

DOCUMENTO 2 DO ANEXO 1 - PARTE I - ANEXO 15.1.12

Infraestrutura - Topografia

Sumário

1. OBJETIVO	2
2. CONDIÇÕES GERAIS.....	2
3. CONDIÇÕES ESPECÍFICAS.....	2
3.1 EXECUÇÕES DOS SERVIÇOS DE LEVANTAMENTO TOPOGRÁFICO.....	2
3.2 LEVANTAMENTOS PRELIMINARES.....	3
3.3 NORMAS GERAIS PARA EXECUÇÃO DE LEVANTAMENTOS.....	3
3.4 LEVANTAMENTOS TOPOGRÁFICOS EXPEDITO	3
3.5 LEVANTAMENTOS REGULARES	4
3.6 LEVANTAMENTOS PARA CONSTRUÇÃO DE PISTAS DE POUSO	6
3.7 LEVANTAMENTOS EM AERÓDROMO EXISTENTE	7
3.8 LEVANTAMENTOS PARA AMPLIAÇÃO DE PISTAS DE POUSO	9
3.9 EQUIPAMENTOS E ACESSÓRIOS A SEREM UTILIZADOS.....	10
3.10 MEDIÇÕES PARA PAGAMENTO	10
4. NORMAS E PRÁTICAS COMPLEMENTARES	11

1. OBJETIVO

Este documento define os critérios e condicionantes mínimos necessários à execução de serviços de levantamento topográfico e cadastral com o objetivo de fornecer elementos técnicos e informações complementares para elaboração de projetos de infraestrutura (terraplenagem, drenagem, edificações e pavimentação) das obras de engenharia da CONTRATANTE.

2. CONDIÇÕES GERAIS

Deverão ser observadas as seguintes condições gerais:

- Obter os projetos de arquitetura, verificando as diretrizes estabelecidas quanto às dimensões, coordenadas, cotas, características geométricas e interferências vizinhas.

3. CONDIÇÕES ESPECÍFICAS

3.1 Execuções dos Serviços de Levantamento Topográfico

Ao se projetar qualquer obra de Engenharia se impõe o prévio levantamento topográfico do lugar onde a mesma deverá ser implantada.

A Topografia é uma ciência aplicada, baseada na Geometria e na Trigonometria, que se incumbe da representação por uma projeção ortogonal cotada, de todos os detalhes da configuração do terreno.

Ao conjunto de métodos empregados na coleta de informações que resultam na elaboração das plantas topográficas dá-se o nome Topometria, que se subdivide em planimetria e altimetria ou nivelamento.

Na planimetria as medidas, tanto lineares como angulares, são efetuadas em planos horizontais, obtendo-se ângulos azimutais e distâncias horizontais; na altimetria as medidas são efetuadas na vertical, obtendo-se as distâncias verticais ou diferenças de nível e ângulos zenitais.

Os levantamentos topográficos deverão ser apresentados através de desenhos, cadernetas e memoriais onde constarão, entre outros, os seguintes elementos:

- Orientação da planta;
- Referência(s) de Nível;
- Curvas de Nível;
- Acidentes topográficos;
- Localização de edificações, ruas, estradas, árvores, bueiros e etc, e
- Legenda de convenções gráficas adotadas.

Como a função básica do engenheiro na Topografia é orientar os trabalhos de reconhecimento e levantamento do terreno, serão apresentados, a partir de agora, procedimentos que deverão ser adotados num estudo topográfico.

3.2 Levantamentos Preliminares

Nesta fase devemos consultar todas as cartas, plantas topográficas e outras indicações existentes, a fim de que possam ser colhidas informações que sirvam de embasamento para o planejamento do levantamento topográfico a ser realizado.

Entre outras, podemos citar como fonte de informações: o Instituto de Cartografia Aeronáutica, o Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística, o Centro de Operações Cartográficas do Exército, o Departamento Nacional de Infraestrutura de Transportes, os DER Estaduais.

