

RESUMO

Este documento, que é uma norma técnica, além de definir os termos relacionados com sondagem de reconhecimento pelo método rotativo e relacionar os equipamentos requeridos para a mesma, descreve o procedimento de sondagem de reconhecimento pelo método rotativo para fins de engenharia rodoviária, a amostragem e acondicionamento de testemunhos, assim como a apresentação dos resultados da sondagem.

ABSTRACT

This document presents a procedure for exploratory boring using the rotative method. It prescribes apparatus, boring operation, sampling and conditions for obtaining results and report.

SUMÁRIO

- 0 Apresentação
- 1 Objetivo
- 2 Referências
- 3 Definições
- 4 Equipamentos
- 5 Execução da sondagem
- 6 Amostragem e acondicionamento
- 7 Procedimentos
- 8 Relatório

Anexos normativos

0 APRESENTAÇÃO

Esta Norma decorreu da necessidade de se adaptar, quanto à forma, a DNER-PRO 102/94 à DNER-PRO 101/93, mantendo-se o seu conteúdo técnico com os acréscimos e as modificações ou alterações que se tornaram necessários.

Macrodescriptores MT: norma, ensaio de campo

Microdescriptores DNER: sondagem rotativa, equipamento de sondagem, furo de sondagem

Palavras-chave IRRD/IPR: amostragem (6253), prospecção (p/ obra) (5722), solo (4156), sondagem (5720)

Descritores SINORTEC: normas, sondagem de solo, amostras

Aprovada pelo Conselho Administrativo em 22/01/97

Resolução nº 03/97, Sessão nº CA/03/97

Processo nº 51100000892/94.13

Autor: DNER/DrDTc (IPR)

Revisão da DNER-PRO 102/94

Reprodução permitida desde que citado o DNER como fonte

1 OBJETIVO

Esta Norma fixa as condições exigíveis a serem observadas nas investigações geotécnicas por meio de sondagens de reconhecimento pelo método rotativo ou misto para fins de engenharia rodoviária.

2 REFERÊNCIAS

2.1 Referências bibliográficas

No preparo desta Norma foram consultados os seguintes documentos:

- a) DNER-PRO 102/94 - Sondagem de reconhecimento pelo método rotativo;
- b) DNER-PAD 111/94 - Fichas - representação de perfis individuais de sondagem a percussão e rotativa;
- c) ABNT TB-3, de 1969, registrada no SINMETRO como NBR-6502/80, designada Rochas e solos;
- d) ABNT NB-12, de 1979, registrada no SINMETRO como NBR-8036/83, designada Programação de sondagens de simples reconhecimento dos solos para fundações de edifícios;
- e) ABNT NB-28, de 1968, registrada no SINMETRO como NBR-6490/85, designada Reconhecimento e amostragem para fins de caracterização de ocorrência de rocha;
- f) ABNT NB-47, de 1992, registrada no SINMETRO como NBR-7389/92, designada Apreciação petrográfica de materiais naturais, para utilização como agregado em concreto;
- g) ABNT NB-48, de 1956, registrada no SINMETRO como NBR-7390/82, designada Análise petrográfica de rochas;
- h) DCDMA (Diamond Core Drill Manufacturers Association) Boletim nº 3 - 1970;
- i) ABGE - Glossário de Termos Técnicos de Geologia de Engenharia - Equipamentos de Sondagens, 1980;
- j) ABGE - Glossário de Termos Técnicos de Geologia de Engenharia - Glossário, 1985.

3 DEFINIÇÕES

Para os efeitos desta Norma, são adotadas as definições de (3.1) a (3.7):

3.1 Ensaio de penetração padronizado (SPT)

Ensaio de penetração dinâmica, executado em trecho de solo, durante uma sondagem mista, em que se objetiva obter índices de resistência à penetração do solo. É realizado pela cravação de amostrador padrão, do tipo Terzaghi e Peck em 45 cm do terreno, em golpes sucessivos de um peso de cravação com 65 kgf em queda livre, de uma altura de 75 cm, sobre a cabeça de cravação, conectada às hastes e ao barrilete.

