme o item 4.4.4.2;
- k) leitura diária do nível d'água e indicação de artesianismo;
- l) fendas e avanços livres da manobra;
- m) perdas d'água da circulação;
- n) motivo do término da sondagem;
- o) outras observações de interesse.

4.4.4.2 Relatório

Os resultados das sondagens devem ser apresentados em relatórios numerados, datados e assinados por responsável técnico pelo trabalho registrado no Conselho Regional de Engenharia, Arquitetura e Agronomia - CREA. O relatório final deve ser apresentado conforme a IP-DE A00/001 - Elaboração e Apresentação de Documentos Técnicos e a IP-DE-A00/002 - Codificação de Documentos Técnicos.

Devem constar do relatório:

- a) nome e local da obra;
- b) nome da firma;
- c) número, inclinação e rumo da sondagem;
- d) data do início e do término da sondagem;
- e) cota da boca do furo e do nível d'água subterrâneo, com data e se necessário a hora da leitura do nível d'água final;
- f) profundidade e cotas na vertical;
- g) diâmetros de sondagem e profundidade dos revestimentos;
- h) comprimento de cada manobra;



| | | | |
|---------|---------------|-------|----------|
| CÓDIGO | ET-DE-B00/001 | REV. | A |
| EMISSÃO | out/2006 | FOLHA | 39 de 62 |

ESPECIFICAÇÃO TÉCNICA (CONTINUAÇÃO)

- i) recuperação dos testemunhos, efetiva e/ou RQD;
- j) graus de fraturamento, de alteração e de coerência da rocha;
- k) classificação geológica das rochas;
- l) perfil gráfico geológico, de acordo com as convenções apresentadas no anexo B;
- m) locação em planta da sondagem;
- n) assinatura do geólogo responsável.

No relatório também devem ser incluídos os boletins de sondagem de campo, para cada furo, mais os respectivos perfis individuais finais, com classificação dos testemunhos, conforme o item 4.4.4 - Classificação Geológica e, os anexos C e D.

Para a representação dos perfis individuais de sondagem a escala usual deve ser 1:100 ou, no caso de grandes profundidades, outra escala pode ser autorizada pelo declarante.

4.4.4.3 Anexos

- a) planta com localização da sondagem, cotada e amarrada a referências facilmente encontradas e pouco mutáveis, tais como: logradouros públicos, acidentes geográficos, marcos topográficos etc.;
- b) nessa planta deve constar a localização das sondagens cotadas e amarradas a elementos fixos e bem definidos no terreno. A planta deve conter, ainda, a posição da referência de nível (RN) tomada para o nivelamento das bocas das sondagens, bem como a descrição sumária do elemento físico tomado como RN;
- c) perfil individual de cada sondagem ou na forma de boletins descritivos nos quais devem constar:
 - o nome da firma executora das sondagens, o nome do interessado, local da obra, indicação do número do trabalho, os vistos do desenhista e do engenheiro ou geólogo responsável pelo trabalho;
 - diâmetro do tubo de revestimento e do amostrador empregados na execução das sondagens;
 - número da sondagem;
 - cota da boca do furo de sondagem, com precisão de 10 mm;
 - posição das amostras colhidas, devendo ser indicadas as amostras não recuperadas;
 - as profundidades, em relação à boca do furo, das transições e do final das sondagens;
 - identificação dos testemunhos amostrados, conforme a NBR 13441⁽²⁾ – Rochas e solo;
 - a posição do nível d'água encontrado e a respectiva data de observação; indicar se houve pressão ou perda d'água durante a perfuração;
 - indicação da não ocorrência de nível de água, quando não encontrado;



| | | | |
|---------|---------------|-------|----------|
| CÓDIGO | ET-DE-B00/001 | REV. | A |
| EMISSÃO | out/2006 | FOLHA | 40 de 62 |

ESPECIFICAÇÃO TÉCNICA (CONTINUAÇÃO)

- datas de início e término de cada sondagem;
 - indicação dos processos de perfuração empregados e respectivos trechos, bem como as posições sucessivas do tubo de revestimento e uso de lama de estabilização quando utilizada;
 - procedimentos especiais utilizados;
 - resultado dos ensaios de avanço de perfuração por circulação d'água.
- h) no caso de apresentação dos resultados na forma de perfil individual, devem constar, ainda, os seguintes itens:
- linhas horizontais cotadas a cada 5 m em relação a referencia de nível;
 - convenção gráfica dos solos que compõem as camadas do subsolo conforme a NBR 13441⁽²⁾ – Rochas e solo;
 - as sondagens devem ser desenhadas na escala vertical de 1:100. Somente nos casos de sondagens profundas, e em subsolos muito homogêneos, pode ser empregada escala mais reduzida.

4.5 Sondagem Mista

A sondagem mista reúne as finalidades de cada sondagem componente e deve ser executada, sob aprovação da fiscalização, quando as condições de solo ocorrente, lençol freático, custo operacional e informações desejadas indicarem reais vantagens para tal prática.

De maneira geral, as sondagens mistas podem ser dos seguintes tipos:

- a) trado/percussão/rotação (STP, SPR);
- b) pá-e-picareta/trado.

Cada sondagem componente deve ser executada de acordo com as instruções anteriormente descritas, para cada tipo de serviço e feitas da mesma maneira.

4.5.1 Apresentação dos Resultados

De acordo com o especificado nas respectivas as instruções anteriormente descritas para cada tipo de serviço e feitas da mesma maneira.

4.6 Poços de Inspeção

O poço e a escavação vertical de seção circular ou quadrada, de modo a obter a exposição do perfil do terreno e a permitir o acesso de um observador.

O poço deve ser iniciado após limpeza superficial do terreno em uma área de 4,0 x 4,0 m e construção de uma cerca de madeira pintada ou com 4 fios de arame farpado fixados a muros no perímetro da área limpa.

