

Luis Augusto Koenig Veiga

Maria Aparecida Zehnpfennig Zanetti

Pedro Luis Faggion

FUNDAMENTOS DE TOPOGRAFIA

Material de Apoio para a disciplina de Topografia II
do **Curso de Engenharia Cartográfica e de
Agrimensura da UFPR**: altimetria, locação e
levantamento planialtimétrico

2014



Este material serve de apoio às atividades relacionadas a disciplina de Topografia II do Curso de Engenharia Cartográfica e de Agrimensura da Universidade Federal do Paraná, onde são desenvolvidas atividades relacionadas a levantamentos planialtimétricos, técnicas de nivelamento e locação.

São apresentados textos complementares à apostila de Fundamentos de Topografia, cadernetas de campo bem como diversos exercícios que serão realizados durante o curso.

Esta é uma versão inicial e os autores agradecem as colaborações e sugestões.

Curitiba, julho de 2014

Luis Veiga, Maria Aparecida Zanetti, Pedro Faggion

TEORIA

1 – LEVANTAMENTO SEMI-AUTOMATIZADO: USO DE CÓDIGOS COM ESTAÇÕES TOTAIS

1 - PROCESSO SEMI-AUTOMATIZADO

Uma grande vantagem dos atuais equipamentos digitais para levantamentos topográficos é a possibilidade de armazenamento das medições em dispositivos de memória (memória interna ou removível). Isto facilita muito o trabalho de campo, pois agiliza o levantamento e evita os erros grosseiros de anotação. Além disto, os programas para cálculo topográfico permitem a leitura dos arquivos armazenados na memória do instrumento e realizam a “montagem” da caderneta de campo de forma automática.

Porém para que isto seja possível é necessário armazenar as informações na memória do instrumento seguindo uma certa padronização, a qual será vista adiante. A este processo de coleta, armazenamento em meio digital e processamentos dos dados empregando-se programas podemos chamar de Levantamento Topográfico Semi-Automatizado. Semi-automatizado pois neste processo o desenho final ainda é realizado de forma manual em um sistema CAD. O desenho parte de pontos já lançados no programa CAD, normalmente separados em camadas ou *layers* de acordo com uma classificação prévia realizada em campo.

Neste levantamento o que se busca é tirar o máximo proveito das tecnologias disponíveis. Do armazenamento, à criação automática da caderneta de campo e processamento, chegando ao desenho, última etapa do trabalho (figura 1.1). A idéia básica é seguir alguns procedimentos durante a coleta dos dados em campo e posteriormente, em escritório, descarregar os dados armazenados para o computador, criar a caderneta de campo e processar os dados, tudo em questão de poucos minutos. O resultado deste processo será um conjunto de pontos com coordenadas calculadas, os quais são plotados em um programa CAD, bastando então o usuário efetuar o desenho da área levantada de acordo com os dados e croqui de campo.

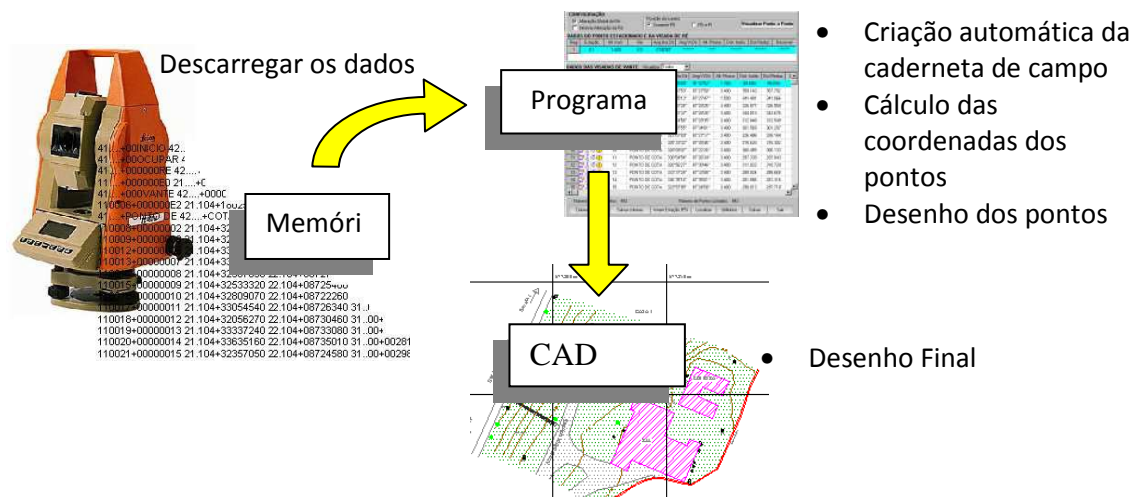


Figura 1.1 – Esquema do levantamento semi-automatizado (fonte: VEIGA, 2000)

Neste tipo de levantamento o trabalho de campo permanece igual ao levantamento de campo tradicional, sendo que o diferencial está no tratamento dado às observações: todas elas são armazenadas na memória do equipamento, utilizando o conceito de códigos ou rótulos, que serão utilizados na automação dos registros dos dados de campo e posterior montagem da caderneta de campo no programa para cálculo.

De forma simples, os códigos podem ser entendidos como sendo "rótulos" que identificarão a que feição uma determinada medida corresponde. Fazendo uma analogia, seria como, em uma caderneta de campo (figura 1.2), anotar a que se refere determinada medida.

Ponto	Direção Horizontal (hz)	Distância (m)	Descrição/código
34	25º 15' 48"	15,41	poste
35	168º 01' 33"	32,56	árvore
36	98 º 47' 58"	34,69	árvore
37	268 º 00' 22"	25,50	cerca

Figura 1.2 – Exemplo de anotações de campo.