3.1.1 Índice de resistência à penetração

O índice de resistência à penetração corresponde ao número de golpes necessários à cravação dos últimos 30 cm do amostrador padrão (Terzaghi/Peck). Quando da impossibilidade de cravação completa de 45 cm devido à ocorrência de material resistente, o ensaio deve ser interrompido segundo critérios diversos que serão preestabelecidos em função da finalidade da sondagem a ser realizada.

3.2 Princípio telescópico

Prática que consiste na colocação de revestimentos seqüenciados e sucessivos de diâmetros consecutivamente decrescentes (Tabelas 7 e 8).

3.3 Manobra

Operação de avanço do conjunto da composição de perfuração com ou sem recuperação de testemunho, qualquer que seja o comprimento do avanço, isto é, do trecho perfurado.

3.4 Percentagem de recuperação de testemunhos

Relação percentual entre o comprimento dos testemunhos obtidos resultantes da manobra pelo comprimento da própria manobra e multiplicando-se o resultado por 100.

3.5 Número de peças de testemunhos por manobra

Somatório dos pedaços de testemunhos recolhidos pelo barrilete amostrador, considerando-se as fraturas naturais do maciço rochoso e as ocasionadas pelo processo de perfuração (quebras).

3.6 Inclinação com a vertical

Ângulo medido, no sentido horário, entre o eixo de perfuração e um eixo vertical.

3.7 Inclinômetro

Instrumento destinado à observação da inclinação de um furo de sondagem em relação à vertical.

4 EQUIPAMENTOS

4.1 Para o desempenho de um serviço de sondagem rotativa usa-se, em geral, a seguinte relação de ferramentas:

- a) elevador giratório;
- b) elevador de esferas;
- c) elevador de alimentador d'água;

- d) chave de aperto regulável;
- e) chave tipo “U”;
- f) agarrador ou freio da faca;
- g) agarrador ou freio excêntrico;
- h) agarrador ou freio ajustável;
- i) abaixador excêntrico;
- j) agarrador ou freio mecânico;
- l) eixo com gancho para tripé;
- m) corrente com argola e gancho para tripé;
- n) terminal removível para cabo de aço;
- o) braçadeira de revestimento;
- p) roldana com gaiola e gancho;
- q) alimentador ou cabeça d’água;
- r) mangueira de alimentação d’água com niples rosqueados e braçadeiras;
- s) válvula de segurança;
- t) mangote de sucção com niples rosqueados e braçadeiras;
- u) válvula de pé;
- v) conjunto de conexões e registros;
- x) manômetro;
- z) niples de redução (hastes x hastes);
- aa) niples de redução (hastes x revestimentos);
- ab) niples de haste;
- ac) niples de revestimento;
- ad) niples protetor de revestimento;
- ae) pescador macho para haste e niples “rosca direita e esquerda”;
- af) pescador macho para revestimento “rosca direita e esquerda”;

- ag) pescador fêmea (tipo sino) para haste;
- ah) pescador macho de ficção para haste ou niples;
- ai) pescador piloto para coroas e alargadores;
- aj) pescador macho para coroas e alargadores;
- al) pescador de testemunho;
- am) broca tipo fresa;
- an) trépano cruzado;
- ao) cabeça ou colar de bater haste;
- ap) cabeça ou colar de bater revestimento;
- aq) conjunto precursor de bater hastes e revestimentos;
- ar) torre ou tripé para sondagem;
- as) caixa para testemunho;
- at) hastes de perfuração;
- au) revestimentos;
- av) barriletes simples;
- ax) barriletes duplo rígido;
- az) barriletes duplo giratório;
- ba) coroas amostradoras;
- bb) alargadores (calibradores);
- bc) coroas de revestimento;
- bd) sonda rotativa com avanço manual, mecânico ou hidráulico;
- be) conjunto bomba-motor capaz de fornecer suficiente vazão e pressão às profundidades e diâmetros a serem perfurados;
- bf) sapatas de revestimento.

4.2 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.