No caso de escavação de poço próximo à edificação ou em áreas urbanas, deve ser mantido ao redor do poço um isolamento adequado, com dimensões de acordo com a área disponível e, sinalização de advertência.



| | | | |
|---------|---------------|-------|----------|
| CÓDIGO | ET-DE-B00/001 | REV. | A |
| EMISSÃO | out/2006 | FOLHA | 41 de 62 |

ESPECIFICAÇÃO TÉCNICA (CONTINUAÇÃO)

Ao redor da área cercada, deve ser aberto um sulco de drenagem, que evite a entrada de enxurradas no poço.

A executante deve fornecer equipamento para execução de poços de inspeção de até 20 m de profundidade, em solos coesivos acima do nível d' água.

A dimensão mínima do poço a ser aberto, deve ser de 1,00 m, de cada lado no caso do poço quadrado e de 1,20 m de diâmetro no caso de poço circular.

A forma do poço deve ser de preferência circular, para maior segurança e rendimento. Nos casos de terrenos instáveis os poços devem ser escorados. Para facilitar a aplicação do escoramento a seção do poço pode ser quadrada.

O escoramento deve ter aberturas retangulares, verticais, com largura mínima de 10 cm, dispostas nas paredes do poço de maneira a permitirem o exame de toda a seqüência vertical do terreno.

Cabe, única e exclusivamente, à executante a responsabilidade de verificar a estabilidade das paredes dos poços em execução, interrompendo os trabalhos de escavação tão logo sejam verificados indícios de desmoronamento, que coloque em risco a integridade dos trabalhadores.

A fiscalização opinará sobre a necessidade de dar continuidade ao poço, no caso de insegurança para o trabalho.

Se seu profundamento for necessário o escoramento, deve ser feito pela própria executante com base em sua experiência neste tipo de serviço.

Todo o solo retirado do poço deve ser depositado em seqüência ao seu redor, de maneira a formar um anel onde a distribuição vertical dos materiais atravessados fique reproduzida, em escala.

Ao se atingir o nível d'água interrompe-se a operação de escavação, anota-se sua profundidade e passa-se a observar a elevação do nível d'água durante um período de 30 minutos. No caso de artesianismo, deve-se anotar a altura do nível estático, medindo-se, caso ocorra, a vazão de água ao nível do terreno.

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

Nos poços feitos em terrenos sedimentares, ricos em matéria orgânica, deve ser providenciada ventilação forçada no fundo do poço, de maneira a expulsar eventuais emanações de gases.

Quando solicitado, a boca do poço, deve ser coberta por uma tampa de madeira apoiada sobre um cordão de solo, que impeça a entrada de águas pluviais e animais no poço.

O poço deve ser considerado concluído nos seguintes casos:

- a) quando atingir a profundidade prevista pela programação dos trabalhos;



| | | | |
|---------|---------------|-------|----------|
| CÓDIGO | ET-DE-B00/001 | REV. | A |
| EMISSÃO | out/2006 | FOLHA | 42 de 62 |

ESPECIFICAÇÃO TÉCNICA (CONTINUAÇÃO)

- b) quando houver insegurança para o trabalho;
- c) quando houver infiltração d'água acentuada que torne pouco produtiva as operações de escavações e, não for imprescindível sua continuidade;
- d) quando ocorrer no fundo do poço material não escavável por processos manuais.

Caso haja necessidade de prosseguimento da escavação abaixo do nível d'água devem ser utilizados um ou mais dos métodos abaixo relacionados:

- a) uso de bombas, para esgotamento da água do fundo do poço;
- b) encamisamento do poço, com uso de ar comprimido, com diâmetro compatível com a perfuração e retirada de amostras;
- c) poços auxiliares de rebaixamento do lençol freático.

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

Não havendo interesse na manutenção do poço aberto, após a conclusão dos serviços, o mesmo deve ser totalmente preenchido com solo.

Por solicitação da fiscalização esta operação pode ser adiada até o término do ultimo poço a ser executado na obra pela executante. No local do poço deve ser cravada uma tabuleta com os seguintes dados:

- a) número do poço;
- b) profundidade;
- c) cota e amarração;
- d) data de término.

4.6.1 Amostragem

4.6.1.1 Amostras deformadas

As amostras deformadas devem ser coletadas a cada metro escavado, quando em material homogêneo. Se ocorrer mudanças do tipo de material escavado, no transcurso de 1 m, devem ser coletadas tantas amostras quantos forem os diferentes tipos de materiais.

As amostras devem ser coletadas em quantidade variável, em função da necessidade e, acondicionadas em sacos de lona ou plástico resistente. A identificação dessas amostras deve ser feita por duas etiquetas de papel cartão, sendo uma externa e outra interna ao recipiente de amostragem, esta última deve ser protegida por um saco ou envelope plástico, onde devem constar:

- a) nome da obra;
- b) trecho;



| | | | |
|---------|---------------|-------|----------|
| CÓDIGO | ET-DE-B00/001 | REV. | A |
| EMISSÃO | out/2006 | FOLHA | 43 de 62 |

ESPECIFICAÇÃO TÉCNICA (CONTINUAÇÃO)

- c) localização do furo, estaca ou afastamento;
- d) número do poço;
- e) intervalo de profundidade da amostra;
- f) data da coleta;
- g) nome do responsável pela coleta.

As anotações devem ser feitas em papel, com caneta esferográfica ou tinta indelével.

As amostras devem ser coletadas do material retirado à medida que o poço avança, não sendo permitida a amostragem por raspagem da parede do poço, após sua conclusão.

As amostras devem 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, com amarrilho em quantidade suficiente para realização dos ensaios previstos.

As amostras devem permanecer guardadas a sombra e em local ventilado, até o final da jornada diária, quando devem ser transportadas para o local indicado pela fiscalização.

4.6.1.2 Amostras indeformadas

As profundidades para coleta das amostras indeformadas devem ser determinadas pelo geólogo que acompanha a obra.