Depois de realizado o levantamento preliminar, deve-se estabelecer as normas gerais a serem adotadas no levantamento topográfico a ser realizado.

3.3 Normas Gerais para Execução de Levantamentos

Sempre que for possível, o levantamento topográfico deve ser ligado a dois marcos com coordenadas UTM (Universal Transversal de Mercator), tendo pelo menos a altitude de um deles.

Na ausência desses marcos, deve ser arbitrado um sistema de referência dando-se um valor para origem das coordenadas de forma a evitar coordenadas negativas na planta que vai ser desenhada. Para eixos de sistema de coordenadas, serão adotadas as direções N-S e E-W.

A altitude deverá ser amarrada, sempre, à referência de nível (RN) mais próxima.

As precisões, a serem obtidas nos vários tipos de levantamento, devem ser estabelecidas previamente, tendo em vista o fim a ser atingido. O tipo de levantamento, a escala e o afastamento das curvas de nível devem ser fixados para cada caso, a fim de se conseguir a melhor representação do terreno, sendo fixada tolerância de erro em cada caso.

As quadrículas serão desenhadas obedecendo-se às diferentes escalas e orientadas nas direções Norte-Sul e Leste-Oeste. Quando possível, o lado desse quadrado deve ser de 0,10m nas plantas em escala de 1:1.000, 1:2000, 1:5000 e 1:10.000. As plantas deverão obedecer a dimensões padronizadas para desenhos em geral, sendo dividida em várias folhas, a planta cujo tamanho não permita o desenho em uma só folha.

Sempre que possível, a planta deverá ter as dimensões do tamanho A1 da ABNT.

Os símbolos e convenções gráficas a serem empregadas constam do Anexo e, quando forem adotados outros tipos, os mesmos deverão fazer parte das legendas.

É imprescindível indicar nas legendas, o espaçamento das curvas de nível, a escala e os pontos de referência utilizados. Também deverá ser indicado expressamente o nome ou designação dos marcos apresentados no desenho e do RN em que se basearem os nivelamentos executados.

Quando o desenho não for executado em uma única folha, cada folha será numerada e conterá a indicação gráfica da ligação com as demais folhas.

Definidas as normas gerais, passaremos a ver os tipos de levantamentos topográficos normalmente realizados.

3.4 Levantamentos Topográficos Expedito

Este levantamento constitui a base para estudos gerais, à escolha das áreas e o estabelecimento

de projetos preliminares. Sua utilidade é evidente, pois indica a situação geral e permite estabelecer um esboço que facilitará a escolha do local mais adequado para a implantação, por exemplo, de um aeródromo.

É um levantamento que deverá proceder ao levantamento topográfico regular sempre que houver dúvida quanto à escolha de um local, pois, sendo um trabalho de custo reduzido e executado em prazo curto tem como finalidade principal acarretar economia de tempo e financeira no estabelecimento de projetos definitivos.

Este processo expedito normalmente é executado através do levantamento com bússola, passômetro, teodolito de pouca precisão, trenas e etc., ou empregando-se o Método Estereoscópico com utilização de fotografias aéreas.

As escalas das plantas dos levantamentos expeditos podem ser 1:5.000 ou 1:10.000 e a equidistância das curvas de nível de 2,5m a 5,0m de acordo com a extensão, a configuração e a natureza do terreno, e a densidade de suas plantações ou matas.

Sempre que for possível, a equidistância das curvas de nível deve ser de 2,5m. Se o terreno apresentar partes planas e partes montanhosas ou escarpadas, deverá ser adotada a equidistância de 5,0m, mas nas partes planas serão traçadas curvas de 2,5m em 2,5m em traço interrompido ou tracejado.

