

## **GRUPO 02 - SERVIÇOS TÉCNICOS**

<b>2.0 CONSIDERAÇÕES GERAIS</b>	<b>10</b>
<b>2.1 PROJETOS COMPLEMENTARES</b>	<b>10</b>
<b>2.2 CONTROLE TECNOLÓGICO</b>	<b>10</b>
<b>2.3 VERIFICAÇÃO DE INTERFERÊNCIAS</b>	<b>10</b>
<b>2.4 TOPOGRAFIA</b>	<b>11</b>
2.4.1 Alcance destas especificações	11
2.4.2 Definições	12
2.4.2.1 Coordenadas geodésicas	12
2.4.2.2 Locação	12
2.4.2.3 Pino de metal	12
2.4.2.4 Circuito de nivelamento	12
2.4.2.5 Linha de nivelamento	12
2.4.2.6 Seção ou secção	13
2.4.2.7 Estaca ou piquete	13
2.4.2.8 Marco	13
2.4.2.9 Vértice geodésico	13
2.4.2.10 Pontos de apoio básico	14
2.4.2.11 Vértice	14
2.4.2.12 Estaca testemunha	14
2.4.2.13 Referência de nível	14
2.4.2.14 Curva de nível	15
2.4.2.15 Perfil longitudinal	15

2.4.2.16	Seção transversal	15
2.4.2.17	Azimute	15
2.4.2.18	Amarração	15
2.4.2.19	<i>DATUM</i>	16
2.4.2.20	Superfície de nível ou superfície equipotencial	16
2.4.2.21	Superfície de nível zero	17
2.4.2.22	Superfície física	17
2.4.2.23	Diferença de nível	17
2.4.2.24	Altitude	17
2.4.2.25	Diferença de altitude	17
2.4.2.26	Altura ou cota	17
2.4.2.27	Altura geométrica	18
2.4.2.28	Altura geoidal	18
2.4.2.29	Correção ortométrica	18
2.4.2.30	Coordenadas geocêntricas cartesianas	19
2.4.2.31	Equações diferenciais simplificadas de <i>Molodenskii</i>	19
2.4.3	Siglas	21
2.4.3.1	Instalações Isoladas	21
2.4.3.2	Instalações lineares	21
2.4.3.3	Diversos	21
2.4.4	Levantamentos topográficos	22
2.4.4.1	Coordenadas e pontos de apoio	22
2.4.4.2	Referencial altimétrico	22
2.4.4.3	Metodologia para a implantação de pontos	23
2.4.4.4	Materialização dos pontos e de RNs	23

2.4.4.5	Medição dos pontos	24
2.4.4.6	Ponto de amarração	24
2.4.4.7	Certificados de aferição e reaferição	24
2.4.4.8	Registro de dados	25
2.4.4.9	Apresentação de cálculos	26
2.4.4.10	Desenhos topográficos finais	26
2.4.4.11	Planta de localização	27
2.4.4.12	Implantação de vértices da poligonal	28
2.4.4.13	- Relatório Técnico	28
2.4.5	Transporte de Coordenadas Classe 1	29
2.4.5.1	Procedimentos específicos	30
2.4.5.2	Equipamentos e acessórios	30
2.4.5.3	Trabalho de campo	30
2.4.5.4	Trabalho de escritório	30
2.4.6	Transporte de Coordenadas Classe 2	31
2.4.6.1	Procedimentos específicos	31
2.4.6.2	Equipamentos e acessórios	31
2.4.6.3	Trabalhos de campo	31
2.4.6.4	Trabalho de escritório	31
2.4.7	Nivelamento Geométrico IN	32
2.4.7.1	Procedimentos específicos	32
2.4.7.2	Equipamentos e Acessórios	32
2.4.7.3	Trabalho de campo	32
2.4.7.4	Trabalho de escritório	33
2.4.8	Nivelamento Geométrico de Precisão	33

2.4.8.1	Procedimentos específicos	33
2.4.8.2	Equipamentos e acessórios	33
2.4.8.3	Trabalho de campo	33
2.4.9	Implantação de Pontos de Coordenadas com Utilização de G.P.S.	34
2.4.9.1	Procedimentos específicos	34
2.4.9.2	Equipamentos e acessórios	35
2.4.9.3	Trabalhos de campo	36
2.4.9.4	Precisão dos trabalhos	37
2.4.9.5	Trabalhos de escritório	38
2.4.10	Levantamento Planialtimétrico de Áreas	39
2.4.10.1	Procedimentos específicos	39
2.4.10.2	Equipamentos e acessórios	40
2.4.10.3	Trabalhos de campo	40
2.4.10.4	Precisão dos trabalhos	41
2.4.10.5	Trabalhos de escritório	42
2.4.10.6	Material a ser entregue	42
2.4.11	Levantamento Planialtimétrico Complementar de Ruas Novas	43
2.4.11.1	Procedimentos específicos	43
2.4.11.2	Equipamentos e acessórios	43
2.4.11.3	Trabalhos de campo	43
2.4.11.4	Trabalhos de escritório	44
2.4.11.5	Material a ser entregue	44
2.4.12	Cadastramento de Soleiras Baixas	44
2.4.12.1	Equipamentos e acessórios	44
2.4.12.2	Trabalhos de campo	44

2.4.12.3	Trabalhos de escritório	45
2.4.13	Implantação de Projeto Executivo	45
2.4.13.1	Procedimentos específicos	45
2.4.13.2	Equipamentos e acessórios	45
2.4.13.3	Trabalhos de campo	46
2.4.13.4	Trabalhos de escritório	46
2.4.14	Levantamento de Seções Batimétricas	46
2.4.14.1	Equipamentos e acessórios	47
2.4.14.2	Procedimentos específicos	47
2.4.14.3	Trabalhos de campo	47
2.4.14.4	Trabalhos de escritório	48
2.4.14.5	Material a ser entregue	48
2.4.15	Cadastramento de Interferências Subterrâneas	48
2.4.15.1	Procedimentos específicos	48
2.4.15.2	Equipamentos ou acessórios	49
2.4.15.3	Trabalhos de campo	49
2.4.15.4	Trabalhos de escritório	50
2.4.16	Locação de furos de sondagem	51
2.4.16.1	Procedimentos específicos	51
2.4.16.2	Aparelhagem ou equipamento	51
2.4.16.3	Trabalhos de campo	51
2.4.16.4	Precisão dos trabalhos	52
2.4.16.5	Trabalhos de escritório	52
2.4.17	Locação de seções topográficas	52
2.4.17.1	Procedimentos específicos	52

2.4.17.2 Equipamentos e acessórios	53
2.4.17.3 Trabalhos de campo	53
2.4.17.4 Precisão dos trabalhos	53
2.4.17.5 Trabalhos de escritório	53
2.4.18 Nivelamento geométrico de cruzamento de ruas, pontos de mudança de greide e pontos de mudança de direção	54
2.4.18.1 Procedimentos específicos	54
2.4.18.2 Equipamentos e acessórios	54
2.4.18.3 Trabalhos de campo	54
2.4.18.4 Trabalhos de escritório	55
<b>2.5 SONDAGEM</b>	<b>55</b>
2.5.1 Programa de trabalho	55
2.5.1.1 Obras estruturais localizadas	56
2.5.1.2 Obras de terraplanagem e jazidas de empréstimo de solos	56
2.5.1.3 Interceptores, coletores tronco, emissários, adutoras e linhas tronco	56
2.5.1.4 Redes coletoras e redes de distribuição	57
2.5.1.5 Formas de execução e apresentação	57
2.5.2 Sondagens a Trado	58
2.5.2.1 Identificação	58
2.5.2.2 Equipamentos e ferramentas	58
2.5.2.3 Execução da sondagem	59
2.5.2.4 Amostragem	60
2.5.2.4.1 Coleta das amostras	60
2.5.2.4.2 Identificação das amostras	60
2.5.2.4.3 Amostras para ensaios geotécnicos	61
2.5.2.5 Apresentação dos resultados	61

2.5.2.5.1 Resultados preliminares	61
2.5.2.5.2 Resultados finais	62
2.5.2.5.3 Relatório final	62
2.5.3 Poços de Inspeção	62
2.5.3.1 Identificação	62
2.5.3.2 Equipamentos e ferramentas	62
2.5.3.3 Execução da sondagem	63
2.5.3.4 Amostragem	65
2.5.3.4.1 Amostras deformadas	65
2.5.3.4.2 Amostras indeformadas	66
2.5.3.5 Apresentação dos resultados	67
2.5.3.5.1 Resultados preliminares	67
2.5.3.5.2 Informações finais	68
2.5.3.5.3 Relatório final	68
2.5.4 Sondagens a Percussão	68
2.5.4.1 Identificação	68
2.5.4.2 Equipamentos e ferramentas	69
2.5.4.3 Execução da sondagem	70
2.5.4.4 Ensaio de penetração padronizado	71
2.5.4.5 Ensaio de lavagem por tempo	72
2.5.4.6 Amostragem	73
2.5.4.7 Apresentação dos resultados	75
2.5.4.7.1 Resultados preliminares	75
2.5.4.7.2 Informações finais	76
2.5.4.7.3 Relatório final	76

2.5.5 Ensaio de permeabilidade	76
2.5.5.1 Definições	77
2.5.5.2 Equipamento	77
2.5.5.3 Execução do ensaio	78
2.5.5.4 Resultados	79
2.5.6 - Sondagens rotativas	79
2.5.6.1 Identificação	79
2.5.6.2 Equipamentos e ferramentas	79
2.5.6.3 Execução da sondagem	81
2.5.7 Ensaio de perda de água sob pressão	83
2.5.7.1 Definição	83
2.5.7.2 Equipamento	83
2.5.7.3 Disposição dos equipamentos	84
2.5.7.4 Água	84
2.5.7.5 Ensaio de perda de carga	85
2.5.7.6 Trecho de pressão do ensaio de perda de água	85
2.5.7.7 Procedimento do ensaio	86
2.5.8 Amostragem	87
2.5.9 Apresentação dos resultados	88
2.5.9.1 Resultados preliminares	88
2.5.9.2 Informações finais	90
2.5.9.3 Relatório final	90
2.5.10 Sondagens rotativas com amostragem integral	90
2.5.10.1 Identificação	91
2.5.10.2 Equipamentos e ferramentas	91



2.5.10.3	Execução da sondagem	91
2.5.10.4	Amostragem	93
2.5.10.5	Apresentação dos resultados	93
2.5.10.5.1	Resultados preliminares	93
2.5.10.5.2	Informações finais	94
2.5.10.5.3	Relatório final	94

## **2.6 PROCEDIMENTO DE PROJETOS EM AUTOCAD**

## **GRUPO 02 - SERVIÇOS TÉCNICOS**

### **2.0 CONSIDERAÇÕES GERAIS**

Serviços técnicos são aqueles que se caracterizam como complementação e/ou apoio para implantação de uma obra. Serão executados sempre que forem previstos em projeto ou definidos pela FISCALIZAÇÃO, quando identificada sua necessidade.

### **2.1 PROJETOS COMPLEMENTARES**

Os projetos complementares de uma obra são executados após o projeto básico. Definem detalhes não só da prevenção contra incêndio, de instalações elétricas, hidráulicas, de gás e telefone, como também de paisagismo, das estruturas metálicas e de concreto armado etc. Deve-se obedecer às normas da ABNT pertinentes a cada um desses itens.

### **2.2 CONTROLE TECNOLÓGICO**

O controle tecnológico, quando necessário, deverá ser feito por firma especializada, com apresentação, à FISCALIZAÇÃO, de laudos e relatórios que confirmem a execução das obras dentro dos padrões estabelecidos, ficando a cargo da CONTRATADA a contratação dessa firma, bem como toda a responsabilidade por eventuais problemas.

### **2.3 VERIFICAÇÃO DE INTERFERÊNCIAS**

A CONTRATADA deverá proceder à verificação de interferências existentes no local, para que não sejam danificados elementos ou estruturas que estejam na zona de abrangência da obra ou em área próxima.

A FISCALIZAÇÃO fornecerá as indicações de que dispuser sobre as interferências existentes. A CONTRATADA deve, entretanto, programar a sustentação de outras interferências não cadastradas, de forma a não prejudicar o início dos serviços.

No caso de não haver possibilidade de sustentação, a CONTRATADA procederá ao remanejamento de instalações que interferirem nos serviços a serem executados, conforme previsto no grupo 03 deste Manual, que trata de serviços preliminares.

## 2.4 TOPOGRAFIA

Estas especificações foram elaboradas para uniformizar os procedimentos das firmas de consultoria no que se refere à forma de execução e apresentação de serviços de topografia para projetos e obras da CASAN.

O objetivo deste capítulo é, portanto, tornar conhecidos do meio técnico da CASAN – empresas consultoras e empreiteiras de obra – os procedimentos mínimos exigidos para os levantamentos topográficos dos locais onde serão realizados estudos e projetos de engenharia relativos aos sistemas de abastecimento de água, de coleta e disposição de esgotos sanitários.

Os procedimentos e especificações aqui descritos baseiam-se nas *Especificações Técnicas para Levantamentos Topográficos da SABESP*, na norma NBR 13.133 – *Norma para Execução de Levantamento Topográfico*, Norma DIN 18.723 - TEIL, no *Dicionário Cartográfico*, de Céurio de Oliveira, e nas *Especificações e Normas Gerais para Levantamentos Geodésicos* do IBGE.

### 2.4.1 Alcance destas especificações

As especificações aqui veiculadas aplicam-se a todas as unidades da CASAN, seus CONSULTORES e CONTRATADAS responsáveis pelos seguintes serviços:

- Transporte de coordenadas classe 1.
- Transporte de coordenadas classe 2.
- Nivelamento geométrico IN.
- Nivelamento geométrico de precisão.
- Implantação de pontos de coordenadas com utilização de G.P.S (*global position system*).
- Levantamento planimétrico de linha.
- Levantamento planialtimétrico de área.
- Levantamento planialtimétrico complementar de ruas novas.
- Cadastramento de redes e peças especiais pertencentes a Sistemas Coletores de Esgotos e de Abastecimento de Água. (Pvs, Cls, etc.).
- Cadastramento de soleiras baixas.
- Implantação de projeto executivo de rede coletora de esgotos e de rede de abastecimento de água.
- Levantamento de seções batimétricas.
- Cadastramento de interferências subterrâneas.

- Levantamento, locação e nivelamento de furos de sondagem.
- Locação e levantamento planialtimétrico de seções topográficas.
- Nivelamento geométrico de cruzamento de ruas, pontos de mudança de greide e pontos de mudança de direção.

## **2.4.2 Definições**

Seguem-se algumas definições de serviços topográficos, cuja homogeneização é necessária aos propósitos deste Manual.

### **2.4.2.1 Coordenadas geodésicas**

As coordenadas geodésicas – latitude ( $\gamma$ ), longitude ( $\lambda$ ) e altitude geométrica ( $h$ ) – determinam a posição de um ponto da superfície física terrestre em um sistema de referência. O conjunto das três coordenadas geodésicas também é chamado de terno geodésico.

### **2.4.2.2 Locação**

Locação é a marcação de um alinhamento, no terreno, através da materialização de seus pontos definidores e notáveis. Essa materialização pode ser realizada com pino de metal ou com marco de concreto, dependendo do tempo de permanência para ela desejado e da natureza do terreno.

### **2.4.2.3 Pino de metal**

O pino de metal é uma peça de formato semelhante ao de um prego, com poder de penetração compatível com a matéria do objeto em que será cravado e com cabeça de seção circular, de topo plano ou abaulado. Essa peça metálica é empregada para a materialização de vértices poligonais, de pontos definidores e notáveis de alinhamentos e de referências de nível, em solos rochosos ou pavimentados, soleiras, paredes e lajes de topo de edificações, bem como no alto de caixas de água de concreto.

### **2.4.2.4 Circuito de nivelamento**

Figura de nivelamento, em seu desenvolvimento, na forma de polígono, na qual as diferenças de nível são medidas com partida e chegada numa mesma referência de nível.

### **2.4.2.5 Linha de nivelamento**

A linha de nivelamento é uma linha ou uma combinação de linhas de nível que, como unidade, forma uma operação contínua de nivelamento, a partir, diretamente, de uma referência de nível (RN) de enlace, sem passar por qualquer outra RN de enlace.

#### **2.4.2.6 Seção ou secção**

Chama-se seção (ou secção) ao trecho de nivelamento geométrico, entre duas referências de nível consecutivas, que serve para a implantação de referências de nível. O comprimento médio da seção deve ser da ordem de dois a três quilômetros.

#### **2.4.2.7 Estaca ou piquete**

A estaca – ou piquete – é uma peça de madeira de qualidade, de seção quadrada (0,04 X 0,04 X 0,25 m), provida de ponta, para ser cravada no terreno, usada para materializar um vértice de poligonal ou alinhamento. A estaca terá, obrigatoriamente, uma tacha metálica para melhor caracterização do ponto.

#### **2.4.2.8 Marco**

Chama-se marco ao objeto que materializa, no ponto central da superfície do seu topo, a implantação de pontos geodésicos, topográficos, definidores e notáveis, de alinhamentos e de referências de nível.

Construído ou esculpido em material resistente às intempéries – concreto, bloco de rocha – deve ter forma geométrica simples, de tronco de pirâmide ou de cone, com topo de 0,07 X 0,07 m, base de 0,12 X 0,12 m altura de 0,70 m e resistência à compressão de 25 mpa.

O marco, provido de pino para centralização de instrumento e de plaqueta de identificação, ficará cravado no solo a uma profundidade de aproximadamente 0,35 m.

A adjetivação do termo *marco* – marco geodésico, marco topográfico, marco de divisa, marco de azimuth e marco de referência de nível – pode significar o ponto objeto de sua materialização: ponto geodésico, ponto topográfico, ponto de divisa, ponto de azimuth e ponto de referência de nível.

#### **2.4.2.9 Vértice geodésico**

O vértice geodésico é o ponto implantado e materializado por um marco – ou, em casos especiais, por um pino metálico – cuja determinação se faz através de procedimentos geodésicos associados a um sistema de coordenadas geodésicas, calculadas segundo modelo geodésico de precisão compatível com a sua finalidade. Tem como imagem geométrica da terra o elipsóide de referência adotado pelo Sistema Geodésico Brasileiro - S.G.B. Pode significar o mesmo que ponto geodésico ou marco geodésico.

#### **2.4.2.10 Pontos de apoio básico**

Pontos de apoio básico são pontos topográficos determinados a partir do Sistema Geodésico Brasileiro - S.G.B., distribuídos convenientemente em sua implantação, com a finalidade de amarração do terreno para levantamento topográfico. Dependendo do tempo de permanência desejado, de sua importância e da natureza do terreno, serão materializados por piquetes, marcos de concreto, pinos metálicos ou mesmo tinta.

**Nota:** Somente em casos especiais de urgência, os pontos de apoio básico não serão determinados a partir do S.G.B. Nesses casos, pelo menos dois pontos definidores da mais importante direção do apoio básico devem ser materializados de forma estável e com tempo de permanência adequado à futura amarração de acordo com o S.G.B., para que o levantamento topográfico em questão possa vir a ser incorporado ao conjunto dos outros levantamentos realizados ou a realizar.

#### **2.4.2.11 Vértice**

O vértice é o ponto para o qual convergem dois ou mais alinhamentos. Geralmente, é materializado por um marco. No caso de poligonal significa o mesmo que estação poligonal e, no caso de alinhamento, significa também estação passível de recuperação de rumos e relocações.

#### **2.4.2.12 Estaca testemunha**

Chama-se estaca testemunha à peça de madeira de aproximadamente 0,50 m de comprimento, geralmente com seção de ripa, que é usada para a identificação do piquete. Cravada com uma profundidade de aproximadamente 0,20 m, deve trazer, pintado em tinta a óleo vermelha, o número do piquete, do qual deve estar mais ou menos 0,20 m distante.

#### **2.4.2.13 Referência de nível**

A referência de nível – RN – é o ponto implantado e materializado na superfície do terreno, de modo estável e com previsão de permanência adequada à sua finalidade. Através de nivelamento geométrico ou de métodos equivalentes, determina-se o valor referente à distância vertical entre esse ponto e uma superfície de nível.

Quando a superfície de referência for a superfície de nível zero, e o método de determinação da distância vertical entre o ponto e a superfície tiver a exatidão exigida pelo S.G.B. para implantação de referências de nível, o ponto considerado constituir-se-á numa referência de nível geodésica.

Caso não haja tal exatidão, o ponto é considerado uma referência de nível topográfica, mesmo que se refira à superfície de nível zero.

#### **2.4.2.14 Curva de nível**

A curva de nível é uma isolinha formada pelos pontos do terreno de mesma altitude ou cota. No levantamento topográfico, é representada, em desenho, pela interpolação das altitudes ou cotas dos pontos levantados e locados, planimetricamente.

A locação no terreno, de uma curva de nível, é realizada por intermédio de nivelamento geométrico específico feito a partir de uma referência de nível e com fechamento nela ou em outra referência de nível.

#### **2.4.2.15 Perfil longitudinal**

O perfil longitudinal é a representação gráfica, em escalas horizontal e vertical, da superfície do terreno ao longo de um alinhamento. Um traço contínuo liga os pontos de altitude ou cotas.

A escala horizontal geralmente é menor que a escala vertical, na razão 1:10.

#### **2.4.2.16 Seção transversal**

A seção transversal consiste na representação gráfica, em escalas horizontal e vertical, da superfície do terreno ao longo de linhas perpendiculares a um alinhamento básico (eixo). Um traço contínuo liga os pontos de altitudes ou cotas.

Geralmente as seções transversais são eqüidistantes entre si sobre um alinhamento básico e desenvolvem-se à esquerda e à direita desse alinhamento. A escala horizontal geralmente é menor que a escala vertical, na razão 1:10.

#### **2.4.2.17 Azimute**

O azimute é o ângulo horizontal, entre um alinhamento e a direção Norte, contado no sentido horário, de  $0^\circ$  a  $360^\circ$ .

Quando a direção for relativa ao Norte magnético, tem-se o azimute magnético, quando for relativa ao Norte verdadeiro ou geográfico, tem-se o azimute verdadeiro ou geográfico.

#### **2.4.2.18 Amarração**

Chama-se amarração ao processo empregado para preservação e localização de serviços topográficos ou pontos deles oriundos. Pode ser feita por:

**Poligonação:** quando o objetivo é referenciar todo um serviço topográfico, a amarração se faz por intermédio de um ou mais de seus vértices.

**Triangulação a trena:** quando o objetivo é a localização futura, ela é feita por intermédio dos pontos ou vértices próximos ao ponto de amarração. Constrói-se um triângulo com base em pontos bem definidos em campo, tais como divisas de propriedades, postes, esquinas etc., sendo que um dos vértices desse triângulo será sempre o ponto que se tem interesse em preservar ou localizar.

#### **2.4.2.19 DATUM**

*Datum* é o ponto geodésico primordial de um sistema geodésico, definidor da orientação topocêntrica do modelo adotado como imagem geométrica da Terra (elipsóide de referência) por intermédio de suas coordenadas geográficas (latitude e longitude); do azimute geográfico de uma direção por ele formada com outro ponto do modelo; e do seu afastamento geoidal.