As amostras indeformadas devem ser constituídas de cubos de solo não deformado, com arestas de 0,30 m de dimensão, coletados da seguinte maneira:

- a) quando o fundo do poço se encontrar a cerca de 5 cm da profundidade a ser amostrada, deve ser iniciada a talhagem do cubo a ser coletado através da remoção do solo que o envolve;
- b) identificar o topo do bloco, com a marcação da letra “T”;
- c) talhado o bloco até 0,10 m abaixo de sua base, as suas faces devem receber uma delgada camada de parafina, aplicada com pincel;
- d) seccionar cuidadosamente a base do bloco, tombá-lo sobre um colchão fofo de solo e regularizar a face da base até as dimensões previstas, cobrindo-a, em seguida, com talagarça ou similar e parafina;
- e) quando necessário o bloco deve ser envolvido ou reforçado ao longo dessas arestas, com talagarça;
- f) após operação do item anterior, envolve-se a amostra com uma forma quadrada de madeira aparafusada de 0,34 m de dimensão interna. Colocada a forma e, bem vedada seu contacto com o solo que ladeia a amostra, despeja-se a parafina líquida nos vazios da forma e na face superior do bloco;
- g) após o endurecimento da parafina, secciona-se cuidadosamente o bloco pela sua base, regularizando e parafinando-a;
- h) o bloco deve ser retirado do poço com a forma e após a remoção desta, coloca-se nu-



| | | | |
|---------|---------------|-------|----------|
| CÓDIGO | ET-DE-B00/001 | REV. | A |
| EMISSÃO | out/2006 | FOLHA | 44 de 62 |

ma das faces do bloco uma etiqueta com os seguintes dizeres:

- nome da obra;
 - trecho;
 - localização da sondagem, estaca ou afastamento;
 - número do poço;
 - número da amostra;
 - profundidade do topo e base da amostra;
 - data;
 - cota da boca do poço;
 - operador;
 - orientação espacial do bloco.
- i) completada a identificação, o bloco deve ser colocado em uma caixa cúbica de 0,40 m de dimensão interna, com tampa aparafusada;
- o espaço remanescente entre o bloco e a caixa deve ser preenchido com serragem fina pouco umedecida.
- j) toda a operação até aqui descrita deve ser efetuada no menor tempo possível, ao abrigo de luz solar direta, não sendo permitida nenhuma paralisação durante o processo;
- k) em um dos lados da caixa e no topo do bloco, devem constar os mesmos dizeres da etiqueta colado no bloco;
- l) as amostras coletadas devem permanecer guardadas a sombra, em local ventilado, até o final da jornada diária, quando devem ser transportados com o máximo cuidado, sem choques ou vibrações, até o local indicado pela fiscalização.

4.6.2 Apresentação dos Resultados

4.6.2.1 Boletim de campo

Todos os elementos de informações obtidas durante a execução do serviço devem ser anotados em impressos adequados.

Cópias dos boletins de campo devem ser entregues a fiscalização imediatamente após o término da sondagem.

Nas folhas de anotações de campo devem ser registrados:

- a) nome da obra e interessado;
- b) identificação e localização do poço;
- c) dimensões do poço;
- d) data do início e término da execução;
- e) descrição e profundidade das amostras coletadas;



| | | | |
|---------|---------------|-------|----------|
| CÓDIGO | ET-DE-B00/001 | REV. | A |
| EMISSÃO | out/2006 | FOLHA | 45 de 62 |

ESPECIFICAÇÃO TÉCNICA (CONTINUAÇÃO)

- f) medidas de nível d' água com data, hora e profundidade do furo por ocasião da medi-
da;
- g) equipamentos utilizados na escavação do poço;
- h) motivo da paralisação.

4.6.2.2 Relatório

Os resultados das escavações devem ser apresentados em relatórios numerados, datados e assinados por responsável técnico pelo trabalho registrado no Conselho Regional de Engenharia, Arquitetura e Agronomia - CREA. O relatório final deve ser apresentado conforme a IP-DE A00/001⁽⁵⁾ - Elaboração e Apresentação de Documentos Técnicos e a IP-DE-A00/002⁽⁶⁾ - Codificação de Documentos Técnicos.

Devem constar do relatório:

- a) nome do interessado;
- b) local e natureza da obra;
- c) descrição sumária do método e dos equipamentos empregados na realização da esca-
vação;
- d) total perfurado, em metros;
- e) declaração de que foram obedecidas as normas brasileiras relativas ao assunto;
- f) outras observações e comentários, se julgados importantes;
- g) referências aos desenhos constantes do relatório.

4.6.2.3 Anexos

- a) planta com localização da obra e a localização da escavação, cotada e amarrada a re-
ferências facilmente encontradas e pouco mutáveis, tais como: logradouros públicos,
acidentes geográficos, marcos topográficos etc.;
- b) a planta deve conter, ainda, a posição da referência de nível (RN) tomada para o nive-
lamento das bocas das escavações, bem como a descrição sumária do elemento físico
tomado como RN;
- c) perfil individual ou na forma de boletins descritivos nos quais devem constar:
 - o nome da firma executora das escavações, o nome do interessado, local da obra,
indicação do número do trabalho, os vistos do desenhista e do engenheiro ou geó-
logo responsável pelo trabalho;
 - número do poço;
 - cota da boca do poço, com precisão de 10 mm;
 - as profundidades, em relação à boca do poço, das transições e do final das escava-
ções;
 - identificação dos solos amostrados, conforme a NBR 13441⁽²⁾ – Rochas e solo;
 - a posição do nível d'água encontrado e a respectiva data de observação;



| | | | |
|---------|---------------|-------|----------|
| CÓDIGO | ET-DE-B00/001 | REV. | A |
| EMISSÃO | out/2006 | FOLHA | 46 de 62 |

- datas de início e término de cada escavação.
- m) no caso de apresentação dos resultados na forma de perfil individual, devem constar, ainda, os seguintes itens:
 - linhas horizontais cotadas a cada 5 m em relação a referência de nível;
 - convenção gráfica dos solos que compõem as camadas do subsolo, conforme a NBR 13441⁽²⁾ – Rochas e solo;
 - as sondagens devem ser desenhadas na escala vertical de 1:100; somente nos casos de sondagens profundas e, em subsolos muito homogêneos, deve ser em pregada escala mais reduzida.

4.7 Barra Mina

As sondagens barra-mina consistem em sondagens que tem por finalidade a determinação de espessura de solos moles.

O plano de sondagem barra mina deve ser executado de forma a determinar a espessura e área de abrangência do solo mole.