Para determinados modelos de estações totais, estes códigos poder estar armazenados na memória do equipamento, assim, antes de efetuar qualquer medida, seleciona-se o código relativo ao ponto medido e este será gravado juntamente com os dados da medida.

A figura 1.3 apresenta duas telas de estações totais com destaque para os campos com os códigos/descrições.

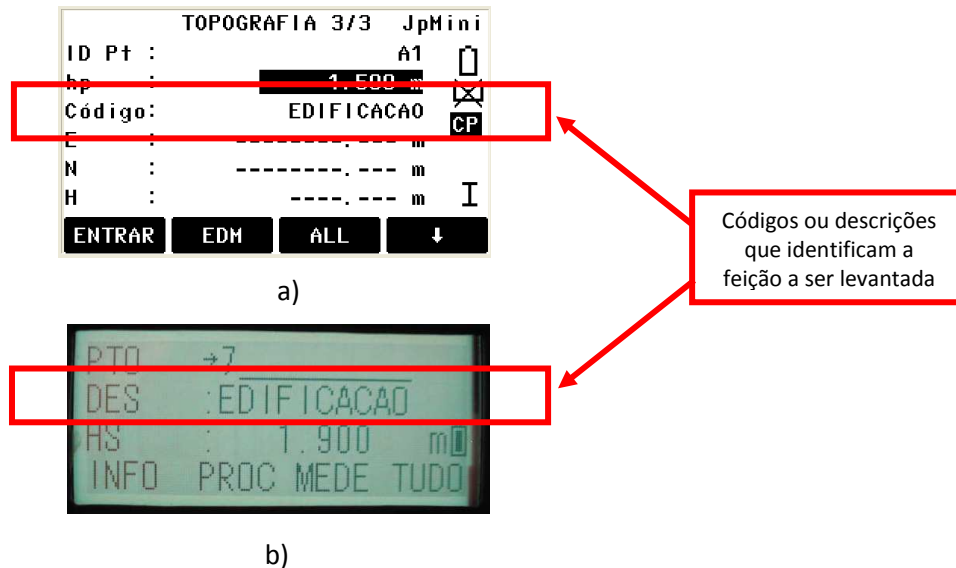


Figura 1.3 – Campos para introdução dos códigos (estação Leica TPS 400 (a) e Topcon GTS 230(b))

Do ponto de vista prático, a grande vantagem de utilizar esta metodologia nos trabalhos de campo é a redução considerável do tempo gasto na anotação e processamento dos dados em campo. Desta forma, a caderneta de campo convencional é substituída pela gravação digital dos dados. Mas ainda é fundamental a execução de um croqui do levantamento de campo, que irá auxiliar na elaboração do desenho final do levantamento.

É possível definir listas de códigos específicas para cada tipo de levantamento. Por exemplo, para um levantamento voltado a de redes de esgoto existe um conjunto de feições (elementos) a serem levantados em campo, um levantamento cadastral apresenta outras feições e assim por diante. Com isto é possível trabalhar com listas de códigos otimizadas e focadas a determinado tipo de trabalho.

Como estes códigos podem ser criados em escritório antes de ir para campo é necessário fazer um planejamento detalhado das feições a serem levantadas. A partir da definição destas feições e da organização requerida pelo programa de cálculo, são criados os códigos a serem utilizados no levantamento, que irão definir o que determinada medida significa ou a que está associada (leitura a estação ré, irradiação, etc.).

1.1 - CRIAÇÃO DOS CÓDIGOS

A primeira etapa para a realização de um levantamento semi-automatizado é definir quais códigos serão utilizados no trabalho, o que está diretamente relacionado com o tipo de trabalho e feições a serem levantadas. A tabela 1 apresenta exemplos de feições e códigos associados às mesmas.

Tabela 1.1 – Feição e Código.

feição a ser levantada	código
cerca de divisa	CERCA
árvores	ARV
pontos para a representação do relevo	P_RELEVO

Para que um programa possa converter o arquivo bruto da estação total com os dados de campo em uma caderneta de forma automática, é necessário que esta esteja organizada de acordo com um padrão que o programa entenda. Desta forma deve-se verificar para o programa utilizado, qual é este padrão. Esta é uma questão importante: deve-se conhecer o funcionamento do programa de cálculo topográfico que está sendo utilizado e identificar as particularidades do mesmo.

É possível trabalhar com códigos numéricos para as feições (código 55 para árvore, por exemplo), porém isto implica em o usuário ter que decorar os códigos ou ter uma lista com os seus significados (com os nomes). Neste sentido o uso de códigos alfanuméricos pode facilitar o trabalho de campo. Além dos códigos para as feições, alguns outros adicionais são necessários. Estes identificarão, para o levantamento de uma poligonal, o ponto ocupado, a estação ré e vante.

A tabela 1.2 apresenta uma lista de códigos elaborada para a execução de um levantamento planialtimétrico cadastral, utilizando-se uma estação total TC 403 L da Leica. Os códigos foram restritos ao comprimento de oito caracteres em virtude do programa utilizado para a criação dos mesmos.

Tabela 1.2 – Feições, códigos e significados.