As áreas máximas que deverão figurar em uma folha de uma planta de levantamento expedito são as seguintes:

- Plantas em escala de 1:5.000 até $2,5 \times 10^7$ metros quadrados.
- Plantas em escala de 1:10.000, de $2,5 \times 10^7$ a 10^8 metros quadrados.

Nos desenhos deverão ficar bem caracterizadas as elevações, depressões, estradas ferro e de rodagem, cursos d'água, as áreas de campo e de mata, pontes, cemitérios, linha de transmissão e etc., enfim, todas as minúcias que facilitem um bom conhecimento da região.

As cotas das passagens de nível, das pontes, superfícies d'água, topos de picos e fundos de depressão do terreno serão inscrito como pontos cotados.

O erro admissível na posição de um ponto bem definido em planta de levantamento expedito é de 0,0025 multiplicado pelo denominador da escala da planta, sendo o resultado expresso em metros. Assim, para a escala de 1:5.000 teremos 12,5m e para a escala de 1:10.000 teremos 25,0m. Para as cotas avaliadas em função das curvas de nível, o erro não deve exceder o valor da equidistância. Para os pontos cotados, a tolerância não deve ir além da quinta parte da equidistância adotada.

A fim de impedir a acumulação de erros dentro da área levantada, excedendo a tolerância acima estabelecida deverão ser executadas poligonais de contorno da área do terreno e as poligonais secundárias que forem necessárias. A tolerância para erros de medição varia de acordo com a escala escolhida para a planta. Essa tolerância não deve exceder a metade da tolerância admitida para os erros de levantamento. Assim por exemplo, para a escala de 1:5.000, o erro de fechamento de uma poligonal será 6,25m.

3.5 Levantamentos Regulares

Através deste levantamento serão obtidos todos os dados definitivos a serem utilizados na elaboração dos projetos finais.

As plantas do Levantamento Regular obedecerão as seguintes escalas: 1:5.000, 1:2.000, 1:1.000 ou 1:500, com curvas de nível de equidistância igual a milésima parte do denominador da escala adotada (em metros).

O Levantamento Regular é executado através de triangulação e/ou polígonos de encontro.

Sempre que a área a levantar for superior a 1 Km², deve ser estabelecida uma triangulação topográfica para apoio dos serviços a executar. O polígono de contorno deve ser estabelecido em áreas pequenas, 1 Km² ou menos, ou quando não for possível a triangulação.

Na triangulação devemos fazer uma cadeia de triângulos ou de quadriláteros bem conformados, em que os ângulos internos não devem ser inferiores a 30°, salvo em condições excepcionais. Os vértices da triangulação devem ser constituídos de forma que os lados dos triângulos oscilem em volta de 1 Km de extensão.

Todos os vértices deverão ser nivelados e contranivelados geometricamente.

Os ângulos devem ser medidos por reiterações com teodolitos de precisão de segundos.

Serão adotados os erros de fechamentos constantes na NBR 13133.

O polígono de contorno deverá ter um traçado o mais uniforme possível, com lados aproximadamente iguais. Serão escolhidos alguns pares de vértices espaçados de cerca de 300m, para ficarem materializados no terreno por meio de marcos de concreto com pino ou chapa metálica.

Os lados poderão ser medidos à trena de aço, mira horizontal invar ou distanciômetros. Os ângulos devem ser medidos com teodolitos de precisão de segundos.

Todos os vértices serão nivelados e contranivelados geometricamente. Serão adotados os erros de fechamento constantes na NBR 13133.

Para o levantamento dos detalhes, tanto planimétricos como altimétricos, serão executadas poligonais principais, diretamente apoiadas na triangulação ou na poligonal de contorno e poligonais secundárias.

Deverão ser levantados todos os detalhes planimétricos e altimétricos compatíveis com a escala da planta, oscilando em torno de:

- Escala 1:5.000 – 2 a 3 pontos/ha;
- Escala 1:2.000 – 7 a 10 pontos/ha;
- Escala 1:1.000 – 25 a 35 pontos/ha;
- Escala 1:500 – 80 a 120 pontos/ha;
- Os ângulos e lados da poligonal deverão ser sempre medidos nas duas posições da luneta, sendo usados teodolitos com precisão de segundo;
- Serão adotados os erros de fechamento constantes na NBR 13133.