As sondagens são executadas através de cravação de haste metálicas rígidas de diâmetro de $\frac{3}{4}$ " e 4,0 m de comprimento. As hastes devem possuir escala graduada em a cada 5,0 cm.

Antes do início da sondagem toda a vegetação de brejo existente no local deve ser removida, e quando houver camadas de aterro devem-se executar primeiramente sondagens a trado até a superfície da camada de solo mole.

Após a remoção da vegetação ou execução da sondagem a trado a sondagem pode ser iniciada. A sondagem barra-mina deve ser executada no próprio orifício da sondagem a trado, após esta ter sido executada.

A cravação da haste metálica deve ser executada na vertical, por processo estritamente manual, quando não for possível mais executar a cravação a sondagem é dada com terminada.

Realizar a descrição tátil-visual do material aluvionar, quando possível, isto é, após a retirada da haste metálica verificar há material aluvionar aderido na extremidade inferior que tenha impedido o prosseguimento da cravação.

Quando a cravação atingir cerca de 3,50 m de profundidade e não se atingir o final da espessura de solo mole, deve registrar no boletim de sondagem que não foi possível detectar a espessura total da camada.

4.7.1 Apresentação dos Resultados

- a) nome da obra;
- b) nome do local;
- c) número do furo;
- d) intervalo de profundidade;



| | | | |
|---------|---------------|-------|----------|
| CÓDIGO | ET-DE-B00/001 | REV. | A |
| EMISSÃO | out/2006 | FOLHA | 47 de 62 |

e) data da sondagem;

4.7.1.1 Boletim de campo

Todos os elementos de informações obtidas durante a execução do serviço, devem ser anotados em impressos adequados.

Cópias dos boletins de campo devem ser entregues a fiscalização, imediatamente após o término da sondagem.

Nas folhas de anotações de campo devem ser registrados:

- a) nome da obra e interessado;
- b) identificação e localização do furo;
- c) cota de início e término;
- d) data de execução;
- e) descrição e profundidade;
- f) medidas de nível d'água com data, hora e profundidade do furo por ocasião da medida;
- g) ferramenta utilizada na perfuração e profundidade respectiva.

4.7.1.2 Relatório

Os resultados das sondagens devem ser apresentados em relatórios numerados, datados e assinados por responsável técnico pelo trabalho registrado no Conselho Regional de Engenharia, Arquitetura e Agronomia - CREA. O relatório final deve ser apresentado conforme a IP-DE A00/001 - Elaboração e Apresentação de Documentos Técnicos e a IP-DE-A00/002 - Codificação de Documentos Técnicos.

Devem constar do relatório:

- a) nome do interessado;
- b) local e natureza da obra;
- c) descrição sumaria do método e dos equipamentos empregados na realização das sondagens;
- d) total perfurado, em metros;
- d) relação das normas brasileiras relativas ao assunto e declaração de que suas normas foram obedecidas;
- e) outras observações e comentários, se julgados importantes;
- f) referências aos desenhos constantes no relatório.

4.7.1.3 Anexos

- a) planta com localização da sondagem, cotada e amarrada a referências facilmente en-



| | | | |
|---------|---------------|-------|----------|
| CÓDIGO | ET-DE-B00/001 | REV. | A |
| EMISSÃO | out/2006 | FOLHA | 48 de 62 |

contradas e pouco mutáveis, tais como: logradouros públicos, acidentes geográficos, marcos topográficos etc. Nessa planta deve constar a localização das sondagens cotadas e amarradas a elementos fixos e bem definidos no terreno. A planta deve conter, ainda, a posição da referência de nível (RN) tomada para o nivelamento das bocas das sondagens, bem como a descrição sumária do elemento físico tomado como RN;

- b) perfil individual de cada sondagem ou na forma de boletins descritivos nos quais devem constar:
- o nome da firma executora das sondagens, o nome do interessado, local da obra, indicação do número do trabalho, os vistos do desenhista e do engenheiro ou geólogo responsável pelo trabalho;
 - número da sondagem;
 - cota da boca do furo de sondagem, com precisão de 10 mm;
 - as profundidades, em relação à boca do furo, das transições e do final das sondagens;
 - a posição do nível d'água encontrado e a respectiva data de observação;
 - datas de início e término de cada sondagem.
- n) no caso de apresentação dos resultados na forma de perfil individual, deve constar, ainda, linhas horizontais cotadas a cada 5 m em relação a referência de nível;
- o) as sondagens devem ser desenhadas na escala vertical de 1:100, com convenção gráfica dos solos que compõem as camadas do subsolo, conforme NBR 13441⁽²⁾ - Rochas e solo.

5 CRITÉRIOS DE MEDIÇÃO E PAGAMENTO

5.1 Sondagem a Percussão

A sondagem a percussão é medida por metro linear executado.

No preço unitário estão inclusos: visita prévia ao local, marcação dos furos (sendo que a distância entre os furos não superior a 30 m), execução das sondagens, confirmação da locação e do nivelamento, descrição das amostras de solo de cada termo de sondagem, elaboração do perfil de sondagem de laboratório (em termos de resistência, permeabilidade e deformabilidade); revisão da classificação e, por fim, elaboração e aprovação final do relatório de sondagem. Também está incluso mão de obra especializada com encargos sociais, ferramentas e acessórios necessários para perfeita execução do ensaio.

5.2 Taxa Fixa de Instalação Sondagens a Percussão ou Rotativa

A taxa de instalação de sondagens a percussão ou rotativa é medido e pago por unidade (un) de instalação.

No preço unitário estão inclusos: a locação das sondagens em campo e nivelamento, chegada à obra e instalação do canteiro de obra. Também está incluso mão de obra especializada com encargos sociais, ferramentas e acessórios necessários para instalação da sondagem.



| | | | |
|---------|---------------|-------|----------|
| CÓDIGO | ET-DE-B00/001 | REV. | A |
| EMISSÃO | out/2006 | FOLHA | 49 de 62 |

5.3 Transporte de Equipamento de Sondagem

O transporte de equipamento de sondagem é medido e pago por (km x equip.) de distância percorrida (ida e volta).

No preço unitário estão inclusos: o transporte de equipamentos da empresa até o local de execução dos furos.

