



Prefeitura Municipal de Belo Horizonte – PMBH

Secretaria Municipal de Obras e Infraestrutura – SMOBI

Superintendência de Desenvolvimento da Capital – SUDECAP

Diretoria de Planejamento e Controle de Empreendimentos – DPLC-SD

Departamento de Informações e Procedimentos Técnicos – DPIT-SD

Gerência de Normas e Padrões Técnicos – GENPA-SD

PROCEDIMENTOS DE PROJETOS SUDECAP

CAPÍTULO 5 TOPOGRAFIA

PUBLICAÇÃO: 24/02/2022

REVISÃO: 22/07/2022

SUMÁRIO

5	TOPOGRAFIA.....	5-2
5.1	CONSIDERAÇÕES INICIAIS.....	5-2
5.2	PLANO DE TOPOGRAFIA.....	5-3
5.3	TRABALHOS DE CAMPO.....	5-3
5.4	SERVIÇOS DE ESCRITÓRIO	5-15
5.5	LOCAÇÃO (MATERIALIZAÇÃO EM CAMPO)	5-16
5.6	CRITÉRIOS DE MEDIÇÃO	5-17
5.7	LEGISLAÇÃO APLICÁVEL, NORMAS E PRÁTICAS COMPLEMENTARES.....	5-19
	REFERÊNCIAS	5-19

Este documento faz parte dos Procedimentos de Projetos SUDECAP disponíveis no Portal PBH.

São reservados à Prefeitura Municipal de Belo Horizonte todos os direitos autorais. Desde que o documento seja referenciado, é permitida a reprodução do seu conteúdo. A violação dos direitos autorais sujeita os responsáveis às sanções cíveis, administrativas e criminais previstas da legislação.

5 TOPOGRAFIA

5.1 CONSIDERAÇÕES INICIAIS

São considerados levantamentos topográficos os trabalhos de engenharia relacionados à coleta de informações sobre elementos contidos na superfície terrestre, como sua descrição, formas, coberturas vegetais e elevações, os quais são representadas em plantas topográficas e cartográficas. Os serviços devem ser executados por profissionais legalmente habilitados com o objetivo de obter em campo observações de ângulos e distâncias, com alto grau de precisão. Como produto final, tem-se a documentação técnica composta por Plantas, Cadernetas de Campo, Monografia de Marcos, etc.

Fazem parte dos levantamentos topográficos os levantamentos planimétricos, para obter coordenadas horizontais (X, Y), os altimétricos, para determinar as alturas do relevo (Z), e os planialtimétricos, para obter todas as informações do terreno, horizontais e verticais (X, Y, Z), contendo todas as informações necessárias para a elaboração e locação de projetos nas diversas áreas de arquitetura e engenharia.

Todo levantamento topográfico realizado pela SUDECAP deve estar referenciado ao Sistema Geodésico Brasileiro (SGB), com as coordenadas planimétricas referenciadas ao SIRGAS2000 e ao sistema de projeção UTM¹. As coordenadas altimétricas devem ser referenciadas ao marégrafo de Ibituba-SC. Logo, todo mapeamento deve estar composto por altitudes ortométricas.

De acordo com a demanda e necessidade da SUDECAP, podem também ser realizados levantamentos topográficos referenciados ao Sistema Topográfico Local, com coordenadas Planas Topográficas, garantindo que todas as distâncias estejam isentas das distorções decorrentes da projeção UTM.

A metodologia para realizar os estudos topográficos durante a elaboração dos projetos dos empreendimentos pode ser dividida da seguinte forma:

- 1ª etapa: Elaboração do Plano de Topografia:
 - Definição da área a ser levantada e dos serviços a serem realizados.
- 2ª etapa: Execução dos trabalhos de campo:
 - Transporte de coordenadas e altitude;
 - Implantação dos marcos e elaboração de Monografia de Marcos;
 - Coleta de informações.
- 3ª etapa: Serviços de escritório:
 - Processamento, análise e validação dos dados e do desenho.

Antes de iniciar qualquer mobilização de equipes de campo, deve ser elaborado pela CONTRATADA e aprovado pela FISCALIZAÇÃO o Plano de Topografia.

A CONTRATADA deve apresentar à FISCALIZAÇÃO, durante a execução dos serviços, o Relatório de Acompanhamento dos Serviços. Esse documento deve ser entregue semanalmente com o *status* de progressão de todas as ordens de serviços emitidas, contendo:

- Conteúdo mínimo 1 do Relatório de Acompanhamento dos Serviços;
- Conteúdo mínimo 2 do Relatório de Acompanhamento dos Serviços;
- Conteúdo mínimo 3 do Relatório de Acompanhamento dos Serviços.

Após a coleta das informações em campo, os dados devem ser processados para produção da documentação técnica a ser entregue à FISCALIZAÇÃO, que deve verificar e aprovar todos os produtos recebidos da CONTRATADA.

A composição da equipe de topografia e as funções dos profissionais são as seguintes:

- Topógrafo: responsável por planejar o serviço, elaborar os croquis de campo, gerenciar a equipe, calcular as coordenadas dos pontos a serem locados (projeto e obra), a segurança da equipe na

¹ O Universal Transversa de Mercator é o sistema de projeção cartográfica adotado pelo SGB, cujas características são:

a) Projeção de Gauss, conforme, cilíndrica e transversa;

b) Decomposição em sistemas parciais, correspondentes aos fusos de 6° de amplitude, limitados pelos meridianos múltiplos deste valor, havendo, assim, coincidência com os fusos da Carta Internacional ao Milionésimo (escala 1:1.000.000);

c) Coeficiente de redução de escala $k_0 = 0,9996$ no meridiano central de cada fuso.

- execução dos serviços e o uso dos equipamentos da equipe;
- Nivelador/Operador: responsável pela operação da estação total;
- Auxiliares: responsáveis por coletar dados/cadastro com o prisma, cravar de piquetes e pregos, pintar o nome dos pontos de poligonal e pontos locados, transportar material utilizado no levantamento topográfico, implantar marcos de obra nos empreendimentos, abrir PVs, BLs e caixas para cadastro;
- Engenheiro Agrimensor: RESPONSÁVEL TÉCNICO pelo serviço. Deve supervisionar e orientar toda a equipe de campo, fazer a comunicação entre a equipe de campo e a equipe de escritório, conferir os cálculos, conhecer o empreendimento e dar respostas à coordenação.

5.2 PLANO DE TOPOGRAFIA

O Plano de Topografia é o documento elaborado pela CONTRATADA para definir a área de abrangência, o(s) tipo(s) de Levantamento(s) e a(s) metodologia(s) a utilizar, a necessidade de lançamento de plantas de parcelamento do solo, as feições e toponímias a serem levantadas e representadas na planta, a escala da apresentação final e as informações sobre o transporte das coordenadas (de onde serão transportadas as coordenadas e onde serão implantados os novos marcos na área do empreendimento).

Para elaborar o Plano de Topografia, deve-se estudar detalhadamente a área de interesse por meio de vistoria *in loco* e de documentos, tais como: restituições aerofotogramétricas, fotos aéreas, PLANTA DE PARCELAMENTO DO SOLO (PLANTA CP OU CP), PLANTA PARTICULAR (PLANTA PL OU PL), legislação ambiental e de parcelamento do solo. Caso existam, no Acervo Técnico da SUDECAP, levantamentos topográficos realizados anteriormente na região, eles são disponibilizados pela FISCALIZAÇÃO e a CONTRATADA deve avaliá-los e considerar os marcos de partida para o(s) novo(s) levantamento(s) necessário(s).

No Plano de Topografia, deve ser levada em consideração a existência de Áreas de Preservação Permanente (APPs), avaliando com a FISCALIZAÇÃO a necessidade do levantamento dos elementos que geram a(s) APP(s). Para a elaboração do Plano, a CONTRATADA pode solicitar ao FISCAL o apoio técnico do setor da SUDECAP responsável pela fiscalização dos serviços de Topografia.

5.3 TRABALHOS DE CAMPO

Após a aprovação do Plano de Topografia, a CONTRATADA pode iniciar a execução dos serviços necessários à coleta das informações topográficas da área estudada. Devem ser levantados todos os elementos relevantes para o projeto. O levantamento não pode ser interrompido pela presença de obstáculos como muros, cercas, etc.

Durante a elaboração do levantamento, a CONTRATADA deve apresentar o Relatório de Acompanhamento dos Serviços, conforme previsto no Cronograma Físico-Financeiro e no Plano de Topografia do empreendimento, visando permitir à FISCALIZAÇÃO o controle do cronograma do empreendimento.