Todo o nivelamento será referido ao RN da região, sendo deixados novos RN nos pontos julgados convenientes.

Serão calculadas as coordenadas retangulares de todos os vértices das poligonais, assim como pontos de detalhes importantes.

Estes são os procedimentos gerais adotados quando da realização de um levantamento regular.

Porém, considerando-se que na área de infraestrutura aeroportuária os levantamentos geralmente objetivam obras de construção de pistas de pouso, de recapeamento, de reforço de pavimento, de ampliação, de drenagem, etc. Mostraremos, a partir de agora, os procedimentos usualmente empregados levando-se em conta o tipo de obra a ser realizada.

3.6 Levantamentos para Construção de Pistas de Pouso

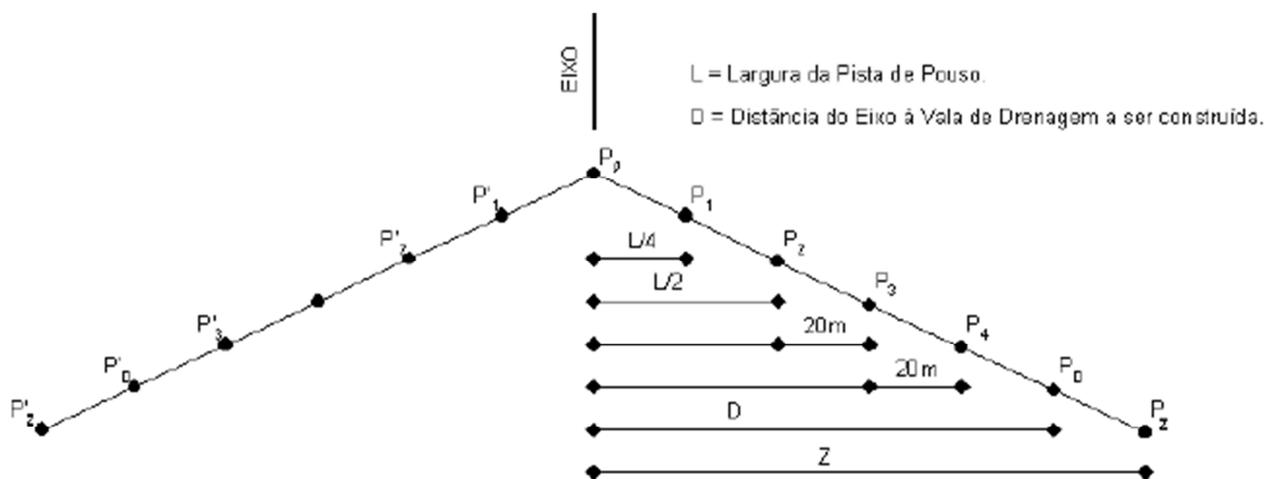
O levantamento deverá seguir todos os procedimentos e instruções relacionadas nos itens anteriores.

Uma vez escolhido o local mais adequado para a implantação da pista de pouso, o que normalmente é definido em função dos levantamentos preliminares e do levantamento expedito, será verificada a existência de marcos (coordenadas UTM e altitude) próximo à área escolhida, tendo em vista transporte da RN para os pontos onde deverão situar-se as cabeceiras da pista. Na inexistência ou dificuldade de transporte, arbitrar um RN.

A seguir será feito o nivelamento geométrico da pista de pouso, dividindo-se o eixo em segmentos de 20m (estacas).

Este eixo terá uma extensão que será o somatório do comprimento da pista, das zonas de paradas, bem como de dois trechos localizados após cada uma das zonas de parada que permitam analisar como se comporta a topografia do terreno próximo a cada cabeceira, no que diz respeito à drenagem, zona de proteção de aeródromo, etc.