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

Notas: 1) A nomenclatura apresentada corresponde aos diversos tamanhos e seus diâmetros correlatos;

2) Tabela 1 com dimensões em mm;

3) Os comprimentos para hastes são: 6,096 m; 3,048 m; 1,524 m; 0,914 m; 0,610 m e 0,305 m.

4.3 Revestimentos

Os revestimentos são geralmente usados nos solos, rochas porosas, alteradas e/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.

Tabela 2 - Dimensões padronizadas de revestimentos - grupo W - junção lisa direta

Denominação	Ø externo	Ø interno
EW	46,2	38,2
AW	57,3	48,5
BW	73,2	60,5
NW	89,1	76,4
HW	114,5	101,4

Tabela 3 - Dimensões padronizadas de revestimentos - grupo "X" - junção lisa c/ niple ou conector

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

Notas: 4) A nomenclatura apresentada corresponde aos diversos tamanhos e seus diâmetros correlatos;

5) Tabelas 2 e 3 com dimensões em mm;

6) Os comprimentos (m) para revestimento Grupos W ou X são:

3,048 m; 1,524 m ; 0,914 m; 0,610 m e 0,305 m.

4.4 Barrilete amostrador

4.4.1 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.

4.4.2 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.

4.4.3 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 uso em formações rochosas compactas coerentes e pouco fraturadas. Podem ser usados, também, em formações rochosas pouco coerentes, desde que sejam relativamente compactas e pouco fraturadas.

4.4.4 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.

4.4.5 Os barriletes duplos giratórios, do grupo WM com caixa de mola, são utilizados para as sondagens em rochas inconsistentes ou friáveis, possibilitando melhor recuperação.

4.4.6 Os tipos e diâmetros usados, dentro de cada grupo, constam das Tabelas 4, 5 e 6.

Tabela 4 - Dimensões padronizadas dos barriletes - Grupo WG - barriletes simples

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

Tabela 5 - Grupos WG e WM - barriletes duplos

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

Tabela 6 - Grupo WT - barriletes simples - Grupo WT - barriletes duplos

Barrilete	Simples		Duplo	
	Ø externo	Ø interno	tubo ext. diâmetro externo	tubo int. diâmetro 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

Notas: 7) 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. A terceira letra indica o tipo do barrilete;

8) Tabela 6 com dimensões em mm;

9) Os comprimentos (m) para 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.

4.5 Coroas e alargadores para barriletes

4.5.1 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.

4.5.2 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.

4.5.3 Os diâmetros usados, dentro de cada grupo, constam das Tabelas 7 e 8.

Tabela 7 - Diâmetro de coroas e alargadores

Denominação	Coroa		Alargador Ø ext.	Testemunho Ø aprox.
	Ø ext.	Ø int.		
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

Tabela 8 - Grupo WT

Denominação	Coroa		Alargador Ø ext.	Testemunho Ø aprox.
	Ø ext.	Ø int.		
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

Notas: 10) A nomenclatura apresentada indica o tamanho e o tipo de barrilete a ser usado;

11) Tabela 8 com dimensões em mm.

4.6 Coroas, alargadores e sapatas para revestimentos

4.6.1 As coroas e alargadores para revestimento são acoplados diretamente ao revestimento e utilizados para alargamento de furo, perfuração ou retirada de testemunhos, usando o revestimento como coluna perfuradora. Não permitem a passagem, pelo seu interior, do barrilete de mesma denominação.

4.6.2 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.

4.6.3 Os diâmetros usados constam da Tabela 9.

Tabela 9 - Diâmetros de coroas, alargadores e sapatas de revestimento séries X e W

Denominação	Coroa		Alargadores Øext.	Sapatas	
	Ø ext.	Ø int.		Ø ext.	Ø int.
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	-	117,4	99,6

Ver notas da Tabela 8.

4.7 Sistema WIRE - LINE - série Q

4.7.1 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.

4.7.2 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

Denom.	Haste		Barrilete				Coroa		Alargador	Testemunho
			Tubo ext.		Tubo 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

Notas: 12) A nomenclatura apresentada corresponde aos diversos tamanhos e diâmetros correlatos;

13) Tabela 10 com dimensões em mm.