O Sistema Geodésico integra o Sistema Sul - Americano de 1969 (SAD-69), definido a partir dos seguintes parâmetros:

- Figura geométrica para a Terra  
Elipsóide Internacional de 1967  
 $a$  (semi-eixo maior) = 6.378.160,000 m  
 $f$  (achatamento) = 1/298,25
- Orientação Geocêntrica  
Orientação geocêntrica: eixo de rotação paralelo ao eixo de rotação da terra; plano meridiano de origem, paralelo ao plano meridiano de GREENWICH, como definido pelo BIH (*Bureau International de L'Heure*)
- Orientação Topocêntrica  
no vértice CHUÁ da cadeia de triangulação do paralelo 20° S  
= 19° 45' 41,6527" S  
= 48° 06' 04,0639' WGR  
= 271° 30' 04,05" SWNE para o vértice UBERABA  
N=0,0 m

#### **2.4.2.20 Superfície de nível ou superfície equipotencial**

A superfície de nível, ou superfície equipotencial, é aquela na qual o trabalho realizado pela força da gravidade é nulo. Essa superfície é, portanto, normal, em todos os seus pontos, à linha de força, chamada vertical do lugar.

A cada ponto da superfície física da Terra corresponde uma superfície de nível. As diversas superfícies de nível não são paralelas, visto que são superfícies equipotenciais, ou seja, normais à direção da gravidade, uma



vez que a aceleração da gravidade não é constante, crescendo do equador para os pólos, devido à forma da Terra e a seu movimento de rotação.

#### **2.4.2.21 Superfície de nível zero**

A superfície de nível zero é a superfície equipotencial que coincide com o nível médio não perturbado dos mares, suposto prolongado debaixo dos continentes. Também é chamada de superfície geoidal, por configurar a forma da Terra - geóide - que se assemelha a um elipsóide achatado.

É a superfície de referência altimétrica ou o referencial altimétrico do Sistema Geodésico Brasileiro - S.G.B.

#### **2.4.2.22 Superfície física**

Chama-se superfície física à superfície limitante do relevo topográfico.

#### **2.4.2.23 Diferença de nível**

Diferença de nível é o afastamento entre duas superfícies de nível ao longo de uma vertical comum a essas superfícies. Esse afastamento é variável com a latitude: a partir do equador, vai diminuindo na direção dos pólos.

Assim, uma superfície de nível situada no equador a 1.000 m acima da superfície de nível zero, no pólo, estará a 995 m acima dessa superfície. O nivelamento geométrico entre dois pontos da superfície física fornece a diferença de nível entre esses pontos.

#### **2.4.2.24 Altitude**

Altitude é a distância, na vertical, entre um ponto da superfície física e a superfície de nível zero. Essa distância, também chamada de altura ortométrica (H), é obtida através do nivelamento geométrico associado à gravimetria. Todas as referências de nível do Sistema Brasileiro são determinadas por nivelamento geométrico com a aplicação da correção ortométrica.

#### **2.4.2.25 Diferença de altitude**

À diferença de nível entre dois pontos da superfície física, corrigida pela correção ortométrica, dá-se o nome de diferença de altitude.

#### **2.4.2.26 Altura ou cota**

Chama-se de altura, ou cota, à distância, na vertical, entre um ponto da superfície física e uma superfície de nível que se considera para referência. Quando a referência é a superfície de nível zero, tem-se altura absoluta, cota absoluta ou altitude.

#### 2.4.2.27 Altura geométrica

Altura geométrica é a distância – contada, segundo a normal ao modelo adotado como imagem geométrica da Terra (elipsóide de referência) por um sistema geodésico – entre um ponto da superfície física e a superfície desse modelo. É representada pela letra “h”. A altura geométrica relaciona-se com a altura ortométrica (H), através da altura geoidal N pela expressão:  $h \cong N+H$ .

A aproximação deve-se ao fato de as três grandezas não serem colineares, pois H é contado segundo a vertical ao geóide, enquanto N e h o são segundo a normal ao elipsóide de referência.

#### 2.4.2.28 Altura geoidal

Chama-se de altura geoidal à separação entre as superfícies geoidal e elipsoidal ao longo da normal ao elipsóide de referência, num ponto do geóide. É representada pela letra N. A altura geoidal é variável: as variações se devem às diferenças geométricas e de orientação entre as superfícies em questão e as anomalias da gravidade. A sua determinação se faz pela associação dos modelos do geopotencial com levantamentos gravimétricos e observações sobre satélites artificiais quando conduzida sobre rede de nivelamento geométrico, onde são conhecidos os valores de H (altura ortométrica).

**Nota:** Para a obtenção de h por intermédio da expressão  $h \cong N+H$ , é imprescindível o conhecimento de N. O valor de N pode ser obtido na carta geoidal, que, no Brasil é elaborada pelo I.B.G.E.

#### 2.4.2.29 Correção ortométrica

É a correção ortométrica que, aplicada às diferenças de nível obtidas por nivelamento geométrico entre pontos da superfície física, as transforma em diferenças de nível ortométricas, ou seja, diferenças de alturas ortométricas ou de altitudes. Essa correção, baseada na fórmula de *Clairaut* – que dá a variação da aceleração da gravidade em função da latitude – tem por expressão:

$$dH = -0,00529 H_m \text{ sen}^2 \varphi \text{ m (d}\varphi \text{ “sen 1”)}$$

Onde:

dH = correção ortométrica que é positiva (nos dois hemisférios) quando o nivelamento caminha para o equador e negativa quando caminha para um polo;

H<sub>m</sub> = altitude média do trecho nivelado;

$\varphi_m$  = latitude média do trecho nivelado;

d $\varphi$  = diferença de latitude em segundos sexagesimais entre os pontos extremos da diferença de nível considerada.

**Exemplo:**

Numa linha de nivelamento caminhando para o equador, na latitude média de 22,5° S, numa altitude média de 500 m, os valores para a correção ortométrica para diferenças de nível em trechos nivelados de 100, 50, 20, 10, 5 e 2,5 km são, respectivamente, 30, 15, 6, 3, 2, e 1 mm. As referências de nível implantadas por esse nivelamento terão, nos trechos mencionados, suas altitudes corrigidas com correções ortométricas positivas, correspondentes ao trecho nivelado, em relação à referência de nível de partida do nivelamento. Se a linha de nivelamento se desenvolvesse no sentido contrário, as correções seriam negativas.

**2.4.2.30 Coordenadas geocêntricas cartesianas**

As coordenadas geocêntricas cartesianas são as coordenadas cartesianas  $x$ ,  $y$  e  $z$  referidas ao centro da Terra. Através de observações de satélites do sistema G.P.S., no método diferencial, podem ser obtidas as coordenadas cartesianas de um ponto desconhecido em função das diferenças de coordenadas fornecidas pelo G.P.S. e das coordenadas supostamente conhecidas do ponto de partida. A relação entre as coordenadas cartesianas e as geodésicas é dada pelas seguintes expressões:

$$x = (N + h) \cos\varphi \cos\lambda$$

$$y = (N + h) \cos\varphi \sin\lambda$$

$$z = [N (1 - e^2) + h] \sin\varphi$$

Onde:

$x$ ,  $y$  e  $z$ , são as coordenadas cartesianas do ponto considerado;

$\varphi$ ,  $\lambda$  e  $h$ , são as coordenadas geodésicas do ponto considerado no sistema geodésico G.P.S.;

$e$  - é a primeira excentricidade do elipsóide de referência adotado pelo sistema G.P.S.

A partir dessas expressões o terno geodésico ( $\varphi$ ,  $\lambda$ ,  $h$ ) é obtido em função das coordenadas cartesianas  $x$ ,  $y$ ,  $z$ . A longitude  $\lambda$  é obtida diretamente, enquanto a latitude  $\varphi$  e a altura geométrica  $h$  são calculadas por um processo iterativo.

**Nota:** O sistema geodésico G.P.S é, atualmente, o WGS-84. No Brasil, as coordenadas  $\varphi$ ,  $\lambda$ ,  $h$ , obtidas pelo rastreamento de satélites G.P.S, têm que ser transformadas para o sistema SAD-69 por intermédio das Equações Diferenciais Simplificadas de *Molodenskii*.

**2.4.2.31 Equações diferenciais simplificadas de Molodenskii**

As equações diferenciais simplificadas de *Molodenskii* são empregadas para a transformação de coordenadas geodésicas de um sistema

geodésico para outro sistema geodésico, a saber:

$$\Delta\varphi^0 = 1/M\{a_1 (\Delta f + f_1 \Delta a) \sin 2\varphi_1 - \Delta x \sin\varphi_1 \cos\lambda_1 - \Delta y \sin\varphi_1 \sin\lambda_1 + \Delta z \cos\varphi_1\} 180/\pi$$

$$\Delta\lambda^0 = 1/N_1 \cos\varphi_1 (-\Delta x \sin\lambda_1 + \Delta y \cos\lambda_1) 180/\pi$$

$$\Delta N = (a_1 \Delta f + \Delta f_1 \Delta a) \sin 2\varphi_1 - \Delta a + \Delta x \cos\varphi_1 \cos\lambda_1 + \Delta y \cos\varphi_1 \sin\lambda_1 + \Delta g \sin\varphi_1$$

Onde:

$a_1$  = semi-eixo maior do elipsóide no sistema geodésico  $S_1$

$f_1$  = achatamento do elipsóide no sistema geodésico  $S_1$

$\varphi_1$  = latitude geodésica no sistema geodésico  $S_1$

$\lambda_1$  = longitude geodésica no sistema geodésico  $S_1$

$a_2$  = semi-eixo maior do elipsóide no sistema geodésico  $S_2$

$f_2$  = achatamento do elipsóide no sistema geodésico  $S_2$

$\varphi_2$  = latitude geodésica no sistema geodésico  $S_2$

$\lambda_2$  = longitude geodésica no sistema geodésico  $S_2$

$$\Delta\varphi^0 = \varphi_2^0 - \varphi_1^0$$

$$\Delta\lambda^0 = \lambda_2^0 - \lambda_1^0$$

$$\Delta N = N_2 - N_1 = \text{diferença de geondulação entre } S_2 \text{ e } S_1$$

$\Delta x; \Delta y; \Delta z$  = parâmetros de transição do  $S_1$  em referência ao  $S_2$

$$\text{Raio de curvatura } 1^\circ \text{ vertical no } S_1 = N_1 = \frac{a_1}{(1 - e_1^2 \sin^2 \varphi_1)^{1/2}}$$

$$\text{Raio de curvatura meridiana no } S_1 = M_1 = \frac{a_1(1 - e_1)}{(1 - e_1^2 \sin^2 \varphi_1)^{3/2}}$$

$$e_1 = [f_1 (2 - f_1)]^{1/2}$$

$$\Delta a = a_2 - a_1$$

$$\Delta f = f_2 - f_1$$

Obs.: Não confundir  $N_2$  e  $N_1$  com  $N_2^*$  e  $N_1^*$

Parâmetros de translação:

De WGS 84 para SAD-69  $\Delta X = +66,87; \Delta Y = -4,37; \Delta Z = +38,52$

De SAD 69 para WGS-84  $\Delta X = -66,87; \Delta Y = +4,37; \Delta Z = -38,52$

De SAD 69 para Córrego Alegre  $\Delta X = +138,70 \Delta Y = -164,40; \Delta Z = -34,40$

De Córrego Alegre para SAD-69  $\Delta X = -138,70; \Delta Y = +164,40; \Delta Z = +34,40$

Parâmetros do elipsóide:

WGS-84	a = 6.378.137,0	f = 1/298,257223563
SAD-69	a = 6.378.160,0	f = 1/298,25
Córrego Alegre	a = 6.378.388,0	f = 1/297

### 2.4.3 Siglas

Ao longo deste Manual serão utilizadas siglas, relativas aos tipos de obras de saneamento básico.

#### 2.4.3.1 Instalações Isoladas

EEE	⇒	Estação Elevatória de Esgotos;
ETE	⇒	Estação de Tratamento de Esgotos;
ERQ	⇒	Estação de Recuperação da Qualidade da Água;
ETA	⇒	Estação de Tratamento de Água;
EEAB	⇒	Estação Elevatória de Água Bruta;
EEAT	⇒	Estação Elevatória de Água Tratada;
RES	⇒	Reservatório;
CR	⇒	Centro de Reservação;
BR	⇒	Barragem;
SAA	⇒	Sistema de Abastecimento de Água;
SES	⇒	Sistema de Esgotos Sanitários.

#### 2.4.3.2 Instalações lineares

LR	⇒	Linha de Recalque;
CT	⇒	Coletor Tronco;
IT	⇒	Interceptor;
E	⇒	Extravasador;
ER	⇒	Emissário de Recalque;
RC	⇒	Rede Coletora.

#### 2.4.3.3 Diversos

SS	⇒	Solicitação de Serviço;
MED	⇒	Medidor Eletrônico de Distância;
SAC	⇒	Serviço de Atendimento ao Cliente;
CPD	⇒	Centro de Processamento de Dados;

RN	⇒	Referência de Nível;
PS	⇒	Ponto de Segurança;
SBG	⇒	Sistema Geodésico Brasileiro.

#### 2.4.4 Levantamentos topográficos

Para a execução de levantamentos topográficos, prevalecem as condições gerais e específicas estabelecidas pela norma NBR 13.133, acrescidas das condições contidas nestas especificações.

No caso de quaisquer esclarecimentos adicionais em relação aos serviços que são objeto destas especificações, deve-se consultar a Gerência de Projetos da Divisão de Apoio da CASAN.

##### 2.4.4.1 Coordenadas e pontos de apoio

A CASAN fornece ao executante dos serviços as coordenadas geodésicas, UTM (projeção **UTM - *Universal Transversa de Mercator***), as coordenadas topográficas e as altitudes de seus respectivos pontos de apoio geodésico ou topográfico pré-existent.

Os pontos de apoio poderão distar até 1 km da área onde serão desenvolvidos os serviços. Essa medida será calculada pelo segmento de reta que une os dois pontos considerados na projeção UTM. Na hipótese de essa distância ser superior a 1 km, o transporte deve ser efetuado pela empresa executante conforme a metodologia definida na especificação técnica do serviço a ser executado.

A executante deve consultar a CASAN para informar-se a respeito da existência de pontos de apoio na região de interesse.

Não havendo apoio básico implantado pela CASAN, deve-se realizar uma pesquisa junto aos órgãos públicos ou privados que possam ter implantado apoio geodésico na região.

Constatada a disponibilidade de apoios geodésicos implantados por órgãos públicos, é preciso obter informações precisas sobre a base topográfica desses apoios e, antes de utilizá-los, submetê-los à aprovação da CASAN.

Não havendo nenhum tipo de apoio, deve-se promovê-lo conforme orientação da CASAN, que definirá o sistema de coordenadas a ser adotado, bem como o norte magnético ou verdadeiro.

Todos os serviços da mesma obra ou de obras próximas devem estar no mesmo sistema de coordenadas

##### 2.4.4.2 Referencial altimétrico

A CASAN adota como referencial altimétrico a rede do Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística - IBGE, sistema que adota como referência o marégrafo de Torres, no Rio Grande do Sul, e como referencial

planimétrico o *DATUM* Córrego Alegre e a projeção UTM.

Na falta de marcos de referência de nível (RN) da CASAN ou do IBGE, devem-se utilizar as RNs do S.G.B. , de responsabilidade do IBGE, que tem como referência o marégrafo de Imbituba.

Se não houver marcos de RN de nenhum dos sistemas mencionados, deve-se implantar um marco ou pino em local estável e seguro, preferencialmente em próprios da CASAN, ou em pontos notáveis, como soleira de igreja, pontes, atribuindo-lhe uma cota.

Caso se constate, durante ou após a execução dos serviços, que a empresa executante não utilizou os pontos de apoio indicados pela CASAN ou mencionados acima, a empresa executante se obriga a revisar os serviços já realizados, tomando como base os pontos de apoio aqui especificados.

#### **2.4.4.3 Metodologia para a implantação de pontos**

A metodologia para implantação dos pontos de densificação do apoio geodésico por poligonação deve ser a especificada pela NBR 13.133, ou seja, poligonal de classe IP. Os erros médios após o ajustamento, em azimute e em posição, devem ser calculados pelas expressões constantes da seção de Cadastro deste Manual, não devendo exceder os seguintes valores:

- erro médio em azimute,  $e_{az} \leq \pm 2''$ ;
- erro médio em posição,  $e_v \leq \pm 0,1 \text{ m}$ .

Sempre que possível, deve-se evitar a implantação de pontos em locais de solo pouco firme ou pantanoso. No entanto, se isso for necessário, devem ser tomadas as seguintes providências:

- os marcos podem ser substituídos por piquetes, observando-se que, após a cravação, fiquem adequadamente estáveis;
- as pernas do tripé devem ser afixadas sobre estacas de madeira que, por sua vez, serão cravadas até que se encontre resistência suficiente para permitir uma estabilidade adequada à operação do instrumento.

#### **2.4.4.4 Materialização dos pontos e de RNs**

Os pontos representativos das poligonais e RNs devem ser materializados no terreno por marcos de concreto com dimensões de topo de 0,07 x 0,07 m, base de 0,12 x 0,12 m e altura de 0,50 m. Terão formato de tronco piramidal e resistência à compressão de 25 mpa. Esses marcos – que devem ser providos de pino para centralização de instrumento e de plaqueta de identificação – serão cravados no solo a uma profundidade

de cerca 0,45 m, ou seja, com apenas 0,5 cm acima da superfície. Ao longo da linha, deverão constar pelo menos 2 (dois) marcos a cada quilômetro, intervisíveis e devidamente amarrados. Deverão ser feitas visadas em miras, obedecendo às especificações deste Manual.

O ponto representativo da curva ou divisa deve ser materializado no terreno por marcos com dimensões de 0,07 x 0,07 m no topo, de 0,12 x 0,12 m na base e com altura de 0,70 m. Seu formato será tronco-piramidal, e sua resistência à compressão, de 25 mpa. A cravação do marco no solo terá profundidade de cerca 0,35 m.

As RNs deverão ser materializadas por meio de pinos de aço com plaqueta de identificação ou de marcos de concreto com pino central – também identificados por plaqueta – cravados em soleiras ou pontos notáveis.

#### **2.4.4.5 Medição dos pontos**

A medida angular dos pontos irradiados notáveis, tais como vértices ou marcos de divisa, deve ser feita pelo método das direções com duas séries de leituras conjugadas, direta e inversa, horizontal e vertical.

Para medição a trena, a leitura da distância do ponto irradiado em relação ao vértice é feita em um único lance. Para isso, a distância do vértice ao ponto deve ser menor que o comprimento da trena utilizada.

Quando a medição é feita com medidor eletrônico, a distância em relação ao vértice não poderá ser maior que o comprimento do lado médio da poligonal.

Para o caso de ponto irradiado medido por taqueometria, a distância em relação ao vértice não será maior que 150 m. Em casos particulares, deverá estar em conformidade com a norma NBR 13.133.

#### **2.4.4.6 Ponto de amarração**

O ponto de amarração deve ser materializado com placas de aço inóx, pinos, marcos de concreto ou marcas gravadas em concreto ou rocha, devidamente sinalizadas com tinta para demarcação viária na cor amarela, conforme o padrão CASAN, observando-se as condições de estabilidade e perenidade.

Deverá ser elaborada uma monografia do ponto de amarração, conforme o padrão definido nesta especificação (Anexo 2).

#### **2.4.4.7 Certificados de aferição e reaferição**

Os certificados devem ser apresentados à FISCALIZAÇÃO no início dos trabalhos, e sua emissão terá sido feita no máximo 30 dias antes do início da utilização do instrumento no serviço. O instrumento deve ser reaferido



periodicamente, a cada 24 meses ou em períodos menores, a critério da CASAN.

A parte linear do **distanciômetro**, ou **estação total**, deve ter certificado de aferição em base multipilar, fornecido por entidade oficial ou por qualquer outra que tenha a aprovação da CASAN.

O certificado de aferição do **teodolito** ou **estação total**, na sua parte angular, deve ser elaborado de acordo com a metodologia indicada pela NBR 13.133, no seu anexo C. Esse certificado, que confirmará o desvio padrão classificatório do instrumento fornecido pelo fabricante, deve ser expedido por entidades oficiais ou por universidades que tenham a aprovação da CASAN. Sua apresentação é imprescindível para o início de qualquer serviço contratado a terceiros pela CASAN.

Também o **nível** empregado em nivelamento geométrico deve ter certificado de aferição que confirme o desvio padrão classificatório fornecido pelo fabricante. A metodologia utilizada para elaborar o certificado será a descrita na norma DIN 18.723. O certificado deve ser expedido por entidades oficiais ou por universidades que tenham a aprovação da CASAN. Sua apresentação é imprescindível para o início de qualquer serviço contratado pela CASAN a terceiros.

A **trena** de aço deverá atender ao item 4.2.3 da norma NBR 13.133, e a trena aferida deve apresentar certificado de aferição fornecido por entidade oficial. Toda trena em uso deve ser integral, não sendo admissível a utilização trena em que falte parte da fita.

**Psicrômetros e barômetros** devem ter precisão de  $\pm 0,5^{\circ} \text{C}$  e  $\pm 1 \text{mbar}$ , respectivamente. Sua aferição será feita pelo I.A.G. As cadernetas devem incluir número de série, modelo e nome dos fabricantes dos instrumentos.

A **baliza** utilizada em levantamentos topográficos de qualquer natureza deve estar em boas condições de uso, ou seja, provida de prumo esférico, previamente aferido. Deve ser retilínea, ter pintura em bom estado e ponteira aguda.

O **prumo esférico** deve ser aferido semanalmente. Cabe à FISCALIZAÇÃO conferir essa aferição.

A **sapata** para nivelamento geométrico deve ter peso adequado.

As **miras** utilizadas devem ser aferidas semanalmente antes do início dos trabalhos. Para serviços de nivelamento geométrico comum, serão utilizadas miras dobráveis, providas de prumo esférico.

#### 2.4.4.8 Registro de dados

O registro eletrônico de dados de campo deve ser entregue à CASAN em disco flexível de 3,5 polegadas com capacidade para 1.44 Mb, gravado no padrão ASCII.

Anexada ao disco deve estar uma cópia impressa dos dados, contendo a

descrição minuciosa da formatação, a discriminação de todos os códigos empregados e as características técnicas completas do coletor utilizado em campo.

Mediante consulta prévia e após análise caso a caso, o meio eletrônico utilizado para entrega dos dados de campo pode ser, a critério da CASAN, substituído por outro mais conveniente para ambas as partes.