A figura seguinte mostra os pontos de deverão ser nivelados nas seções transversais de cada estaca do eixo.



À distância "Z" será definida pelo engenheiro responsável pelo serviço, em função do código da pista a ser projetada.

No caso em que esteja previsto, além da pista de pouso, a construção do pátio e/ou pista de rolamento, o levantamento deverá abranger toda a área que possivelmente será aproveitada para essa finalidade segundo a mesma metodologia.

Feito isto, deverão ser levantados todos os detalhes planimétricos e altimétricos existentes na área

de estudo, a fim de se conseguir a melhor representação do terreno.

3.7 Levantamentos em Aeródromo Existente

Este tipo de levantamento será adotado nos casos particulares de serviços de recapeamento, reforço de pavimento, de drenagem, etc.

O levantamento deverá circunscrever toda a área em estudo, bem como registrar todos os elementos que serão necessários para a elaboração dos projetos. Deverão ser obedecidas todas as instruções e procedimentos descritos anteriormente, no que diz respeito a escalas, fechamentos, plantas, transporte de RN, etc.

Serão relacionados a partir de agora, alguns procedimentos que deverão ser obedecidos, tais como:

Para a pista de pouso e rolamento deverão ser efetuadas as locações de todos os seus eixos com respectivas interseções.

A estaca 00 do levantamento do eixo da pista de pouso deverá situar-se em uma das cabeceiras, previamente definida pelo engenheiro responsável pelo serviço.

Todas as curvas de concordância existentes serão locadas através da fixação de seus elementos básicos.

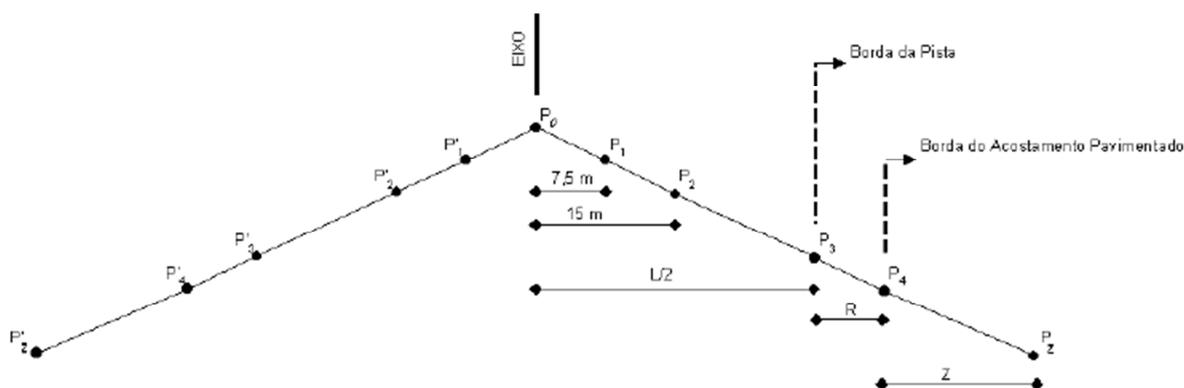
No caso de placas de concreto cimento, deverá ser feita a locação de todas as juntas, a numeração das placas e determinadas as curvas de todos os vértices das placas.

Para o nivelamento da pista de pouso o eixo deverá ser dividido em segmentos de 10 (dez) metros, sendo a distância entre estacas consecutivas iguais a 20 (vinte) metros.

O desenho abaixo descreve os pontos que deverão ser nivelados nas seções transversais, localizadas a cada 10 metros no eixo:

L = Largura da Pista de Pouso

R = Largura do Acostamento Pavimentado



À distância "Z" deverá ser definida pelo engenheiro responsável pelo serviço, dependendo do tipo de projeto a ser elaborado.