5.3.1 Transporte de Coordenadas UTM e Altitude

O transporte de coordenadas para realização de levantamentos topográficos se aplica a empreendimentos que não possuem marcos de referência em sua área de abrangência.

A CONTRATADA deve executar o serviço de transporte de coordenadas e altitude (Referência de Nível – RN) até o local do projeto, utilizando os marcos fornecidos pela FISCALIZAÇÃO. As Monografias dos Marcos implantados estão disponíveis no setor responsável pela fiscalização dos serviços de topografia e são repassadas à CONTRATADA em meio digital, após a aprovação do Plano de Topografia. Não é admitido o uso de marcos de referência que não sejam fornecidos pela FISCALIZAÇÃO, salvo mediante sua prévia autorização.

Para a realização de transporte de coordenadas são aceitas duas metodologias:

- Poligonação com Estação Total;
- Posicionamento Relativo Estático com Receptores GNSS.

5.3.1.1 Poligonação com Estação Total

A poligonação é um método que determina coordenadas de pontos de apoio topográfico, com precisão, para densificação de marcos topográficos que são utilizados em diversas finalidades, como apoio para voo aerofotogramétrico, regularização de terras, obras de engenharia, etc.

Uma poligonal topográfica é construída utilizando equipamentos que mensuram ângulos e distâncias, como a Estação Total. É realizado um caminhamento, a partir de marcos topográficos conhecidos, passando por pontos intervisíveis, e retornando em marcos topográficos conhecidos. São observados ângulos e distâncias, que deverão ser testados segundo grau de tolerância definido, para que a poligonal seja aprovada.

Essa metodologia deve ser utilizada quando o marco de partida indicado pela SUDECAP estiver localizado a uma distância menor que 2 (dois) km do empreendimento. A Estação Total – equipamento de medição e armazenamento eletrônico de dados topográficos – deve ter as seguintes especificações mínimas:

- Precisão linear de 2 (dois) mm + 2 (dois) ppm;
- Precisão angular de 5”;
- Leitura angular de 1”;
- Alcance de 2.500 (dois mil e quinhentos) metros com um prisma;
- Alcance de até 1.200 (mil e duzentos) metros com o mini-prisma;
- Unidade de registro incorporada no instrumento.

A poligonal de transporte deve ser fechada, com origem e fim nos marcos fornecidos, e, preferencialmente, deve abranger os marcos a serem implantados. Todos os vértices da poligonal do transporte devem ser materializados por piquete ou prego identificados com tinta no local implantado. Todas as visadas devem estar compreendidas entre 10 (dez) e 300 (trezentos) metros.

A poligonal deve atender aos critérios de precisão estabelecidos pela SUDECAP, relacionados à planimetria e à altimetria. Seguem as especificações relacionadas aos erros máximos admissíveis:

- Erro relativo: 1:25.000;
- Erro altimétrico: 12 mm.km^{1/2}.

Deve ser apresentado, no desenho do Levantamento Topográfico, o Diagrama de Transporte, contendo o croqui do caminhamento da poligonal. Junto ao diagrama, deve ser lançado o quadro demonstrativo contendo as informações relativas à poligonal (coordenadas, cotas, distâncias e azimutes de todos os vértices).

5.3.1.2 Posicionamento Relativo Estático com Receptores GNSS

O *Global Navigation Satellite System* (GNSS), ou Sistema Global de Navegação por Satélite, permite a localização geográfica de um ponto em qualquer parte do Planeta Terra, através de equipamentos capazes de rastrear sinais de satélites pertencentes a esse sistema, os receptores GNSS. Existem vários GNSS, sendo o GPS e o GLONASS, os sistemas mais usuais.

Conforme as orientações do IBGE (2008, p. 8),

no posicionamento relativo, as coordenadas são determinadas em relação a um referencial materializado através de uma ou mais estações com coordenadas conhecidas. Neste caso, é necessário que pelo menos dois receptores colem dados de, no mínimo, dois satélites simultaneamente, onde um dos receptores deve ocupar a estação com coordenadas conhecidas, denominada de estação de referência ou estação base.

Especificamente em relação ao posicionamento relativo estático, “tanto o receptor da estação referência, quanto o da estação com coordenadas a determinar, permanecem estacionários durante todo o levantamento. A duração do levantamento varia de 20 (vinte) minutos até várias horas.” (IBGE, 2008, p. 9).

Essa metodologia deve ser utilizada quando o marco de partida indicado pela FISCALIZAÇÃO estiver localizado a uma distância maior que 2 (dois) km do empreendimento. Ao fazer o uso de receptores GNSS para o transporte de coordenadas, o método de posicionamento a ser utilizado deve ser o relativo estático. São aceitas apenas soluções fixas.

A base deve ser de monitoramento contínuo, dentro do território da Região Metropolitana de Belo Horizonte, homologada pelo IBGE, a exemplo da estação MGBH da Rede Brasileira de Monitoramento Contínuo (RBMC).

O tempo de rastreamento deve ser de, no mínimo, 180 (cento e oitenta) minutos ininterruptos para o transporte relativo à base de monitoramento contínuo (maior Linha de Base). Feito o transporte para um marco no local do empreendimento, recomenda-se processar os outros 2 (dois) marcos em relação ao primeiro ponto rastreado. Para esses, o tempo deve ser, no mínimo, de 120 (cento e vinte) minutos (menor Linha de Base). Ex.: para determinar as coordenadas dos marcos implantados M1, M2 e M3, deve-se rastrear por 180 (cento e oitenta) minutos o M1 e processar em relação à RBMC MGBH. Após obter as coordenadas fixas do M1, deve-se rastrear os marcos M2 e M3 por 120 (cento e vinte) minutos cada e, em seguida, realizar o processamento do M2 e M3 em relação ao M1.

Em caso de falta de operação das bases de monitoramento contínuo, ou em casos em que seja necessária a compatibilização de coordenadas com outro projeto próximo ao empreendimento, pode ser utilizado como base algum dos marcos próximos à região fornecidos pela FISCALIZAÇÃO.

A CONTRATADA deve apresentar o relatório de processamento dos pontos rastreados, o qual deve conter, obrigatoriamente:

- Sistema Geodésico de Referência utilizado;
- Coordenadas Lat Long (GG°MM'SS,SSSS") e altitude geométrica com três casas decimais;
- Coordenadas UTM;
- Representação gráfica dos vetores com respectivas elipses de erros dos pontos a determinar;
- Desvios-padrão (ao nível de confiança de 95%) das respectivas coordenadas e altitude geométrica;
- Tempo de rastreamento (horário de início e fim do rastreamento);
- Comprimento da linha de base;
- PDOP médio durante o tempo de rastreamento;
- Máscara de elevação utilizada;
- Constelações rastreadas e número de satélites;
- Marca e modelo do equipamento utilizado e parâmetros da antena do receptor;
- Nome e versão software de processamento utilizado;
- 2 (duas) fotos de cada marco implantado com o equipamento instalado no mesmo, sendo uma foto em detalhe e outra foto do tipo panorâmica local;
- Arquivos digitais Nativos e RINEX do Rover e o RINEX da Base.

A Altitude Geométrica deve ser convertida em Altitude Ortométrica, usando da seguinte relação:

- $H = h - N$, onde:
 - H é a Altitude Ortométrica: distância (em metros) entre a superfície física e a geoidal, observada na vertical do lugar;
 - h é a Altitude Geométrica: distância (em metros) entre a superfície física e a elipsoidal, observada sobre a normal do lugar;
 - N é a Ondulação Geoidal: distância aproximada (em metros), medida na normal, entre as superfícies elipsoidal e geoidal.

Para obtenção da Ondulação Geoidal, deve ser utilizado o modelo de ondulações geoidais referidas ao SIRGAS2000 e SAD69 denominado MAPGEO2015, que pode ser obtido no portal do IBGE.

Desde que haja a aprovação por parte da FISCALIZAÇÃO, a CONTRATADA pode fazer uso do Posicionamento por Ponto Preciso (IBGE-PPP). O IBGE-PPP é um serviço on-line gratuito para pós-processamento de dados GNSS disponível desde Abril de 2009 no portal do IBGE. Nesse caso, a recomendação é que os marcos sejam rastreados por, no mínimo, 4 (quatro) horas, devendo ser entregue, anexo ao relatório técnico de topografia, todos os dados obtidos no processamento.