Feição	Código	Descrição	Feição	Código	Descrição
Arbusto	ARBUSTO	Arbusto em geral	Meio Fio	MFIO	Meio fio
Árvores	ARVORE	Árvores, com exceção de pinheiros e eucaliptos	Muro	MURO	Muros e cercas
Bosque	BOSQUE	Área definida por uma série de árvores próximas formando um bosque	Pinheiro	PINHEIRO	Pinheiro
Break line	BREAK	Linhas de mudança de declive no terreno	Placa	PLACA	Placas de sinalização
Bueiro	BUEIRO	Bueiros e bocas de lobo	Portaria	PORTARIA	Portaria
Calçada	CALCADA	Calçamento	Poste	POSTE	Postes de iluminação
Caminho	CAMINHO	Caminhos	Relevo	RELEVO	Pontos para posterior representação do relevo
Construção	CONSTRU	Edificações e demais construções	Telefone	TELEFONE	Telefones públicos
Caixa de Inspeção	CXINSPE	Caixas de inspeção de telefone, água, luz, entre outras	Valeta	VALETA	Valetas e valas
Estação	ESTACAO	Pontos de poligonal, auxiliares e outros	Ré	RE	Identificação de uma estação de ré em uma poligonal
Eucalipto	EUCALIP	Eucalipto	Vante	VANTE	Identificação de uma estação de vante em uma poligonal
Gramado	GRAMADO	Região gramada	Iniciar	INICIAR	Identificador de início de trabalho (arquivo)
Lixeira	LIXEIRA	Lixeiras	Ocupar	OCUPAR	Indicação do ponto ocupado

O ideal é que estes códigos estejam armazenados na memória do equipamento para facilitar o seu uso em campo. Estes códigos podem ser criados através de programa específico que disponha desta função (Figura 1.4) e depois realizado o *upload* para a estação ou diretamente utilizando-se funções internas da estação, via teclado da mesma.

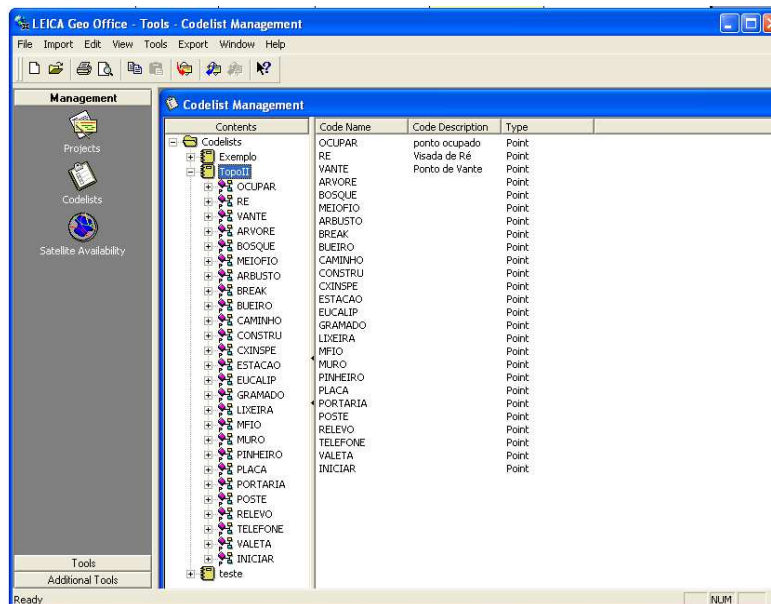


Figura 1.4 – Lista de códigos criada com auxílio de programa.

Uma vantagem de utilizar o conceito de códigos é padronizar a descrição dos elementos em campo, algo importante quando o trabalho está sendo realizado por diversas equipes de levantamento, além de ser possível criar diferentes listas de códigos, uma para cada tipo de trabalho.

Alguns equipamentos permitem que sejam armazenadas informações adicionais juntamente com o código. Por exemplo, para um código ARVORE podem ser indicados campos adicionais como TAMANHO e TIPO.

1.2 - UTILIZAÇÃO DOS CÓDIGOS EM CAMPO

Em campo, a utilização dos códigos é bastante simples. Antes de realizar a medição de determinada feição, seleciona-se na estação o código que representa esta feição. Feito isto, realiza-se a medição da maneira convencional e gravam-se os valores na memória do equipamento. A figura 1.5 ilustra a seqüência a ser utilizada em campo.

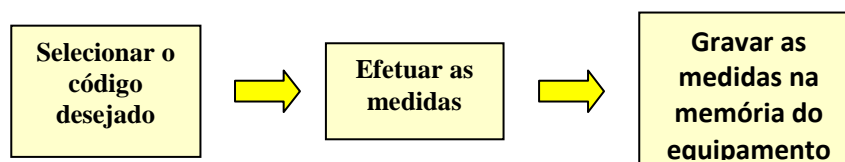


Figura 1.5 – Sequência de utilização dos códigos em campo.

Quando se está utilizando um equipamento com capacidade para armazenamento das medidas em dispositivo de memória, os códigos são gravados juntamente com as observações. Assim, quando um programa lê o arquivo com os dados do levantamento e encontra o código gravado, assume que toda observação que vem após este código estará associada ao tipo de informação definida pelo código. A figura 1.5 ilustra este raciocínio. Nela apresenta-se de forma esquemática um arquivo da estação total TC 403L da Leica com a utilização de códigos. Um programa de cálculo que trabalhe com este conceito entenderia que as medidas que são gravadas após o código “*árvore*” referem-se ao levantamento de feições do tipo árvore. As que vêm após o código “*calçada*”, ao levantamento do alinhamento da rua, e assim por diante.

410087+00 ARVORE	42....+00000000	43....+00000000	44....+00000000	45....+00000000
46....+00000000				
110088+00000020	21.124+27543200	22.104+09024350	31...0+00030463	
110089+00000021	21.124+27034100	22.104+09111200	31...0+00026123	
110090+00000022	21.124+26903050	22.104+09100100	31...0+00019982	

Figura 1.6 – Exemplo de um arquivo utilizando códigos.