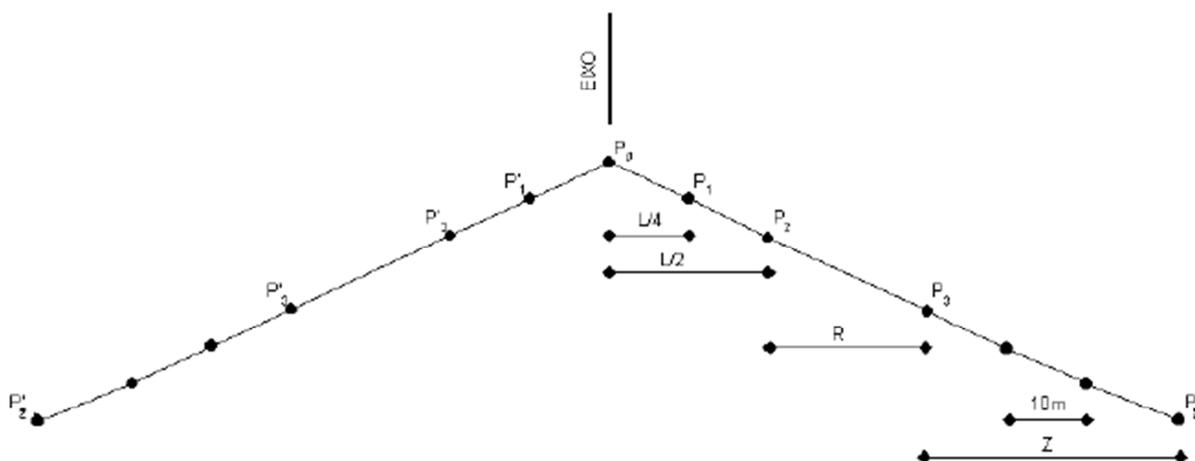
Normalmente esta distância "Z" é subdividida em segmentos de 10 ou 20 metros, que serão

levantados até o limite das valas de drenagem, ou até o limite da largura das faixas de pista.

Para o nivelamento de pista de rolamento, o eixo deve ser dividido em segmentos de 20 metros, nivelando-se os seguintes pontos das seções transversais.

L = Largura da Pista de Rolagem

R = Largura do Acostamento Pavimentado



À distância "Z" deverá ser definida pelo engenheiro responsável pelo serviço.

Nas áreas de concordância entre pistas de rolamento ou entre estas e a pista de pouso, deverão ser traçadas linhas paralelas aos respectivos eixos, distanciadas de 5 (cinco) metros, dentro da área pavimentada, com o registro das cotas de todos os pontos de interseção destas linhas.

Nos casos onde haja necessidade de levantamento do sistema de drenagem, deverão ser locados todos os elementos existentes, tais como: valas, bueiros, poços de visita, muros de testa, dissipadores, descidas d'água, caixas coletoras, caixas de passagem, ralos, canaletas, sarjetas, etc.

Para as valas, canaletas, descidas d'água e dissipadores, deverá ser levantada a seção em cada trecho, bem como tomadas as cotas de início e fim de cada trecho onde a declividade for constate.

Para os bueiros e muros de testa haverá necessidade de registrar o diâmetro dos tubos e a geometria dos muros de testa, assim como as cotas de montante e jusante.

Para as caixas de drenagem, será necessário levantar todas as suas dimensões, cotas de topo, cotas de fundo, bem como as cotas e diâmetro dos tubos de entrada e de saída:

Para as saídas do sistema de drenagem, será necessário o levantamento mais detalhado, visando registrar as possíveis erosões e/ou obstruções existentes. Normalmente é efetuado um nivelamento detalhado, considerando-se um reticulado de 500 m x 500m, com comprimento de 100m a partir do final do sistema e com largura de 40 metros. Estas dimensões poderão ser aumentadas ou diminuídas em função de cada caso específico. No caso de estudo de erosões, este reticulado deverá abranger toda a área afetada e a que possa vir a ser atingida pela evolução do fenômeno em questão.