5.3.2 Implantação dos Marcos de Concreto e Elaboração de Monografia de Marcos

Para viabilizar a locação da obra, complementações ou *as built*, para cada empreendimento, devem ser implantados no mínimo 3 (três) marcos de concreto para locação, conforme o padrão apresentado no Capítulo 1 do Caderno de Encargos SUDECAP.

Para empreendimentos de infraestrutura, os 3 (três) marcos devem ser implantados a cada 2 (dois) km de extensão do empreendimento. O número de marcos a serem implantados pode ser alterado, de acordo com as necessidades do empreendimento, a critério da FISCALIZAÇÃO.

Nos empreendimentos de edificações, os marcos devem ter espaçamento máximo de 500 (quinhentos) metros, intervisíveis entre si e implantados em locais seguros e de fácil acesso. No caso de utilização da

técnica de Poligonação com Estação Total e de os marcos implantados não serem vértices da poligonal de transporte, a determinação das coordenadas para os novos marcos se dá através da implantação de uma poligonal fechada, seguindo os mesmos critérios de precisão estabelecidos para o Transporte de Coordenadas UTM e Altitude (tópico 5.3.1).

As Monografias de Marcos, a serem apresentadas de acordo com o modelo disponibilizado pela FISCALIZAÇÃO, devem conter:

- A identificação unívoca dos marcos, conforme a codificação fornecida pela FISCALIZAÇÃO;
- Página e Quadricula da Lei de Uso e Ocupação do Solo;
- Sistema de Referência para as Coordenadas – Datum;
- Coordenadas UTM com altitude ortométrica;
- Descrição dos marcos;
- Processo de determinação dos marcos (Poligonação com Estação Total – tópico 5.3.1.1 – ou Relativo Estático por Receptores GNSS – tópico 5.3.1.2);
- Fechamento da Poligonal, quando adotada a metodologia de Poligonação com Estação Total;
- Desvios padrões das coordenadas, quando adotada a metodologia de Posicionamento Relativo Estático com Receptores GNSS (tópico 5.3.1.2);
- Endereço;
- Itinerário de cada marco;
- Croqui de Localização (pode ser elaborado através de imagem aérea do local).

As coordenadas devem ser apresentadas com 3 (três) casas decimais em SIRGAS2000, ambas projetadas no Sistema UTM e a Altitude Ortométrica com 3 (três) casas decimais. No caso de transporte de coordenadas utilizando Poligonação com Estação Total, indica-se o uso do *software Data Geosis e/ou Sistema Topograph* para transformação das coordenadas topográficas para UTM.

5.3.3 Coleta de Informações

Os levantamentos topográficos podem ser classificados quanto à posição em relação à superfície terrestre em que são executados: superficial, hidrográfico e subterrâneo. Dentro de cada classe, de acordo com a finalidade básica do levantamento, pode-se enquadrá-lo em um tipo de levantamento, a seguir enumerados e caracterizados:

- Levantamentos Topográficos Superficiais:
 - Levantamento Planialtimétrico Cadastral;
 - Levantamento Planimétrico Cadastral;
 - Levantamento Planimétrico;
 - Levantamento Planialtimétrico para Estudo e Cadastro de Redes Subterrâneas;
 - Levantamento Planialtimétrico para Cálculo de Volume (Cubagem);
 - Levantamento Altimétrico (Nivelamento);
 - Exploração Locada.
- Levantamentos Hidrográficos:
 - Levantamento Hidrográfico – Topobatimetria;
 - Levantamento Hidrográfico – Batimetria.
- Levantamento Topográfico Subterrâneo.

A definição do tipo de levantamento a ser realizado se dá em função de quais são as informações de campo necessárias aos projetos a serem elaborados. Os projetos de um determinado empreendimento podem exigir as informações coletadas no levantamento planimétrico ou no levantamento altimétrico ou em ambos. A definição deve ser apresentada pela CONTRATADA no Plano de Topografia.

Para a execução de qualquer levantamento topográfico, deve ser implantada uma poligonal fechada para dar apoio a todo o levantamento. Não é admitida a implantação de poligonais abertas como base para o levantamento. Essa poligonal de serviço deve ter como origem os pontos da poligonal de transporte, que deve estar amarrada ao Sistema Geodésico Brasileiro.

Quanto à precisão, a poligonal de serviço deve atender aos mesmos critérios estabelecidos para a poligonal de transporte:

- Erro relativo: 1:25.000;

- Erro altimétrico: 12 mm.km^{1/2}.

Os vértices da poligonal devem ser materializados através de pregos e/ou parafusos, em locais pavimentados, e de piquetes com um prego cravado ao centro da ponta superior, para locais não pavimentados.

Excetuando-se a Batimetria, todos os outros levantamentos relacionados nesse capítulo devem ser executados utilizando-se Estação Total. As especificações do equipamento são as mesmas definidas no tópico 5.3.1.1.

5.3.3.1 Levantamento Planialtimétrico Cadastral

Trata-se de um Levantamento multifinalitário no qual diversas informações são levantadas dentro da área de interesse aprovada no Plano de Topografia. Devem ser levantados todos os elementos e as interferências encontrados no campo com a finalidade de modelar e representar de forma fidedigna a realidade encontrada no campo.

Todas as obras de arte, edificações e benfeitorias existentes na área do Plano de Topografia devem ser levantadas e representadas, tais como:

- Edificações de qualquer tipo (com as respectivas numerações postais e outras informações relevantes);
- Padrões existentes (inspeção e medições): água, energia elétrica, etc.;
- Alambrados, cercas, corrimãos, grades, guarda-corpos e muros (altura e espessura);
- Cotas das soleiras;
- Testadas dos lotes;
- Estruturas de contenção e obras de arte especiais;
- Pontes e pontilhões;
- Torres de energia elétrica (alta tensão) e fiação;
- Mobiliário urbano: bancas de revista, bancos, canteiros, esculturas, jardins, lixeiras, painéis, *playgrounds*, quiosques, pontos/abrigos de ônibus, postes e fiação de energia, relógios, telefones públicos, etc.;
- Elementos principais do logradouro: eixo, bordos da pista, sarjeta, meio-fio (pé e crista), ciclovias, ciclofaixas, canteiros centrais, sinalização horizontal e vertical para veículos e pedestres (faixas de pedestres, placas, radares, rotatórias, semáforos, etc.), passeio, acessos às edificações e benfeitorias (escada, rampas, garagem, rebaixo de meio-fio, testadas dos lotes, desnível entre meio-fio e sarjeta, pé e crista do meio-fio) e outros elementos que possam ser relevantes ao projeto;
- Tipo de pavimento e largura das vias, passeios e canteiros;
- Nascentes e surgências d'água encontradas;
- Talwegues;
- Cursos e corpos d'água (canais, córregos, lagos ribeirões, rios):
 - Sentido de escoamento;
 - Delimitação da linha d'água;
 - Cota máxima de cheia;
 - Nível d'água;
 - Data da coleta das informações.

Devem ser cadastradas e caracterizadas todas as redes de infraestruturas de serviços públicos (redes de água, esgoto, drenagem, telefonia, energia elétrica, gás, cabos de fibra óptica, etc.), em destaque seus elementos listados a seguir:

- Poços de visita:
 - Uso (PVA, PVE, CEMIG, etc.);
 - Cota de topo;
 - Cota de fundo (montante e jusante);
 - Diâmetro da tubulação (montante e jusante);
 - Direção de escoamento (montante e jusante);
 - Material da tubulação/revestimento;
 - Dimensões dos dispositivos especiais.
- Adutoras;
- Bocas de Lobo;

- Cota de topo;
 - Cota de fundo (montante e jusante);
 - Diâmetro da tubulação (montante e jusante);
 - Direção de escoamento (montante e jusante);
 - Material da tubulação/revestimento;
 - Dimensões dos dispositivos especiais.
- Bueiros;
 - Grelhas;
 - Galerias e redes tubulares;
 - Canaletas;
 - Caixas, dispositivos especiais e outras estruturas:
 - Uso (caixas de passagem, estações de bombeamento, sifões, etc.);
 - Cota de topo;
 - Cota de fundo (montante e jusante);
 - Diâmetro da tubulação (montante e jusante);
 - Direção de escoamento (montante e jusante);
 - Material da tubulação/revestimento;
 - Dimensões.
 - Estruturas ou pontos de lançamentos de contribuições nos corpos d'água e galerias;
 - Vegetação;
 - E demais elementos necessários ao empreendimento.

O levantamento das redes deve ter sua identificação e representação de acordo com as convenções dos *Templates* (Modelos). Por intermédio da FISCALIZAÇÃO, a CONTRATADA deve buscar junto às concessionárias de serviços públicos os cadastros atualizados, para sua confirmação em campo e lançamento no desenho.