5 EXECUÇÃO DA SONDAGEM

5.1 Instalação da sonda

5.1.1 Em terreno seco, a sonda rotativa deve ser instalada em plataforma plana escavada ou preparada no terreno e firmemente ancorada, de modo a minimizar a transmissão de suas vibrações para a composição dos tubos de sondagem.

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

5.2 Associação de sondagem rotativa com sondagem à percussão

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.

5.3 Diâmetro da sondagem; recuperação

A escolha do diâmetro inicial depende de prévio acordo, devendo ser 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.

5.4 Cuidados especiais para a recuperação dos testemunhos

Os trechos imediatamente inferiores à sondagem de percussão devem ser perfurados com vistas à recuperação mínima especificada no item 5.3. Para tanto, devem ser exigidos cuidados, tais como:

- emprego de brocas e barriletes especiais;

- b) emprego de coroas com diâmetros compatíveis com a complexidade do problema (diâmetros grandes);
- c) emprego de métodos especiais para recuperação integral (injeção de calda de cimento);
- d) emprego de manobras curtas, inferiores a 1 m, quando em presença de rochas alteradas ou friáveis.

5.5 Uso de lama de circulação na sondagem

O uso da lama pode ser adotado mediante autorização do responsável pela obra, pois a lama pode ser prejudicial às sondagens, conforme a sua finalidade (ex.: sondagens destinadas a ensaios de perda d'água). No caso de seu emprego, tal fato deve constar, obrigatoriamente, do boletim de sondagem (folha de campo) e dos perfis individuais.

5.6 Leitura do nível d'água

5.6.1 Todos os dias, 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 artesiano, devem ser registrados seus níveis estático e dinâmico, e medida a sua vazão, após estabilização.

5.6.2 Em casos de perfurações em turnos contínuos, pode ser exigido que, após a conclusão de cada furo de sondagem, o nível d'água do mesmo seja rebaixado até, aproximadamente, 5 m do nível d'água medido ao término do furo. A seguir devem ser feitas leituras sucessivas.

5.6.3 Acima do nível d'água deve ser feita, dentro do possível, sondagem a seco, para evitar incorreções no ensaio de penetração.

5.7 Inclinação e rumo dos furos de sondagem

5.7.1 Os ângulos de inclinação dos furos de sondagem são medidos em relação a um eixo vertical descendente, conforme Anexo Normativo A - Figura 1. Pode ser exigido o controle da inclinação dos furos a intervalos regulares de perfuração, segundo processos adequados.

5.7.2 O rumo da sondagem deve ser indicado em relação às coordenadas geográficas ou sistemas de referência utilizados na obra.

5.8 Observações importantes

5.8.1 Durante as operações de perfuração devem ser anotadas quaisquer transições de camada, seja através de exame visual, ou pela mudança de coloração do fluido de perfuração.

5.8.2 Anomalias, tais como: perda d'água de circulação, fendas, fissuras etc., devem ser anotadas e referidas as profundidades correspondentes.

6 AMOSTRAGEM E ACONDICIONAMENTO

6.1 Nas camadas de solo atravessadas por sondagem a percussão, a amostragem deve ser feita de acordo com a norma de sondagem à percussão.

6.2 Nos trechos perfurados em colúvios, os testemunhos dos possíveis matacões devem ser acondicionados em caixas adequadamente dimensionadas para o diâmetro em uso, juntamente com amostras do material incoerente, as quais devem ser obtidas através da água de lavagem ou, em casos especiais, através do emprego do barrilete amostrador.

6.3 Nos avanços em rocha, os testemunhos obtidos devem ser acondicionados em caixas de madeira com dimensões indicadas no Anexo Normativo B - Figura 2. Nestas caixas os testemunhos devem ser dispostos de dobradiça para fora e da esquerda para direita.

6.4 As profundidades de cada manobra devem ser anotadas em tocos de madeira de dimensões coerentes com o diâmetro em uso e que servem para separar as manobras.