No levantamento dos sistemas de auxílio à navegação, deverão ser locados todos os seus elementos, tais como: sinalização noturna, caixas de passagem, Vasis, Papi, ILS, ALS, etc. Para as caixas

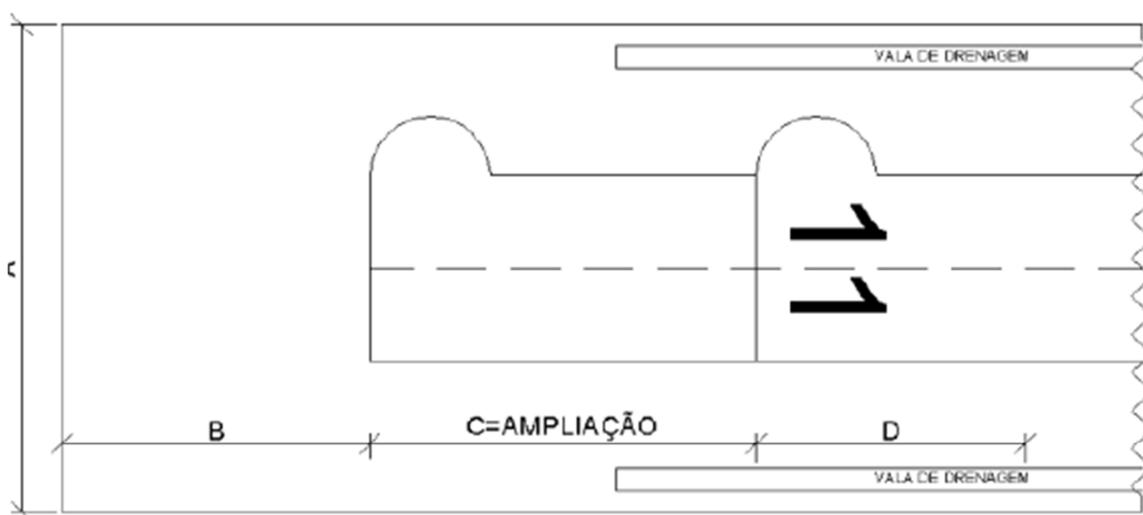
de passagem será necessário levantar todas as dimensões, além da sua cota de topo.

Para as edificações existentes na área do levantamento, deverão ser locados os seus vértices e registradas as cotas de soleiras. Particularmente a linha do terminal de passageiros fronteiriça do pátio de manobras, deverá ter todos os detalhes planialtimétricos levantados.

3.8 Levantamentos para Ampliação de Pistas de Pouso

Todas as regras definidas anteriormente no que diz respeito a escalas, fechamentos, plantas, transporte de RN, etc., também são aplicáveis para este tipo de levantamento.

No caso de ampliação de pista de pouso o levantamento deverá englobar a área indicada na figura



seguinte:

Normalmente a distância "A" será igual à largura da faixa de pista.

Para o trecho "B" deverá ser adotado um comprimento que possibilite uma boa análise da topografia do terreno, no que diz respeito a drenagem, zona de proteção do aeródromo, etc.

O seguimento "D" corresponde ao trecho de pista existente que deverá ser levantado.

Geralmente, considera-se $D=100\text{m}$.

Estas dimensões poderão ser modificadas em função de uma situação mais específica.