A vegetação que estiver contida na área do Plano de Topografia deve ser levantada nos seguintes casos:

- Áreas ajardinadas ou arborizadas em terrenos públicos ou privados, parques, praças, canteiros centrais e passeios viários;
- Remanescentes florestais nativos e vegetação de áreas antropizadas.

As áreas ajardinadas e áreas de vegetação antropizada devem ser representadas com a indicação da área ocupada e do tipo de vegetação (jardim, gramado, pastagem, vegetação herbácea, cultura agrícola, horta, etc.). Os agrupamentos arbóreos devem ser representados com a indicação da área ocupada e a quantidade de indivíduos.

Os indivíduos arbóreos cuja altura seja superior a 1,50 m (um metro e cinquenta centímetros) devem ser cadastrados, sem identificação da espécie, com anotação da altura total (incluindo a copa), do DAP – diâmetro do caule à altura do peito (medido a 1,30 m (um metro e trinta centímetros) do solo) e da área de projeção da copa. Em áreas de vegetação de cerrado, ao invés do DAP, deverá ser adotado o DAS – diâmetro do caule à altura do solo (medido a 30 (trinta) cm do solo). Caso sejam observados indivíduos com mais de um fuste (ramificação do caule abaixo de 1,3 m (um metro e trinta centímetros)), deve ser considerada a altura do maior e registrado o diâmetro de cada fuste ($d1 + d2 + \dots + dn$). Essas informações devem ser apresentadas em quadros na planta do Levantamento Topográfico; caso ocorram em grande volume poderão ser apresentadas anexas à planta. Os indivíduos arbóreos devem ser enumerados de forma unívoca no quadro e na planta.

Também devem ser levantados os acidentes geográficos como:

- Taludes (Pé e Crista);
- Afloramentos rochosos;
- Erosões e Voçorocas.

Em relação à toponímia, os nomes dos lugares devem ser coletados e anotados nos croquis e, na planta do levantamento do topográfico, todos os lugares devem estar identificados. Os nomes de regionais, bairros, logradouros, praças, monumentos, prédios públicos, museus, equipamentos urbanos, cursos d'água, etc. devem estar de acordo com as bases oficiais. Para tanto, devem ser consultados os dados disponíveis no BHMMap, no Sistema de Informações Urbanísticas e Endereços (SIURBE) e demais órgãos oficiais.

Todos os Levantamentos Planialtimétricos devem representar tridimensionalmente o relevo do terreno estudado. Durante o trabalho de campo, devem ser levantados pontos estratégicos, observando rigorosamente o relevo e suas deformações, de modo que o terreno seja fielmente representado. A Figura

5.1 retrata como devem ser escolhidos os pontos de amostragem para modelar diferentes tipos de relevo.

É fundamental que elementos e feições definidores de desníveis tenham suas altitudes de pé e topo levantadas. Ex.: Arrimos, gabiões, taludes, alicerces, meio-fios, canais, córregos, canaletas, escadas, rampas, desníveis, rebaixos, etc.

No processamento dos dados, devem ser criadas as linhas de fronteiras, de exclusões e obrigatórias. Deve-se trabalhar o modelo, manipulando os lados quando necessário, propiciando assim a confecção de uma malha triangular representativa do relevo. Dessa malha, são geradas as curvas de nível, com a equidistância vertical de 1 (um) metro, ficando a critério da FISCALIZAÇÃO a solicitação de outros espaçamentos, quando necessário.

Assim, perfis e/ou seções extraídas devem representar a realidade local, necessária à execução de projetos executivos e processos de cubagem.

Nas plantas, devem ser apresentadas as curvas de nível, com as mestras cotadas, a indicação da altitude de pontos notáveis (pontos cotados), como o cruzamento de eixos de vias, topos de morros, fundos de vales, etc.

Caso a FISCALIZAÇÃO constate erros no Levantamento ou insuficiência dos pontos cadastrados, em qualquer etapa de projeto, a CONTRATADA deve providenciar a correção e/ou complementação do Levantamento, sem ônus para a CONTRATANTE.

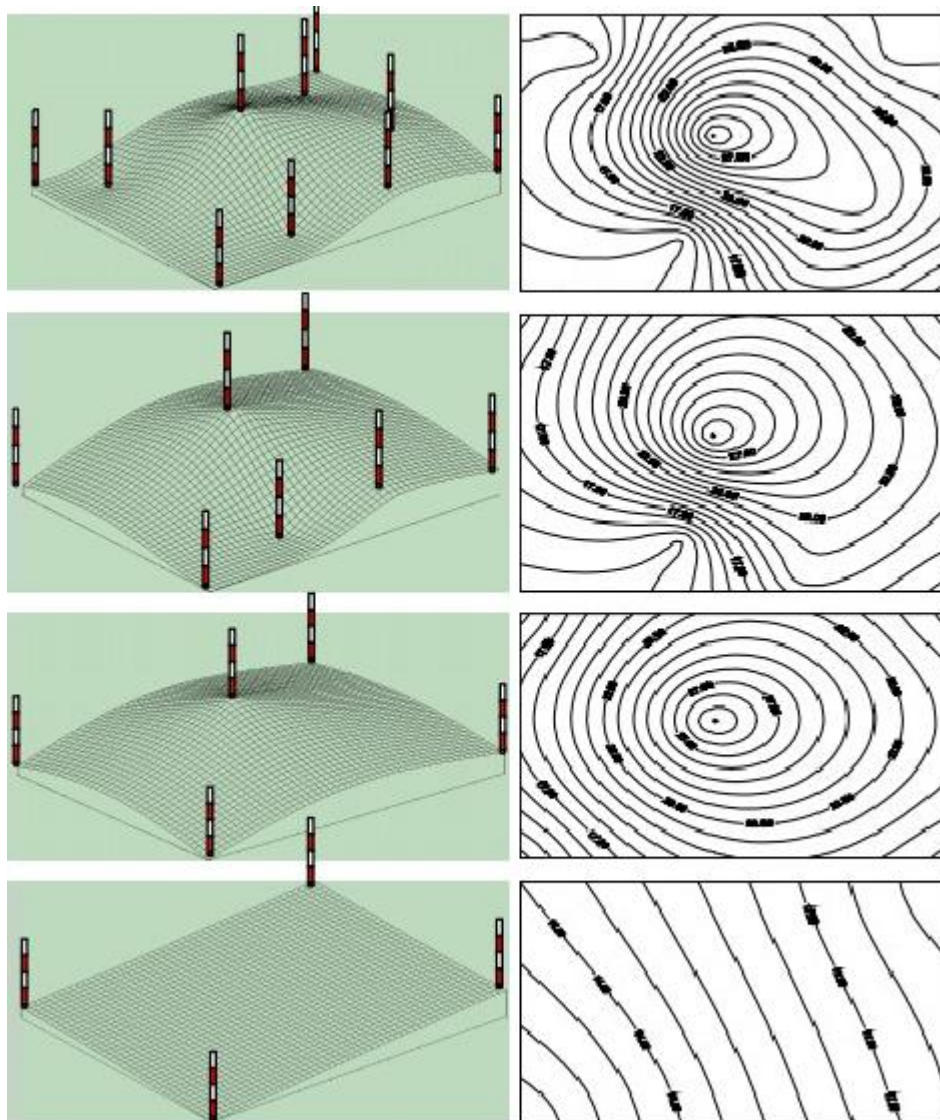


Figura 5.1 - Amostragem de pontos para representação do relevo. Fonte: Veiga; Zanetti; Faggion (2012).

5.3.3.2 Levantamento Planimétrico Cadastral

Compreende o conjunto de operações necessárias para a determinação de pontos e feições do terreno, que são projetados sobre um plano horizontal de referência através de suas coordenadas E(x) e N(y) (representação bidimensional).

As informações a serem apresentadas são idênticas às produzidas no Levantamento Planialtimétrico Cadastral, porém sem as informações altimétricas dos pontos levantados.

5.3.3.3 Levantamento Planimétrico

Diferentemente do Planialtimétrico Cadastral, este tipo não é multifinalitário; atende a um projeto/obra específico. Pode ser utilizado para fechamento de quarteirões para amarração de PL(s) e para levantamento de perímetro com objetivo de confecção de memorial descritivo do limite do imóvel, fornecendo subsídio para a regularização do documento de propriedade do imóvel.