Na figura 1.7 apresenta-se uma parte de um arquivo gerado a partir de observações realizadas com uma Estação Total modelo TOPCON. O que vai identificar a que se refere uma determinada medição são os itens destacados na figura. O código R, RI, V e VI significam observações a ré, ré em pontaria invertida, vante e vante em pontaria invertida, respectivamente.

```
'E5_(E5_)1.583
+E4_?+00082398m0900335+2385550d+00082398t**+00+30106_*R_,1.500
+E1_?+00108704m0903305+2754750d+00108699t**+00+30101_*V_,1.500
+E4_?+00082398m2695600+0585550d+00082398t**+00+30108_*RI_,1.500
+E1_?+00108705m2692700+0954755d+00108700t**+00+30104_*VI_,1.500
+E4_?+00082399m0900350+2385555d+00082399t**+00+30108_*R_,1.500
+E1_?+00108706m0903305+2754810d+00108701t**+00+30108_*V_,1.500
+E4_?+00082400m2695610+0585555d+00082400t**+00+30104_*RI_,1.500
+E1_?+00108706m2692645+0954805d+00108701t**+00+30096_*VI_,1.500
+E4_?+00082398m0900350+2385555d+00082398t**+00+30108_*R_,1.500
```

Figura 1.7 – Exemplo de um arquivo utilizando códigos com a estação Topcon.

A figura 1.8 ilustra um arquivo gerado com uma estação total Leica modelo TC407 utilizando o aplicativo de TOPOGRAFIA disponível na estação e feito o download do arquivo com o programa para processamento de dados POSIÇÃO. O arquivo foi salvo em um formato proprietário do programa denominado POSIÇÃO.

Para maiores esclarecimentos sobre o significado dos formatos de dados utilizados nas estações totais indica-se a leitura do manual das mesmas.

Cabe salientar que de acordo com o modelo de equipamento empregado, os códigos serão armazenados de formas diferentes face a padronização dos arquivos de cada empresa. Além disto, alguns modelos de estações totais apresentam programas internos que orientam a execução das observações empregando-se códigos.

```

OBRA:FAZENDA OPERADOR:0 DATA:21/09/08 HORA:14:25:18 INSTRUMENTO:TCR407power NUMERO DE SERIE:851230

EST:E1 HI: 1.569 ----- E= 0.000 N= 0.000 H= 0.000 DATA:21/09/08 HORA:14:26:57

RE :E0 AZRE:0.0000 ----- E=----- N=----- DATA:21/09/08 HORA:14:29:45

COD:[EDIF ] [-----] [-----] [-----] [-----] [-----] [-----] [-----]

PV :01 HZ= 52.2826 VT= 84.3108 DI= 17.222 HP= 2.000 PPM= 0 MM= 0 E= 13.596 N= 10.442 H= 1.214
DATA:21/09/08 HORA:14:31:27

PV :02 HZ=336.1825 VT= 88.2131 DI= 19.624 HP= 2.000 PPM= 0 MM= 0 E= -7.882 N= 17.963 H= 0.131
DATA:21/09/08 HORA:14:31:39

PV :03 HZ=324.0801 VT= 88.4405 DI= 21.678 HP= 2.000 PPM= 0 MM= 0 E= -12.698 N= 17.563 H= 0.048
DATA:21/09/08 HORA:14:32:00

PV :04 HZ= 51.5542 VT= 87.1333 DI= 46.889 HP= 2.000 PPM= 0 MM= 0 E= 36.870 N= 28.880 H= 1.839
DATA:21/09/08 HORA:14:32:13

PV :05 HZ=339.4507 VT= 88.1400 DI= 23.455 HP= 2.000 PPM= 0 MM= 0 E= -8.114 N= 21.995 H= 0.292
DATA:21/09/08 HORA:14:32:24

PV :06 HZ=217.3846 VT= 92.4438 DI= 6.742 HP= 1.600 PPM= 0 MM= 0 E= -4.113 N= -5.332 H= -0.354
DATA:21/09/08 HORA:14:33:22

PV :07 HZ=202.2137 VT= 91.5532 DI= 9.931 HP= 1.600 PPM= 0 MM= 0 E= -3.776 N= -9.179 H= -0.365
DATA:21/09/08 HORA:14:33:34

PV :08 HZ=236.1149 VT= 91.4524 DI= 10.171 HP= 1.600 PPM= 0 MM= 0 E= -8.448 N= -5.656 H= -0.343
DATA:21/09/08 HORA:14:33:48

PV :09 HZ= 99.1746 VT= 84.2020 DI= 14.682 HP= 2.000 PPM= 0 MM= 0 E= 14.419 N= -2.360 H= 1.017
DATA:21/09/08 HORA:14:34:05

PV :10 HZ=113.5937 VT= 87.1606 DI= 43.723 HP= 2.000 PPM= 0 MM= 0 E= 39.900 N= -17.759 H= 1.653
DATA:21/09/08 HORA:14:35:04

PV :11 HZ=105.4111 VT= 87.2249 DI= 61.435 HP= 2.000 PPM= 0 MM= 0 E= 59.085 N= -16.593 H= 2.377
DATA:21/09/08 HORA:14:35:41

PV :12 HZ=133.1919 VT= 88.0660 DI= 56.781 HP= 2.000 PPM= 0 MM= 0 E= 41.286 N= -38.936 H= 1.435
DATA:21/09/08 HORA:14:35:55

PV :13 HZ=103.0550 VT= 87.2928 DI= 70.085 HP= 2.000 PPM= 0 MM= 0 E= 68.196 N= -15.866 H= 2.637
DATA:21/09/08 HORA:14:36:04

PV :14 HZ=101.5828 VT= 87.3353 DI= 74.808 HP= 2.000 PPM= 0 MM= 0 E= 73.114 N= -15.507 H= 2.748
DATA:21/09/08 HORA:14:36:21

PV :15 HZ=109.4327 VT= 87.1416 DI= 51.114 HP= 2.000 PPM= 0 MM= 0 E= 48.059 N= -17.230 H= 2.032
DATA:21/09/08 HORA:14:36:37

PV :16 HZ=100.2420 VT= 87.4021 DI= 82.600 HP= 2.000 PPM= 0 MM= 0 E= 81.174 N= -14.906 H= 2.924
DATA:21/09/08 HORA:14:36:46

COD:[POSTE AT] [-----] [-----] [-----] [-----] [-----] [-----] [-----]

PV :17 HZ= 9.1306 VT= 92.0832 DI= 20.733 HP= 0.000 PPM= 0 MM= 0 E= 3.319 N= 20.451 H= 0.794
DATA:21/09/08 HORA:14:37:35

PV :18 HZ=313.3803 VT= 92.5553 DI= 27.364 HP= 0.000 PPM= 0 MM= 0 E= -19.779 N= 18.858 H= 0.170
DATA:21/09/08 HORA:14:37:59
  