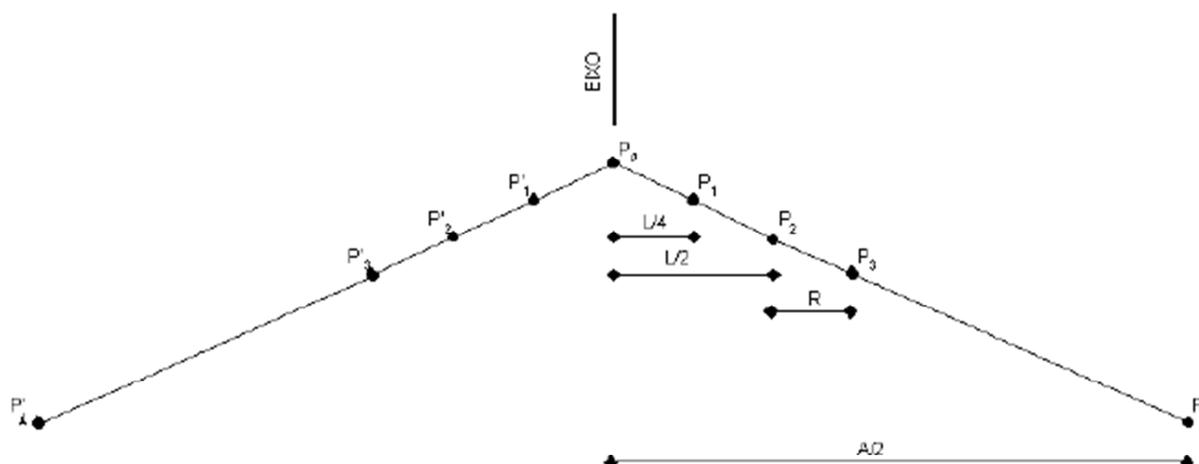
Fazer o nivelamento geométrico do eixo BCD, dividindo-o em segmentos de 20 m (estacas).

As seções transversais serão niveladas, dividindo-as em segmentos de 20m. No trecho de pista existente (D), além destes pontos, deverão ser levantados, também, os indicados na figura seguinte:

L= Largura da Pista de Pouso

R= Largura do Acostamento Pavimentado

A= Largura da Área a ser Levantada



Deverão ser locadas as valas de drenagem, bueiros, poços de visita, muros de testa, dissipadores, caixas coletoras, ralos, sarjetas, etc., existentes na área levantada.

Para as valas, canaletas e dissipadores deverão ser levantados a seção reta em cada trecho, bem como tomadas as cotas de início e fim de cada trecho, onde a declividade for constante.

As recomendações previstas no item 3.7, no que diz respeito a estudo do sistema de drenagem, também poderão ser aplicados neste tipo de levantamento.

Após isto, deverão ser levantados todos os detalhes planimétricos e altimétricos existentes na área em estudo, a fim de se conseguir a melhor representação possível do terreno.

3.9 Equipamentos e Acessórios a serem utilizados

- Estação total eletrônica completa (distanciômetro, caderneta eletrônica, interfaces, prismas e bastões) compatível com aplicativos de Topografia.
- Distanciômetro completo.
- Teodolito com tripé e precisão de segundos.
- Nível com tripé e precisão de 0,7 mm/km.
- Trenas metálicas de 30m.
- Balizas.
- Miras telescópicas de 4m.
- GPS.
- Acessórios tipos (umbrella, marreta, piquetes, estacas, tinta, facão, foice, motosserra, machado, cantil individual, etc.).

3.10 Medições para Pagamento

A medição será efetuada pela área efetivamente levantada, medida no Plano Horizontal, em m².

Este preço deverá compreender todas as despesas decorrentes do fornecimento dos materiais, instrumentos e aparelhagem, mão-de obra necessária para a completa execução dos levantamentos planialtimétricos, incluindo transporte de cotas e coordenadas, serviços de campo e escritório, bem como

mobilização, transporte e deslocamento dos equipamentos.

4. NORMAS E PRÁTICAS COMPLEMENTARES

- Anexo 14 da ICAO, Volume I;
- Manual de Projetos de Aeródromos – parte IV;
- Portaria nº 1.141/GM5, de 08/12/1987;
- NBR 13133 - Execução de Levantamento Topográfico.