#### **2.4.4.9 Apresentação de cálculos**

Os cálculos dos trabalhos devem ser informatizados e apresentados em planilhas de modelo próprio previamente aprovado pela CASAN. Essas planilhas deverão conter também as seguintes informações, quando pertinentes:

- a área objeto do levantamento;
- o sistema geodésico e seu *DATUM* adotados para definição das coordenadas geodésicas do apoio geodésico;
- referencial altimétrico utilizado para a definição das altitudes ou cotas;
- sistema de representação cartográfica ou topográfica utilizado nos levantamentos planimétricos com a indicação de sua origem;
- vértices utilizados no apoio geodésico, com suas coordenadas geodésicas planorretangulares no sistema de representação cartográfica ou topográfica adotado;
- altitudes ou cotas das referências de nível existentes – utilizadas ou implantadas, sendo estas últimas acompanhadas de seus erros médios quilométricos, calculados de acordo com a seção 6.6.6 da NBR 13.133;
- vértices do apoio topográfico implantado com suas coordenadas planorretangulares acompanhadas dos erros médios toleráveis e de sua determinação ( $e_{rd1}$ ,  $e_{az}$  e  $e_v$ ), calculados de acordo com as seções de 5.5.6 a 5.5.8 da NBR 13.133;
- ajustamento de poligonais e estabelecimento de tolerância de fechamento que obedecem ao prescrito nos itens de 6.5.1 a 6.5.8 da norma NBR 13.133.

#### **2.4.4.10 Desenhos topográficos finais**

Os desenhos topográficos finais terão a dimensão prevista na norma ABNT NBR 10.068; as espessuras de linhas em conformidade com a norma NBR 8.403; e o carimbo em conformidade com o padrão da CASAN.

Tanto o original topográfico quanto o desenho topográfico final devem conter as linhas de quadriculação com traços na espessura de 0,1 mm e os respectivos valores das coordenadas.

O original topográfico deve ser confeccionado com a utilização de *plotter*, em papel opaco para *plotter*, ou de quaisquer outros meios de estabilidade dimensional e durabilidade equivalentes ou superiores aos já adotados, de eficiência comprovada e aprovados pela CASAN.

Os valores expressos nos desenhos topográficos confeccionados com a utilização de *plotter* deverão ter números e letras com tamanho, espaçamento, tipos e espessura do traço de acordo com o item 2.6.

Quando a área a ser representada for muito plana, e a representação por curvas de nível, na eqüidistância especificada, precária, ou seja, quando o espaçamento horizontal entre essas curvas for elevado, devem-se manter os pontos de nivelamento expressos no desenho topográfico final. Nesse caso, deverá ser registrado, junto à marcação do ponto, o valor da altitude ou cota.

O desenho topográfico final deve ser confeccionado em CAD, de acordo com estas especificações e impressos em *plotter*, em papel opaco.

No desenho topográfico final também devem constar:

- planta de situação, caso se trate de área de difícil localização;
- convenções topográficas;
- Norte magnético ou verdadeiro;
- a identificação e materialização dos vértices de apoio e das poligonais com as respectivas coordenadas e altitudes ou cotas

#### **2.4.4.11 Planta de localização**

A planta de localização deve representar o trecho trabalhado, sendo elaborada sobre carta topográfica oficial da região. Deve conter:

- trechos e áreas levantadas com a identificação do desenho topográfico final, pontos de apoio básico e suas miras;
- poligonais;
- demais pontos de interesse, juntamente com suas respectivas denominações e coordenadas;
- a origem do apoio básico e o tipo de projeção empregada nos trabalhos – que devem estar expressos em Notas.

A escala da planta de localização dos serviços deverá ser de 1:10.000. Caso ainda não exista a planta da região, poderá ser, opcionalmente,

utilizada uma carta topográfica até 1:25.000 ou um mosaico aerofotogramétrico não controlado, em escala 1:35.000 ou maior, contendo a toponímia dos entes mais importantes para o contexto.

#### **2.4.4.12 Implantação de vértices da poligonal**

Ao se implantarem os vértices da poligonal, as preocupações básicas devem ser com sua estabilidade, identificação e perenidade, de modo a poderem ser utilizados em serviços futuros, especialmente na locação das obras.

Cada vértice da poligonal básica deve ter sua monografia de acordo com o formulário próprio (Anexo 2), bem como as RN com formulário (Anexo 1). As fotos devem ser coloridas e nítidas. A primeira deve ser panorâmica, e a segunda deve focalizar a placa de tão perto que nela se possam identificar perfeitamente as inscrições.

As miras de visadas devem ser fotografadas com filme colorido, da perspectiva de quem as vê do vértice. Devem ser nítidas e perfeitamente identificáveis.

As miras de visadas devem ter as leituras angulares – vertical e horizontal – medidas pelo mesmo método empregado para medir a poligonal.

Cada vértice da poligonal básica deve ter 2 miras de visadas, distando uma da outra de 30° a 180°. Torres, pára-raios, arestas de edifícios, são alguns exemplos de miras. Para facilitar a busca no campo do ponto de uma mira, recomenda-se a anotação do ângulo vertical, com leitura até o minuto. As miras de visadas devem constar da monografia (Anexo 2).

Os vértices e as RN devem ter suas coordenadas e altitudes grafadas em desenho final até a casa do milímetro.

#### **2.4.4.13 - Relatório Técnico**

O Relatório Técnico que será entregue ao fim dos trabalhos deve conter:

1. Objeto dos serviços.
2. Finalidade dos serviços.
3. Período de execução.
4. Localização dos serviços.
5. Origem dos serviços, DATUM e referencial altimétrico.
6. Descrição dos serviços executados.
7. Precisas obtidas.
8. Quantidades realizadas.

9. Relação da aparelhagem utilizada.
10. Equipe e identificação do responsável técnico.
11. Documentos produzidos:
  - Originais topográficos;
  - Monografias de vértices e referências de nível;
  - Desenhos finais de plantas do levantamento;
  - Cópias de originais topográficos, desenhos finais e monografias;
  - Croquis e desenhos diversos;
  - Disquetes com dados dos serviços realizados .
12. Memória de cálculo, destacando-se:
  - Cadernetas de campo originais;
  - Planilhas informatizadas das cadernetas e cálculos de poligonais e nivelamentos.

A caderneta de campo é composta, obrigatoriamente, por duas partes distintas, a saber:

- planilha de leituras de campo, manuscrita ou digital, contendo obrigatoriamente nome do operador, número do serviço, local, data, numeração das folhas, número e tipo dos aparelhos ou equipamentos utilizados e tipo de prismas, além de outras informações consideradas relevantes;
- croqui dos pontos levantados e do caminhamento da poligonal, identificando-se os pontos de partida e chegada das poligonais.

Os itens que se seguem trazem a descrição dos diversos serviços relativos à topografia, incluindo os procedimentos específicos para a realização de cada um deles, os equipamentos e acessórios necessários à execução, além de especificações a respeito de trabalhos a serem feitos no campo e nos escritórios.

Ao fim de cada um desses serviços – itens 2.4.5 em diante – a CONTRATADA deve entregar à CASAN, além do Relatório Técnico, tal como descrito em 2.4.4.13, a planta de localização e, quando for o caso, as fotos feitas para a realização dos trabalhos, reveladas e com os respectivos negativos.

#### **2.4.5 Transporte de Coordenadas Classe 1**

O transporte de coordenadas classe 1 é uma poligonal que se aplica ao apoio básico para desenvolvimento de poligonais topográficas com o objetivo de atender a projetos de saneamento básico.

#### **2.4.5.1 Procedimentos específicos**

Fica a critério da CASAN o tipo de poligonal a ser implantada.

Partindo dos pontos de apoio, deverão ser cravados pinos de aço ou marco, de tal modo que sejam garantidas as condições de segurança, perenidade e identificação dos vértices implantados.

Em relação à precisão exigida para os trabalhos, deve-se seguir o que está estabelecido para a poligonal planimétrica classe IP na tabela 7 da norma NBR 13.133.

#### **2.4.5.2 Equipamentos e acessórios**

Para a realização do transporte de coordenadas classe 1, deverão ser utilizados teodolitos classe 3, distanciômetros classe 2, psicrômetros e barômetros.

Serão necessários, também, dois tripés com base nivelante com prismas e alvos adequados às distâncias da poligonal.

#### **2.4.5.3 Trabalho de campo**

No trabalho de campo, deve ser empregada a poligonal planimétrica classe IP, descrita na tabela da norma NBR 13.133.

As correções de temperatura e pressão a serem aplicadas nas leituras do distanciômetro são tomadas através de psicrômetros e barômetros aferidos, com precisão nominal de  $\pm 0,5^\circ \text{C}$  e  $\pm 1,0 \text{ mb}$ , respectivamente.

A implantação de vértices e de miras deverá ser executada conforme especificado anteriormente.

As correções atmosféricas serão computadas através da média de leituras, tomadas nos dois extremos do lado medido, simultaneamente, a cada série de medidas do distanciômetro.

A utilização de convenções topográficas se fará em conformidade com o anexo B da norma da NBR 13.133.

#### **2.4.5.4 Trabalho de escritório**

Deve ser elaborada uma planta de localização contendo todo o serviço desenvolvido, que terá em suas notas, os seguintes dizeres:

- Coordenadas topográficas referidas ao sistema Geodésico Brasileiro (S.G.B.), tendo como origem o vértice \_\_\_\_ de coordenadas geodésicas  $\varphi = \_\_\ \lambda = \_\_\$ .

O ajustamento de poligonais e o estabelecimento das tolerâncias de fechamento deverão estar em conformidade com o estabelecido pela NBR 13.133 nas suas seções de 6.5.1 a 6.5.8.

## **2.4.6 Transporte de Coordenadas Classe 2**

O serviço de transporte de coordenadas classe 2 tem por objetivo a implantação de vértices e transporte de coordenadas topográficas, para apoio a projetos de saneamento básico.

### **2.4.6.1 Procedimentos específicos**

Pinos de aço ou marcos deverão ser cravados, a partir dos pontos de apoio mencionados no item 2.4.2.10, de tal modo que sejam garantidas as condições de segurança, perenidade e identificação dos vértices implantados.

A implantação de vértices, bem como a escolha das miras devem estar em conformidade com estas especificações.

Em relação à precisão exigida para os trabalhos, deve-se seguir o que está estabelecido para a poligonal classe IP na tabela 7 da norma NBR 13.133.

### **2.4.6.2 Equipamentos e acessórios**

O transporte de coordenadas classe 2 requer a utilização de teodolitos classe 3 (tabela I da NBR 13), distanciômetros classe 1 (tabela 3 da NBR 13.133), estações totais classe 3 (tabela 4 da NBR 13.133), psicrômetros e barômetros, entre outros equipamentos e acessórios.

Serão necessários, também, dois tripés, duas bases nivelantes com prismas e alvos adequados às distâncias da poligonal.

### **2.4.6.3 Trabalhos de campo**

As correções de temperatura e pressão a serem aplicadas nas leituras do distanciômetro devem ser tomadas de psicrômetros e barômetros, aferidos com precisão nominal de 0,5° C e 1,0 mb, respectivamente.

As correções atmosféricas serão computadas através da média de leituras, tomadas nos dois extremos do lado medido, simultaneamente, a cada série de medidas do distanciômetro, quando houver desnível igual ou superior a 50 m.

O registro dos elementos de campo, quer angulares quer lineares, será feito em folhas próprias, previamente aprovadas pela CASAN

### **2.4.6.4 Trabalho de escritório**

Deve ser elaborada uma planta de localização contendo todo o serviço desenvolvido, em conformidade com estas especificações.

O ajustamento de poligonais e o estabelecimento das tolerâncias de fechamento deverão estar em conformidade com o estabelecido pela NBR 13.133 nas suas seções de 6.5.1 a 6.5.8.

## **2.4.7 Nivelamento Geométrico IN**

O nivelamento geométrico IN é um serviço que tem por objetivo oferecer apoio altimétrico aos projetos de saneamento básico.

### **2.4.7.1 Procedimentos específicos**

No caso de o marco de RN de precisão estar a mais de um quilômetro da área onde serão desenvolvidos os serviços, o excedente a essa distância, a critério da CASAN, deve ser considerado como nivelamento geométrico, passando a ser objeto de medição.

As RNs devem ser materializadas em conformidade com estas especificações.

Os marcos de RN ou PS devem ter dimensões em conformidade com estas especificações.

A implantação de pinos não deve ser feita em:

- pavimento asfáltico betuminoso;
- juntas de dilatação, juntas de guias, etc.;
- tabuleiros de pontes.

A metodologia de nivelamento a ser empregada é a definida pela classe IN, constante da tabela 8 da norma NBR 13.133.

### **2.4.7.2 Equipamentos e Acessórios**

Para a realização do nivelamento geométrico IN devem ser utilizados, além de outros equipamentos necessários, níveis classe 2 (tabela 2 da NBR 13.133), miras dobráveis, tripés, sapatas de ferro, guarda sol.

### **2.4.7.3 Trabalho de campo**

Deve-se determinar um ponto de segurança - PS, em soleiras de prédios notáveis ao longo do percurso. Na inexistência desses prédios, devem ser utilizados marcos, a cada 500 m, aproximadamente.

O PS é obrigatoriamente um ponto de mudança de instrumento, e o intervalo de visada não poderá ultrapassar 80 (oitenta) metros.

Os dados de campo devem ser anotados em cadernetas devidamente aprovadas pela CASAN.

Para cada RN ou PS deve-se elaborar uma monografia nos moldes do formulário constante no Anexo1.



#### **2.4.7.4 Trabalho de escritório**

Devem ser calculadas as cadernetas de nivelamento. Posteriormente, os valores serão transferidos para o formulário do Anexo 1.

Na planta de localização, os circuitos, linhas e seções devem ser representados por convenções distintas, interligando as RNs e PSs implantados.

### **2.4.8 Nivelamento Geométrico de Precisão**

O serviço de nivelamento geométrico de precisão tem por objetivo estabelecer marcos de referência de nível (RN) de precisão, segundo as especificações do IBGE, para o apoio altimétrico dos projetos de saneamento básico.

#### **2.4.8.1 Procedimentos específicos**

Os marcos de RNs ou PSs devem estar em conformidade com estas especificações.

A implantação dos marcos deve ser feita em locais estáveis e protegidos, isentos de movimentações ou de vibrações, onde não haja possibilidade de desgaste da chapa ou pino em função de trânsito de pedestres e de veículos.

Na hipótese de aproveitamento de estruturas, tais como pilares, cabeceiras de pontes, etc., serão implantadas RNs ou PSs, mas somente naquelas que tiverem sido construídas há mais de cinco anos.

As visadas não deverão ter comprimento superior a 60 m.

#### **2.4.8.2 Equipamentos e acessórios**

Para o nivelamento geométrico de precisão deverão ser utilizados níveis de precisão classe III, miras *invar*, sapatas de ferro, tripés, guarda sol, máquina fotográfica, etc.

#### **2.4.8.3 Trabalho de campo**

A CASAN indicará o número mínimo de marcos de RN a serem implantados. A distância entre os marcos deve ser de aproximadamente 1.000 m.

Devem ser determinados PSs em soleiras ao longo do percurso. Na inexistência desses prédios com soleiras devem ser utilizados marcos. Os PSs devem ter espaços entre eles de 500 m, aproximadamente.

O PS deve ser obrigatoriamente um ponto de mudança do nível de luneta.

Os dados de campo deverão ser anotados em cadernetas devidamente aprovadas pela CASAN.

Para cada RN ou PS deve-se elaborar uma monografia nos moldes do formulário constante no Anexo1.

#### **2.4.9 Implantação de Pontos de Coordenadas com Utilização de G.P.S.**

A implantação de pontos de coordenadas com utilização de G.P.S. tem por objetivo a determinação de pontos geodésicos, por rastreamento de satélites por sistema G.P.S., para apoio de levantamentos topográficos destinados a projetos de obras de saneamento básico.

##### **2.4.9.1 Procedimentos específicos**

Os marcos a empregar na monumentação em campo devem ser:

a) Pinos de aço ou marcas em relevo, a serem utilizados em:

- cabeceiras de pontes e viadutos ou outras estruturas com fundação;
- reservatórios semi-enterrados ou elevados da CASAN;
- blocos de ancoragem e rochas de grande porte.

b) marcos de concreto, estáveis.

Os pontos de implantação de marcos de concreto devem estar em locais com boa visibilidade, tanto para os satélites quanto para o emprego de metodologia geodésica clássica.

Não serão aceitos pontos sem intervisibilidade e que não tenham um marco de azimute a uma distância mínima de 0,5 Km.

Para a determinação de até 5 pontos para apoio a obras, o serviço deve ser executado empregando-se um polígono fechado apoiado por, no mínimo, 2 pontos do S.G.B.

Projetos que envolvam determinações acima de 5 pontos devem ser apoiados por uma rede de controle formada por 3 pontos, que devem estar conectados ao S.G.B.

A conexão desses pontos de controle com o S.G.B em planimetria pode ser feita através de um dos seguintes métodos:

- a) A rede de controle deve ser apoiada em no mínimo 2 vértices do S.G.B. nos casos em que não se desejar a interação da rede G.P.S. com o S.G.B. e em que o apoio tiver o objetivo exclusivo de se obterem coordenadas com precisão adequada ao posicionamento diferencial.
- b) No caso de a rede se apoiar no S.G.B. para integrar-se ao sistema, sujeitando-se à sua precisão, deve-se proceder da seguinte forma:
  - Para pontos do S.G.B com precisão igual ou superior a 1 ppm em planimetria, devem ser empregados 2 pontos de conexão.

- Para os pontos de apoio com precisão entre 1 e 10 ppm devem ser empregados no mínimo 3 pontos de apoio à rede de controle.

A quantidade mínima de pontos de controle vertical deve ser 4 (quatro), distribuídos de forma geométrica regular entre a rede de controle e os pontos geodésicos do adensamento.

Os pontos de controle vertical serão, no mínimo, 4 (quatro), distribuídos de forma geométrica regular entre a rede de controle e os pontos geodésicos do adensamento.

O espaçamento entre os pontos da rede de controle e o centro da área de interesse não deve exceder a 5 vezes a distância entre o centro da área e a estação do adensamento mais afastada.

A metade (cinquenta por cento) dos pontos de controle não deve estar a menos de 1/5 (um quinto) da distância entre o centro do projeto e a estação do adensamento mais afastada.

Os pontos de controle situados fora do limite da área do projeto não devem estar a mais de 50 km deste limite.

A localização dos pontos da rede de controle deve abranger no mínimo os quadrantes da área do projeto.

Deve ser feito um mapa celeste contendo as obstruções e a passagem dos satélites, durante o tempo programado para a sessão, em tempo civil, para cada vértice em que seja feita a observação dos satélites.

#### **2.4.9.2 Equipamentos e acessórios**

O equipamento rastreador de satélites G.P.S. deve ser do tipo Geodésico com as seguintes especificações mínimas:

a) Para determinações até 50 km de distância:

- c/ código c/a e frequência L1;
- mínimo de nove canais;
- desvio-padrão com posicionamento diferencial, rastreando um mínimo de cinco satélites continuamente e por período não inferior a uma hora;
- desvio-padrão para o método estático:
  - \* Distância horizontal  $\pm (10 \text{ mm} + 2 \text{ ppm})$
  - \* Distância vertical  $\pm (20 \text{ mm} + 2 \text{ ppm})$
  - \* Azimute  $\pm (1'' + (5/D))$   
Onde D = distancia em Km;
- desvio-padrão para o método diferencial cinemático;

- distância horizontal  $\pm$  (1 a 2 cm) Tipicamente;
  - distância vertical  $\pm$  (2 a 3 cm) Tipicamente;
  - intervalo mínimo de rastreio de 1 segundo;
  - baixo nível de ruído no código e fase;
  - capacidade mínima de armazenamento 1 Mb;
  - interface RS 232 C;
  - antena *Microstrip* ou *patch* com *Ground Plane* ou tipo *choke ring*;
  - dispositivo para medir a altura instrumental com resolução milimétrica;
  - cabos de 10 m e 30 m.
- b) Para distâncias superiores a 50 km e inferiores a 250 km, a única alteração nessas especificações é a seguinte:
- código c/a e frequências L1 e L2.

#### **2.4.9.3 Trabalhos de campo**

A aplicação das instruções aqui descritas requer conhecimento dos princípios fundamentais de estatística e ajustamento pelo método dos mínimos quadrados.

Cuidados especiais devem ser tomados quando da conexão de redes G.P.S. com o S.G.B, em função da discrepância de precisões.

A correção ionosférica deve ser aplicada para as estações que tenham espaçamento acima de 50 km.

O período de tempo mínimo de observação de cada sessão deve ser estabelecido a partir dos seguintes critérios, em função da técnica de processamento:

- Para processamento exclusivamente pela tripla diferença de fase, o tempo mínimo não será inferior a 120 minutos.
- Para outras técnicas de processamento de observações de fase, que empreguem iterativamente tripla e dupla diferença de fase, o tempo mínimo será de 60 minutos.

O intervalo entre as observações deve ser de 15 a 30 segundos.

Os satélites observados devem estar distribuídos entre 3 ou 2 quadrantes do horizonte e opostos diagonalmente.

As obstruções do horizonte não podem passar acima de 40° de elevação.

Cada sessão deve ter um mínimo de 4 (quatro) satélites observados simultaneamente pelo menos durante 75 % do tempo de observação.

Devem ser realizadas ocupações independentes dos vértices ou estações, observando-se que:

- 10% (dez por cento) das estações tenham 3 ocupações.
- Sejam ocupadas duas ou mais vezes 30% (trinta por cento) das novas estações; 100% (cem por cento) das estações usadas no controle vertical; 25% (vinte e cinco por cento) das estações empregadas para controle horizontal; os pares de estações intervisíveis para fins de obtenção de azimute.

Dos vetores independentes, 5% (cinco por cento) devem ser determinados em números iguais para as direções norte-sul e leste-oeste.

As poligonais para verificação do erro linear de fechamento devem observar os seguintes critérios:

- Conter no mínimo 2 vetores obtidos por sessões diferentes.
- Conter no máximo 10 vetores.
- Apresentar caminhamento menor ou igual a 100 km.

O número máximo de vetores que não se enquadrem no teste de poligonais não pode ser superior a 30 % (trinta por cento) do total de vetores do projeto.

O número máximo de estações que não se enquadrem no teste de poligonais não deve ser superior a 15 % (quinze por cento) dos vetores do projeto.

Vértices espaçados a menos de 3 km devem ser conectados por vetores.

A altura instrumental deve ser verificada duas vezes a cada sessão.

Sob condições atmosféricas perturbadas como tempestades, ou se houver diferenças de altitude acima de 100 m entre as estações, devem-se fazer medidas de temperatura úmida e seca e tomar a pressão atmosférica. Se a diferença de altura entre o barômetro e a antena for suficiente para alterar a pressão próxima a 1 mb, deve-se corrigi-la do centro de fase da antena.

#### 2.4.9.4 Precisão dos trabalhos

Após ajustamento vetorial, com injeção mínima, todos os vetores da rede devem ter sua precisão menor ou igual a 10 ppm ou 1:100.000 a 95% de nível de confiança

No pressuposto do erro base ser igual a 1 cm.

A expressão:

$$S = \frac{\sqrt{1 + (1ppmd)^2}}{1,96}$$

onde:

s = erro máximo temível, a 95% de nível de confiança, dado em cm.

d = distância entre os vértices dada em km

fornece o erro médio temível, para uma dada distância, sendo o erro máximo admissível (tolerância) para essa distância igual a  $1,96 \times S$ , ou seja, aproximadamente, duas vezes maior que o erro base. É ainda necessário observar, nos vetores de pequena dimensão, se há um predomínio do erro de centragem sobre S comparando-o com os valores de K dados pela tabela 01, função do espaçamento entre as estações.