6.5 A operação de disposição dos testemunhos na caixa, bem como a inscrição das profundidades atingidas em cada manobra, devem ser feitas "in loco", durante a operação de sondagem, pelo sondador, com tinta indelével e de maneira perfeitamente legível. Qualquer irregularidade constatada na realização desta operação implicará na reperfuração de todo o furo.

6.6 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.

6.7 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, conforme Anexo Normativo C - Figura 3.

6.8 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.

7 PROCEDIMENTOS

7.1 Classificação geológica dos testemunhos de 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.

7.1.1 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.

7.1.1.1 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, caolins, etc.), estruturas neoformadas (fissuras, crostas, bordas de reação) e aumento da porosidade. Podem-se dividir em cinco classes, conforme Tabela 11.

Tabela 11 - Grau de alteração

Símbolo	Grau de alteração	Características
A.0	Rocha sã ou praticamente sã	Aspectos 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.

7.1.2 RQD (Designação Qualitativa da Rocha)

O RQD é 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 12 expressa, em percentagem, os valores de RQD

Tabela 12 - 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

7.1.3 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 13.

Tabela 13 - 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
Em fragmentos	F5	Torrões em pedaços de diversos tamanhos

7.1.4 Grau de coerência

Baseia-se em características físicas, tais como resistência ao impacto, ao risco, friabilidade (ver Tabela 14).

Tabela 14 - 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.

7.1.5 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 15.

Tabela 15 - 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

7.1.6 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 16 e 17.

Tabela 16 - 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			

Tabela 17 - Inclinação das descontinuidades

Denominação	Inclinação
Horizontal	0 ° a 10 °
Subhorizontal	10 ° a 20 °
Inclinada	20 ° a 70 °
Subvertical	70 ° a 80 °
Vertical	80 ° a 90 °

7.2 Apresentação dos resultados

Todos os resultados e informações (item 7 - 7.1.1 a 7.1.6) obtidos na execução da sondagem devem ser registrados em impresso próprio, designado “Boletim para Sondagem Rotativa”, onde devem constar, basicamente:

- 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 (ver itens 3.4 e 3.5);
- l) leitura diária do nível d'água e indicação de artesianismo;
- m) fendas e avanços livres da manobra;
- n) perdas d'água da circulação;
- o) motivo do término da sondagem;
- p) outras observações de interesse.

8 RELATÓRIO

Os resultados obtidos pela aplicação dos procedimentos prescritos no Capítulo 7 devem ser consubstanciados em um Relatório, nele constando, basicamente, as seguintes informações:

- 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;
- i) recuperação dos testemunhos (efetiva e/ou RQD);
- j) graus de fraturamento, de alteração e de coerência da rocha;
- l) classificação geológica das rochas;
- m) perfil gráfico geológico, de acordo com as convenções apresentadas no Anexo Normativo D - Figura 4;
- n) locação em planta da sondagem;
- o) assinatura do geólogo responsável.

Notas: 14) 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. (Ver item 7.1 e os Anexos Normativos E e F)