Pode ainda ser usado para levantamento dos limites e confrontações de uma propriedade, pela determinação do seu perímetro, incluindo o alinhamento da via ou logradouro com o qual faça divisa, bem como a sua orientação e a sua amarração ao SGB e a pontos notáveis e estáveis nas suas imediações. Muros, cercas, corpos d'água, limite das edificações, mesmo que não façam parte dos limites, devem ser levantados. Os nomes dos logradouros e a numeração postal das residências devem ser indicados em planta.

A definição dos elementos a serem levantados e as informações a serem produzidas deve levar em consideração a complexidade do empreendimento e ser apresentada no Plano de Topografia visando a atender ao escopo do empreendimento.

5.3.3.4 Levantamento Planialtimétrico para Estudo e Cadastro de Redes Subterrâneas

Levantamento utilizado para cadastro de redes subterrâneas de infraestrutura. Pode também ser útil em complementações e/ou atualizações de Levantamentos que carecem de informações sobre determinada rede de serviço público; nesse caso, a complementação e/ou atualização deve partir das mesmas coordenadas do levantamento a ser complementado e/ou atualizado.

Para visualização da posição das redes, devem ser levantadas as vias, os canteiros e os passeios. Devem ser cadastradas e caracterizadas todas as redes de infraestruturas de serviços públicos (redes de água, esgoto, drenagem, telefonia, energia elétrica, gás, cabos de fibra óptica, etc.), em destaque seus elementos listados a seguir:

- Poços de visita:
 - Uso (PVA, PVE, CEMIG, etc.);
 - Cota de topo;
 - Cota de fundo (montante e jusante);
 - Diâmetro da tubulação (montante e jusante);
 - Direção de escoamento (montante e jusante);
 - Material da tubulação/revestimento;
 - Dimensões dos dispositivos especiais.
- Adutoras;
- Bocas de Lobo:
 - Cota de topo;
 - Cota de fundo (montante e jusante);
 - Diâmetro da tubulação (montante e jusante);
 - Direção de escoamento (montante e jusante);
 - Material da tubulação/revestimento;
 - Dimensões dos dispositivos especiais.
- Bueiros;
- Grelhas;
- Galerias e redes tubulares;
- Canaletas;
- Caixas, dispositivos especiais e outras estruturas;

- Uso (caixas de passagem, estações de bombeamento, sifões, etc.);
- Cota de topo;
- Cota de fundo (montante e jusante);
- Diâmetro da tubulação (montante e jusante);
- Direção de escoamento (montante e jusante);
- Material da tubulação/revestimento;
- Dimensões dos dispositivos especiais.
- Pontes e pontilhões;
- Estruturas ou pontos de lançamentos de contribuições nos corpos d'água e galerias;
- Nascentes e surgências d'água encontradas;
- Talvegues;
- Cursos e corpos d'água (canais, córregos, lagos, ribeirões, rios):
 - Sentido de escoamento;
 - Delimitação da linha d'água;
 - Cota máxima de cheia;
 - Nível d'água;
 - Data da coleta das informações.
- Demais elementos necessários para cadastro de redes subterrâneas de infraestrutura;

O levantamento das redes deve ter sua identificação e representação de acordo com as convenções dos *Templates* (Modelos). Por intermédio da FISCALIZAÇÃO, a CONTRATADA deve buscar junto às concessionárias de serviços públicos os cadastros atualizados, para sua confirmação em campo e lançamento no desenho, e apoio para abertura de poços de visitas, caixas, dispositivos especiais e outras estruturas.

5.3.3.5 Levantamento Planialtimétrico para Cálculo de Volume (Cubagem)

Trata-se de levantamento topográfico planialtimétrico com a finalidade de mensuração de volumes escavados e/ou depositados e de acompanhamento da obra. O serviço deve ser realizado conforme descrito no Capítulo 3 do Caderno de Encargos SUDECAP.

5.3.3.6 Levantamento Altimétrico (Nivelamento)

Esse tipo de Levantamento objetiva, exclusivamente, a determinação das alturas relativas a uma superfície de referência, dos pontos de apoio e/ou dos pontos de interesse específicos, pressupondo-se o conhecimento de suas posições planimétricas, visando à representação altimétrica da superfície levantada e, principalmente, pontos de referência de nível confiáveis.

O Nivelamento pode ser Trigonométrico com utilização de Estação Total, desde que os equipamentos e os acessórios estejam aferidos e que sejam utilizadas técnicas para minimização dos erros aleatórios e sistemáticos. A técnica aconselhável é a *Leap-Frog*, a qual minimiza os efeitos provocados pelas principais fontes de erros inerentes ao método de Nivelamento Trigonométrico, que são medidas de alturas do instrumento e da altura do sinal (prisma), tendo em vista que os métodos para obtenção dessas medidas não são muito precisos.

A técnica *Leap-Frog* (Nivelamento Trigonométrico Preciso) possibilita medir a diferença de nível entre diferentes pontos do terreno por meio da resolução de triângulos, fundamentada na relação trigonométrica entre ângulos zenitais e distâncias dos pontos levantados. A técnica consiste em instalar a estação total entre os dois pontos dos quais se deseja obter o desnível, ao invés de instalá-la sobre um dos pontos como se procede no Nivelamento Trigonométrico Tradicional.

Contudo, em trabalhos que exigem altíssimo grau de precisão, deve-se utilizar nível e a técnica de nivelamento geométrico com as visadas iguais. O equipamento deve ter um nível de alta precisão, de acordo com a norma NBR 13133.

Na entrega, deve constar a caderneta de nivelamento, utilizada em campo, com todos os dados observados e a planilha de cálculo das altitudes finais.

5.3.3.7 Exploração Locada

Esse tipo de Levantamento se baseia na locação do projeto através da implantação de um estaqueamento ao longo do eixo do traçado, com posterior Levantamento Planialtimétrico das seções transversais. A Exploração Locada se aplica quando já existe um projeto e deseja-se extrair novas seções transversais no estaqueamento. O estaqueamento deve ser locado e levantado (cadastrado), tornando viáveis comparações com a seção original do projeto.

Pode ser usado para estudar, diretamente no campo, a implantação de projetos viários, com a finalidade de identificar possíveis interferências não previstas no projeto original, que não foram cadastradas no Levantamento Topográfico que serviu de base para a elaboração dos projetos, seja por erro ou omissão, seja por se tratar projetos antigos e desatualizados.

Nas seções transversais, todos os obstáculos encontrados devem ser levantados e representados, tais como casas, muros, meio-fios, cercas, etc. Esses obstáculos não podem ser considerados impedimento para dar continuidade à seção até a extensão estabelecida.

As seções transversais devem atingir duas vezes a largura da via aprovada em CP ou projetada, ou conforme critério estabelecido no Plano de Topografia. Em pontos onde houver necessidade de estudos especiais, as seções devem ser prolongadas até a extensão considerada suficiente para aqueles estudos.

Onde houver a previsão de contenção, os trechos devem ser detalhados com a implantação do estaqueamento e o Levantamento Planialtimétrico das seções de 5 (cinco) metros em 5 (cinco) metros. Nos trechos em curva, as seções do estaqueamento devem ser tiradas seguindo a direção do raio da curva.

5.3.3.8 Levantamento Hidrográfico – Topobatimetria

Aplica-se a levantamentos de calhas de cursos d'água, canais e galerias abertas. Devem ser levantados o leito e uma faixa para ambos os lados do curso d'água, conforme definição do Plano de Topografia. A metodologia desse tipo de levantamento é a mesma do Levantamento Planialtimétrico Cadastral, sendo acrescida a obrigatoriedade de apresentação de seções transversais e perfil.

Os auxiliares da equipe de topografia, ao cadastrar os locais inundados, devem estar com roupa impermeável, respaldando-se de possível contaminação através do contato com a água. No caso de áreas profundas, deve-se usar algum tipo de embarcação.