Os erros máximos de centragem, a 95% de nível de confiança, em qualquer componente, são tabelados em função do espaçamento entre as estações e a precisão de 10 ppm (tabela 01).

PM	Distância entre as estações (Km)									
10	0,0 1	0,0 5	0,1	0,5	1	5	10	50	10 0	
										Erro de centragem em cm, a 95% de nível de confiança
	0,3	0,3	0,3	0,3	0,3	0,3	0,5	2,5	5	

Tabela 01: Distância entre as estações

**Nota** : Os valores de K baseiam-se em estimativas de erros de centragem quando a antena é instalada sobre base nivelante em tripé com altura total menor que 5 m. Quando a antena e a base nivelante são instaladas em pilares com pino de centragem forçada, o erro máximo esperado é de 10 mm. Da mesma forma, para mastros ou torres maiores que 5 m, espera-se que o valor mínimo de K seja maior que 30 mm.

#### 2.4.9.5 Trabalhos de escritório

É desejável a verificação dos trabalhos por meio de poligonais. No entanto, para que essa verificação seja válida, é preciso que:

- as poligonais contenham pelo menos 2 vetores determinados em sessões diferentes;
- as poligonais não excedam a 100 km;
- o número máximo de vetores em cada poligonal seja menor ou igual a dez;
- a porcentagem de vetores independentes que não satisfaçam os critérios para inclusão em qualquer poligonal não seja superior a 20% do total destes vetores.

Considerando-se qualquer dos três componentes, x, y e z, deve-se

observar que:

- erro de fechamento máximo permitido não exceda a 25 cm para qualquer componente;
- erro máximo de fechamento relativo ao comprimento da poligonal não exceda a 12,5 ppm;
- A média dos erros de fechamento relativo ao comprimento da poligonal não exceda a 8 ppm.

As diferenças entre os vetores repetidos não devem exceder a 10 ppm em qualquer componente, x, y ou z.

A rede de pontos de controle deve ser ajustada pelo método dos mínimos quadrados, com ajustamento vetorial. Após o ajustamento da rede de controle, deve ser feito o ajuste dos pontos de adensamento, utilizando-se como injeção os pontos da rede de controle.

As coordenadas finais dos pontos que estiverem no sistema geodésico do sistema G.P.S. devem ser transformadas para o Sistema Geodésico Brasileiro, utilizando-se as Equações Diferenciais Simplificadas de *Molodenskii*. A critério da CASAN, a transformação pode ser desse sistema para o antigo Sistema Geodésico Brasileiro com *DATUM* Córrego Alegre. Os parâmetros de transformação são os divulgados pelo IBGE.

A planta de localização, em conformidade com estas especificações, deve conter indicação dos marcos que são intervísíveis.

#### **2.4.10 Levantamento Planialtimétrico de Áreas**

O serviço de levantamento planialtimétrico de áreas é aplicado a projetos de unidades localizadas, tais como estações de tratamento de água ou esgoto, reservação de água, etc. É utilizado também em levantamentos do tipo as *built* destas mesmas instalações.

##### **2.4.10.1 Procedimentos específicos**

O perímetro da gleba deve ser envolvido por uma poligonal base, partindo-se de pontos de apoio, em conformidade com estas especificações.

Em glebas cujas divisas não forem bem caracterizadas, os pontos de divisa devem ser monumentados com marcos, após comunicação com o proprietário.

Quando qualquer linha percorrer locais pavimentados, devem-se utilizar pinos de aço.

A materialização no terreno dos pontos da poligonal deverá ser, em conformidade com estas especificações, sendo que, em cada área, serão implantados no mínimo dois marcos de concreto intervísíveis.

#### **2.4.10.2 Equipamentos e acessórios**

Para o levantamento planialtimétrico de áreas deverão ser utilizados teodolitos classe 2 (tabela 1 da NBR 13.133), distanciômetros classe I (tabela 3 da NBR 13.133), estações totais classe 2 (tabela 4 da NBR 13.133), níveis da classe 2 (tabela 5 da NBR 13.133), tripés, prismas, balizas, miras dobráveis, nível de cantoneira, sapatas de ferro, trena de aço, além de outros equipamentos que se fizerem necessários.

#### **2.4.10.3 Trabalhos de campo**

Para o levantamento de áreas destinadas a lagoas de estabilização, deve-se utilizar estaqueamento em malha, gerada a partir de uma linha base. A linha base deve ter seus extremos apoiados em uma poligonal de contorno da lagoa ou na poligonal do emissário. Esses extremos devem ser materializados por marcos de concreto.

Para as lagoas de estabilização, deve-se, ainda, determinar a altitude na enchente máxima do local.

Os pontos de divisa de imóveis, cercas, muros, linhas de transmissão, construções e estruturas em geral, atingidos pela área, serão medidos por irradiação, a partir da poligonal base, com trena de aço ou distanciômetro eletrônico. Os nomes e endereços dos proprietários e confrontantes dos imóveis devem ser anotados em croqui e planta.

Os demais detalhes, tais como córregos, lagos, formações vegetais, afloramentos rochosos, podem ser medidos taqueometricamente.

Quando as áreas contiverem cursos de água, as margens desses cursos e as áreas inundáveis devem ser perfeitamente caracterizadas. A intervalos máximos de 100 m, devem ser nivelados os pontos correspondentes ao talvegue do córrego ( $T_a$ ) e ao nível de água ( $N_a$ ). Para calcular as altitudes de enchentes máximas ( $E_m$ ), devem-se observar os vestígios deixados por enchentes anteriores e recorrer a fontes de informações tais como habitantes antigos e outros conhecedores da região. Esses dados serão registrados em croqui e em planta: após as iniciais –  $T_a$ ,  $N_a$  ou  $E_m$  – serão anotados os valores correspondentes até a casa do centímetro.

Deve ser determinada a altitude da soleira de todo imóvel que estiver a até 2,00 m abaixo do greide da via.

Os poços de visita (P.V.) devem ser nivelados em suas soleiras de montante e de jusante. O diâmetro das tubulações e o material de constituição desses P.V. deve ser cadastrados.



Havendo pontes ou viadutos, devem ser determinadas as altitudes dos tabuleiros em sua parte superior e inferior, bem como a posição dos pilares e cabeceiras.

Quando na área a ser cadastrada houver vias públicas – avenidas, ruas, vielas, etc. –, além dos procedimentos anteriores, deve ser fazer uma linha de estaqueamento, ao longo do eixo da via pública, com origem no cruzamento de eixos de vias próximas, ou em outro ponto bem definido no trecho da via a ser trabalhado. As estacas terão espaçamento de 20 m.

Todos os bueiros serão nivelados nas suas soleiras de montante e de jusante. Deve-se registrar as seções desses bueiros, bem como o material de que são feitos.

Todos os vértices implantados deverão ser nivelados com base no nivelamento geométrico da classe IIN (tabela 8 da norma NBR 13.133).

A densidade mínima de pontos a serem medidos por hectare é a prescrita na tabela 6 da norma NBR 13.133.

As convenções topográficas devem ser utilizadas em conformidade com o anexo B da norma NBR 13.133.

A escolha dos pontos do terreno a serem levantados deverá ser feita criteriosamente para que o terreno seja fielmente representado. Para tanto, as cadernetas de campo deverão conter croquis limpos e claros, com indicações das modificações da superfície do terreno pelas erosões, cortes, aterros, etc.

#### **2.4.10.4 Precisão dos trabalhos**

Para que os trabalhos mencionados no item acima alcancem a precisão desejada, devem-se observar prescrições para as classes de levantamento planialtimétrico cadastral, em concordância com a tabela 6 da NBR 13.133, nos seus aspectos metodológicos, a saber:

- 1 . Para levantamentos com representação em escalas de 1:2000 e 1:1000, deve ser empregada a metodologia de levantamento classe I PAC.
- 2 . Para levantamentos com representação em escala 1:500, deve-se empregar a metodologia de levantamento classe II PAC.
- 3 . Para levantamentos com representação em escala 1:200, deve-se efetuar, em conjunto com a CASAN, um estudo de cada caso, levando-se em consideração as peculiaridades da área em questão, sob acompanhamento do setor de análise topográfica. A metodologia a ser empregada deve seguir aspectos metodológicos da classe II PAC.
- 4 . As malhas de pontos, descritas no item acima, devem ser executadas segundo o seguinte critério:

- 5 . Para representação em escalas de 1:2000 e 1:1000, a metodologia a empregar será da classe VIII PA (tabela 5 da norma NBR 13133).
- 6 . Para representação em escalas 1:500 ou superiores, deve-se empregar a metodologia classe VII PA (tabela 5 da norma NBR 13.133). Em áreas de mais de 100 ha, devem-se utilizar poligonais da classe III P (tabela 7 da NBR 13.133) e nivelamento da classe IIN (tabela 8 da NBR 13.133).
- 7 . Ao se levantar o marco de curva de nível que também for um marco ou vértice de divisa, devem-se observar os seguintes critérios quanto ao erro médio de posição do ponto de divisa (ou segundo a NBR 13.133):
  - Em regiões urbanas destinadas a uso residencial, industrial ou comercial em que o valor da terra seja relativamente alto, o erro médio de posição ( $e_v$ ) após o ajustamento da poligonal não pode ser superior a  $\pm 0,04$ m.
  - Em regiões urbanas e suburbanas destinadas a uso residencial, comercial ou industrial em que o valor da terra seja tido como relativamente médio ou alto, o erro médio de posição ( $e_v$ ) após o ajustamento da poligonal não pode ser superior a  $\pm 0,07$  m.
  - Em regiões rurais em que se desenvolvam atividades agro-pastoris ou recreativas, e o valor atribuído à terra seja relativamente médio, o erro médio de posição ( $e_v$ ) após o ajustamento da poligonal não pode ser superior a  $\pm 0,10$  m.
  - Em regiões rurais em que se desenvolvam atividades de reflorestamento, extrativismo, etc. e o valor da terra seja relativamente baixo, o erro médio de posição ( $e_v$ ) após o ajustamento da poligonal não pode ser superior a  $\pm 0,15$  m.

#### **2.4.10.5 Trabalhos de escritório**

Os cálculos, o original topográfico bem como o desenho topográfico final contendo os serviços realizados devem ser elaborados em conformidade com estas especificações.

A escala do levantamento planialtimétrico a ser desenhado será previamente definida pela CASAN.

#### **2.4.10.6 Material a ser entregue**

Além do material anteriormente mencionado, relatório técnico, planta de localização, também deverão ser entregues à CASAN, original topográfico e desenho topográfico final em CAD, de acordo com a Norma de Desenho em CAD, com 2 cópias em papel opaco, conforme especificado anteriormente.

#### **2.4.11 Levantamento Planialtimétrico Complementar de Ruas Novas**

O serviço de levantamento planialtimétrico complementar de ruas novas tem por objetivo a complementação de plantas cadastrais e cartas de municípios, com a finalidade de propiciar estudos de viabilidade, projetos básicos e cadastro técnico de redes de distribuição de água e coletoras de esgotos.

##### **2.4.11.1 Procedimentos específicos**

Não havendo rede de referência cadastral, deve-se partir dos pontos especificados anteriormente.

Se houver rede de referência cadastral no município e se a planta a ser utilizada estiver a ela referenciada, a poligonal base deve ser apoiada em vértices dessa rede.

Não havendo rede de referência cadastral, os vértices iniciais e finais da poligonal base devem ser implantados na parte já existente e cadastrada da via, em pontos perfeitamente identificáveis na planta e em campo, de maneira a possibilitar a leitura gráfica das coordenadas planimétricas que devem ser adotadas como coordenadas desses vértices.

A poligonal base, deve ser de classe IVP (Tabela 7 da NBR 13.133), cujas precisões decorrem das prescrições contidas nas seções de 6.5.1 a 6.5.8 da NBR 13.133. O nivelamento geométrico dos vértices dessa poligonal é da classe IIN (Tabela 8 da NBR 13.133), com tolerância de fechamento de  $20mm\sqrt{K}$ , sendo K a distância em quilômetros.

##### **2.4.11.2 Equipamentos e acessórios**

Para o serviço em questão, devem ser utilizados teodolitos de classe 2 (tabela 1 da NBR 13.133), distanciômetros de classe 1 (tabela 3 da NBR 13.133), estação total classe 1, níveis de classe 2 (tabela 2 da NBR 13.133), tripé, miras dobráveis, trenas, balizas, prismas, sapatas de ferro, além de outros equipamentos que se fizerem necessários.

##### **2.4.11.3 Trabalhos de campo**

Pontos de detalhe perfeitamente identificáveis na planta a complementar devem ser medidos em campo. A quantidade de pontos deve ser suficiente para permitir uma atualização adequada.

Deverão ser levantados os alinhamentos prediais, passeios e leitos carroçáveis.

Todas as vias adjacentes existentes em planta devem ter um conjunto de pontos conforme o item acima.

As medidas lineares dos lados da poligonal base deverão ser tomadas diretamente com trena de aço, controladas taqueometricamente por visadas de vante e de ré, ou feitas com distanciômetro ou estação total.

Os vértices das poligonais intermediárias deverão ser materializados no terreno, com piquetes de madeira ou, no caso de ruas pavimentadas, com pinos de aço.

Os vértices da poligonal base devem ser nivelados geometricamente, e os pontos irradiados podem ter sua altitude ou cota determinada por nivelamento trigonométrico.

Devem-se utilizar convenções topográficas conforme anexo B da norma NBR 13133.

#### **2.4.11.4 Trabalhos de escritório**

Nos desenhos, conforme Norma de Desenho em CAD, nenhuma inscrição deve ser feita no leito das vias. As designações devem estar escritas paralelamente ao seu traçado.

Devem constar no desenho topográfico final as ruas levantadas devidamente compatibilizadas com as já existentes, bem como com os vértices de poligonal, RN e PS.

Nas planilhas de cálculo, deve ser indicada, em cada folha, a origem das coordenadas que tiverem sido obtidas graficamente. Serão utilizados os dizeres: "*coordenadas dos vértices de origem \_\_, obtidas graficamente por leitura na planta \_\_ folha \_\_*".

Devem ser elaborados os cálculos, o original topográfico e o desenho topográfico final contendo os serviços realizados.

#### **2.4.11.5 Material a ser entregue**

Também para esse serviço, serão entregues, além do material já mencionado, original topográfico e desenho topográfico final em CAD, com 2 cópias em papel opaco.

### **2.4.12 Cadastramento de Soleiras Baixas**

O cadastramento de soleiras baixas tem o objetivo de subsidiar o projeto de redes coletoras de esgoto sanitário. São consideradas soleiras baixas aquelas cuja cota se situa até 2 metros abaixo do greide da via.

#### **2.4.12.1 Equipamentos e acessórios**

Para a realização desse serviço, devem-se utilizar níveis classe 2, trena de aço, mira dobrável, balizas, tripés, etc.

#### **2.4.12.2 Trabalhos de campo**

As soleiras são, obrigatoriamente, pontos de mudança de instrumento.

As soleiras com desnível de até 2 metros abaixo do greide da via, devem ser identificadas pelo número do imóvel na via.

A amarração das soleiras deve ser realizada através de medidas feitas com trena de aço, tendo como referência a linha base que acompanha o eixo da rua. O estaqueamento deve ser feito com espaços de 20 m.

Com os dados coletados em campo devem-se elaborar croquis de amarração contendo a identificação de todas as soleiras cadastradas.

O nivelamento empregado nesse serviço deve ser classe IIN conforme tabela 8 da norma NBR 13.133.

#### **2.4.12.3 Trabalhos de escritório**

Todas as soleiras cadastradas devem ser assinaladas ou em planta topográfica, obtida por restituição aerofotogramétrica, em escala 1:1.000 ou 1:2.000, ou em outra planta previamente confeccionada para atendimento ao projeto, no padrão adotado pela CASAN.

### **2.4.13 Implantação de Projeto Executivo**

O serviço de implantação de projeto executivo tem por objetivo a locação, nivelamento e amarração de pontos representativos ou de peças previstas dos projetos acima referidos.

#### **2.4.13.1 Procedimentos específicos**

A partir dos pontos referidos nas especificações anteriores, deve-se implantar no mínimo um ponto de segurança (PS) em cada quadra, na soleira de prédios notáveis, formando uma pequena rede distribuída, com o espaçamento mais regular possível, materializados com pinos ou marcos de concreto. Inexistindo tais prédios, o PS deve ser implantado em local seguro e estável. Devem-se elaborar monografias destas referências (PSs).

A precisão dos trabalhos decorre da metodologia, desenvolvimento e tolerância de fechamento para nivelamentos da classe II N, constantes na tabela 8 da NBR 13.133.

#### **2.4.13.2 Equipamentos e acessórios**

Para a realização desse serviço, deverão ser utilizados níveis classe 2 (tabela 2 da NBR 13.133), tripés, sapatas de ferro, trenas de aço, balizas, miras dobráveis, etc..

#### **2.4.13.3 Trabalhos de campo**

A firma responsável pelo projeto deve definir, em campo, os pontos representativos das singularidades, peças e/ou acessórios da rede, tais como PVs, caixas de registro, hidrantes, macromedidores, curvas, TEs, registros.

Esses pontos devem ser levantados, no campo, pela firma executante dos serviços topográficos, que os materializará no terreno através de pinos de aço ou estacas, identificados com inscrições a tinta e amarrados por triangulação a trena: deverão ser construídos triângulos formados a partir de pontos bem definidos dos alinhamentos prediais, tais como divisas de propriedades, esquinas, postes, etc. O ponto locado será, necessariamente, um dos vértices desse triângulo.

O traçado do projeto deve ser estaqueado de 20 em 20 metros. Como origem do estaqueamento é adotado um cruzamento de eixos de duas ruas, ou algum ponto bem definido no trecho a ser trabalhado.

Todos os pontos locados, todas as estacas e pontos notáveis devem ser nivelados pelo processo geométrico e contranivelados. Seus valores altimétricos, definidos pela média aritmética, serão expressos até o milímetro.

Existindo edificações com soleiras até 2 m abaixo do greide da rua, estas deverão ser cadastradas, conforme especificado anteriormente.

Todas as medidas dessas amarrações, inclusive a distância entre pontos locados (singularidades, peças e/ou órgãos acessórios), devem ser tomadas com o auxílio de trena de aço horizontalizada entre balizas. Com as medidas assim obtidas, deverão ser elaborados croquis das amarrações das singularidades, peças e/ou órgãos acessórios, com rodapé preenchido.

#### **2.4.13.4 Trabalhos de escritório**

Em planta topográfica obtida por restituição aerofotogramétrica, em escala 1:1000 ou 1:2000 – ou em qualquer outra planta previamente confeccionada para atender ao projeto, no padrão adotado pela CASAN – devem ser assinaladas as singularidades, peças e/ou acessórios da rede, bem como do PSs implantados, com suas respectivas cotas.

#### **2.4.14 Levantamento de Seções Batimétricas**

O levantamento de seções batimétricas consiste na obtenção de seções batimétricas do leito submerso de rios, canais, lagos, reservatórios, etc.

#### **2.4.14.1 Equipamentos e acessórios**

No que concerne à instrumentação de campo necessária a esse serviço, deverão ser utilizados teodolitos classe 2 (tabela 1 da NBR 13.133), distanciômetros classe 1 (tabela 3 da NBR 13.133), estações totais classe 2 (tabela 4 da NBR 13.133), níveis classe 2 (tabela 2 da NBR 13.133), tripés, prismas, balizas, miras de encaixe ou dobráveis, nível de cantoneira, sapatas de ferro, trena de aço, etc.

Em relação à instrumentação de escritório, levantamento de seções batimétricas requer a utilização de planímetro, curvímetro, microcomputador, coordenatógrafo, transferidor, escalímetro, esquadros, normógrafo, além de material de desenho em geral.

#### **2.4.14.2 Procedimentos específicos**

Observadas as dimensões da seção transversal do curso de água, as seções batimétricas podem ser levantadas com ecobatímetro de registro contínuo ou por sondagem.

A implantação de marcos que constituem pontos de controle para posicionamento exige que, no posicionamento do ecobatímetro, a rede de controle tenha uma distribuição adequada ao posicionamento mais preciso proporcionado pela técnica utilizada. Os marcos devem estar instalados em locais estáveis, seguros e de fácil acesso.

As réguas limnimétricas devem ser instaladas em locais de fácil acesso ao nivelamento, para que fiquem estáveis e as leituras não sejam perturbadas pela movimentação da água.

#### **2.4.14.3 Trabalhos de campo**

A batimetria por sondagem deve ser realizada empregando-se cabo de aço graduado de metro em metro, entre os marcos extremos de cada seção.

Os intervalos entre os pontos de sondagem devem ser de 2% do comprimento da seção. Para seções cujo comprimento for menor que 100 m, o intervalo poderá ser de 2 m, a critério da FISCALIZAÇÃO.

A ecobatimetria deverá ser realizada por equipamento de registro contínuo, instalado em embarcação de dimensões e velocidade adequadas às condições locais.

Quando a seção batimétrica a ser levantada for complemento de um outro trabalho topográfico, deve ser posicionada no mesmo referencial deste.

As réguas limnimétricas devem ser instaladas em cada seção, devendo ser determinada sua altitude ou cota por nivelamento geométrico, permitindo a leitura do nível da água (NA).

As leituras do NA devem ser anotadas em cada seção, registrando-se, a cada leitura, hora, dia, mês e ano.

Com uso de ecobatímetro de registro contínuo, serão aceitas 2 leituras para cada seção transversal. Em seções longitudinais, serão feitas 2 leituras a cada passagem do barco pela régua limnimétrica.

As poligonais base para determinação das seções devem ser classe III P ou superior, conforme tabela 7 da norma NBR 13.133.

O nivelamento dos marcos e réguas limnimétricas deve ser classe II N, conforme tabela 8 da norma NBR 13.133.

O ecobatímetro deve ter registro contínuo de dados e desvio padrão de 0,5 % na medida da profundidade.

O sistema de posicionamento do ecobatímetro deve ter precisão melhor que 2 m.

#### **2.4.14.4 Trabalhos de escritório**

Deve ser feito um desenho topográfico em que figurem todas as seções levantadas e seus perfis, elaborados em conformidade com estas instruções.

Havendo disponibilidade de perfis de projeto ou de *as built*, os perfis das seções levantadas devem ser sobrepostos.

Os desenhos topográficos finais devem conter ainda a informação do NA, com a respectiva data e hora, altitudes e coordenadas dos marcos extremos de cada seção.

#### **2.4.14.5 Material a ser entregue**

Além do relatório técnico e da planta de localização, a CONTRATADA se obriga a entregar à CASAN o original topográfico e o desenho topográfico final, com as respectivas cópias (2 vias).

### **2.4.15 Cadastramento de Interferências Subterrâneas**

O serviço de cadastramento de interferências subterrâneas consiste no levantamento das instalações subterrâneas de concessionárias de serviços públicos, energizadas ou não, com o objetivo de definir a posição, ocupação e profundidade dessas instalações, a fim de permitir o desenvolvimento de projetos ou execução de obras de coletores tronco, interceptores, adutoras ou outras unidades lineares.