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

/ Anexos

ANEXO NORMATIVO A - ESQUEMA PARA MEDIDA DA INCLINAÇÃO
DA SONDAGEM ROTATIVA

Reprodução permitida desde que citado o DNER como fonte

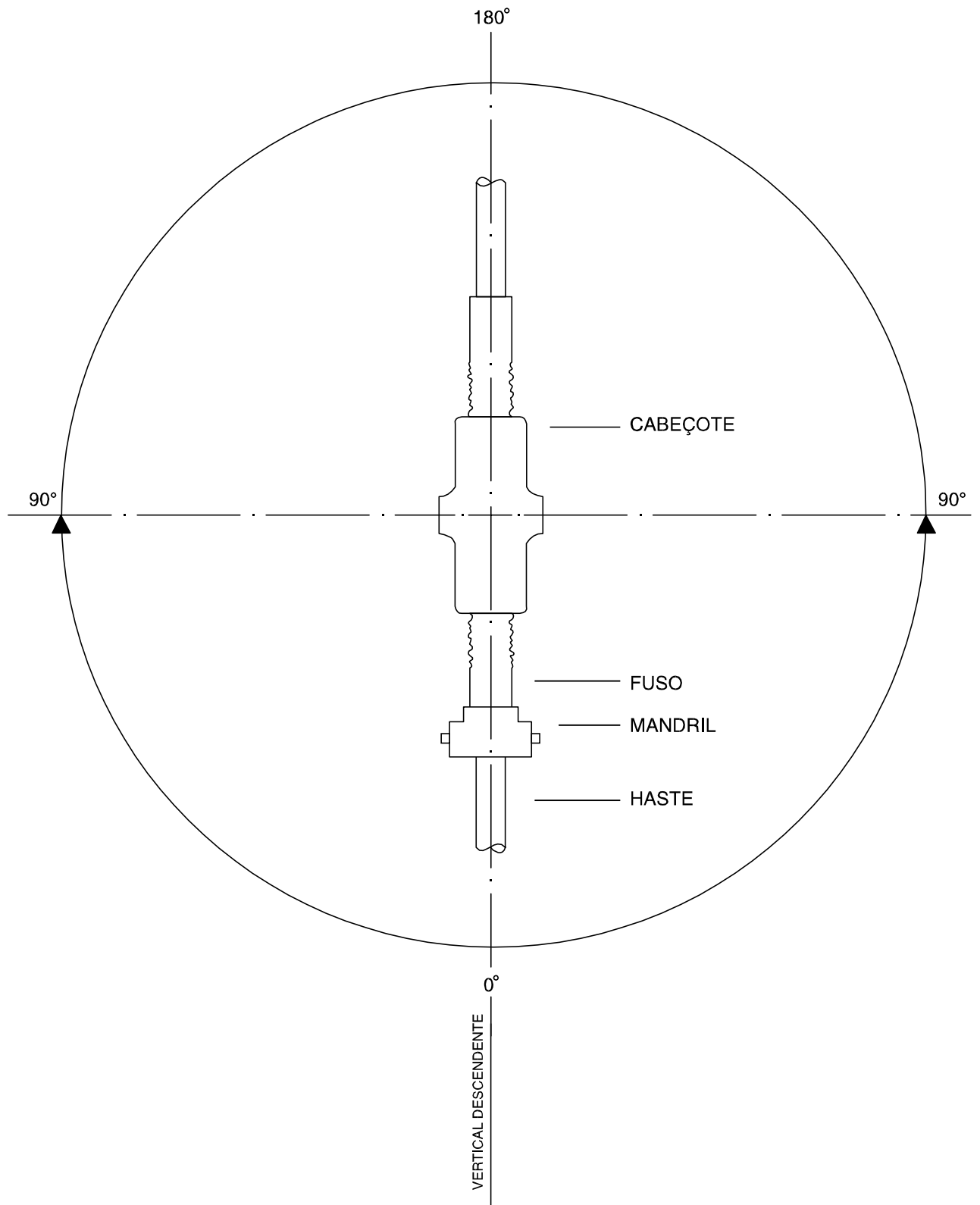


Figura 1