Os principais tipos de canais que podem ser caracterizados a partir desse tipo de levantamento são o Canal Revestido Aberto (CANRA), Canal Revestido Seminatural (CANSN) e o Canal em Leito Natural (CANLN). A Topobatimetria deve apresentar as seguintes informações:

- CANRA:
 - Sentido do canal do início até o ponto de lançamento;
 - Geometria da seção (nas galerias com mais de uma seção, devem ser cadastradas todas as seções), indicando o material de que se constitui a estrutura da galeria;
 - Fotografias, com sua localização no interior do canal, das chegadas de outras galerias, redes de microdrenagem e outros lançamentos, obstruções, detritos, sedimentos e outras interferências, desgaste/abrasão na estrutura da galeria;
 - Interseções como vias, pontes, bueiros, etc.;
 - Declividades por trechos compreendidos entre degraus ou mudança da rampa do fundo ou de direção;
 - Cotas de topo e fundo no emboque e lançamento da galeria;
 - Desenho(s) da(s) seção(ões) tipo(s), conforme modelo disponibilizado pela FISCALIZAÇÃO;
 - Ficha de Geometria do Canal Revestido Aberto preenchida, conforme modelo disponibilizado pela FISCALIZAÇÃO.
- CANSN ou CANLN:
 - Sentido do canal até o ponto de lançamento;
 - Geometria da seção (nas galerias com mais de uma seção, devem ser cadastradas todas as seções), indicando o material de que se constitui a estrutura da galeria;
 - Fotografias, com sua localização no interior do canal, das chegadas de outras galerias, redes de microdrenagem e outros lançamentos, obstruções, detritos, sedimentos, outras interferências;
 - Declividade do(s) trecho(s);

- Cotas de topo e fundo no emboque e lançamento da galeria;
- Desenho(s) da(s) seção(ões) tipo(s), conforme modelo disponibilizado pela FISCALIZAÇÃO;
- Ficha de Geometria do Canal Seminatural preenchida, conforme modelo disponibilizado pela FISCALIZAÇÃO.

5.3.3.9 Levantamento Hidrográfico – Batimetria

Utilizado para mapear superfícies submersas de corpos d'água: lagos, lagoas e acumulações d'água. Aplica-se apenas em superfícies com espelho d'água. Para o levantamento das bordas, deve-se usar o Levantamento Planialtimétrico Cadastral.

O levantamento deve ser realizado utilizando-se um ecobatímetro hidrográfico digital com transdutor monofeixe. O sensor deve ser fixado no casco de uma embarcação, cuja precisão é impactada pelos movimentos de rolagem (*roll*), arfagem (*pitch*) e de afundamento (*heave*) da embarcação. Para isso, são desejáveis boas condições de navegabilidade, sem ondulação e ventos.

O ecobatímetro deve ser aferido no início e no final de cada trecho sondado ou após qualquer interrupção devido a manutenções. A aferição deve ser executada na profundidade próxima à máxima profundidade local. Durante o levantamento, as profundidades indicadas pelo transdutor devem ser gravadas pelo computador de bordo, automaticamente, para todas as seções levantadas.

Em áreas rasas, com até 50 (cinquenta) cm de profundidade, pode ser utilizado em concomitância com a batimetria principal um *Remote Hydrographic Survey Boat* – pequeno barco teleguiado capaz de transportar o ecobatímetro e a antena GNSS para cobertura de porções de difícil acesso.

Os registros de nível d'água devem ser obtidos a partir de marco topográfico próximo, cuja altitude deve ser transportada até a lâmina d'água a partir de nivelamento geométrico. Leituras de nível d'água devem ser utilizadas para redução das profundidades obtidas pela batimetria. A partir disso, obtém-se as altitudes submersas do corpo d'água.

Após a coleta das informações, os dados devem ser processados em *software* apropriado a fim de gerar uma nuvem de pontos georreferenciados de profundidades ou altitudes, sendo estas coordenadas extraídas em intervalos definidos em função da escala da planta e do arquivo de dados de posicionamento.

Após interpretação e análise dos dados obtidos em campo, elabora-se a planta batimétrica com profundidades a ser impressa em metros e decímetros. Devem ser interpoladas isóbatas a cada metro de profundidade. Deve-se disponibilizar o arquivo tridimensional (XYZ) das profundidades obtidas.

5.3.3.10 Levantamento Topográfico Subterrâneo

Aplicado para levantamento de túneis e de galerias/canais fechados (redes de macrodrenagem). Pelo fato desses tipos de serviços possuírem caráter peculiar, esse procedimento deve atender, principalmente, para as recomendações de metodologias para execução do levantamento. Ao fim do texto, encontram-se algumas especificações para Cadastro de Redes de Macrodrenagem.

Antes de toda operação subterrânea, é necessário verificar se a área da superfície em questão já possui um levantamento ou já dispõe de pontos que forneçam coordenadas confiáveis para a “amarração” dos trabalhos subterrâneos. Caso não existam, deve-se providenciar a implantação de marcos.

Para a execução desse levantamento, faz-se uso do processo de poligonal apoiada em pontos e direções distintas, isto é, no início e no final do empreendimento, devem ser implantados marcos de apoio, utilizados como pontos de controle para ajustamento das coordenadas dos pontos levantados.

A poligonal apoiada em pontos e direções distintas deve ser executada com cuidados especiais de modo a garantir a precisão dos trabalhos executados.

As poligonais devem ser desenvolvidas utilizando-se a metodologia de reiteração angular, com 2 (duas) séries de visadas, utilizando-se os lados 1 e 2 da Estação Total – PDPI, considerando as seguintes especificações:

- A variação dos ângulos horizontais e verticais diretos, englobando todas as séries, não pode ser superior a 30” (trinta segundos);
- As medidas horizontais das rés e vantes, englobando todas as séries, não podem variar mais que 15 (quinze) mm;
- As diferenças de nível das rés e vantes, englobando todas as séries, não podem variar mais que

- 15 (quinze) mm;
- Nenhuma visada pode ser superior a 100 (cem) metros.

A primeira operação a ser realizada é a materialização dos vértices da poligonal. Evita-se a cravação de estacas no solo, cuja conservação é incerta, então cravam-se os vértices no teto da galeria, sendo essas estacas dotadas de um fio com prumada para centragem posterior dos aparelhos.

Observa-se que, quanto maior a extensão do túnel, maior será o risco de acúmulo de pequenos, porém inevitáveis erros, que implicarão um desvio do eixo de projeto. Para garantia de boa precisão em túneis com extensão superior a 500 (quinhentos) metros, utilizam-se poços testemunhas.

Os poços testemunhas consistem em 2 (dois) tubos de PVC rígido, separados entre si, numa distância de aproximadamente 60 (sessenta) metros, situados entre a superfície do terreno natural e o teto do túnel, nas proximidades do seu eixo horizontal, para que seja transferida uma base da superfície para seu interior, através de fios de aço, tensionados por pesos imersos em óleo. Esse procedimento materializa a vertical do local, tal como um fio de prumo.

As redes de macrodrenagem são compostas por Canais Revestidos Fechados (CANRF) – subterrâneos e, na sua quase totalidade, construídos em concreto armado –, também chamados e conhecidos como “galerias pluviais”. Tais canais caracterizam-se por ter largura igual ou maior que 1500 (mil e quinhentos) mm.

O cadastro de rede de macrodrenagem deve caracterizar os componentes dos CANRFs, como os elementos de infraestrutura e a galeria. Dos elementos de infraestrutura, deve-se fornecer as seguintes informações:

- Elementos de infraestrutura:
 - Grades de ventilação (grelha): tipo de material, cotas de topo e fundo e profundidade;
 - Poços de visita: localização, cotas de topo e fundo e profundidade;
 - PV tamponado: localização e tipo de obstrução.
 - Características das estruturas de entrada da galeria;
 - Características da saída da galeria;
 - Bocas de lobo interligadas às canalizações;
 - Dispositivo fora de padrão (tudo que não se encaixe nos itens anteriores).
- Galeria:
 - Sentido da galeria e/ou de trechos: do ponto de captação ao ponto de lançamento; do ponto de captação a grelha/PV; de grelha/PV a grelha/PV; de grelha/PV ao ponto de lançamento;
 - Geometria da seção e material de que se constitui a estrutura da galeria: largura do teto e da laje de fundo, altura e característica da laje de fundo. Nas galerias com mais de uma seção, devem ser cadastradas todas as seções;
 - Cotas de topo e fundo no emboque e lançamento da galeria;
 - Cotas de topo, fundo e profundidade de PVs e grelhas;
 - Estado de conservação da galeria, com caracterização das causas dos danos (abrasão, oxidação, ferrugem exposta, etc.);
 - Declividades médias por trechos compreendidos entre PVs, grelhas, degraus ou mudança da rampa do fundo ou de direção;
 - Presença de obstruções e detritos no interior, tais como lixo, sedimentos e outras interferências, com a indicação da altura da camada (medida no ponto médio do trecho);
 - Ligações de esgoto sanitário;
 - Rede de macrodrenagem e microdrenagem: seções, diâmetros e altura de chegada em relação ao fundo da galeria;
 - Fotografias, com sua localização no interior da galeria, das chegadas de outras galerias, redes de microdrenagem e outros lançamentos, desgaste/abrasão na estrutura da galeria, obstruções, detritos, sedimentos e outras interferências;
 - Desenho(s) da(s) seção(ões) tipo(s), conforme modelo disponibilizado pela FISCALIZAÇÃO;
 - Ficha de Geometria do Canal Revestido Fechado preenchida, conforme modelo disponibilizado pela FISCALIZAÇÃO.