#### **2.4.15.1 Procedimentos específicos**

Os serviços de cadastramento de interferências subterrâneas aqui descritos pressupõem a existência de plantas dos logradouros públicos ou das áreas específicas de instalações de edificações, em que se possam lançar os dados coletados de modo inconfundível, através das amarrações.



Na inexistência de tais plantas, o cadastramento deve ser realizado juntamente com o levantamento topográfico das vias públicas ou áreas de interesse.

Os serviços de cadastramento de interferências subterrâneas também são utilizados para apoio à execução imediata de obras. Nesse caso, as interferências – ou seja, as redes subterrâneas – devem ser demarcadas no solo com tintas coloridas à base de borracha clorada, de tal forma que os pontos notáveis do cadastramento fiquem assinalados em campo. Uma planta em escala 1:1 mostrará a verdadeira grandeza, com todas as informações de interesse da obra. Esse procedimento tem o objetivo de evitar danos às redes existentes e a todos os envolvidos na execução das obras.

#### **2.4.15.2 Equipamentos ou acessórios**

Para os serviços de cadastramento de interferências devem ser utilizados aparelhos de detecção compostos por um emissor e um receptor de campo eletromagnético, juntamente com os acessórios que acompanham esses aparelhos.

#### **2.4.15.3 Trabalhos de campo**

O cadastro de redes metálicas ou energizadas é executado através de detecção eletromagnética. As redes devem ser demarcadas na superfície, com o rastreamento, em segmentos de aproximadamente 3 (três) metros. Após a demarcação, caminha-se sobre a rede, com um detector de massas metálicas, a fim de que sejam localizadas eventuais singularidades da rede, tais como poços de visitas ou registros soterrados. No trecho de interesse deve ser efetuado o estudo do caminhamento. Serão analisadas todas as condições que formam o conjunto da malha.

As caixas e poços de visita devem ter seu interior detalhado. No interior dos poços, além de sua própria ocupação, devem ser obtidas as medidas das seções das redes. Os diâmetros de canalizações, por exemplo, de água potável, gás, etc., na ausência de poços de visita, são obtidos com auxílio de cadastros das respectivas concessionárias. Com os dados obtidos, são elaborados croquis das caixas e/ou dos poços de visitas.

O cadastramento de redes não metálicas apresenta dois níveis de dificuldade, relativos à possibilidade de acesso interno:

- a) Quando as redes permitem acesso interno – como é o caso das redes pluviais e de esgotos – seu interior deve ser pesquisado através dos poços de visita. Quando os diâmetros são pequenos, deve-se introduzir nas redes, com auxílio de varetas de engate, um emissor autônomo de campo eletromagnético, acessório do equipamento de detecção. A partir desse ponto, o procedimento não deve diferir do

adotado para as redes metálicas ou energizadas. Quando se tratar de canalização de grande porte – por exemplo, galeria moldada de águas pluviais – o posicionamento será definido com a implantação de uma poligonal topográfica de subsolo. Os vértices da poligonal deverão ser materializados no interior das canalizações, a partir de 2 (dois) PVs intervisíveis. Os pontos de curva, tangente, bem como as contribuições (afluentes), serão referenciados aos vértices da poligonal. Deve ser detalhado o interior dos dutos, inclusive com nivelamento geométrico em toda extensão de interesse, a cada 20 (vinte) metros.

- b) Quando a canalização não permite acesso interno – é o caso de redes de distribuição de água potável em PVC, ferro fundido ou cimento amianto, geralmente com pequenos diâmetros, o cadastramento deve ser feito com a execução de valas de inspeção, ou através de detetor provido de um acessório que, acoplado a um registro, ou a qualquer outra peça que permita acesso à rede, induz nesta um fenômeno parecido ao golpe de aríete, criando ondas de choque não destrutivas no interior da tubulação. (conjunto receptor de banda passante de baixa frequência e transdutor que cria ondas de pressão na água).

Se, após a utilização da detecção eletromagnética, ainda restarem dúvidas quanto ao diâmetro, posicionamento ou profundidade das tubulações, deve-se executar furo a trado ou vala de inspeção.

Devem ser feitas medidas para amarração dos pontos notáveis do cadastramento.

Com os dados obtidos em campo, devem ser elaborados croquis de amarração dos pontos notáveis do cadastramento, contendo informações sobre os tipos de interferências, profundidades, etc.

Todos os pontos notáveis do cadastramento serão nivelados geometricamente a partir das referências de nível fornecidas pela CASAN, o que permitirá a obtenção de profundidades absolutas.

O erro de posição horizontal da canalização não deve exceder a 10% do diâmetro da tubulação. O erro de posição vertical não deve exceder a 15% da sua profundidade.

#### **2.4.15.4 Trabalhos de escritório**

Os dados pertinentes ao cadastramento devem ser amarrados topograficamente, uma vez que, à considerável distorção no posicionamento horizontal causada pela triangulação da trena, soma-se o erro inevitável decorrente da detecção através de aparelho, o que acarreta, muitas vezes, erros superiores a 20%. Os pontos de interesse referentes às redes devem ser lançados no desenho final por coordenadas cartesianas.

Devem-se utilizar convenções para representar cada tipo de interferência detectada. O desenho das caixas e poços de visita incluirá sua ocupação, para que se tenha perfeita visualização do espaço disponível. Deve ser lançado o traçado do caminhamento de todas as redes detectadas. Em linhas de chamada, estarão destacadas informações tais como diâmetro e/ou seção, profundidade relativa (recobrimento), tipo de rede.

A planta topográfica final deve conter todos os pontos notáveis de cadastramento, com as respectivas coordenadas e altitudes, um quadro com informações sobre esses pontos, bem como os PVs e seus números de identificação.

Ao fim dos trabalhos será entregue à CASAN o mesmo material explicitado no item 2.4.14.6.

#### **2.4.16 Locação de furos de sondagem**

A locação de furos de sondagem é realizada em relação ao posicionamento de furo já executado ou à locação de furo a executar completado com a cota da boca do furo, para trabalhos geotécnicos.

##### **2.4.16.1 Procedimentos específicos**

Todo furo de sondagem deve ser levantado ou locado a partir dos marcos implantados por ocasião do levantamento topográfico.

Caso os marcos tenham sido destruídos, deve ser desenvolvida uma poligonal a partir dos pontos de apoio, para a execução dos serviços ou a critério da CASAN a locação poderá ser executada obtendo-se graficamente a planta do levantamento topográfico.

##### **2.4.16.2 Aparelhagem ou equipamento**

Para esse serviço devem-se utilizar teodolitos classe 2, distanciômetros eletrônicos classe 1, estações totais classe I, níveis classe II, tripés, trenas de aço, miras dobráveis encaixe, balizas, prismas, etc.

##### **2.4.16.3 Trabalhos de campo**

Os furos devem ser locados ou levantados por irradiação a partir dos marcos da poligonal base do levantamento topográfico ou de poligonais auxiliares.

Na locação, o furo deve ser marcado por um piquete, cujo topo deve estar a 0,02 m do solo, com estaca testemunha onde estará inscrita a identificação do furo.

O furo ou o piquete que o representa deve ser amarrado a pontos bem definidos.

Devem ser elaborados croquis de amarração e identificação dos furos de sondagem.

O topo do furo ou o topo do piquete deve ser objeto de nivelamento.

Serão feitas medidas para amarração dos furos de sondagem, através da construção de triângulos formados a partir de pontos bem definidos, tais como divisas de propriedades, esquinas, postes, etc.

#### **2.4.16.4 Precisão dos trabalhos**

Quando não houver marco implantado pelo levantamento topográfico, deve-se transportar até o local seguindo a metodologia especificada neste manual, para referências de nível e coordenadas planimétricas respectivamente.

A poligonal planimétrica a ser utilizada para a locação do ponto de sondagem deve ser classe IVP ou superior, conforme tabela 7 da norma NBR 13.133.

O nivelamento dos marcos de poligonal deve obedecer à classificação II N ou superior, da tabela 8 da norma NBR 13.133.

O nivelamento dos furos de sondagem ou dos piquetes deve obedecer à classificação III N ou superior, da tabela 8 da norma NBR 13.133.

#### **2.4.16.5 Trabalhos de escritório**

Em planta topográfica obtida por restituição aerofotogramétrica, em escala 1:1000 ou 1:2000, ou em planta que tenha sido previamente confeccionada para atendimento ao projeto, no padrão adotado pela CASAN, devem-se assinalar todos os furos de sondagem, com suas respectivas coordenadas, altitudes e identificações.

Além do relatório técnico já mencionado, serão entregues pela CONTRATADA à CASAN a planta e o croqui de localização.

#### **2.4.17 Locação de seções topográficas**

A locação de seções topográficas consiste na locação e levantamento planialtimétrico de seções transversais, com o objetivo de possibilitar o projeto de adutoras, emissários e obras em geral.

##### **2.4.17.1 Procedimentos específicos**

A partir do ponto referido nestas especificações, os vértices da linha diretriz deverão ser locados com a cravação de marcos de concreto.

O estaqueamento deve ser feito de 20 em 20 m, com piquetes de madeira (0,04 x 0,04 x 0,25 m) identificados com numeração no início, no primeiro vértice da linha diretriz.

#### **2.4.17.2 Equipamentos e acessórios**

Para a realização desse serviço, devem-se utilizar teodolitos classe 2 (Tabela 1 da NBR 13.133), distanciômetros classe 1 (Tabela 3 da NBR 13.133), estações totais classe 2 (Tabela 4 da NBR 13.133), níveis classe 2 (Tabela 2 da NBR 13.133), tripés, miras dobráveis, balizas, prismas, sapatas de ferro, prumo esférico, etc.

#### **2.4.17.3 Trabalhos de campo**

A partir de cada vértice da linha diretriz serão levantadas as seções pelo processo de taqueometria, tomando-se todos os pontos de mudança de greide, ou no mínimo a cada 10 (dez) metros quando o terreno for uniforme.

As seções devem ser ortogonais à direita e à esquerda da linha diretriz, e seu comprimento será determinado em função do projeto.

Todas as estacas das linhas diretrizes deverão ser niveladas pelo processo geométrico e contraniveladas, tendo suas cotas altimétricas definidas pela média aritmética e expressas até o milímetro.

Os pontos ao longo da seção devem ser espaçados de 10 m ou menos, conforme a necessidade de caracterização de pontos notáveis do terreno e mudança de greide.

Os detalhes relevantes da conformação topográfica do terreno entre as seções também devem ser levantados.

É indispensável o controle do estabelecimento da linha diretriz através de amarrações aos marcos de apoio, ou a marcos externos às obras, procedendo-se às correções que se fizerem necessárias.

#### **2.4.17.4 Precisão dos trabalhos**

A precisão planimétrica decorrente da metodologia e do desenvolvimento da poligonal principal de apoio para os pontos a serem locados deve ser classe II P ou superior, conforme tabela 7 da norma NBR 13.133.

A precisão altimétrica decorre da metodologia, desenvolvimento e tolerância de fechamento, constantes da Tabela 8 da NBR 13.133, para a classe IIN, que deve ser a classe dos nivelamentos geométricos dos vértices e estacas.

As seções transversais devem ser niveladas por nivelamento taqueométrico, de acordo com as prescrições contidas na Tabela 8 da NBR 13.133, para nivelamento da classe IV N.

#### **2.4.17.5 Trabalhos de escritório**

O desenho topográfico final deve conter:

- Linha diretriz, seções e marcos implantados.

- Altitude e distância entre as estacas e entre os vértices da linha diretriz.
- Perfis transversais e longitudinais.
- Eventuais interferências detectadas.
- Demais serviços referidos nesta especificações.

Além do relatório técnico e da planta de localização, serão entregues pela contratada à CASAN, o original topográfico, bem como o desenho topográfico final acima discriminado, em CAD, em 2 cópias em papel opaco.

#### **2.4.18 Nivelamento geométrico de cruzamento de ruas, pontos de mudança de greide e pontos de mudança de direção**

O nivelamento geométrico de cruzamento de ruas, pontos de mudança de greide e pontos de mudança de direção fornece o perfil das vias de interesse, com o objetivo de subsidiar estudos de viabilidade de projetos de coletores tronco, emissários, rede coletora de esgotos, adutoras e rede de distribuição de água.

##### **2.4.18.1 Procedimentos específicos**

Os pontos de mudança de greide, direção e cruzamentos de rua devem ser marcados com tinta, piquetes ou pinos de aço, conforme o tipo de calçamento da via a ser nivelada.

A partir dos pontos referidos nesta especificação, devem ser implantados pontos de segurança, 1 (um) em cada quadra, nas soleiras de prédios notáveis, materializados por pinos de aço ou marcos de concreto. Na inexistência de tais prédios os PSs devem ser implantados em locais que ofereçam condições de segurança e estabilidade ao marco. Deverão ser elaboradas monografias das referências PSs.

##### **2.4.18.2 Equipamentos e acessórios**

Para a realização desse serviço, devem-se utilizar níveis classe 2 (Tabela 2 da NBR 13.133), miras dobráveis, tripés, sapatas de ferro, trena de aço, balizas, etc.

##### **2.4.18.3 Trabalhos de campo**

As distâncias entre os pontos nivelados, ao longo do eixo, devem ser obtidas por trena de aço, ou distanciômetro eletrônico.

No caso de projeto de redes coletoras de esgotos, é desenvolvida uma linha de nivelamento pelo eixo da via. Em caso de projeto de rede de abastecimento de água, pode ser desenvolvida, além da linha de nivelamento pelo eixo, outra pelo terço direito ou esquerdo da via, de acordo com a necessidade do projeto.

As edificações com soleira a até 2 m abaixo do greide da via devem ser cadastradas de acordo com estas especificações.

Atenção especial deve ser dada às mudanças de greide da via. Para evitar a formação de perfis falsos, devem-se obter pontos com espaçamento adequado à representação de parábolas, depressões, etc.

A precisão dos trabalhos decorre da metodologia, desenvolvimento e tolerância de fechamento, constantes na tabela 8 da NBR 13.133 para nivelamento da classe II N.

#### **2.4.18.4 Trabalhos de escritório**

Em planta topográfica obtida por restituição aerofotogramétrica, em escala 1:1000 ou 1:2000, ou em outra planta previamente confeccionada para atendimento ao projeto, no padrão adotado pela CASAN, devem ser assinalados todos os pontos nivelados (cruzamento de ruas, mudança de greide, mudança de direção e soleiras baixas), além dos PSs, com suas respectivas altitudes.

## **2.5 SONDAGEM**

É constante a necessidade de prover a CASAN de instrumentos normativos e de orientação para a execução das fundações de suas obras, para a escolha do solo adequado à substituição em escavações ou do material a ser utilizado para aterro em obras de terra.

Objetiva-se, através deste Manual, oferecer ao meio técnico da CASAN, das Empresas Consultoras e CONTRATADAS de Obra os conhecimentos necessários à descrição geológica da região em que se fará alguma obra bem como a caracterização geotécnica do subsolo. Com isso, procura-se facilitar a emissão de pareceres conclusivos que subsidiem, nas obras de sistemas de abastecimento de água e sistemas de esgotos sanitários, a execução de relatórios técnicos preliminares, de projetos básicos e de projetos executivos.

As diretrizes aqui apresentadas para a Execução de Sondagens baseam-se nas *Normas para Execução de Sondagens em Obras da SABESP* e nas normas NBR 6484 - *Execução de Sondagens de Simples Reconhecimento do Solo*, NBR 7250 - *Identificação e Descrição de Amostras de Solos Obtidas em Sondagens de Simples Reconhecimento dos Solos*, NBR 9603 - *Sondagens a Trado*, da ABNT.

### **2.5.1 Programa de trabalho**

O reconhecimento do subsolo para efeito de implantação de uma estrutura é feito, preliminarmente, através de sondagens. O tipo de sondagem a ser realizada, bem como a quantidade de furos necessários serão definidos em função da estrutura a ser implantada. Os valores definidos abaixo deverão

ser adotados como quantidade mínima a ser executada. A critério da FISCALIZAÇÃO, essas quantidades podem ser ampliadas em função do terreno sondado.

#### **2.5.1.1 Obras estruturais localizadas**

Para o caso de fundações para residências e edifícios, o número de furos de sondagem a ser realizado dependerá da área ocupada pela construção, ou melhor, da projeção dessa área. Nesses casos, a quantidade mínima de furos deve ser a indicada na tabela 02:

<b>Área de Projeção</b>	<b>Quantidade de Furos</b>
Até 1.200 m <sup>2</sup>	1 para cada 200 m <sup>2</sup> *
De 1.200 a 2.400 m <sup>2</sup>	1 para cada 250 m <sup>2</sup>
Acima de 2.400 m <sup>2</sup>	1 para cada 300 m <sup>2</sup>

\* mínimo de 3 (três) furos.

Tabela 02: Quantidade de furos por área de projeção

Os furos de sondagem deverão ser distribuídos, em planta, cobrindo toda a área de estudo, não devendo a distância entre furos ultrapassar 25 m, a menos que haja anuência da FISCALIZAÇÃO.

#### **2.5.1.2 Obras de terraplanagem e jazidas de empréstimo de solos**

Para as obras de terraplanagem e jazidas de empréstimo de solos, mais especificamente para projetos e implantação de lagoas de estabilização, valos de oxidação com diques em terra e obras similares, deverá ser prevista uma malha de furos de 30 x 30 m, cobrindo toda a área de projeto.

Sondagens complementares para a perfeita definição dos projetos deverão ser efetuadas nos casos de obras em terra, se for constatada, quando do lançamento das linhas dos diques, uma cobertura insuficiente de furos.

Para jazidas de empréstimo, a malha a ser implantada deverá aproveitar ao máximo os furos que tiverem sido elaborados no estudo preliminar da jazida.

#### **2.5.1.3 Interceptores, coletores tronco, emissários, adutoras e linhas tronco**

Para sistemas de esgoto sanitário, após definidos os traçados dos interceptores, coletores troncos e emissários, deverão ser executadas sondagens a percussão e/ ou rotativas nos trechos de diâmetro igual ou superior a 400 mm e/ou profundidade igual ou superior a 3 metros. Serão realizadas, também, sondagens a trado e/ou poços de inspeção, nos



trechos de menor diâmetro e profundidade. O plano de sondagem se baseará nas quantidades mínimas definidas a seguir e deverá ser aprovado previamente pela FISCALIZAÇÃO.

- Um furo de sondagem para cada 300 m de interceptor, coletor tronco ou emissário, com um mínimo de 2 (dois) furos.

Para sistemas de abastecimento de água, após definidos os traçados da adutoras e linhas tronco, deverão ser executadas sondagens a percussão e/ ou rotativas nos trechos de diâmetros igual ou superior a 300 mm e/ou profundidade igual ou superior a 2 m. Serão realizadas, também, sondagens a trado e/ou poços de inspeção nos trechos de menor diâmetro e profundidade. O plano de sondagem se baseará nas quantidades mínimas definidas a seguir e deverá ser aprovado previamente pela FISCALIZAÇÃO.

- Um furo de sondagem para cada 400 m de adutora ou linha tronco, com um mínimo de 2 (dois) furos.

#### **2.5.1.4 Redes coletoras e redes de distribuição**

Para sistemas de esgoto sanitário, deverá ser elaborado um plano de sondagem previamente aprovado pela FISCALIZAÇÃO, que se baseará nas seguintes quantidades mínimas:

- Quatro furos a trado e/ou poços de inspeção e um furo a percussão e/ou rotativa para cada hectare de projeto.

Os furos realizados para definição dos Interceptores e coletores troncos poderão, a critério da FISCALIZAÇÃO, ser usados na definição da rede coletora.

Para sistemas de abastecimento de água, deverá ser elaborado um plano de sondagem, baseado nas seguintes quantidades mínimas, aprovado previamente pela FISCALIZAÇÃO:

- Quatro furos a trado e/ou poços de inspeção e um furo a percussão e/ou rotativa para cada hectare de projeto.

Os furos realizados para definição das adutoras e linhas tronco, poderão ser usados, a critério da FISCALIZAÇÃO, na definição da rede de distribuição.

#### **2.5.1.5 Formas de execução e apresentação**

A seguir são descritos os procedimentos de execução e apresentação dos resultados das sondagens a trado, por poço de inspeção, a percussão e rotativas.

Em caso de dúvidas e/ou omissões, prevalecerão, em primeiro lugar, as definições das normas da ABNT específicas para cada serviço. Se ainda restarem dúvidas, a decisão caberá à FISCALIZAÇÃO da CASAN.

## **2.5.2 Sondagens a Trado**

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

### **2.5.2.1 Identificação**

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

### **2.5.2.2 Equipamentos e ferramentas**

A CONTRATADA deverá dispor de equipamentos e ferramentas que permitam a execução de sondagem até 15 m de profundidade ou que atendam à programação e à especificação estabelecidas no contrato de serviço.

Do conjunto de equipamentos e ferramentas constarão, no mínimo, os seguintes elementos:

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

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

A CONTRATADA deverá dispor de hastes com comprimentos métricos exatos (de 1, 2, 3 m etc.), a fim de facilitar as operações de início do furo e evitar emendas sucessivas em grandes profundidades.

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

### **2.5.2.3 Execução da sondagem**

A sondagem deverá se iniciar depois de se deixar limpa uma área onde se possam desenvolver todas as operações sem obstáculos e de se abrir um sulco ao redor dessa área, no intuito de desviar, em caso de chuvas fortes, as águas de enxurradas. Esse procedimento não será necessário quando da realização de sondagens para determinação da espessura de material em jazidas.

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

A sondagem deverá iniciar-se com o trado concha e prosseguir até os limites especificados abaixo, observando-se previamente as condições discriminadas a seguir.

Quando o avanço do trado concha se tornar difícil, e o solo for argiloso, deverá ser utilizado o trado helicoidal. No caso de camadas de cascalho, deve-se tentar avançar com a utilização de ponteira.

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

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

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

O controle da profundidade do furo deverá ser feito com precisão de 0,05 m, pela diferença entre o comprimento total das hastes com o trado e a sobra das hastes em relação ao piquete de referência fixado junto à boca do furo.

No caso de a sondagem atingir o nível do lençol freático, a profundidade deste deverá ser anotada. Ocorrendo artesianismo não surgente, deverá ser registrado o nível estático. No caso de artesianismos surgentes, deverá ser feita uma avaliação da vazão de escoamento de água ao nível do solo.

O nível de água deverá ser medido todos os dias, antes do início dos trabalhos e na manhã seguinte, após concluído o furo. A leitura final será feita 24 horas após término do furo.

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

- quando atingir a profundidade especificada na programação dos serviços;
- quando ocorrerem desmoronamentos sucessivos da parede do furo;
- quando o avanço do trado for inferior a 0,05 m em 10 minutos de operação contínua de perfuração.

Em terrenos que forem impenetráveis ao trado – por ocorrência de cascalho, matacões ou rocha –, havendo interesse de se investigar melhor o local, a critério da FISCALIZAÇÃO, o furo deverá ser dado como terminado, sendo iniciado um novo furo deslocado do antigo cerca de 3,00 m, para qualquer direção. Todas as tentativas deverão constar da apresentação final dos resultados.