```

Figura 1.8 – Exemplo de um arquivo utilizando códigos para a estação TC407.

1.3 - PROCESSAMENTO DOS DADOS.

Depois de realizado o levantamento de campo os dados devem ser descarregados e processados. Para descarregar os dados, conecta-se a estação ao computador através de cabos específicos ou dispositivos *bluetooth*[®]. Se os códigos foram utilizados de forma correta em campo, o programa de processamento topográfico deverá entender os dados armazenados (arquivo bruto no formato do equipamento) e criará automaticamente a caderneta de campo, sem a direta interferência do usuário. Cabe salientar que em alguns casos pode haver a necessidade de uma edição preliminar no arquivo bruto, devido a enganos cometidos durante as medições em campo (como a gravação duplicada de medidas) antes de gerar o arquivo caderneta.

Uma vez concluída esta etapa, deve-se fornecer informações adicionais ao programa (como coordenadas do ponto de partida, tolerâncias, etc.) e todos os cálculos serão efetuados automaticamente.

A partir dos dados calculados o programa poderá gerar um desenho preliminar do levantamento efetuado (figura 1.9) Neste desenho aparecem somente os pontos medidos (poligonal e detalhes).

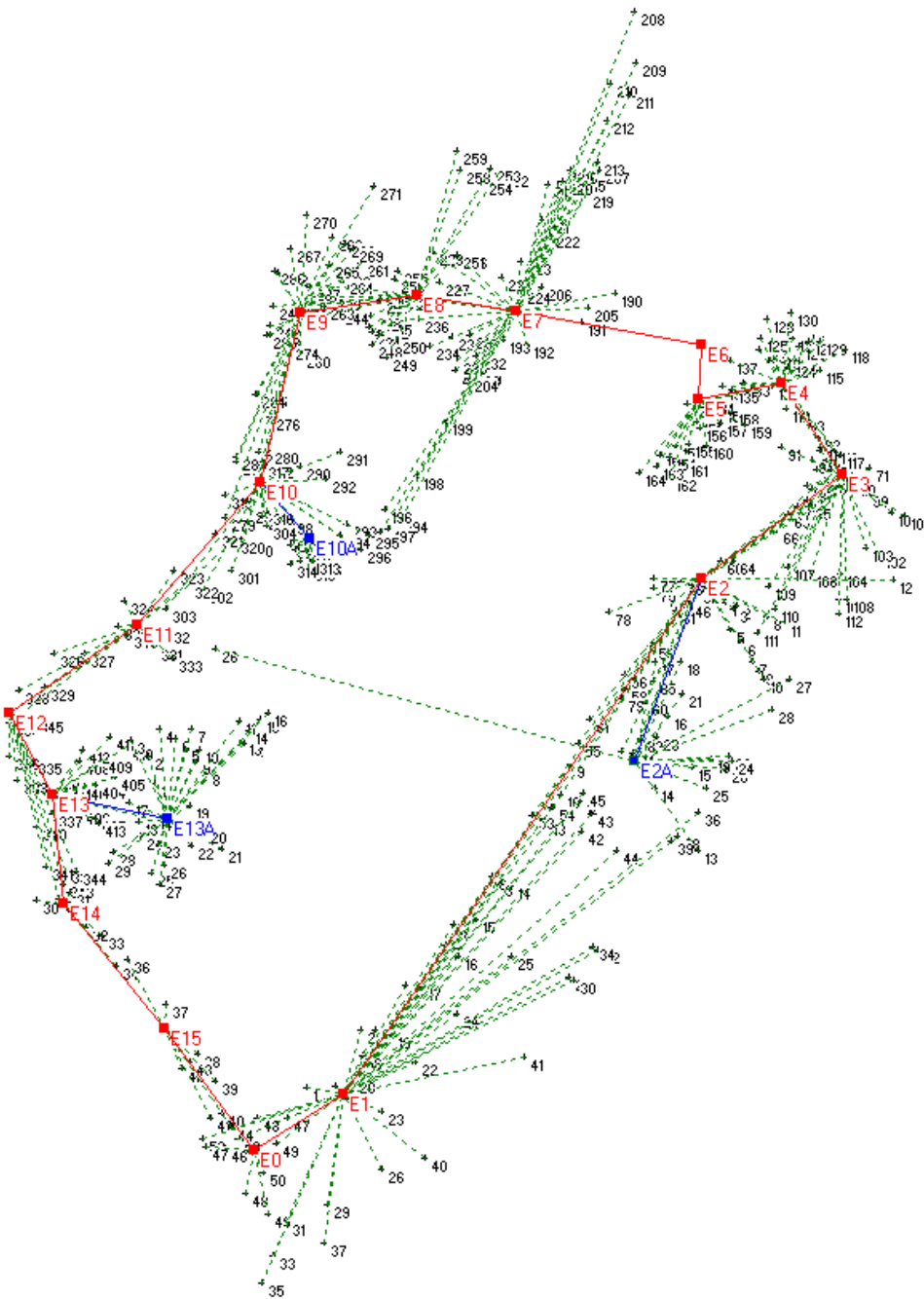


Figura 1.9 – Desenho preliminar.

Na figura 1.10 apresenta-se parte do arquivo com os dados de campo do exemplo anterior. Observe-se a utilização dos códigos para a identificação das medições (em destaque).

```

_'E1_(E_)1.538
_+E0_?+00032967m0921250+0000000d+00032943*45+21+00062_*R_,1.680
_+42_?+00110549m0895815+1643055d+00110549*54+21+00061_*EDIFICACAO_,1.680
_+43_?+00116837m0895815+1634715d+00116837*60+21+00057_*EDIFICACAO_,1.680
_+44_?+00114177m0895815+1703640d+00114177*60+21+00061_*EDIFICACAO_,1.680