ANEXO NORMATIVO C - FOTOGRAFIA DAS CAIXAS DE TESTEMUNHOS

Reprodução permitida desde que citado o DNER como fonte

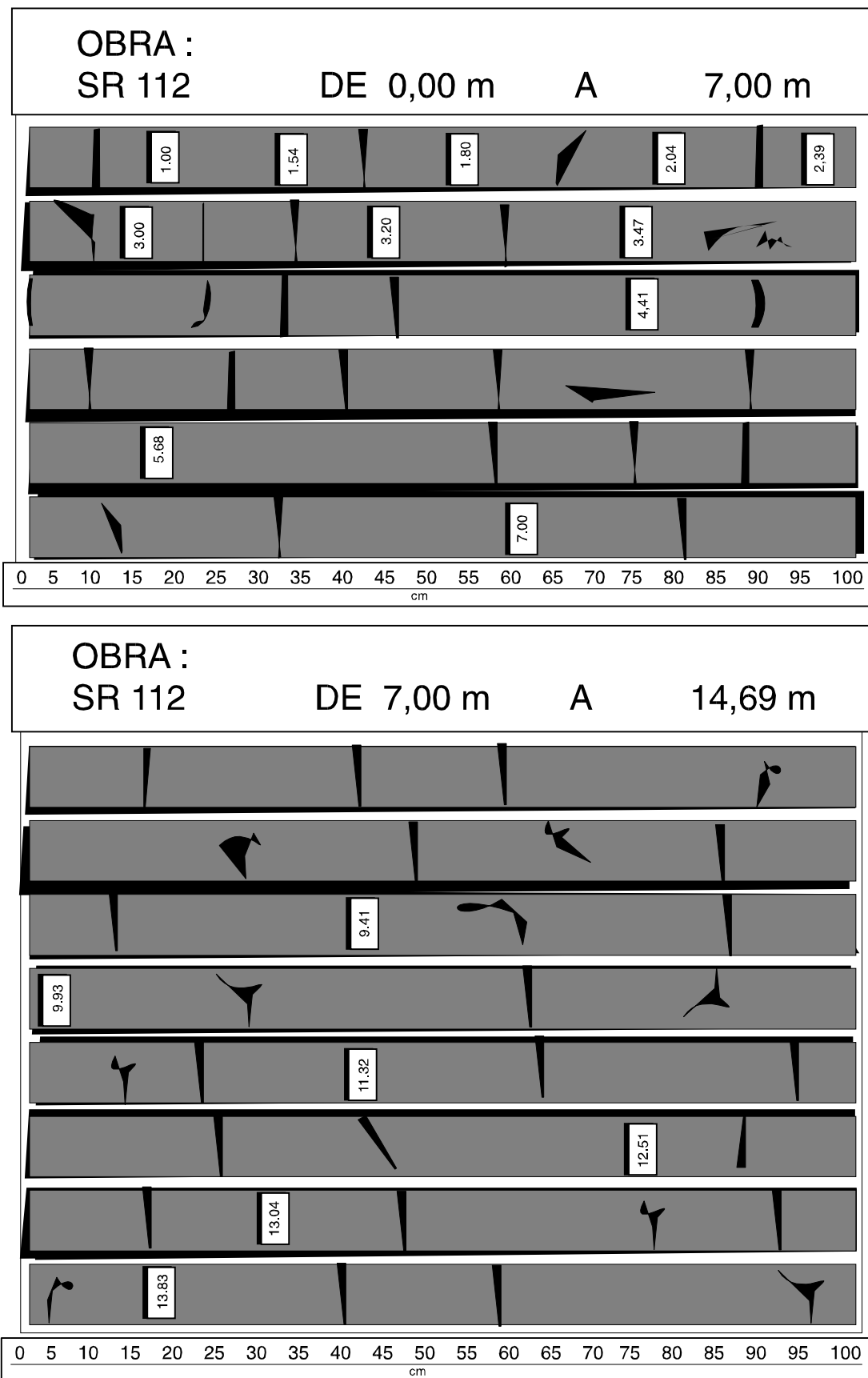


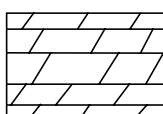
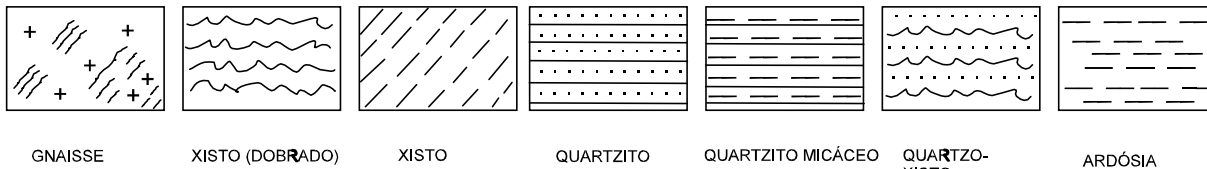
Figura 3