5.4 Deslocamento de Equipamento de Sondagem

O deslocamento de equipamento de sondagem é medido e pago por metro (m) deslocado.

No preço unitário estão inclusos: o deslocamento de equipamentos dentro da obra entre os furos, sendo que a distância entre os furos deve ser superior a 30 m.

5.5 Plataforma ou Banqueta para Sondagem a Percussão ou Rotativa

A plataforma ou banquetta para sondagem a percussão ou rotativa é medida e paga por equipamento.

No preço unitário estão inclusos: o fornecimento de equipamentos para permitir a realização de sondagem em locais ingrimes.

5.6 Flutuante para Sondagem

A flutuante de instalação é medida e paga por obra, atestada pela fiscalização.

No preço unitário estão inclusos: despesa com o transporte do flutuante até o local da obra, o posicionamento e ancoragem sempre que necessário. Assim como, as despesas com a locação do flutuante, calibragem do mesmo e as despesas de desmobilização do flutuante após o término de execução do serviço.

5.7 Instalação de Sondagem a Percussão ou Rotativa sobre Flutuante

A instalação de sondagem a percussão ou rotativa sobre flutuante é medida e paga por unidade de sondagem de instalação.

No preço unitário estão inclusos: a locação das sondagens em campo e nivelamento, chegada à obra e instalação do canteiro de obra. Também está incluso, mão de obra especializada com encargos sociais, ferramentas e equipamentos necessários para instalação da sondagem.

5.8 Sondagem Rotativa em Solo, Rocha Alterada e Rocha Sã

A sondagem a rotativa em solo, rocha alterada e são é medida e paga por metro linear (m) executado.

No preço unitário estão inclusos inclusive a visita prévia ao local, marcação dos furos (a distância entre os furos não deve ser superior a 30 m), confirmação da locação e do nivelamento, descrição das amostras de cada termo de sondagem, elaboração do perfil de sondagem de laboratório (petreografia geral, granulação, textura, estrutura, cor dominante, etc), bem co-



| | | | |
|---------|---------------|-------|----------|
| CÓDIGO | ET-DE-B00/001 | REV. | A |
| EMISSÃO | out/2006 | FOLHA | 50 de 62 |

mo parâmetro geotécnicos (grau de alteração, coerência e fraturamento), revisão da classificação e, por fim, elaboração e aprovação final do relatório de sondagem. Também está incluso mão de obra especializada com encargos sociais, ferramentas, acessórios e equipamentos (cobrindo todos os gastos com os equipamentos) necessários para perfeita execução do ensaio.

5.9 Sondagem a Trado

A sondagem a trado é medida e paga por metro linear (m), pode atingir até 15 m, dependendo da compacidade e consistência dos solos.

No preço unitário estão inclusos: a visita prévia ao local, marcação dos furos (a distância entre os furos não deve ser superior a 30m), a perfeita execução da sondagem nas camadas mais superficiais dos solos, obtenção de amostras deformadas ao longo da profundidade, de metro em metro, elaboração do perfil de sondagem de laboratório (em termos de permeabilidade, limites de consistência e ensaio de compactação); revisão da classificação e, por fim, elaboração e aprovação final do relatório de sondagem de laboratório, em termos de permeabilidade, limites de consistência e ensaio de compactação; revisão da classificação e, por fim, elaboração e aprovação final do relatório de sondagem. Também está incluso mão de obra especializada com encargos sociais, ferramentas e acessórios necessários para perfeita execução do ensaio.

5.10 Abertura de Poço de Inspeção

A abertura de poço de inspeção é medido e pago por metro linear (m) executado.

No preço unitário estão inclusos: a visita prévia ao local, marcação dos poços, proteção a área do poço e a integridade, e segurança dos trabalhadores, obtenção de amostras ao longo da profundidade, a cada horizonte de solo, coleta das amostras indeformadas (conforme determinado pelo geólogo responsável), a sua completa identificação, proteção e armazenamento, a perfeita elaboração do perfil do terreno identificando e classificando as camadas de solo e, por fim, elaboração e aprovação final do relatório de sondagem do poço. Também está incluso mão de obra especializada com encargos sociais, ferramentas, equipamentos de segurança e acessórios necessários para perfeita execução do poço de inspeção.

| DESIGNAÇÃO | UNIDADE |
|---|---------|
| 21.01.01 – Sondagem a percussão até 15 m | m |
| 21.01.02 – Sondagem a percussão até 15 m em locais alagadiços < 50 cm | m |
| 21.01.03 – Sondagem a percussão de 15 m a 30 m | m |
| 21.01.04 – Sondagem a percussão de 15 m a 30 m em locais alagadiços < 50 cm | m |
| 21.01.05 – Sondagem a percussão maior que 30 m | m |
| 21.01.06 – Sondagem a percussão maior que 30 m em locais alagadiços < 50 cm | m |
| 21.01.07 – Sondagem a percussão taxa fixa de instalação | un |
| 21.01.08 – Sondagem rotativa taxa fixa de instalação | un |



ESPECIFICAÇÃO TÉCNICA (CONTINUAÇÃO)