_+45_?+00120182m0900415+1605530d+00120182*59+21+00053_*POSTE_,1.680
_+46_?+00187168m0902200+1573400d+00187164*51+21+00049_*POSTE_,1.680
_+47_?+00018903m0942640+0092030d+00018846*54+21+00048_*ESTRADA_,1.680
_+48_?+00028159m0932710+0162900d+00028108*60+21+00052_*ESTRADA_,1.680
_+49_?+00026178m0910740+3553540d+00026173*60+21+00051_*TERRENO_,1.680
_+50_?+00035846m0924000+0093620d+00035807*60+21+00054_*TERRENO_,1.680
_+51_?+00036318m0935550+0151200d+00036232*59+21+00057_*ESTRADA_,1.680
_+52_?+00046278m0934620+0144855d+00046178*60+21+00050_*TERRENO_,1.680
_+E2_?+00196241m0902535+1571115d+00196235*56+21+00059_*V_,1.680
_'E2_(E_)1.586
_+E1_?+00196261m0893010+0000000d+00196254*60+21+00055_*R_,1.680
_+53_?+00091098m0895110+0003825d+00091097*60+21+00053_*ESTRADA_,1.680

```

Figura 1.10 – Modelo de arquivo com o uso de códigos

1.4 - GERAÇÃO DO DESENHO FINAL

Após realizar os cálculos e lançar os pontos no CAD, inicia-se a etapa de elaboração do desenho final. Normalmente os pontos já estão classificados em camadas (denominado normalmente de *layers* em programas CAD), conforme o código de cada um. Utilizando-se o croqui elaborado em campo como guia o desenho final é realizado no CAD. Uma das facilidades que alguns programas apresentam é indicar na tela do editor gráfico informações como o número do ponto e descrição (código), algo que facilita o processo de elaboração do desenho (figura 1.11).

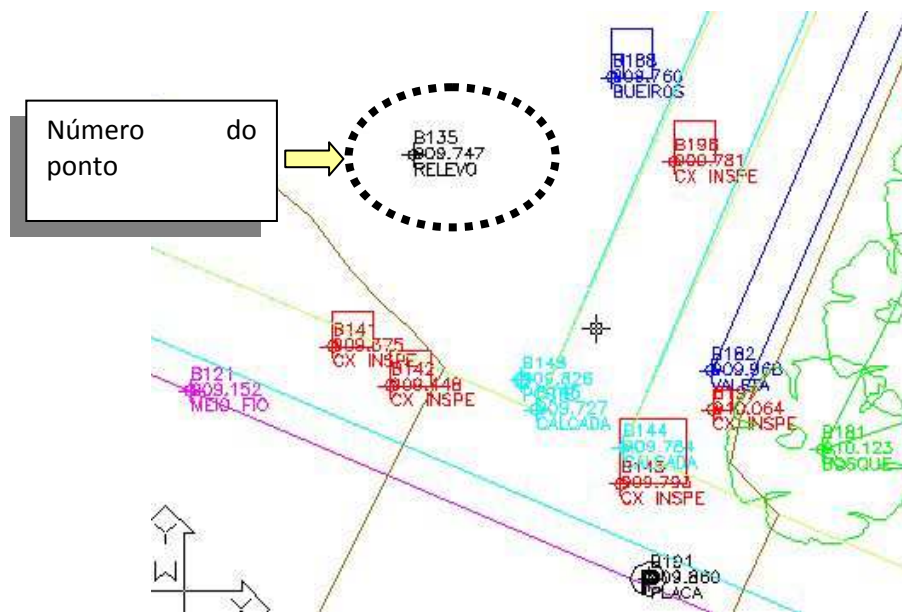


Figura 1.11 – Indicação de informações adicionais no desenho.

O desenho final para os dados apresentado na figura 1.10 é apresentado na figura 1.12.



Figura 1.12 – Desenho final.

1.5 - CONSIDERAÇÕES GERAIS SOBRE A UTILIZAÇÃO DESTA METODOLOGIA

A seguir são apresentadas algumas informações úteis no emprego desta metodologia.