Para realização deste serviço, a CONTRATADA deve atentar para o cumprimento de todas as normas de segurança do trabalho, devendo ser incorporado um técnico de segurança do trabalho na equipe de campo.

5.4 SERVIÇOS DE ESCRITÓRIO

A etapa dos serviços de escritório engloba os trabalhos de seção técnica, compreendendo o processamento dos dados (cálculos), desenho e a apresentação dos serviços topográficos.

Todo o processamento deve ser referenciado ao Sistema Geodésico Brasileiro e os levantamentos devem ser referenciados ao SIRGAS2000 e processados no Sistema de Projeção UTM. Excepcionalmente, podem ser realizados levantamentos topográficos referenciados ao Sistema Topográfico Local, com coordenadas Planas Topográficas, garantindo que todas as distâncias estejam isentas das distorções decorrentes da projeção UTM, desde que acordado com a FISCALIZAÇÃO.

Após a execução dos cálculos e desenhos, a CONTRATADA deve elaborar um relatório técnico, contendo:

- Plano de Topografia;
- Metodologia empregada;
- Monografia dos marcos de partida;
- Monografia dos marcos implantados (arquivos digitais em .dwg e .pdf);
- Informações sobre os *softwares* e equipamentos utilizados (marca, modelo e versão);
- Caso existam, esclarecimentos de particularidades presentes no serviço;
- Memoriais de cálculo das poligonais e irradiações (arquivos digitais em .pdf);
- Croquis de campo;
- Arquivos digitais com a pasta do projeto no *software* de topografia utilizado (TG, DataGeosis, Posição, AutocadCivil3D, etc.) contendo os dados brutos e processados dos equipamentos, as cadernetas eletrônicas de campo, desenhos, etc.

Essa documentação, bem como o projeto impresso e em arquivo digital, deve ser entregue à FISCALIZAÇÃO para a devida VERIFICAÇÃO.

5.4.1 Planta de Isodeclividade

A Planta de Isodeclividade é amplamente utilizada para definir áreas de restrições para uso e ocupação do solo. As faixas de declividades são extraídas do Modelo Digital do Terreno (MDT), por isso é fundamental que o Levantamento Planialtimétrico tenha sido bem elaborado e o MDT, idem.

Durante os trabalhos de campo, devem ser levantados pontos estratégicos, observando rigorosamente o relevo e suas deformações, de modo que o terreno possa ser representado de maneira fiel.

No escritório, durante a elaboração do MDT, devem ser criadas as linhas de fronteiras, de exclusões e obrigatórias. Deve-se trabalhar com cuidado o modelo, manipulando os lados quando necessário, propiciando, assim, a confecção de uma malha triangular representativa do relevo, pois é a partir dessa malha que são geradas as faixas de declividades. A definição das faixas de isodeclividades deve ser feita em função das informações requeridas para atendimento ao escopo do empreendimento.

É fundamental que elementos e feições que sejam definidores de desníveis tenham suas altitudes de pé e topo levantadas, como arrimos, gabiões, taludes, alicerces, meio-fios, canais, córregos, canaletas, escadas, etc.

Na planta, devem ser mantidos e identificados todos os elementos que indiquem modificações antrópicas, tais como taludes, estradas internas e cortes/aterros (movimentação de terra em geral).

5.4.2 Memorial Descritivo do Limite do Imóvel

O Memorial Descritivo trata-se de um texto que descreve os limites do lote/gleba levantado. É o documento legal que possibilita a confecção e ou a regularização do documento de propriedade do terreno.

Ele deve apresentar as coordenadas dos vértices dos limites numerados na planta. Essa planta deve ser identificada no memorial, no qual deve constar área, perímetro, proprietário, localização, distâncias, azimutes, data, nº do(a) ART/RRT, Sistema de Coordenadas (Datum), informações do registro do bem imóvel no cartório e do Cadastro Técnico Municipal (CTM). Devem ser citados os confrontantes e características dos limites e confrontações (córregos, talwegues, cercas, muros, vias, etc.).

5.4.3 Elaboração e Apresentação de Desenho de Levantamento Topográfico, Seções e Perfis

O desenho topográfico deve atender à padronização de representação das diversas feições topográficas definidas nos *Templates* (Modelos) fornecidos pela FISCALIZAÇÃO. Além da padronização, deve-se atentar para as informações consideradas relevantes para uma planta topográfica, tais como a localização dos marcos de partida e implantados, localização e coordenadas dos pontos de poligonal, diagrama de transporte, articulação de pranchas, etc.

As diretrizes básicas para apresentação dos desenhos topográficos são:

- Escalas:
 - Planta: 1:100, 1:200, 1:250, 1:500 ou 1:1.000;
 - Perfil longitudinal: 1:500/1:50 ou 1:1.000/1:100 (exagero vertical de 10x);
 - Seção transversal: 1:100 ou, excepcionalmente, 1:200;
 - Perfis longitudinais: Igual a escala da planta.
- O número de formatos deverá ser proporcional à extensão do levantamento topográfico;
- Os formatos devem seguir a padronização definida no APÊNDICE II.

Os desenhos topográficos devem ser elaborados em sistema informatizado compatível com arquivo .dwg e apresentar todos os dados levantados no campo e, ainda, outros elementos significativos, tais como:

- A localização e as coordenadas dos marcos de partida e dos marcos implantados;
- Diagrama do transporte de coordenadas, contendo quadro com os azimutes, distâncias, coordenadas e cotas das estações de passagem;
- A inserção dos dados da PLANTA CP;
- A vetorização e inserção dos dados da PLANTA PL, quando necessário;
- Indicação do Norte;
- Quadro de curvas;
- Curvas de nível de metro em metro, com o lançamento de cotas nas curvas múltiplas de 5;
- Nomes dos logradouros públicos;
- Largura das vias e dos passeios;
- Tipo de pavimento;
- Referências do projeto;
- Malha de coordenadas Retangulares de 10 em 10 cm, independentemente da escala de plotagem, conforme amarração em UTM realizada.

O arquivo deve conter textos elucidativos necessários à identificação ou compreensão de elementos e feições omitidas ou de merecido destaque.

No desenho do perfil, devem ser indicadas as estacas de interseção com as vias transversais e suas cotas.

Os desenhos das Seções Transversais devem conter os obstáculos encontrados (casa, muros, meio-fios, cercas, etc.), com a anotação das cotas das soleiras.

Além da caracterização das feições da área levantada, os Levantamentos Topográficos devem apresentar a delimitação das Áreas de Preservação Permanente (APPs) nas plantas e identificá-las no quadro de legendas/convenções. Para determinação dessas áreas deve ser observada a Legislação Ambiental vigente – Federal, Estadual e Municipal.

5.5 LOCAÇÃO (MATERIALIZAÇÃO EM CAMPO)

A critério da FISCALIZAÇÃO, pode ser solicitada a locação (materialização em campo) de projeto e/ou outros elementos necessários para o andamento do projeto e/ou obra, como o plano de sondagem, áreas de APP, manchas de inundação, decretos de desapropriação, etc.

Para projetos geométricos, a locação deve ser piqueteada de 20 (vinte) metros em 20 (vinte) metros nas tangentes, de 10 (dez) metros em 10 (dez) metros nas curvas, ou conforme o raio da curva (R):

- $R > 600$ m: locação de 20 (vinte) metros em 20 (vinte) metros;
- $100 < R < 600$ m: locação de 10 (dez) metros em 10 (dez) metros;
- $R < 100$ m: locação de 5 (cinco) metros em 5 (cinco) metros.

Toda locação deve ser fechada linear, altimétrica e angularmente nos marcos do levantamento. Os pontos notáveis de locação (estaca zero, estaca final, estacas de igualdade e as estacas de interseção) devem

conter, na parte superior do piquete, um prego 10x10 cm.

Na interseção de vias, a estaca de cruzamento deve ser coincidente com a estaca do eixo.

As interseções em curva serão amarradas nas tangentes dos pontos notáveis: Ponto de Curva (PC), Ponto de Interseção (PI), Ponto de Tangente (PT), Ponto de Início da Curva (TS) e Ponto de Término da Curva (ST).