| | |
|---|------------|
| 21.01.09 – Sondagem transporte de equipamento, mobilização e desmobilização | km x equip |
| 21.01.10 – Sondagem deslocamento de equipamento entre furos | m |
| 21.01.11 – Sondagem percussão plataforma ou banquetta | equip. |
| 21.01.12 – Sondagem rotativa plataforma ou banquetta | equip. |
| 21.01.14 – Flutuante, sondagem a percussão em locais alagadiços > 50 cm | obra. |
| 21.01.15 – Sondagem percussão, instalação de equipamento sobre flutuante | sond |
| 21.01.16 – Sondagem rotativa, instalação equipamento sobre flutuante | sond. |
| 21.01.17 – Sondagem rotativa vertical em solo D=57,10 mm (AX) | m |
| 21.01.18 – Sondagem rotativa vertical em solo D=73,00 mm (BX) | m |
| 21.01.19 – Sondagem rotativa vertical em solo D=88.90 mm (NX) | m |
| 21.01.20 – Sondagem rotativa vertical em solo D=114.30 mm (HX) | m |
| 21.01.21 – Sondagem rotativa vertical em rocha alterada D=57,10 mm (AX) | m |
| 21.01.22 – Sondagem rotativa vertical em rocha alterada D=73,00 mm (BX) | m |
| 21.01.23 – Sondagem rotativa vertical em rocha alterada D=88.90 mm (NX) | m |
| 21.01.24 – Sondagem rotativa vertical em rocha alterada D=114.30 mm (HX) | m |
| 21.01.25.01 – Sondagem rotativa vertical, em rocha sã, muito dura D=46,20 mm (EX) | m |
| 21.01.25.02 – Sondagem rotativa vertical em rocha sã, muito dura D=57,10 mm (AX) | m |
| 21.01.25.03 – Sondagem rotativa vertical em rocha sã, muito dura D=73,00 mm (BX) | m |
| 21.01.25.04 – Sondagem rotativa vertical em rocha sã, muito dura D=88.90mm (NX) | m |
| 21.01.25.05 – Sondagem rotativa vertical em rocha sã, muito dura D=114.30 mm (HX) | m |
| 21.01.25.06 – Sondagem rotativa vertical, em rocha sã, dura D=46,20 mm (EX) | m |
| 21.01.25.07 – Sondagem rotativa vertical em rocha sã, dura D=53,90 mm (BW) | m |
| 21.01.25.08 – Sondagem rotativa vertical em rocha sã, dura D=88.90 mm (NX) | m |
| 21.01.25.09 – Sondagem rotativa vertical em rocha sã, dura D=114.30 mm (HX) | m |
| 21.01.25.10 – Sondagem rotativa vertical, em rocha sã, branda D=46,20 mm (EX) | m |
| 21.01.25.11 – Sondagem rotativa vertical em rocha sã, branda D=57,10 mm (AX) | m |
| 21.01.25.12 – Sondagem rotativa vertical em rocha sã, branda D=73,00 mm (BX) | m |
| 21.01.25.13 – Sondagem rotativa vertical em rocha sã, branda D=114.30 mm (HX) | m |
| 21.01.29 – Sondagem, a trado para profundidade até 5 m | m |
| 21.01.30 – Sondagem a trado para profundidade de 5 m a 10 m | m |



| | | | |
|---------|---------------|-------|----------|
| CÓDIGO | ET-DE-B00/001 | REV. | A |
| EMISSÃO | out/2006 | FOLHA | 52 de 62 |

6 REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- 1 ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **NBR 6490**. Reconhecimento e amostragem para fins de caracterização de ocorrência de rochas. Rio de Janeiro, 1985.
- 2 _____. **NBR 13441**. Rochas e solo. Rio de Janeiro, ago de 1995.
- 3 _____. **NBR 9603**. Sondagem a Trado – Procedimento. Rio de Janeiro, set de 1986
- 4 _____. **NBR 6484**. Solo – Sondagens de simples reconhecimento com SPT – Método de ensaio. Rio de Janeiro, fev. 2001.
- 5 _____. **NBR 7181**. Análise granulométrica. Rio de Janeiro, dez de 1984.
- 6 DEPARTAMENTO NACIONAL DE ESTRADAS DE RODAGEM – DNER-PRO 102/97 - Sondagem de Reconhecimento pelo Método Rotativo. Rio de Janeiro, 1997.
- 7 DESENVOLVIMENTO RODOVIÁRIO S.A. – DERSA. ET-G0/001. Especificação de Sondagem e Ensaio Geotécnicos – São Paulo, 1986.

/ANEXO A

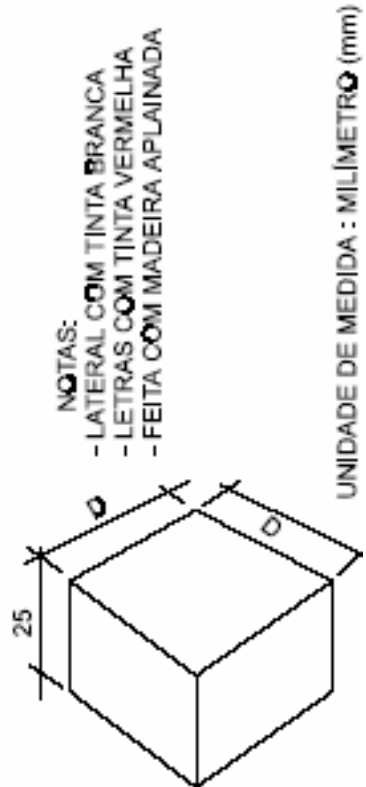
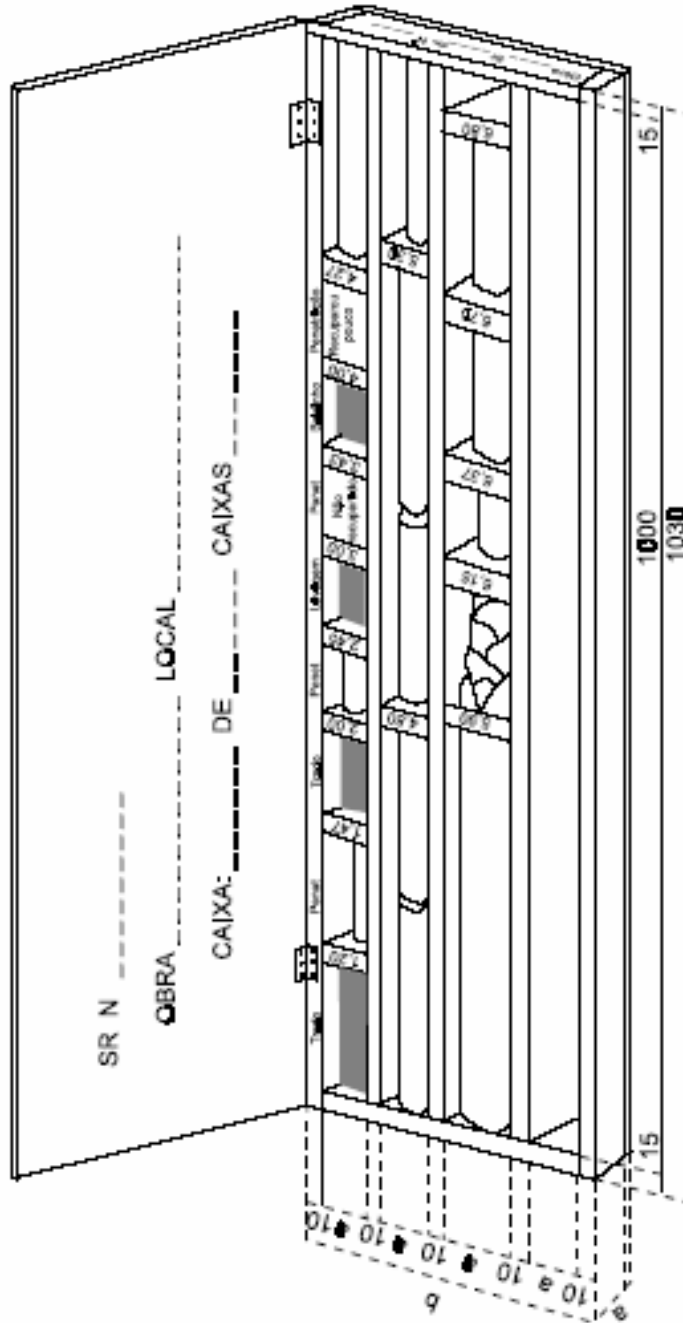