- Verificar a capacidade atual da memória de armazenamento da estação e se for necessário, limpar a memória do equipamento antes de iniciar um novo trabalho. Alguns modelos de equipamento não permitem trabalhar com diferentes arquivos, tendo apenas um arquivo onde são gravadas as informações. Neste caso, para evitar que ao descarregar os dados o arquivo contenha observações de outra campanha, é aconselhável sempre descarregar o mesmo antes do trabalho de campo e iniciar um novo. Caso isto não seja possível, introduzir um indicador de começo de arquivo.
- cada vez que for necessário mudar a altura do prisma, em função de obstáculos, não esquecer de gravar o respectivo valor na memória do equipamento.
- organizar os códigos de forma alfabética para facilitar a busca dos mesmos em campo.
- utilizar códigos que sejam fáceis de lembrar, para uma feição do tipo caixa de passagem de esgoto utilizar, por exemplo:
CX_ESGOTO - ideal
CE - mais difícil de lembrar
- caso durante o levantamento for constatada a presença de uma feição que não faça parte da lista de códigos, é possível introduzir um novo código diretamente em campo.
- ao solicitar que o equipamento grave as informações, observar a informação do equipamento confirmando a gravação.
- não esquecer de gravar os dados.
- descarregar os dados tão logo chegar ao escritório.
- organizar os arquivos para fácil interpretação, por exemplo:
PREF100114 – arquivo com dados do levantamento da prefeitura do dia 10 de janeiro de 2014.
- associar o número do ponto ao número da feição representada no croqui.
- não esquecer de um código para a representação do relevo.
- antes de ir para campo, treinar com o equipamento, verificando se todos os códigos foram inseridos corretamente.
- editar o arquivo para poder eliminar possíveis erros, como uma medida gravada duas vezes.
- quando o levantamento for realizado em mais de duas idas a campo, montar o arquivo de caderneta final.

De uma forma geral, os procedimentos a serem seguidos são:

- Organização do levantamento
- Criação dos códigos para o levantamento
- *Upload* dos códigos para a estação total
- Coleta de dados com estação total
- Armazenamento na memória interna do equipamento
- *Download* dos dados
- Processamento dos dados via programa (poligonal e irradiações)
- Geração do arquivo com as coordenadas
- Elaboração do desenho final, via programa CAD

2 – Locação

2.1 - INTRODUÇÃO

Uma das atividades vinculadas à Topografia é a locação de pontos no terreno. Para a construção de uma obra, por exemplo, inicialmente é necessário realizar-se o levantamento topográfico do terreno de forma a fornecer subsídios para que o profissional responsável possa efetuar seu projeto. Antes de iniciar a construção deve-se materializar em campo pontos que definirão posições estratégicas da obra, como eixos de uma rodovia, fundação de um edifício, pilares de uma ponte, divisas de lotes e assim por diante. Neste sentido a locação reveste-se de grande importância, pois um erro durante o processo de locação pode resultar diretamente num erro da execução da obra. A figura 2.1 apresenta um exemplo de locação.



Figura 2.1 – Exemplo de locação.

Durante um levantamento topográfico são medidas direções e distâncias entre pontos e a partir destas podem ser calculadas as coordenadas das feições de interesse. Na locação o que ocorre é o processo contrário: a partir de coordenadas de pontos definidos em um projeto são calculadas direções e distâncias em relação a marcos de referência. Com estes valores, a partir dos marcos de referência materializados em

campo, é possível localizar ou indicar a posição dos pontos de interesse (figura 2.2). Na locação trabalha-se somente com coordenadas planas de pontos, (como no caso da locação da posição de pilares de uma obra) ou emprega-se as três coordenadas (para a locação de maquinários em indústrias, por exemplo), ou somente utiliza-se a cota ou altitude do ponto, quando está se realizando uma escavação.



Figura 2.2 – Locação de um ponto em campo.

No processo de locação é muito comum a necessidade de relocar alguns pontos por problemas de destruição ou perda de estacas (figura 2.3) devido a acidentes ou movimentações de terra, por exemplo. Caso típico são os loteamentos, onde inicialmente são locados as vias e somente após as movimentações de terra é que o lotes são demarcados.



Figura 2.3 – Estaca destruída.

Existem diversas técnicas para a locação de pontos, sendo as mais tradicionais a locação empregando-se ângulos e distâncias (sistema polar), coordenadas (X, Y e/ou Z) e interseção.

2.2 – SISTEMA POLAR

Para a locação de um ponto empregando-se um sistema polar é necessário conhecer um ponto origem, uma direção de referência e os ângulos e distâncias em relação a linha de referência para os demais pontos. A figura a seguir ilustra este raciocínio.

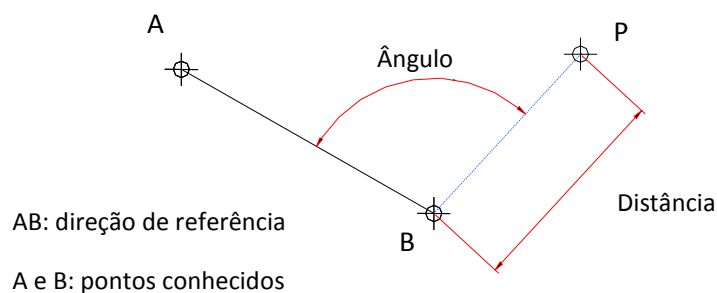


Figura 2.4 – Locação empregando-se o método polar.

A direção de referência pode ser obtida a partir do conhecimento das coordenadas de dois pontos ou de um determinado alinhamento.