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

Após aprovação e liberação por parte da FISCALIZAÇÃO, os furos serão totalmente preenchidos com solo, deixando-se cravada no local uma estaca com sua identificação. Nos furos que alcançarem o nível de água, essa operação somente será feita após a última leitura do NA. A boca do furo deverá sempre ser protegida, de modo a não permitir eventuais acidentes.

#### **2.5.2.4 Amostragem**

##### **2.5.2.4.1 Coleta das amostras**

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

##### **2.5.2.4.2 Identificação das amostras**

As amostras serão identificadas por duas etiquetas, uma externa e outra interna ao recipiente de amostragem, das quais constarão:

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

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

#### **2.5.2.4.3 Amostras para ensaios geotécnicos**

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

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

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

#### **2.5.2.5 Apresentação dos resultados**

Quando solicitadas pela FISCALIZAÇÃO da CASAN, informações sobre o andamento da sondagem deverão ser fornecidas diariamente.

##### **2.5.2.5.1 Resultados preliminares**

Os resultados preliminares de cada sondagem a trado deverão ser apresentados, num prazo máximo de 10 dias após o término da sondagem, em boletins em duas vias em que conste:

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

#### **2.5.2.5.2 Resultados finais**

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

#### **2.5.2.5.3 Relatório final**

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

- texto explicativo com localização, número total de furos executados e de metros perfurados, bem como outras informações de interesse e conhecimento da CONTRATADA;
- planta de localização das sondagens;
- se possível, as seções geotecnológicas de interesse para a obra.

### **2.5.3 Poços de Inspeção**

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

Amostra deformada é a extraída pela raspagem ou escavação, implicando a destruição da estrutura e a alteração das condições de compacidade ou da consistência naturais

A amostra indeformada é extraída com o mínimo possível de perturbação, de tal modo que fiquem preservadas tanto a estrutura, quanto as condições de umidade, a compacidade e a consistência naturais.

#### **2.5.3.1 Identificação**

Os poços de inspeção deverão ser identificados pela sigla PI seguida de número de identificação. Em cada obra, esses números terão sempre ordem crescente, independentemente do local, fase ou objetivo da sondagem.

#### **2.5.3.2 Equipamentos e ferramentas**

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

Entre os equipamentos e ferramentas constarão os seguintes elementos:

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

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

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

#### **2.5.3.3 Execução da sondagem**

A escavação do poço deverá se iniciar após a limpeza superficial de uma área de 4,00 x 4,00 m e a construção de uma cerca ao redor dessa área. A cerca será feita em madeira ou com quatro fios de arame farpado fixados em mourões.

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

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

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

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

Durante a fase de execução, por razões de segurança, a CONTRATADA deverá manter uma corda de reserva estendida junto à parede do poço, firmemente fixada na superfície do terreno. Nas paredes do poço, serão escavados degraus, dispostos em duas fileiras diametralmente opostas, que facilitem escalar o poço com o auxílio da corda de reserva.

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

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

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

A FISCALIZAÇÃO opinará sobre a necessidade de dar continuidade ao poço, no caso de insegurança para o trabalho. Se seu aprofundamento for necessário, o escoramento será feito pela própria CONTRATADA, que se valerá de sua experiência nesse tipo de serviço.

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

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

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



Quando a escavação exceder, em profundidade, em 0,10 m a cota prevista para a retirada da amostra indeformada, deve-se evitar o pisoteamento do terreno sobrejacente à superfície do topo da amostra.

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

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

O poço será considerado concluído nos seguintes casos:

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

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

Caso não haja interesse em manter o poço aberto após a conclusão dos serviços, deve-se preenchê-lo totalmente com solo.

Para efeito de identificação, no local do poço deverá ser cravada uma tabuleta com os seguintes dados:

- número do poço;
- profundidade;
- cota da boca, quando fornecida.

#### **2.5.3.4 Amostragem**

##### **2.5.3.4.1 Amostras deformadas**

Amostras deformadas são aquelas extraídas por raspagem ou escavação, o que implica destruição da estrutura e alteração das suas condições naturais de umidade, compactidade e consistência.

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

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

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

As anotações deverão ser feitas em papel cartão, com canetas esferográficas ou tinta indelével, e as etiquetas devem ficar protegidas de avarias decorrentes do manuseio das amostras.

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

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

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

#### **2.5.3.4.2 Amostras indeformadas**

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

O número de amostras indeformadas, bem como as profundidades de coleta, deverão ser determinados pela equipe técnica que acompanha a obra.

A coleta será feita em blocos com formato cúbico, com arestas de 0,30 m de dimensão mínima.

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

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

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

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

Após o endurecimento da parafina, secciona-se cuidadosamente o bloco pela sua base, que será regularizada e parafinada.

O bloco deverá ser retirado do poço com a forma. Após a remoção, deve-se indicar a direção do topo do bloco e colar uma etiqueta de identificação com os seguintes dados:

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

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

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

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

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

#### **2.5.3.5 Apresentação dos resultados**

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

##### **2.5.3.5.1 Resultados preliminares**

Os resultados preliminares da abertura de cada poço deverão ser apresentados num prazo máximo de 15 dias após seu término, em boletins em duas vias, dos quais conste:

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

#### **2.5.3.5.2 Informações finais**

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

#### **2.5.3.5.3 Relatório final**

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

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

### **2.5.4 Sondagens a Percussão**

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

#### **2.5.4.1 Identificação**

As sondagem a percussão deverão ser identificadas pela sigla SP, seguida de número de identificação. Sempre, em cada obra, essa numeração será feita em ordem crescente, independentemente do local, fase ou objetivo da sondagem. Quando for necessária a execução de mais de um furo num mesmo ponto de investigação, os furos subsequentes terão o mesmo número de identificação do primeiro, acrescido das letras A, B, C etc.

#### 2.5.4.2 Equipamentos e ferramentas

A firma CONTRATADA deverá fornecer equipamentos e ferramentas para execução de sondagens de até 40 m de profundidade ou que atendam às especificações de serviços.

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

- tripé com roldana;
- guincho mecânico ou com moitão;
- trado concha e espiral;
- hastes e luvas de aço;
- alimentador de água;
- cruzeta;
- trépano e T de lavagem;
- barriletes amostradores e peças para cravação destes;
- martelo com 65 kg e guia;
- tubos de revestimento;
- bomba de água;
- abraçadeiras para revestimento;
- abaixadores e alçadores para hastes, saca-tubos;
- baldinho com válvula de pé;
- chaves de grifo;
- metro ou trena;
- recipientes herméticos para amostras tipo copo;
- parafina;
- sacos plásticos;
- etiquetas para identificação;
- medidor de nível de água.

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

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

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

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

Os barriletes amostradores deverão se encontrar em bom estado, com roscas e ponteiros perfeitas e firmes, sem apresentar fraturas em nenhuma parte.

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

#### **2.5.4.3 Execução da sondagem**

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

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

As sondagens deverão ser iniciadas utilizando-se o trado concha até onde possível. Quando o avanço da sondagem se tornar impraticável com esse equipamento, será utilizado o trado espiral.

No caso de ser atingido o nível freático, ou quando o avanço do trado espiral for inferior a 0,05 m em 10 minutos de operação contínua de perfuração, passa-se para o método de percussão com circulação de água (lavagem). Para tanto, é obrigatória a cravação do revestimento.

Quando o avanço do furo se fizer por lavagem, deve-se erguer o sistema de circulação de água – o que equivale a elevar o trépano – a uma altura de aproximadamente 0,30 m e, durante sua queda, deve-se imprimir, manualmente, um movimento de rotação na coluna de hastes.

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

O controle das profundidades do furo, com precisão de 0,01 (um) m, deverá ser feito pela diferença entre o comprimento total das hastes com a peça de perfuração e a sobra delas em relação ao piquete de referência fixado junto à boca do furo.

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

O nível de água ou as características do artesianismo deverão ser medidos todos os dias antes do início dos trabalhos e na manhã seguinte à conclusão da sondagem. Assim, haverá, necessariamente, uma leitura do NA 24 horas após o término do furo.

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

A sondagem a percussão será dada por terminada quando:

- atingir a profundidade especificada na programação dos serviços;
- ocorrer a condição de impenetrabilidade;
- estiver prevista sua continuação pelo processo rotativo e forem atingidas as condições acima.

Verificado e aprovado pela FISCALIZAÇÃO, o furo deverá ser fechado com solo, deixando-se ao seu lado uma estaca de identificação. A boca do furo deverá estar sempre protegida, de modo a não permitir eventuais acidentes.

#### **2.5.4.4 Ensaio de penetração padronizado**

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

O ensaio de penetração deverá ser executado a cada metro, a partir de 1,00 m de profundidade da sondagem.

As dimensões e detalhes construtivos do penetrômetro SPT deverão estar rigorosamente de acordo com o indicado na NBR 6484 da ABNT. O hasteamento a ser usado é o mesmo indicado no item 5.3.5. Não será admitido o ensaio penetrométrico sem a válvula de bola, especialmente em terrenos não coesivos ou abaixo do nível freático.

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

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

O martelo para cravação do amostrador deverá ser erguido manualmente, com o auxílio de uma corda e polia fixa no tripé. É vedado o emprego de cabo de aço para erguer o martelo. A queda do martelo deverá se dar verticalmente sobre a composição, com a menor dissipação de energia possível. O martelo deverá ter uma haste guia onde estará claramente assinalada a altura de 0,75 m.

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

Colocando o barrilete no fundo, deverão ser assinalados com giz, na porção da haste que permanece fora do revestimento, três trechos de 0,15 m cada um, referenciados a um ponto fixo no terreno. A seguir, o martelo deverá ser suavemente apoiado sobre a composição de bastes, anotando-se a eventual penetração observada. A penetração obtida dessa forma corresponderá a zero golpes.

Não tendo ocorrido penetração igual ou maior do que 0,45 m no procedimento acima, inicia-se a cravação do barrilete através da queda do martelo. Cada queda do martelo corresponderá a um golpe e serão aplicados tantos golpes quantos forem necessários à cravação de 0,45 m do amostrador, atendida a limitação do número de golpes indicados abaixo, deverá ser anotado o número de golpes e a penetração em centímetros para a cravação de cada terço do barrilete; caso ocorram penetrações superiores a 0,15 m (cada terço do barrilete), estas deverão ser anotadas, não se fazendo aproximações.

O valor da resistência à penetração consistirá no número de golpes necessários à cravação dos 0,30 m finais do barrilete.

A cravação do barrilete será interrompida quando se obtiver penetração inferior a 0,05 m durante 10 golpes consecutivos, não se computando os cinco primeiros golpes do teste, ou quando o valor do SPT ultrapassar 50, num mesmo ensaio. Nessas condições, o terreno será considerado impenetrável ao SPT, e deverão ser anotados o número de golpes e a respectiva penetração.

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

#### **2.5.4.5 Ensaio de lavagem por tempo**

O ensaio de lavagem por tempo é utilizado na sondagem a percussão com o objetivo de se avaliar a penetrabilidade do solo ao avanço do



trépano de lavagem. Consiste na aplicação do processo definido acima, por trinta minutos, anotando-se os avanços obtidos a cada período de dez minutos. O equipamento a ser utilizado é o especificado no item 2.5.5.2.

Atingido o nível impenetrável ao SPT, e havendo interesse no prosseguimento da sondagem pelo método a percussão, deve-se proceder à lavagem, com os ensaios de lavagem por tempo, atendendo à limitação de avanço indicada anteriormente.

O material será considerado impenetrável à lavagem quando, no ensaio de lavagem por tempo, forem obtidos avanços inferiores a 0,05 m por períodos, em três períodos consecutivos de dez minutos.

O fato de o material ser considerado impenetrável à lavagem por tempo, tomado como critério para término da sondagem a percussão, não implicará eliminação dos ensaios de penetração SPT, devendo ser observadas as condições definidas anteriormente.

Quando estiver prevista a continuação da sondagem pelo processo rotativo, não se recomenda a adoção do critério “impenetrável à lavagem por tempo” para término da sondagem a percussão.

#### **2.5.4.6 Amostragem**

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

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

- Amostras de barrilete amostrador SPT, com cerca de 200 g, constituídas pela parte inferior do material obtido no amostrador. Sempre que possível, a amostra do barrilete deve ser acondicionada, mantendo-se intactos os cilindros de solo obtidos.
- Amostras de trado, com cerca de 500 g, constituídas de material obtido durante a perfuração e coletadas na parte inferior das lâminas cortantes do trado.
- Amostras de lavagem, com cerca de 500 g, obtidas pela decantação de água de circulação, em recipiente com capacidade mínima de 100 litros. Nesse processo de amostragem, é vedada a prática de coleta do material acumulado durante o avanço da sondagem, em recipiente colocado junto à saída de água de circulação.
- Amostras de baldinho, com cerca de 500 g, constituídas de material obtido no baldinho com válvula de pé.
- Excetuando-se as amostras de barrilete, para cada metro perfurado deve ser coletada, no mínimo, uma amostra. Deverão ser coletadas tantas amostras quantos forem os diferentes tipos de materiais.

- As amostras acondicionadas em copos e sacos plásticos (demais amostras) serão colocadas em caixas de madeira ou de plástico, do tipo e com as dimensões usados em furos rotativos de diâmetro BW. As caixas deverão ser providas de tampa com dobradiças. Na tampa e num dos lados menores da caixa, deverão ser anotados com tinta indelével os seguintes dados:
- número do furo;
- nome da obra;
- local;
- número da caixa e o número de caixas do furo.

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

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

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

Não havendo recuperação de material no barrilete, no local da amostra deve ser colocado um taco de madeira com a inscrição **não recuperou**. No caso de ser utilizado todo o material disponível para a amostragem, deve ser colocado no local da amostra um taco com a inscrição **recuperou pouco**.

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

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

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

- nome da obra;
- nome do local;

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

As anotações deverão ser feitas em papel cartão, com caneta esferográfica ou tinta indelével. As etiquetas devem ser protegidas de avarias no manuseio da amostra com sacos plásticos, que serão acondicionados preferencialmente na caixa especificada acima ou em caixas apropriadas para transporte.

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

#### **2.5.4.7 Apresentação dos resultados**

Informações sobre o andamento das sondagens deverão ser fornecidas diariamente.

##### **2.5.4.7.1 Resultados preliminares**

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

- nome da obra e interessado;
- identificação e localização do furo;
- diâmetro da sondagem e método de perfuração;
- cotas, quando fornecida,
- data da execução;
- nome do sondador e da firma:
- tabela com leitura de nível de água com data, hora, profundidade do furo, profundidade do revestimento e observações sobre eventuais fugas de água, artesianismo, etc. No caso de não ter sido atingido o nível de água, deverá constar no boletim a expressão **furo seco**;
- posição final do revestimentos;
- resultados dos ensaios de penetração, com o número de golpes e avanço em centímetros para cada terço de penetração do amostrador;
- resultados dos ensaios de lavagem, com o intervalo ensaiado, avanço em centímetros e tempo de operação da peça de lavagem;

- resultados dos ensaios de permeabilidade, com o processo utilizado, posição das extremidades inferior e superior do revestimento, profundidade do furo, diâmetro do revestimento e medidas de absorção de água feitas a cada minuto, com a respectiva unidade;
- identificação das anomalias observadas;
- confirmação do preenchimento do furo ou motivo de seu não preenchimento;
- motivo da paralisação do furo;
- visto do encarregado da CONTRATADA na obra.

#### **2.5.4.7.2 Informações finais**

Os resultados finais de cada sondagem a percussão deverão ser apresentados num prazo máximo de 30 dias após o seu término, na forma de perfis individuais na escala 1:100, dos quais conste, além dos dados acima, calculados e colocados em gráficos, a classificação geológica e geotécnica dos materiais atravessados, feita por geólogo cujo nome, assinatura e CREA deverão constar no perfil.

Os resultados dos ensaios de permeabilidade deverão ser apresentados em valores numéricos: da absorção em l/min.m, da pressão em kgf/cm<sup>2</sup> e da perda de água específica em l/min.m/kgf/cm<sup>2</sup>, assinalados em três colunas justapostas, limitadas acima e abaixo por linhas horizontais, posição dos limites do intervalo ensaiado.

#### **2.5.4.7.3 Relatório final**

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

- texto explicativo com localização, tempo gasto, número de furos executados, total de metros perfurados, bem como outras informações de interesse da CONTRATADA;
- planta geral de localização das sondagens ou, na falta desta, esboço com distâncias aproximadas e amarração.

### **2.5.5 Ensaio de permeabilidade**

Os ensaios de permeabilidade, executados em furos de sondagem – a percussão e rotativa – genericamente conhecidos como ensaios de infiltração, têm a finalidade de determinar os coeficientes de permeabilidade de solos. Formam, juntamente com os ensaios de perda de água sob pressão – estes aplicáveis a maciços rochosos – o conjunto de ensaios de permeabilidade executados em furos de sondagens mais comumente usados no campo para a caracterização hidrogeotécnica dos terrenos naturais.

#### 2.5.5.1 Definições

Os ensaios de permeabilidade em furos de sondagens consistem na medida da vazão absorvida ou retirada, em função da aplicação de carga ou descarga, respectivamente. As cargas são diferenciais de pressão, induzidas por colunas de água, resultantes de injeção de água no furo; as descargas são diferenciais de pressão provocadas por retirada de água do furo. Provocando-se carga no furo, podem ser realizados dois tipos de ensaios:

- Ensaio de infiltração, também denominado infiltração a nível constante: mantém-se a carga constante, medindo-se a vazão necessária para mantê-la assim.
- Ensaio de rebaixamento, também denominado infiltração a nível variável: estabelece-se uma coluna de água inicial, interrompe-se a introdução de água e acompanha-se, ao longo do tempo, o rebaixamento do nível de água.

Provocando-se descarga no furo, podem ser realizados dois tipos de ensaios:

- Ensaio de bombeamento (pontual): bombeia-se a água e mede-se a vazão necessária para manter estabilizado o nível rebaixado.
- Ensaio de recuperação: bombeia-se a água até que o seu nível esteja rebaixado do nível freático ou piezométrico, e mede-se, em seguida, a velocidade de recuperação.

Os ensaios de bombeamento e de recuperação só podem ser realizados na porção do maciço situado abaixo do nível freático (zona saturada).

Serão tratados aqui somente os ensaios de infiltração e de rebaixamento, por serem os mais simples e os mais utilizados. Orientações detalhadas a respeito desses ensaios e dos ensaios de bombeamento e recuperação podem ser obtidas no Boletim n.º 4 da ABGE de 1981, *Ensaio de permeabilidade em solos*.

#### 2.5.5.2 Equipamento

O equipamento necessário à execução dos ensaios de permeabilidade deverá compor-se, no mínimo, dos seguintes itens:

- bomba de água com capacidade mínima de 40 litros por minuto;
- hidrômetro, em boas condições, com divisões de escala em litros, calibrado 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. É vedado o uso de curvas de calibração;
- tambor graduado em litros com capacidade de aproximadamente 200 litros;

- provetas ou latas graduadas a cada 50 centímetros cúbicos, com capacidade mínima de 1 litro;
- funil com rosca para acompanhamento no revestimento, com redução mínima de 1 polegada e diâmetro maior com, no mínimo, 20 centímetros;
- Escarificador constituído por haste decimétrica de madeira, com numerosos pregos sem cabeça semi-cravados.

### **2.5.5.3 Execução do ensaio**

A execução de ensaio de permeabilidade e penetração num mesmo furo deverá ser limitada ao trecho abaixo do nível de água ou àquele em que o avanço da sondagem é feito pelo método da lavagem. Ensaio de infiltração acima desses limites deverão ser feitos em um novo furo, deslocado de 3 metros em relação ao primeiro, exceto quando instruções específicas dos serviços não exigirem tal condição.

1. A parede do furo no horizonte do solo em que se fará o ensaio deverá ser desobstruída por raspagem com o escarificador.
2. O revestimento deverá ser posicionado até um mínimo de 0,80 m acima do nível do terreno e enchido com água até a boca.
3. Será feito ensaio de rebaixamento quando a carga hidráulica no trecho ensaiado for superior a  $0,2 \text{ kgf/cm}^2$  (2 metros) e, por avaliação visual, o rebaixamento da água no tubo de revestimento for inferior a 10 cm/minuto.
4. O ensaio de rebaixamento será feito através da medida do nível de água dentro do revestimento, a intervalos de tempo curtos no início e mais longos em seguida (por exemplo: 15", 30", 1', 2', 3', 4', 5' etc.). As medidas de descida do nível de água devem ser iniciadas após a manutenção do tubo de revestimento cheio de água até a boca, durante 10 minutos, no mínimo.

O ensaio de rebaixamento será concluído quando o rebaixamento atingir os 20% da carga inicial aplicada ou os 30 minutos de ensaio.

Será feito ensaio de infiltração quando não ocorrerem as condições dos itens acima.

O ensaio de infiltração consiste na medida da absorção de água estabilizada, a cada minuto, durante 10 minutos.

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

- não for observada uma variação progressiva nos valores lidos;
- 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 deverão ser estabelecidas pela FISCALIZAÇÃO segundo um critério mais flexível.

As medidas de absorção de água no ensaio de infiltração serão feitas com hidrômetros acoplados à canalização da bomba, quando forem superiores a aproximadamente 10 l/min.; com proveta graduada, quando forem inferiores a aproximadamente 1 l/min; e com tambor graduado, em casos intermediários.

É importante o registro completo das informações necessárias ao cálculo do coeficiente de permeabilidade, quais sejam, vazão, nível de água, diâmetro e profundidade do furo, comprimento do trecho de ensaio etc.

#### **2.5.5.4 Resultados**

Os resultados dos ensaios deverão ser apresentados no mesmo perfil de sondagem e dentro dos preceitos estabelecidos em 2.5.5 - Sondagem a Percussão.

Esses resultados deverão ser apresentados em *valores numéricos a pressão efetiva* em  $\text{Kg/cm}^2$ , da absorção em l/min.m e da perda de água específica em l/min.m/ $\text{Kg/cm}^2$ , assinalados em três colunas justapostas, limitadas acima e abaixo por linhas horizontais na posição dos limites do intervalo ensaiado.

### **2.5.6 - Sondagens rotativas**

Sondagem rotativa é um método de investigação que consiste no uso de um conjunto moto-mecanizado, projetado para a obtenção de amostras de materiais rochosos, contínuas e com formato cilíndrico, através de ação perfurante dada basicamente por forças de penetração e rotação que, conjugadas, atuam com poder cortante.

#### **2.5.6.1 Identificação**

As sondagens rotativas serão identificadas pela sigla SR, seguida de número de identificação. Sempre, em cada obra, essa numeração será feita em ordem crescente, independentemente do local, fase ou objetivo da sondagem. Quando for necessária a execução de mais de um furo num mesmo ponto de investigação, os furos subseqüentes terão o mesmo número de identificação do primeiro, acrescido das letras A, B, C etc.

#### **2.5.6.2 Equipamentos e ferramentas**

Para a execução de sondagens, a firma CONTRATADA deve fornecer equipamentos, acessórios e ferramentas que atendam à programação e às especificações estabelecidas no contrato de serviço.