Em todos os piquetes implantados, devem ser colocadas estacas testemunhas de madeira de boa qualidade, com 40 (quarenta) cm de comprimento (ripa de 1x4 cm), na qual deve-se escrever com tinta a óleo vermelha, de cima para baixo, o número da estaca correspondente.

Nessa fase, todos os serviços devem ser executados com a utilização de Estação Total, especificada no tópico 5.3.1. O nivelamento também pode ser executado com o uso de nível, a critério da FISCALIZAÇÃO. Nesse caso, se fará através de nivelamento e contranivelamento geométrico executado com nível e precisão nominal de 2 (dois) mm/km, admitindo-se um erro altimétrico não superior a 10 (dez) mm/km.

Devem ser locados todos os *offsets* de projetos, principalmente demarcando, em campo, as saias dos taludes² de aterro e as cristas dos taludes de corte.

5.6 CRITÉRIOS DE MEDIÇÃO

A seguir, são detalhados os critérios de medição dos serviços executados nos Levantamentos Topográficos. De forma geral, a medição de cada serviço é feita de acordo com as FASES DE DESENVOLVIMENTO descritas no Capítulo 2 dos Procedimentos de Projetos SUDECAP:

- ENTREGA E APRESENTAÇÃO: 40%;
- VERIFICAÇÃO E APROVAÇÃO: 40%;
- EMISSÃO PARCIAL ou EMISSÃO FINAL: 20%.

5.6.1 Transporte de Coordenadas, Implantação dos Marcos e Elaboração da Monografia de Marcos

Independentemente da técnica utilizada, poligonação com estação total ou posicionamento relativo com GPS, devem ser transportadas as coordenadas UTM e Altitude Ortométrica.

Nos preços unitários dos serviços, estão incluídas a confecção e a implantação dos 3 (três) marcos com a plaqueta de identificação, a elaboração da Monografia dos Marcos e do Relatório de Processamento. Os modelos de marcos e plaqueta de identificação estão apresentados no Capítulo 1 do Caderno de Encargos SUDECAP. Os modelos da Monografia de Marcos e do Relatório de Processamento são fornecidos pelas FISCALIZAÇÃO.

5.6.1.1 Transporte de Coordenadas com Estação Total

Não é medido transporte de coordenadas quando os marcos de partidas estiverem a uma distância menor que 300 metros da área do levantamento do empreendimento.

Unidade: Km.

Critério de medição: Perímetro da poligonal de transporte.

5.6.1.2 Transporte de Coordenadas com Receptores GNSS

Unidade: Diária.

Critério de medição: Deve ser pago o valor de 1 (uma) diária para cada conjunto de 3 (três) marcos implantados, incluindo a elaboração da Monografia de Marcos. A quantidade de marcos a serem implantados deve ser sempre múltipla de 3 (três).

² Saia de Talude: É a superfície lateral (geralmente inclinada) que resulta da conformação de uma seção de aterro; a interseção dessa superfície com o terreno natural é denominada pé do aterro, sendo sua interseção com a plataforma denominada crista do aterro.

5.6.2 Levantamentos Topográficos Medidos por Área

Para todos os Levantamentos medidos por área (m²), salvo os ecobatimétricos, os custos referentes à elaboração de desenhos fazem parte da composição do preço unitário. Dessa forma, para levantamentos em que o critério de medição adote a unidade m², já estão inclusas a elaboração e a apresentação do desenho da planta do levantamento topográfico dentro dos padrões pré-estabelecidos pela SUDECAP.

Para os tipos de levantamentos em que há diferenciação de preço em função do quantitativo de serviço realizado, é adotado o seguinte critério:

- Se a área efetivamente levantada superar o quantitativo de 10.000 (dez mil) m², a área referente aos 10.000 (dez mil) m² deve ser medida no item de planilha referente ao Levantamento Topográfico até 10.000 m²;
- Já a área excedente deve ser medida no item de planilha referente a Levantamento Topográfico maior que 10.000 m².

Devem ser medidas e computadas no somatório das áreas levantadas somente aquelas efetivamente levantadas, descontando os lotes e/ou quarteirões que não foram adentrados. Os tipos de levantamentos medidos por área são os seguintes:

- Levantamento Planialtimétrico Cadastral;
- Levantamento Planimétrico Cadastral;
- Levantamento Planimétrico;
- Levantamento Topobatimétrico com Estação Total;
- Levantamento Batimétrico.

5.6.3 Levantamento Planialtimétrico para Estudo e Cadastro de Redes Subterrâneas

O Levantamento é mensurado em km linear e a definição dos quantitativos se dá pela extensão da via. As seguintes situações são exceções:

- As Vias Especiais, em que a distância da sarjeta da faixa da direita até a sarjeta da faixa da esquerda (largura da plataforma) supera 25 (vinte e cinco) metros, por exemplo Av. do Contorno, Av. Pres. Antônio Carlos, Av. Amazonas: cada sentido da via deve ser contabilizado separadamente;
- Onde não houver via, como no caso de redes de interceptores que correm adjacentes a cursos d'água: deve ser contabilizada a extensão do curso d'água;
- Quando as redes permeiam interiores de quarteirões e/ou áreas livres: nesse caso, deve ser demarcada no Plano de Topografia a faixa a ser cadastrada, sendo o comprimento dessa faixa a quantidade a ser medida.

Todos os custos referentes ao cadastro/levantamento topográfico, relatório fotográfico, desenho das seções e elaborações/preenchimentos de fichas de geometria estão inseridos na composição do preço unitário do serviço.

5.6.4 Levantamento Planialtimétrico Cadastral de Galerias e Canais Fechados – Redes de Macrodrenagem

O Levantamento é mensurado em km linear e a definição dos quantitativos se dá pela extensão da galeria. Todos os custos referentes ao cadastro/levantamento topográfico, relatório fotográfico, desenho das seções e elaborações/preenchimentos de fichas de geometria estão inseridos na composição do preço unitário do serviço.

5.6.5 Serviços Medidos por Formato

No caso de elaboração de Perfis e Seções Transversais, conforme previsto no Plano de Topografia, esses desenhos técnicos são medidos por formato A1 efetivamente entregue pela CONTRATADA e aprovado pela FISCALIZAÇÃO.

O(s) desenho(s) deve(m) ser apresentado(s) no(s) formato(s) padronizado(s) disponibilizado(s) pela FISCALIZAÇÃO e as dimensões da(s) folha(s) e do(s) desenho(s) devem ser acordadas entre a CONTRATADA e a FISCALIZAÇÃO. Para a medição de formato diferente do A1, deve ser consultada a



Tabela de equivalência de valores dos formatos contida no Apêndice II dos Procedimentos de Projetos SUDECAP.

5.7 LEGISLAÇÃO APLICÁVEL, NORMAS E PRÁTICAS COMPLEMENTARES

Lei Municipal N° 11.181 de 08/08/2019 e suas alterações.

Decreto Federal N° 89.817 de 20/06/1984 e suas alterações.

NBR 12298 – Representação de área de corte por meio de hachuras em desenho técnico – Procedimento.

NBR 12722 – Discriminação de serviços para construção de edifícios – Procedimento.

NBR 13133 – Execução de levantamento topográfico – Procedimento.

NBR 14645 – Elaboração do “como construído” (*as built*) para edificações.

NBR 15777 – Convenções topográficas para cartas e plantas cadastrais – Escalas 1:10.000, 1:5.000, 1:2.000 e 1:1.000 – Procedimento.

NBR 16752 – Desenho técnico – Requisitos para apresentação em folhas de desenho.

NBR 16861 – Desenho técnico – Requisitos para representação de linhas e escrita.

NBR 17006 – Desenho técnico – Requisitos para representação dos métodos de projeção.

NBR 17047 – Levantamento cadastral territorial para registro público – Procedimento.

Resolução IBGE PR N° 22 de 21/07/1983 e suas alterações.

REFERÊNCIAS

INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA. **Recomendações para Levantamentos Relativos Estáticos – GPS**. Rio de Janeiro: IBGE. 2008. Disponível em:

https://geoftp.ibge.gov.br/metodos_e_outros_documentos_de_referencia/normas/recom_gps_internet.pdf.

Acesso em: 10 fev. 2022.

VEIGA, L. A. K.; ZANETTI, M. A. Z.; FAGGION, P. L. **Fundamentos de Topografia**. Universidade Federal do Paraná. 2012. Disponível em: http://www.cartografica.ufpr.br/docs/topo2/apos_topo.pdf. Acesso em: 10 fev. 2022.