| | | | |
|---------|---------------|-------|----------|
| CÓDIGO | ET-DE-B00/001 | REV. | A |
| EMISSÃO | out/2006 | FOLHA | 53 de 62 |

ANEXO A – CAIXA DE TESTEMUNHOS



| | | | |
|--------|---------------|-------|----------|
| CÓDIGO | ET-DE-B00/001 | REV. | A |
| EMIÇÃO | out/2006 | FOLHA | 54 de 62 |



- NOTAS:
- LATERAL COM TINTA BRANCA
 - LETRAS COM TINTA VERMELHA
 - FEITA COM MADEIRA APLAINADA

MEDIDAS DAS CAIXAS

| | HX | NX | BX | AX | EX |
|-------|-----|-----|-----|-----|-----|
| a | 78 | 56 | 43 | 34 | 27 |
| b | 275 | 275 | 275 | 275 | 275 |
| d/iv. | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 |



| | | | |
|---------|---------------|-------|----------|
| CÓDIGO | ET-DE-B00/001 | REV. | A |
| EMISSÃO | out/2006 | FOLHA | 55 de 62 |

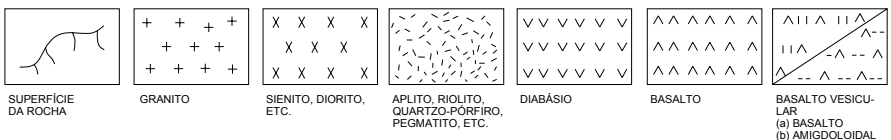
ANEXO B – CONVENÇÕES GRÁFICAS GEOLÓGICAS



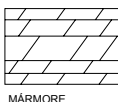
ESPECIFICAÇÃO TÉCNICA (CONTINUAÇÃO)

CONVENÇÕES GRÁFICAS GEOLÓGICAS

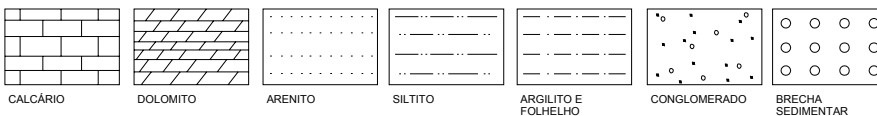
ROCHAS ÍGNEAS



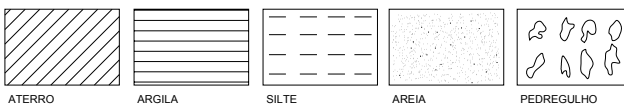
ROCHAS METAMÓRFICAS



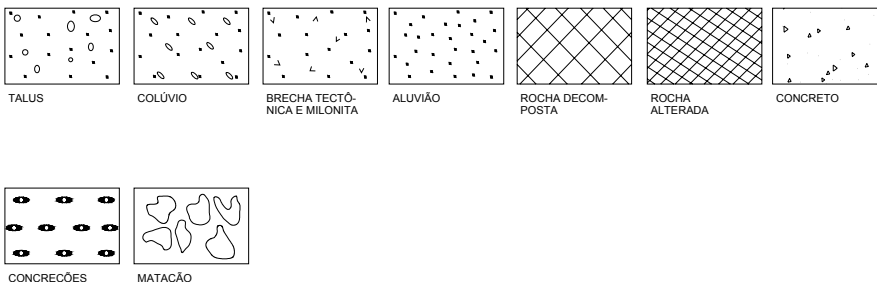
ROCHAS SEDIMENTARES



SOLOS



GERAIS





| | | | |
|---------|---------------|-------|----------|
| CÓDIGO | ET-DE-B00/001 | REV. | A |
| EMISSÃO | out/2006 | FOLHA | 57 de 62 |

ANEXO C – PERFIL INDIVIDUAL DE SONDAGEM ROTATIVA OU MISTA



| | | | |
|---------|---------------|-------|----------|
| CÓDIGO | ET-DE-B00/001 | REV. | A |
| EMISSÃO | out/2006 | FOLHA | 58 de 62 |

| PERFIL INDIVIDUAL DE SONDAAGEM ROTATIVA OU MISTA | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
|--|-------|--------------------------------------|------|--------|-------|---|---|---------------|----|-------------------|----|-------------------|--|--|------|--|--|--|--|--|
| SR nº | | Ø INT | | | Ø EXT | | | BR | | km | | ESTACA | | | COTA | | | | | |
| PENETRAÇÃO | | ÍNDICES | | | | | | Nº DA AMOSTRA | | N.A. | | CLASSIFICAÇÃO | | | | | | | | |
| Nº Golpes / 30cm | | FENDILHAMENTO (f / M) M = manobra | | | | | | Nº | | PROFUN-DIDADE (m) | | SOLOS E/OU ROCHAS | | | | | | | | |
| CONSISTÊNCIA | | 1ª Série | | | | | | 2ª Série | | | | | | | | | | | | |
| MOLE | MÉDIA | RÍJIA | DURA | M/DURA | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 4 | 12 | 20 | 28 | 36 | 24 | 6 | 8 | 10 | 12 | 14 | 16 | 18 | | | | | | | | |
| | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |

| | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
|-----------------------|------------|---------------------|----------|------------|----------|---|---|---|---|----------|---|---|---|--|--|--|--|--|
| COMPACIDADE | | | | | 1ª Série | | | | | 2ª Série | | | | | | | | |
| FOFA | P/COMPACTA | MEDIAMENTE COMPACTA | COMPACTA | M/COMPACTA | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 | 9 | | | | | |
| RECUPERAÇÃO 0 - 100 % | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| FRACIONAMENTO fr/M | | | | | | | | | | | | | | | | | | |

| | | | | | |
|----|------------------|------------|------------|------|--------|
| SP | Nº/Nº | PENETRAÇÃO | escala | data | número |
| SR | Nº | > 44 | código PNV | | |
| | AMOSTRADOR VAZIO | > 10 (fr) | | | |
| | < 5 (fr) | | | | |
| | > 20 (f) | | | | |

/ANEXO D



| | | | |
|---------|---------------|-------|----------|
| CÓDIGO | ET-DE-B00/001 | REV. | A |
| EMISSÃO | out/2006 | FOLHA | 59 de 62 |

ANEXO D- BOLETIM PARA SONDAGEM ROTATIVA



SECRETARIA DOS TRANSPORTES
DEPARTAMENTO DE ESTRADAS DE RODAGEM

ESPECIFICAÇÃO TÉCNICA (CONTINUAÇÃO)

| | | | |
|--------|---------------|-------|----------|
| CÓDIGO | ET-DE-B00/001 | REV. | A |
| EMIÇÃO | out/2006 | FOLHA | 60 de 62 |

BOLETIM Nº

NA { / / (INICIAL)
(FINAL)

FURO OBRA Ø ESTACA INCLINAÇÃO COTA AFASTAMENTO

| PROFUND. (m) | METRAGEM (m) | RECUPERAÇÃO | | FENDILHA- MENTO (f/M) | FRACIONAMENTO (n°/M) | | | COROA (n°) | ALARGA- DOR (n°) | CLASSIFICAÇÃO |
|-----------------|-----------------|-------------|---|---------------------------------|-------------------------|---|---|---------------|------------------------|---------------|
| | | metros | % | | 1 | 2 | 3 | | | |
| | | | | | | | | | | |
| | | | | | | | | | | |
| | | | | | | | | | | |
| | | | | | | | | | | |
| | | | | | | | | | | |
| | | | | | | | | | | |
| | | | | | | | | | | |
| | | | | | | | | | | |
| | | | | | | | | | | |
| | | | | | | | | | | |
| | | | | | | | | | | |
| | | | | | | | | | | |
| | | | | | | | | | | |
| | | | | | | | | | | |
| | | | | | | | | | | |
| | | | | | | | | | | |
| | | | | | | | | | | |
| | | | | | | | | | | |
| | | | | | | | | | | |
| OBS.: | | | | | | | | | DATAS | REVESTIMENTO |
| | | | | | | | | | INÍCIO..... | (m) |
| | | | | | | | | | FIM..... | |
| SONDADOR..... | | | | M = manobra e NA = nível d'água | | | | | | |



| | | | |
|---------|---------------|-------|----------|
| CÓDIGO | ET-DE-B00/001 | REV. | A |
| EMISSÃO | out/2006 | FOLHA | 61 de 62 |

ANEXO E – PERFIL INDIVIDUAL DE SONDAGEM A PERCURSSÃO



ESPECIFICAÇÃO TÉCNICA (CONTINUAÇÃO)

| PEFIL DE SONDAGEM A PERCUSSÃO | | | | | | | | | | SP- Nº: | | | | | | |
|-----------------------------------|---------|----------|----------------------|--------------------------------|------------|-------------------------|--------|----|-------------|--------------------------------------|------------------------|------------|-------------------|---------------------------|-------------------------|----------------|
| NÚMERO DE GOLPES | | | PENETRAÇÃO SPT/30cm. | | | | | | | NÍVEL D'ÁGUA | PROFUNDIDADE DA CAMADA | AMOSTRA Nº | CONVENÇÃO GRÁFICA | CLASSIFICAÇÃO DO MATERIAL | INTERPRETAÇÃO GEOLÓGICA | |
| PRIMEIRO | SEGUNDO | TERCEIRO | SPT | GRÁFICO | | | | | | | | | | | | |
| | | | | INICIAIS ----- FINAIS ----- | | | | | | | | | | | | |
| G R Á F I C O | | | | | | | 5 | 10 | 15 | 20 | 25 | 30 | 35 | | | |
| 7 | | | 6 5 4 3 2 1 | | | | | | | TIPO DE AMOSTRADOR: TERZAGHI & PECK. | | OBS.: | | | | |
| ENSAIO DE LAVAGEM POR TEMPO | | | (cm./10 minutos) | | | | | | | Ø EXTERNO 2" | | | | | | QUEDA DE 75cm. |
| MEDIDAS DOS NIVEIS D'ÁGUA | | | MÉTODO DE PERFURAÇÃO | | | | | | COORDENADAS | | | | | | | |
| DATA | HORA | N.A. | DATA | HORA | N.A. | AVANÇO A TRADO : N= | | | | E= | | | | | | |
| | | | | | | AVANÇO POR LAVAGEM : E= | | | | | | | | | | |
| | | | | | | REVESTIMENTO : COTA= | | | | | | | | | | |
| INÍCIO : TÉRMINO : | | | | | | | | | | | | | | | | |
| CLIENTE: LOCAL: | | | | | | | | | | | | | | | | |
| RESPONSÁVEL: GEOLOGO: CREA: | | | | | DESENHISTA | | ESCALA | | DATA | | FOLHA Nº | | | | | |