ANEXO NORMATIVO D - COVENÇÕES GRÁFICAS GEOLÓGICAS

ROCHAS ÍGNEAS

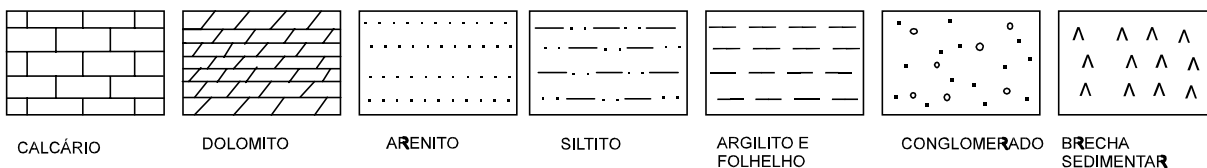


ROCHAS METAMÓRFICAS

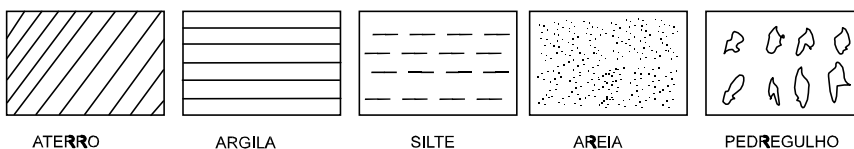


MÁRMORE

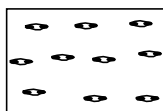
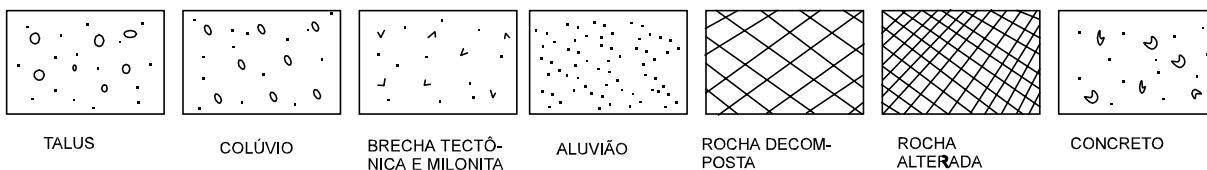
ROCHAS SEDIMENTARES



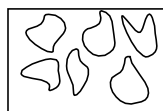
SOLOS



GERAIS



CONCREÇÕES



MATAÇÃO

Figura 4

Reprodução permitida desde que citado o DNER como fonte

ANEXO NORMATIVO E - FICHA PARA REPRESENTAÇÃO DO PERFIL DE
SONDAGEM ROTATIVA OU MISTA

PERFIL INDIVIDUAL DE SONDAGEM 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					FENDILHAMENTO (f / M) M = manobra								Nº		PROFUN- DIDADE (m)	SOLOS E/OU ROCHAS				
MOLE	MÉDIA		RIJA		DURA		M/DURA		1ª Série	2ª Série	1	2	3	4	5	6	7	8	9	
4	12	20	28	36	44	24	6	8	10	12	14	16	18							

COMPACIDADE

FOFA	P/COMPACTA	MEDIAMENTE COMPACTA	COMPACTA	M/COMPACTA
------	------------	---------------------	----------	------------

RECUPERAÇÃO 0 - 100 %

FRACIONAMENTO fr/M

1ª Série ○ - - ○ 2ª série ●

SP $\frac{N^{\circ}/N^{\circ}}{N^{\circ}}$ PENETRAÇÃO

SR $\frac{N^{\circ}/N^{\circ}}{N^{\circ}}$ AMOSTRADOR VAZIO

$\frac{N^{\circ}/N^{\circ}}{N^{\circ}}$ > 44
 $\frac{N^{\circ}/N^{\circ}}{N^{\circ}}$ > 10 (fr)
 $\frac{N^{\circ}/N^{\circ}}{N^{\circ}}$ < 5 (%)
 $\frac{N^{\circ}/N^{\circ}}{N^{\circ}}$ > 20 (f)

escala

data

número

código PNV

Reprodução permitida desde que citado o DNER como fonte

Figura 5