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

- tripé;
- sonda rotativa;
- bomba de água;
- hastes;
- barriletes;
- coroas;
- tubos de revestimento e demais acessórios e ferramentas necessárias à execução de sondagens rotativas, além dos equipamentos exigidos para sondagens percussão.

A relação completa dos equipamentos utilizados na execução de sondagens rotativas consta da publicação da ABGE de 1980, *Glossário de termos técnicos de Geologia de Engenharia - Equipamentos de Sondagens*.

Existem normas estabelecidas para padronizar as dimensões e nomenclaturas de equipamentos de sondagens, com o objetivo não só de promover uma linguagem comum e acessível a todos como também de permitir a permutabilidade de peças provenientes de diversos fabricantes. Existem dois sistemas que normalizam mundialmente dimensões e nomenclaturas para sondagens rotativas:

- padrão americano, ou D.C.D.M.A., que adota a combinação de duas ou mais letras para designar diâmetros e modelos dos equipamentos;
- padrão europeu – também conhecido por sistema métrico ou *Crailius* – que expressa o diâmetro do furo em mm e uma ou mais letras para designar o modelo do equipamento.

No Brasil, os equipamentos de sondagem rotativa são fabricados segundo o padrão D.C.D.M.A., sendo poucos aqueles fabricados segundo o padrão europeu.

Na tabela 03 são indicados os diâmetros de sondagens mais comumente utilizados:

Nomenclatura		Diâmetro (mm)	
Padrão Métrico	Padrão DCDMA	Furo	Testemunho
	EW	37,71	21,46
	AW	48,00	30,10
	BW	59,94	42,04
	NW	75,64	54,73
86 mm		86,02	72,00
	HW	99,23	76,20

Tabela 03: Nomenclatura x Diâmetros



### **Barrilete simples**

O barrilete simples se constitui de um único tubo, e a passagem do fluido de circulação se dá entre sua parede interna e o testemunho. O testemunho fica sujeito à ação abrasiva do fluido de circulação e ao atrito com a parede interna do barrilete.

### **Barrilete duplo livre**

Constituído por dois tubos, o barrilete duplo livre tem um sistema de rolamentos onde os tubos são rosqueados. Dessa forma, enquanto o tubo externo gira com a coluna de perfuração, o tubo interno permanece estacionário ou gira lentamente. O testemunho fica protegido do atrito com a parede do barrilete, e o contato do testemunho com o fluido de circulação se dá entre a extremidade do tubo interno e a face da coroa.

### **Barrilete duplo-giratório**

O barrilete duplo-giratório, de alta recuperação, tem um prolongador do tubo interno, designado caixa de mola. A extremidade do prolongador fica bem próxima à face da coroa, reduzindo consideravelmente o contato do testemunho com o fluido de circulação.

### **Barrilete triplo**

O barrilete triplo, de alta recuperação, apresenta um terceiro tubo, interno ao tubo interior, destinado a armazenar e proteger o testemunho.

### **Barrilete de tubo interno retrátil**

Também de alta recuperação, o barrilete de tubo interno retrátil tem dispositivos especiais que permitem a retirada do tubo interno, portador do testemunho, por dentro da coluna de perfuração, sem a necessidade de removê-la. Também é conhecido por sistema *wire-line*.

## **2.5.6.3 Execução da sondagem**

Em terreno seco, a sondagem deve ser iniciada somente após a limpeza de uma área que permita o desenvolvimento de todas as operações sem obstáculos. Ao seu redor, deve-se fazer um sulco para, no caso de chuva forte, desviar as águas de enxurrada. A sonda deverá ser firmemente ancorada e nivelada no solo, de maneira a minimizar as vibrações e sua conseqüente transmissão para a composição da sondagem.

Em terreno alagado ou coberto por lâmina de água de espessura, a sondagem deve ser feita a partir de plataforma fixa ou flutuante firmemente ancorada, totalmente assoalhada, que cubra, no mínimo, a área delimitada pelos pontos de apoio do tripé, ou um raio de 1,5 m contados a partir dos contornos da sonda.

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

Quando ocorrer solo no local do furo, a sondagem deverá ser feita com medidas de SPT a cada metro, até serem atingidas as condições definidas no item 2.5.5.4.

Deverão ser empregados todos os recursos das sondagens rotativas, de maneira a assegurar uma perfeita recuperação de todos os materiais atravessados. Devem-se escolher equipamentos e acessórios apropriados às condições geológicas, empregar lamas *bentoníticas* como fluído de perfuração, realizar manobras curtas, adequar a velocidade de perfuração às características geológicas da rocha perfurada, etc.

Constituem elementos de interesse o registro das características da sonda rotativa e da coluna de perfuração utilizadas, o tempo de realização de manobras, as características da coroa – quilatagem, P.P.Q., tipo, tempo de uso etc. – bem como a avaliação da pressão aplicada sobre a composição, sua velocidade de rotação, velocidade de avanço, pressão e vazão de água de circulação.

A seqüência de diâmetros a ser utilizada deverá ser estabelecida pela FISCALIZAÇÃO e somente poderá ser modificada com sua autorização, em decorrência de comprovada necessidade técnica.

Quando, no avanço da sondagem rotativa, ocorrer mais de 0,50 m de material mole ou incoerente, salvo especificação contrária, deverá ser executado um ensaio de penetração SPT, seguido de outros a intervalos de 1 m, até serem atingidas novamente as condições do item 2.5.5.4.

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

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

O nível de água e as características do artesianismo deverão ser medidos todos os dias antes do início dos trabalhos e na manhã seguinte à conclusão da sondagem.

Quando houver interesse na obtenção de uma medida de nível piezométrico em qualquer trecho do furo em andamento, a FISCALIZAÇÃO poderá solicitar a instalação de um obturador, em cota determinada, durante o intervalo entre dois turnos de perfuração. Nesse caso, no reinício dos trabalhos, serão medidos os níveis de água internos à tubulação do obturador e os externos a ela.

Salvo orientação em contrário, imediatamente após a última leitura de nível de água ou ao término do furo seco, este deverá ser totalmente preenchido, deixando-se cravada a seu lado uma estaca com a

identificação da sondagem. Nos furos em sítios de barragens, o preenchimento deverá ser feito com calda grossa de cimento ou argamassa, vertida no fundo do furo com o auxílio de um tubo, que irá sendo levantado à medida do que o furo for sendo preenchido. Nos demais furos, o preenchimento será feito com solo ou solo cimento, ao longo de toda sua profundidade.

### **2.5.7 Ensaio de perda de água sob pressão**

O ensaio de perda de água sob pressão, normalmente realizado em maciços rochosos através de furos de sondagens, visa a determinação da permeabilidade e do comportamento desses maciços frente à percolação de água através de suas fissuras.

#### **2.5.7.1 Definição**

O ensaio de perda de água consiste na injeção de água sob pressão num certo trecho de um furo de sondagem, para se obter a medida da quantidade de água absorvida pelo maciço rochoso durante um certo tempo, a uma dada pressão de injeção. O ensaio é realizado em vários estágios de pressão.

#### **2.5.7.2 Equipamento**

O equipamento constará, no mínimo, dos seguintes elementos:

- bomba de água com capacidade de vazão de 120 l/min a uma pressão de 10 kgf/cm<sup>2</sup>. A critério da FISCALIZAÇÃO, poderá ser utilizada bomba com capacidade de vazão de 60 l/min a uma pressão de 10 kgf/cm<sup>2</sup>, caso as absorções medidas sejam compatíveis com essas vazões. A bomba deverá ser testada no início de cada furo e sempre que houver suspeita de mau funcionamento;
- 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 houver suspeita de mau funcionamento, o hidrômetro deve ser submetido à aferição, devendo ser rejeitado aquele que apresentar um desvio de leitura superior a 10%. Recomenda-se que a escolha do hidrômetro, quanto a sua capacidade nominal, seja feita em função da ordem de grandeza das vazões medidas: capacidade nominal de 3 ou 5 m<sup>3</sup>/h, para vazões até 60 l/min. e capacidade nominal de 7 m<sup>3</sup>/h, para vazões entre 60 a 120 l/min.;
- manômetros com a capacidade e as divisões de escala descritas na tabela 04, comparados com um manômetro aferido de uso exclusivo para calibração, a cada furo e sempre que houver suspeita de mau funcionamento. Os manômetros não deverão apresentar desvios de leitura superiores a 10% do valor real. É vedado o uso de curvas de

- calibração. A pressão máxima de operação não deve ultrapassar 75% do valor máximo da escala do manômetro;

Pressão Máxima na Escala do Manômetro (kgf/cm <sup>2</sup> )	Divisões da Escala	Intervalo de Posição do Obturador com Critério de Pressão de 0,25 kgf/cm <sup>2</sup> /m
1,0	0,10	1,00 a 3,00
3,0	0,10	2,50 a 9,00
6,0	0,26	6,00 a 18,00
10,0	0,50	15,00 a 30,00
20,0	1,00	25,00 a 60,00
30,0	1,00	50,00 a 90,00

Tabela 04: Capacidade e as Divisões de Escala

- estabilizador de pressão, cuja atuação impeça que o campo de variação das oscilações de pressão seja superior a 10% do valor a ser lido. É vedado o uso de agulha *salva* manômetro para estabilização das leituras de pressão;
- obturadores em boas condições, de borracha, tipo pneumático (infláveis) ou mecânico de cruzeta, simples e duplo. O obturador mecânico de cruzeta deverá ter comprimento mínimo de 30 cm, e seu diâmetro externo deverá ser cerca de 5 mm menor do que o furo. O diâmetro interno de sua tubulação deverá ser igual ao indicado no item que se segue. Não é recomendada a utilização de obturadores cuja expansão seja obtida através de compressão das hastes no fundo do furo mediante o emprego de haste perfurada abaixo deste. No caso de obturador pneumático, seu comprimento não deverá ser inferior a 0,60 m;
- canalização, luvas, cotovelos, etc. em boas condições, com juntas estanques, sem obstrução de ferrugem e com diâmetro mínimo de 1 polegada. É vedado o uso de niples ou reduções que diminuam a seção da tubulação. O diâmetro da canalização será único e uniforme para todos os equipamentos de sondagem e durante toda a campanha programada;
- transdutores de pressão, quando for especificado que a determinação da pressão deva ser feita diretamente no trecho ensaiado.

#### 2.5.7.3 Disposição dos equipamentos

Os equipamentos deverão ser dispostos na seguinte ordem: estabilizador de pressão, hidrômetro, tubulação com manômetro e obturador. O manômetro deverá ser fixado num T do trecho retilíneo da tubulação, sem curva ou cotovelo entre seu ponto de fixação e o obturador.

#### 2.5.7.4 Água

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

#### **2.5.7.5 Ensaio de perda de carga**

O ensaio de perda de carga consiste numa simulação, em superfície, do ensaio de perda de água. Este ensaio tem por objetivo a determinação da perda de pressão provocada pelo atrito da água com as paredes da tubulação. Deverá ser feito um ensaio a cada campanha de sondagem.

O ensaio é iniciado após a montagem do equipamento, segundo a ordem indicada no item 2.5.7.3, numa superfície plana, em que o ponto de saída da água e o manômetro fiquem situados numa mesma cota. O comprimento total da tubulação (L) deverá ser cerca de 20% superior à profundidade máxima prevista para as sondagens da campanha programada.

Serão feitas medidas de pressão e vazão em estágios de aproximadamente 10, 20, 40 e 60 l/min., para comprimento de tubulação de L, 3/4 L e 1/2 L.

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

O problema da perda de carga pode ser eliminado com a utilização de um transdutor posicionado no trecho do ensaio. Nesse caso, não há necessidade de realizar o ensaio de perda de carga. Ressalta-se que o transdutor registra toda a pressão a que está submetido; portanto, para a determinação da pressão efetiva de ensaio, quando o trecho do ensaio estiver na porção saturada do maciço, deve ser subtraída a pressão correspondente ao nível de água ou piezométrico.

#### **2.5.7.6 Trecho de pressão do ensaio de perda de água**

Os ensaios deverão ser executados à medida que a sondagem for sendo realizada, em trechos de aproximadamente 3 metros de comprimento, a contar do início da efetiva utilização do processo rotativo.

A FISCALIZAÇÃO poderá solicitar a execução de ensaios adicionais em trechos de diferentes comprimentos, tanto na porção final da sondagem como em fases anteriores. Nesse último caso, deverá ser empregado obturador duplo.

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

As pressões em cada estágio deverão atender aos seguintes critérios:

- pressões máxima:  $0,25 \text{ kgf/cm}^2$  por metro de profundidade, na vertical, a contar da boca do furo até a metade do trecho ensaiado. No caso de rocha friável ou muito alterada será usado  $0,15 \text{ kgf/cm}^2 / \text{m}$ ;
- pressão intermediária: igual à metade da pressão máxima;

- pressão mínima: igual à pressão exercida por uma coluna de água interna à tubulação do obturador, de aproximadamente 1 metro de altura acima da boca do furo.

As pressões máximas e intermediárias deverão ter seus valores arredondados até a divisão mais próxima do manômetro.

O ensaio pode ser executado com maior número de estágio de pressão (ensaio de múltiplos estágios), o que possibilita sua interpretação mais completa e detalhada. Nesses casos, recomenda-se um maior número de estágio de baixa pressão, principalmente em formações geológicas muito permeáveis.

#### **2.5.7.7 Procedimento do ensaio**

Inicialmente deverá ser efetuada cuidadosa lavagem do furo até que a água de circulação se apresente limpa e isenta de detritos.

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

A técnica de ensaio com obturador duplo não deverá ser empregada como alternativa do ensaio com obturador simples. O seu emprego deverá ser restrito às 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, deverá ser avaliada a eficiência de vedação do obturador, através da medida do nível de água no furo, que geralmente sobe quando o obturador não está vedado. Se exequível, para facilitar esta observação, recomenda-se o enchimento do furo com água até a boca do revestimento, após a instalação do obturador. Em caso de impossibilidade de vedação devido ao fraturamento da rocha ao redor do trecho de aplicação do obturador, deverão ser utilizados obturadores de maior comprimento. Persistindo a impossibilidade de vedação, o obturador deverá ser deslocado mais para cima, até se atingir nova posição em que a vedação seja eficiente.

Assegurada a vedação do trecho, será iniciada a aplicação dos estágios de pressão, na seqüência indicada no item 2.5.6. A pressão mínima, do 1º e 5º estágios será obtida pela manutenção da coluna de água na tubulação do obturador (nos moldes do ensaio de infiltração), e as demais pressões serão dadas pela bomba de água.

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

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

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

Nos casos de pressão e vazão baixa, próximas aos limites inferiores de

sensibilidade dos equipamentos de medida, as diferenças de leitura admissíveis deverão ser estabelecidas pela FISCALIZAÇÃO, segundo um critério mais flexível. A título de subsídio, são apresentados na tabela abaixo os limites de pressão dos hidrômetros normalmente utilizados nos ensaios de perda de água sob pressão.

Capacidade Nominal Diâmetro do Hidrômetro	Faixa de Valores de maior Confiabilidade (erro +/- 2%)	Limite Inferior de Funcionamento (erro +/- 5%)
3 m <sup>3</sup> /h	2,5 a 50	0,70
D=3/4"	l/min	l/min
5 m <sup>3</sup> /h	4,2 a 83	1,00
D=1"	l/min	l/min
8 m <sup>3</sup> /h	5,8 a 117	1,30
D=3/4"	l/min	l/min
10 m <sup>3</sup> /h	8,3 a 167	1,80
D=1"	l/min	l/min

Adaptada de *Ensaio de perda de água sob pressão* (CORRÊA FILHO, 1985).  
Dissertação de mestrado, Escola de Engenharia de São Carlos.

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

- volume total de água retomada até o total alívio de pressão de água no trecho ensaiado;
- pressão que estava aplicada no trecho.

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

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

Quando, mesmo com a vazão máxima da bomba, não for atingido o valor da pressão de qualquer dos estágios, deverão ser feitas leituras dos valores de pressão e vazão atingidos, a cada minuto, durante 10 minutos. Além do registro desse caso de absorção total da vazão da bomba, deverão ser executados e registrados os demais estágios com pressão inferior à daquele cuja pressão não foi atingida.

### 2.5.8 Amostragem

A amostragem deverá ser contínua e total, mesmo em materiais moles, incoerentes ou muito fraturados. Os testemunhos não deverão se apresentar excessivamente fraturados ou roletados pela ação mecânica do equipamento de sondagem.

A recuperação dos testemunhos não deverá ser inferior a 95% por manobra, a não ser que a FISCALIZAÇÃO assim autorize.

As operações de retirada das amostras do barrilete e de seu acondicionamento nas caixas deverão ser feitas cuidadosamente, de maneira a serem mantidas as posições relativas dos testemunhos coletados.

As amostras serão acondicionadas em caixas de madeira aplainada ou de plástico. No caso de serem acondicionadas amostras com diversos diâmetros numa mesma caixa, deverão ser colocados calços no fundo e nas laterais das divisões, de maneira a garantir a imobilidade das amostras durante o manuseio. As caixas deverão ser providas de tampa, com dobradiças no caso de serem feitas em madeira.

Na tampa e num dos lados menores da caixa deverão ser anotados com tinta indelével os seguintes dados:

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

Os testemunhos deverão ser colocados nas caixas, após cada manobra, iniciando-se a colocação pela canaleta adjacente às dobradiças, com a parte superior da manobra ao seu lado esquerdo. As amostras das manobras subseqüentes deverão ir sendo colocadas na caixa, sempre guardando, na seqüência de profundidade das amostras, o andamento da esquerda para a direita e do lado da dobradiça para o outro lado da caixa.

As amostras de cada manobra deverão ser isoladas longitudinalmente nas canaletas das caixas por um taco de madeira, afixado na caixa. Nesse taco deverá estar inscrita sua profundidade com caneta esferográfica ou tinta indelével. No taco que isola a última manobra do furo deverá constar, além da profundidade final do furo, a palavra **Fim**.

No caso de ser empregado, no início do furo ou num determinado intervalo, avanço de sondagem pelo processo a percussão, as amostras assim coletadas deverão ser acondicionadas na mesma caixa das amostras de rotativa, segundo a seqüência de sua obtenção.

Durante a realização das sondagens, as caixas com testemunhos deverão ser armazenadas junto às sondas, em local protegido contra intempéries e contra o sol direto.

Ao término da sondagem as caixas de amostras deverão ser levadas até o local na obra indicado pela FISCALIZAÇÃO.

## **2.5.9 Apresentação dos resultados**

Informações sobre o andamento das sondagens deverão ser fornecidas diariamente, se houver tal solicitação pela FISCALIZAÇÃO.

### **2.5.9.1 Resultados preliminares**

Os resultados preliminares de cada sondagem rotativa deverão ser



apresentados, num prazo máximo de 15 dias após seu término, em boletins em 2 vias, dos quais constem, no mínimo:

- nome da obra e interessados;
- identificação e localização do furo;
- inclinação e rumo do furo;
- diâmetro da sondagem e tipo de barrilete utilizado;
- cota, quando fornecida;
- data de execução;
- nome do sondador e da firma;
- tabela com leituras de nível de água com data, hora, nível de água, profundidade do furo, profundidade do revestimento e observações sobre eventuais fugas de água, artesianismo, instalação de obturador, com sua cota etc. No caso de não ter sido atingido o nível da água deverá constar no boletim a expressão **furo seco**;
- posição final do revestimento;
- resultados dos ensaios de penetração, com o número de golpes e avanço em centímetros para cada terço de penetração do amostrador;
- resultados do ensaio de lavagem, com o intervalo ensaiado, avanço em centímetros e tempo de operação da peça de lavagem;
- recuperação dos testemunhos em porcentagem, por manobra;
- número de peças de testemunhos por metro, segundo trechos de mesmo padrão de fraturamento (frequência de fraturas), com respectivo IQR ou RQD (índice de qualidade de rocha), que consiste no somatório dos testemunhos de rochas iguais ou maiores que 0,10 m, dividido pelo comprimento total do trecho e expresso em %;
- resultados dos ensaios de permeabilidade, com indicação do processo utilizado, posição das extremidades superior e inferior do revestimento, profundidade do furo, diâmetro do revestimento, e medidas de absorção de água feitas a cada minuto, com a respectiva unidade;
- resultados dos ensaios de perda de água com:
  - profundidade do furo;
  - posição da parte inferior da zona vedante do obturador;
  - intervalo e posição das partes vedantes no caso de obturador duplo;
  - altura da extremidade superior do funil e/ou canalização do obturador;
  - altura do manômetro em relação à boca do furo;
  - medida de vazão:
  - leituras do manômetro;
  - total de litros retornados e pressão que estava aplicada no trecho;
  - número de bombas, hidrômetros e manômetros, bem como suas capacidades, para cada furo de sondagem;
  - indicação dos trechos com absorção total da vazão da bomba.

- resultados do ensaio de perda de carga das tubulações, no primeiro boletim de cada campanha, com vazões, pressões, comprimento e diâmetro da tubulação;
- indicação das anomalias observadas;
- observações sobre o preenchimento do furo – com peso gasto em quilogramas no caso de uso de cimento – ou motivo do seu não preenchimento;
- motivo da paralisação do furo;
- visto do encarregado da CONTRATADA na obra.

#### **2.5.9.2 Informações finais**

Os resultados finais de cada sondagem deverão ser apresentados num prazo máximo de 30 dias após o seu término, na forma de perfis individuais na escala 1:100, dos quais conste, além dos dados acima, a classificação geológica e geotécnica dos materiais atravessados feita por geólogo cujo nome, assinatura e CREA, deverão constar no perfil.

Os resultados dos ensaios de permeabilidade deverão ser apresentados em valores numéricos relativos à absorção em l/min.m, à pressão em kgf/cm<sup>2</sup> e à perda de água específica em L/min.m/kgf/cm<sup>2</sup>. Esses valores serão assinalados em três colunas justapostas, limitadas acima e abaixo por linhas horizontais na posição dos limites do intervalo ensaiado.

Os resultados dos ensaios de perda de água deverão ser apresentados na mesma forma dos ensaios de permeabilidade, com os resultados de cada estágio separados entre si por linhas horizontais tracejadas ou mais finas do que as que limitam o trecho ensaiado, na seqüência normal de sua realização.

O número de peças e a recuperação dos testemunhos deverão constar na forma de gráficos com suas variações em profundidade.

#### **2.5.9.3 Relatório final**

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

- texto explicativo com critérios de descrição das amostras, correções e interpretações adotadas nos testes executados, bem como outras informações de interesse e conhecimento da CONTRATADA, com nome e assinatura do responsável pela firma;
- planta geral de localização das sondagens ou, na sua falta, esboço com distâncias aproximadas e amarração.

#### **2.5.10 Sondagens rotativas com amostragem integral**

Sondagem rotativa com amostragem integral é uma técnica que consiste basicamente na execução de um furo de pequeno diâmetro (EW); na fixação desse furo, através de injeção de calda de cimento ou resina, de um varão

com orientação; e na sobreperfuração desse trecho, após o endurecimento do aglutinante e a solidarização da formação rochosa, com um diâmetro maior (86 mm ou HW).

Este método de amostragem é empregado na caracterização de feições geológicas de um maciço rochoso, especialmente nas discontinuidades, com duas finalidades principais: determinação da disposição espacial (geometria, atitude e espessura), e qualidade da amostragem (recuperação de materiais moles, de preenchimento).

O método é utilizado também visando amostragem integral de materiais rochosos de baixa coerência e/ou elevado grau de alteração.

#### **2.5.10.1 Identificação**

As sondagens rotativas com amostragem integral serão identificadas pela sigla SRI, seguida de número de identificação.

Em cada obra, essa numeração deverá ser sempre em ordem crescente, independentemente do local, fase ou objetivo da sondagem. Quando for necessária a execução de mais de um furo num mesmo ponto de investigação, os furos subseqüentes terão o mesmo número do primeiro, acrescido das letras A, B, C, etc.

#### **2.5.10.2 Equipamentos e ferramentas**

Para a execução de sondagens, A CONTRATADA deverá fornecer equipamentos, acessórios e ferramentas que atendam à programação e às especificações estabelecidas no contrato de serviços.

Os equipamentos e ferramentas constarão dos seguintes elementos principais, além daqueles relacionados no item 2.5.6.2:

- centralizadores;
- hastes e guias de orientação com respectivas conexões;
- canos de ferro para chumbamento (varão);
- equipamento de injeção de cimento ou resina;
- demais acessórios de sondagens rotativas com amostragem integral.

As sondagens rotativas com amostragem integral são executadas, mais comumente, nos diâmetros EW (perfuração inicial) e 86 mm ou HW (sobreperfuração).

Deverão ser utilizados barriletes de alta recuperação, tanto na perfuração inicial (O EW) quanto na sobreperfuração (F 86 mm ou HM).

#### **2.5.10.3 Execução da sondagem**

Inicialmente deverá ser aberto um furo com diâmetro que possibilite a execução da sondagem rotativa com amostragem integral no diâmetro 86 mm ou HW, até a cota especificada. Para tanto, deverá ser seguido o estabelecido no item de execução de sondagens rotativas.

A partir do fundo do furo, deverá ser executado um furo coaxial, com diâmetro EW e com comprimento igual ao do testemunho a se obter. Recomenda-se que este trecho tenha comprimento de 1,50 m.

Deverão ser usados centralizadores que permitam a perfeita coaxialidade dos furos.

Uma vez constatada qualquer interferência do conjunto de centralizadores utilizado que possa danificar o topo do trecho a ser amostrado, deverá ser providenciado um colchão de resina ou calda de cimento, com 0,05 m de espessura, no topo do trecho a ser amostrado, antes da perfuração interna de diâmetro EW.

O furo aberto deverá ser lavado, com circulação cuidadosa de água, até sua base.

Se, após a lavagem, for constatada presença excessiva de detritos no fundo do furo EW impedindo o posicionamento do varão no seu fundo, este deverá ser aprofundado de modo a ultrapassar em até 0,15 m a cota final do trecho a ser amostrado. Esse espaço servirá para a acomodação dos detritos não eliminados na lavagem.

O processo de lavagem pode provocar o alargamento do furo EW, principalmente em rochas friáveis, diminuindo a espessura anelar dos testemunhos, comprometendo a qualidade da amostragem. Nesse caso, o processo de lavagem poderá ser realizado com circulação de lama bentonítica, em substituição à água. Recomenda-se avaliar possíveis efeitos desvantajosos desse provimento, principalmente no tocante à aderência do aglutinante com o varão e a rocha.

Após a lavagem do furo EW, deverá ser realizada injeção, por gravidade, no trecho a ser amostrado, com calda de cimento de traço 0,5:1 (relação em peso água: cimento).

Outros aglutinantes poderão ser utilizados, com a devida anuência da FISCALIZAÇÃO.

Quando for difícil distinguir o material artificial do maciço, será obrigatório o uso de corantes no aglutinante.

Um varão deve ser colocado no furo EW cheio de aglutinante, de maneira orientada, por meio de hastes guias. Seu comprimento deverá compreender toda a extensão do trecho a ser amostrado, mais 0,10 m para as operações de orientação.

O sistema de orientação das hastes guias deverá ser suficientemente rígido, de maneira a garantir a correspondência da indicação de direção da superfície com aquela situada no varão, dentro do furo. Para tanto, simulações de orientação deverão ser feitas na superfície, com acompanhamento da FISCALIZAÇÃO.

Após o chumbamento do varão – garantindo-se o suficiente endurecimento do aglutinante – deverá ser executada a sobreperfuração, com diâmetro 86 mm ou HW.

Caso a recuperação não seja total, os fragmentos que estiverem soltos deverão ser encaixados de forma a recompor o testemunho. Caso isso

não seja exeqüível, os fragmentos deverão ser acondicionados em sacos plásticos e armazenados na mesma caixa da sondagem correspondente.

Deverão ser registradas informações sobre o aglutinante, seu tempo de endurecimento e detalhes da injeção. Constituem elementos de interesse o registro de informações sobre os equipamentos de sondagens e sobre a perfuração.

Salvo orientação em contrário, imediatamente após a última leitura de nível de água, ou término de furo seco, este deverá ser totalmente preenchido, deixando-se cravada ao seu lado uma estaca com a identificação da sondagem. O preenchimento deverá ser feito com calda grossa de cimento ou argamassa, vertida no fundo do furo com auxílio de um tubo, que irá sendo levantado à medida de seu preenchimento.

#### **2.5.10.4 Amostragem**

A amostragem deverá ser contínua e total, mesmo se o trecho amostrado for constituído de material mole e sem coesão ou muito fraturado.

A recuperação dos testemunhos deverá ser de 100% por manobra, a não ser que a FISCALIZAÇÃO autorize outro percentual.

As amostras recuperadas serão acondicionadas em caixas de madeira aplainada ou de plástico, providas de tampa, com dobradiças no caso de caixas de madeira, com divisões Internas para acondicionar os testemunhos da amostragem integral e da perfuração interna EW.

Na tampa e em um dos lados da caixa deverão ser anotadas, a tinta, as seguintes informações:

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

A retirada e o acondicionamento dos testemunhos deverão ser feitos evitando sua quebra mecânica.

Ao término da sondagem, as caixas de amostras deverão ser levadas até o local na obra indicado pela FISCALIZAÇÃO.

#### **2.5.10.5 Apresentação dos resultados**

Informações sobre o andamento das sondagens deverão ser fornecidas diariamente, se houver tal solicitação pela FISCALIZAÇÃO.

##### **2.5.10.5.1 Resultados preliminares**

Os resultados preliminares de cada sondagem deverão ser apresentados num prazo máximo de 15 dias após seu término, em

boletins (modelo para sondagem rotativa) em 2 vias, dos quais constem, além dos dados concernentes às sondagens rotativas, as seguintes informações:

- profundidades dos trechos com amostragem integral;
- observações sobre o posicionamento (profundidades) e orientação do varão;
- tipo e características do aglutinante;
- observações sobre a injeção do aglutinante (pressão, absorção etc.).

#### **2.5.10.5.2 Informações finais**

Os resultados finais de cada sondagem rotativa com amostragem integral deverão ser apresentados, num prazo máximo de 30 dias após o seu término, na forma de perfis individuais na escala 1:100 (modelo para sondagem rotativa), em papel copiativo, onde conste, além dos dados referentes a sondagens rotativas e dados do ensaio de lavagem por tempo, a descrição completa das fraturas estruturais, acompanhada de documentação fotográfica contendo:

- profundidades das fraturas e vazios;
- distinção entre preenchimento natural e aglutinante, com respectivas espessuras e características;
- atitudes das fraturas.

#### **2.5.10.5.3 Relatório final**

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

- texto explicativo com critérios de descrição das amostras, correções e interpretações adotadas nos testes executados, bem como outras informações de interesse CONTRATADA, com nome, assinatura e CREA do geólogo responsável pelo acompanhamento dos serviços e descrição das amostras;
- planta geral de localização das sondagens ou, na sua falta, esboço com distâncias aproximadas e amarração.


As normas para a execução de sondagens aqui descritas foram adaptadas da publicação da ABGE, de 1990, *Diretrizes para Execução de Sondagens*, e estão sujeitas a modificações e/ou complementações.

## 2.6 PROCEDIMENTO DE PROJETOS EM AUTOCAD

Esta especificação obedece aos preceitos estipulados no **Manual de Apresentação e Representação Gráfica de Desenhos em C.A.D.**, cuja cópia poderá ser obtida junto a Divisão de Apoio (DIAP) da Gerência de Projetos (GPR) da CASAN que define os procedimentos mínimos exigidos para os projetos de engenharia e cadastros, relativos aos sistemas de abastecimento de água, de coleta e disposição de esgotos sanitários.

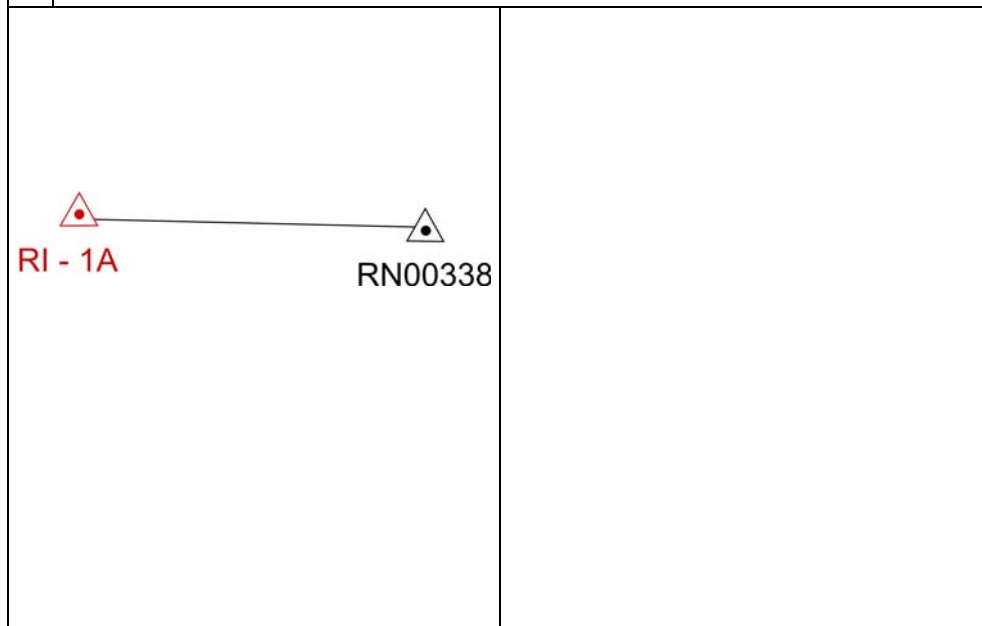
O **Manual de Apresentação e Representação Gráfica de Desenhos em C.A.D.** foi elaborado para uniformizar os procedimentos das unidades da CASAN, seus Consultores, Prestadores de Serviços e Empreiteiras de Obras sobre a forma de execução e representação gráfica de desenhos, visando facilitar os trabalhos de preparação, elaboração, análise e supervisão dos projetos e cadastros.

Este manual foi baseado nas normas **NBR 10.067 – Princípios gerais de representação em desenho técnico**, **NBR 10.068 – Folha de desenho – layout e dimensões**, **NBR 6492 – Representação de Projetos de Arquitetura**, **NBR12298 – Representação de área de corte por meio de hachuras em desenho técnico**, **NBR13142 – Desenho técnico – dobramento de cópias e NBR8196 – Desenho técnico – emprego de escalas** da ABNT.

	<b>MARCOS GEODÉSICOS</b>	VÉRTICE	Nº	RI – 1A	FOLHA
			H	4,515	UNID. EMITENTE

MUNICÍPIO:	<b>FLORIANÓPOLIS</b>	PLANTA:	
LOCALIDADE:	AEROPORTO	<input type="checkbox"/> PINO <input type="checkbox"/> MARCO <input checked="" type="checkbox"/> CHAPA	

COORDENADAS	ESTAÇÃO	AZIMUTE			DISTÂNCIA	N	E	ZENITAL		
	RI-1A	-	-	-	-	6.937.717,267	742.193,483	-	-	-
	RN00338	92°	21'	49,8"	142,755	6.937.711,379	742.336,117	90°	22'	29"
		-	-	-	-	-	-	-	-	-
OBS.:										



MIRA – 1				MIRA – 2			
AZ	92°21'49,88"	Z	90°22'29,50"	AZ		Z	

IMPLANTADO POR	DATA	VISTORIADO POR	DATA
<b>LEGTOP</b>	16/03/03		





## **GRUPO 02 - SERVIÇOS TÉCNICOS**

### **ÍNDICE DOS SERVIÇOS**

#### **2.1 - PROJETOS COMPLEMENTARES**

02.01.01	Projeto – detalhamento de rede	m
02.01.02	Projeto - Arquitetônico	gb
02.01.03	Projeto - Estrutural	gb
02.01.04	Projeto - Elétrico	gb
02.01.05	Projeto - Hidráulico	gb
02.01.06	Projeto - Telefônico	gb
02.01.07	Projeto - Geotécnico	gb
02.01.08	Projeto - Impermeabilização	gb

#### **2.2 - VERIFICAÇÃO DE INTERFERÊNCIAS**

02.02.01	Pesquisa de interferências	m <sup>3</sup>
02.02.02	Detecção eletromagnética de tubulações	m
02.02.03	Detecção eletromagnética de singularidades	un
02.02.04	Sondagem a percussão	m
02.02.05	Sondagem a trado	m

#### **2.3 - LOCAÇÃO**

02.03.01	Locação e nivelamento de rede de água e adutora	m
02.03.02	Locação e nivelamento de rede de esgoto / emissário / drenagem	m
02.03.03	Locação e nivelamento de obras localizadas até 1 Ha	m <sup>2</sup>
02.03.04	Locação e nivelamento de obras localizadas acima de 1 Ha	m <sup>2</sup>
02.03.05	Locação da obra sem auxílio de equipamentos topográficos	m <sup>2</sup>

#### **2.4 - CADASTRO**

02.04.01	Cadastro de adutora	m
02.04.02	Cadastro de rede de água	m
02.04.03	Cadastro de rede de esgoto / emissário / drenagem	m

02.04.04	Cadastro de ligações	un
02.04.05	Cadastro de obras localizadas	pr
02.04.06	Cadastro de obras existentes	pr

REGULAMENTAÇÃO DE PREÇOS E CRITÉRIOS DE MEDIÇÃO		
<b>GRUPO</b>	<b>SERVIÇOS TÉCNICOS</b>	<b>02</b>
<b>Sub-grupo</b>	<b>Projetos complementares</b>	<b>020100</b>
<b>N.º do preço</b>	<b>E s p e c i f i c a ç ã o</b>	<b>Unid.</b>
020101	Projeto – detalhamento de rede	m

ESTRUTURA DE PREÇOS E CRITÉRIOS DE MEDIÇÃO	
<b>Compreende</b>	: Levantamento de todos os elementos topográficos, necessários ao detalhamento de projeto de rede de distribuição de água ou de rede coletora de esgotos, inclusive cálculos, desenhos, materiais, mão-de-obra técnica e elaboração do projeto.
<b>Medição</b>	: Pela extensão da rede.

REGULAMENTAÇÃO DE PREÇOS E CRITÉRIOS DE MEDIÇÃO		
GRUPO	SERVIÇOS TÉCNICOS	02
Sub-grupo	Projetos complementares	020100
N.º do preço	E s p e c i f i c a ç ã o	Unid.
020102	Projeto - Arquitetônico	gb
020103	Projeto - Estrutural	gb
020104	Projeto - Elétrico	gb
020105	Projeto - Hidráulico	gb
020106	Projeto - Telefônico	gb
020107	Projeto - Geotécnico	gb
020108	Projeto - Impermeabilização	gb

ESTRUTURA DE PREÇOS E CRITÉRIOS DE MEDIÇÃO	
<b>Compreende</b>	: Fornecimento de todos os cálculos, descrições, quantitativos, desenhos e gráficos necessários a complementação do projeto básico de uma obra.
<b>Medição</b>	: Por preço global de projeto executado.
<b>Nota</b>	: 1 -O projeto deverá seguir o prescrito em Termo de Referência fornecido pela CASAN, quando houver. 2 –Os projetos antes de serem executados deverão ter aprovação da CASAN/GPR.

REGULAMENTAÇÃO DE PREÇOS E CRITÉRIOS DE MEDIÇÃO		
<b>GRUPO</b>	<b>SERVIÇOS TÉCNICOS</b>	<b>02</b>
<b>Sub-grupo</b>	<b>Verificação de interferências</b>	<b>020200</b>
<b>N.º do preço</b>	<b>E s p e c i f i c a ç ã o</b>	<b>Unid.</b>
020201	Pesquisa de interferências	m3

ESTRUTURA DE PREÇOS E CRITÉRIOS DE MEDIÇÃO	
<b>Compreende</b>	: Escavação cuidadosa em solo não rochoso; localização e cadastro de interferência e aterro.
<b>Medição</b>	: Pelo volume de solo escavado, medido no corte, em metros cúbicos.

REGULAMENTAÇÃO DE PREÇOS E CRITÉRIOS DE MEDIÇÃO		
<b>GRUPO</b>	<b>SERVIÇOS TÉCNICOS</b>	<b>02</b>
<b>Sub-grupo</b>	<b>Verificação de interferências</b>	<b>020200</b>
<b>N.º do preço</b>	<b>E s p e c i f i c a ç ã o</b>	<b>Unid.</b>
020202	Detecção eletromagnética de tubulações	m
020203	Detecção eletromagnética de singularidades	un

ESTRUTURA DE PREÇOS E CRITÉRIOS DE MEDIÇÃO	
<b>Compreende</b>	: Fornecimento de materiais, mão de obra e equipamentos para execução do serviço
<b>Medição</b>	: Por metro de tubulação para tubos e por unidade para singularidades

REGULAMENTAÇÃO DE PREÇOS E CRITÉRIOS DE MEDIÇÃO		
GRUPO	SERVIÇOS TÉCNICOS	02
Sub-grupo	Verificação de interferências	020200
N.º do preço	E s p e c i f i c a ç ã o	Unid.
020204	Sondagem a percussão	m
020205	Sondagem a trado	m

ESTRUTURA DE PREÇOS E CRITÉRIOS DE MEDIÇÃO	
<p><b>Compreende</b> : Fornecimento de mão-de-obra, materiais e ferramentas para execução da sondagem com ensaios, inclusive a apresentação de laudos, amostras, desenhos, perfis, etc. A mobilização e desmobilização, bem como a estadia dos funcionários, estão inclusos no preço.</p>	
<p><b>Medição</b> : Pela profundidade em metros pesquisada.</p>	

REGULAMENTAÇÃO DE PREÇOS E CRITÉRIOS DE MEDIÇÃO		
GRUPO	SERVIÇOS TÉCNICOS	02
Sub-grupo	Locação	020300
N.º do preço	E s p e c i f i c a ç ã o	Unid.
020301	Locação e nivelamento de rede de água e adutora	m
020302	Locação e nivelamento de rede de esgoto / emissário / drenagem	m

ESTRUTURA DE PREÇOS E CRITÉRIOS DE MEDIÇÃO	
<p><b>Compreende</b> : Locação, relocação e nivelamento de valas, tubulações, singularidades e demais serviços topográficos necessários à implantação da obra.</p>	
<p><b>Medição</b> : Pela extensão da obra, em metros.</p>	



REGULAMENTAÇÃO DE PREÇOS E CRITÉRIOS DE MEDIÇÃO		
GRUPO	SERVIÇOS TÉCNICOS	02
Sub-grupo	Locação	020300
N.º do preço	E s p e c i f i c a ç ã o	Unid.
020303	Locação e nivelamento de obras localizadas até 1 Ha	m²
020304	Locação e nivelamento de obras localizadas acima de 1 Ha	m²

ESTRUTURA DE PREÇOS E CRITÉRIOS DE MEDIÇÃO	
<b>Compreende</b>	: Locação, relocação e nivelamento de áreas e demais serviços topográficos necessários à implantação da obra.
<b>Medição</b>	: Por área de levantamento efetivamente executado com equipe e equipamento, conforme aprovação da Fiscalização.

REGULAMENTAÇÃO DE PREÇOS E CRITÉRIOS DE MEDIÇÃO		
<b>GRUPO</b>	<b>SERVIÇOS TÉCNICOS</b>	<b>02</b>
<b>Sub-grupo</b>	<b>Locação</b>	<b>020300</b>
<b>N.º do preço</b>	<b>E s p e c i f i c a ç ã o</b>	<b>Unid.</b>
020305	Locação da obra sem auxílio de equipamento topográfico	m <sup>2</sup>

ESTRUTURA DE PREÇOS E CRITÉRIOS DE MEDIÇÃO	
<b>Compreende</b>	: Fornecimento de materiais, mão de obra e equipamentos para locação.
<b>Medição</b>	: Pela área em m <sup>2</sup> da obra locada.

REGULAMENTAÇÃO DE PREÇOS E CRITÉRIOS DE MEDIÇÃO		
GRUPO	SERVIÇOS TÉCNICOS	02
Sub-grupo	Cadastro	020400
N.º do preço	E s p e c i f i c a ç ã o	Unid.
020401	Cadastro de adutora	m
020402	Cadastro de redes de água	m
020403	Cadastro de redes de esgoto / emissário / drenagem	m

ESTRUTURA DE PREÇOS E CRITÉRIOS DE MEDIÇÃO	
<b>Compreende</b>	: Execução dos serviços topográficos e de outros necessários ao cadastramento e elaboração do cadastro, conforme normas da CASAN.
<b>Medição</b>	: Pela extensão da obra executada.

REGULAMENTAÇÃO DE PREÇOS E CRITÉRIOS DE MEDIÇÃO		
GRUPO	SERVIÇOS TÉCNICOS	02
Sub-grupo	Cadastro	020400
N.º do preço	E s p e c i f i c a ç ã o	Unid.
020404	Cadastro de ligações	un

ESTRUTURA DE PREÇOS E CRITÉRIOS DE MEDIÇÃO	
<p><b>Compreende</b> : Todos os serviços topográficos, levantamento cadastral de imóveis junto aos proprietários e demais dados necessários à representação gráfica do cadastro de ligações e desenhos, conforme normas da CASAN.</p> <p><b>Medição</b> : Por ligação executada.</p>	

REGULAMENTAÇÃO DE PREÇOS E CRITÉRIOS DE MEDIÇÃO		
GRUPO	SERVIÇOS TÉCNICOS	02
Sub-grupo	Cadastro	020400
N.º do preço	E s p e c i f i c a ç ã o	Unid.
020405	Cadastro de obras localizadas	pr
020406	Cadastro de obras existentes	pr

ESTRUTURA DE PREÇOS E CRITÉRIOS DE MEDIÇÃO	
<b>Compreende</b>	: Execução dos serviços topográficos e de outros necessários ao cadastramento e elaboração do cadastro, conforme normas da CASAN.
<b>Medição</b>	: Por prancha de cadastramento efetivamente executada com equipe e equipamento, conforme aprovação da Fiscalização.