Na prática costuma-se elaborar uma caderneta de locação a ser empregada em campo, na qual constam a indicação da estação e direção de referência, código ou nome dos pontos a serem locados e ângulos e distâncias para a locação. A Figura 2.5 apresenta um exemplo de caderneta de locação.

CADERNETA DE LOCAÇÃO				
Estação de Referência	Coordenada X (m)		Coordenada Y (m)	
Estação de Ré	Coordenada X (m)		Coordenada Y (m)	
Pontos a Locar				
Ponto	X (m)	Y (m)	θ	d (m)

Figura 2.5 – Caderneta de Locação.

2.2.1 – DETERMINAÇÃO DOS ÂNGULOS E DISTÂNCIAS

Deseja-se locar um ponto **P** a partir de um ponto conhecido **B** (figura 2.6). A direção de referência é definida pelos pontos **A** e **B**. São conhecidas as coordenadas X e Y dos três pontos.

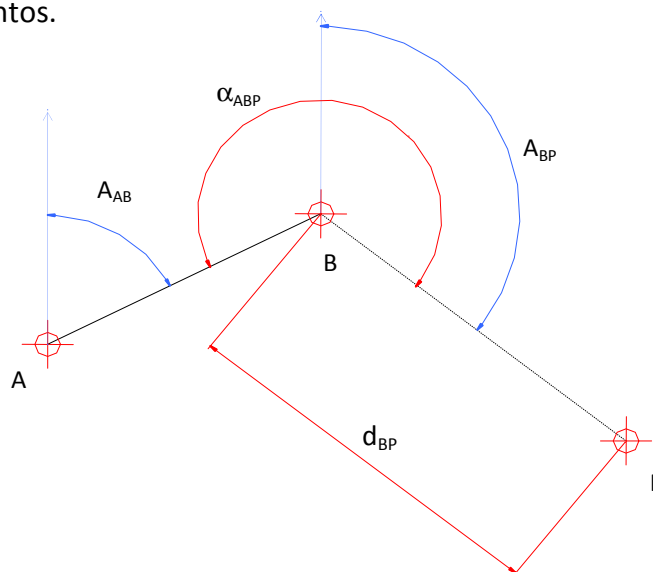


Figura 2.6 – Locação do ponto P.

onde:

A_{AB} : Azimute da direção AB;

A_{BP} : Azimute da direção BP;

d_{BP} : Distância horizontal entre os pontos B e P

α_{ABP} : Ângulo horizontal ABP

A primeira etapa consiste no cálculo da distância entre os pontos, aplicando a fórmula:

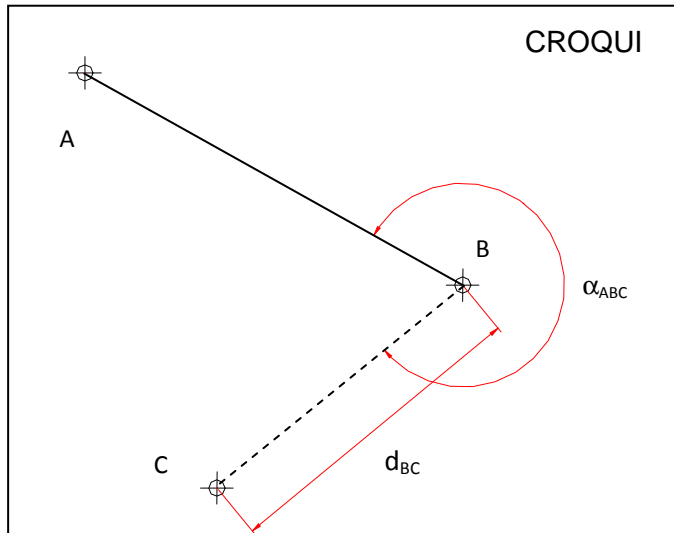
$$d_{BP} = \sqrt{(x_P - x_B)^2 + (y_P - y_B)^2} \quad 2.1$$

O cálculo do ângulo α_{ABP} é realizado a partir dos azimutes das direções AB e BP.

$$\begin{aligned} A_{BP} &= A_{AB} + \alpha_{ABP} - 180^\circ \\ -\alpha_{ABP} &= A_{AB} - A_{BP} - 180^\circ \\ \alpha_{ABP} &= A_{BP} - A_{AB} + 180^\circ \end{aligned} \quad 2.2$$

Na prática, se o projeto estiver em meio digital (desenhado em CAD) é possível obter todos os ângulos e distâncias diretamente no editor gráfico.

Exercício 2.1: Dadas as coordenadas X e Y dos pontos A, B e C, calcular os elementos necessários para a locação do ponto C.



PONTO	X (m)	Y (m)
A	152,45	327,12
B	254,11	270,03
C	187,96	215,47

Resolução:

a) Cálculo da distância entre o ponto B e C:

$$\begin{aligned}
 d_{BC} &= \sqrt{(x_C - x_B)^2 + (y_C - y_B)^2} \\
 d_{BC} &= \sqrt{(187,96 - 254,11)^2 + (215,47 - 270,03)^2} \\
 d_{BC} &= \sqrt{(-66,15)^2 + (-54,56)^2} \\
 d_{BC} &= \sqrt{7352,6161} \\
 d_{BC} &= 85,74739 \dots \\
 d_{BC} &= 85,75 \text{ m}
 \end{aligned}$$

b) Cálculo do ângulo α_{ABC} :

b.1) Azimute da direção AB

$$A_{AB} = 119^{\circ}19'03''$$

b.2) Azimute da direção BC

$$A_{BC} = 230^{\circ}29'04''$$

b.3) Cálculo do ângulo α_{ABC} :

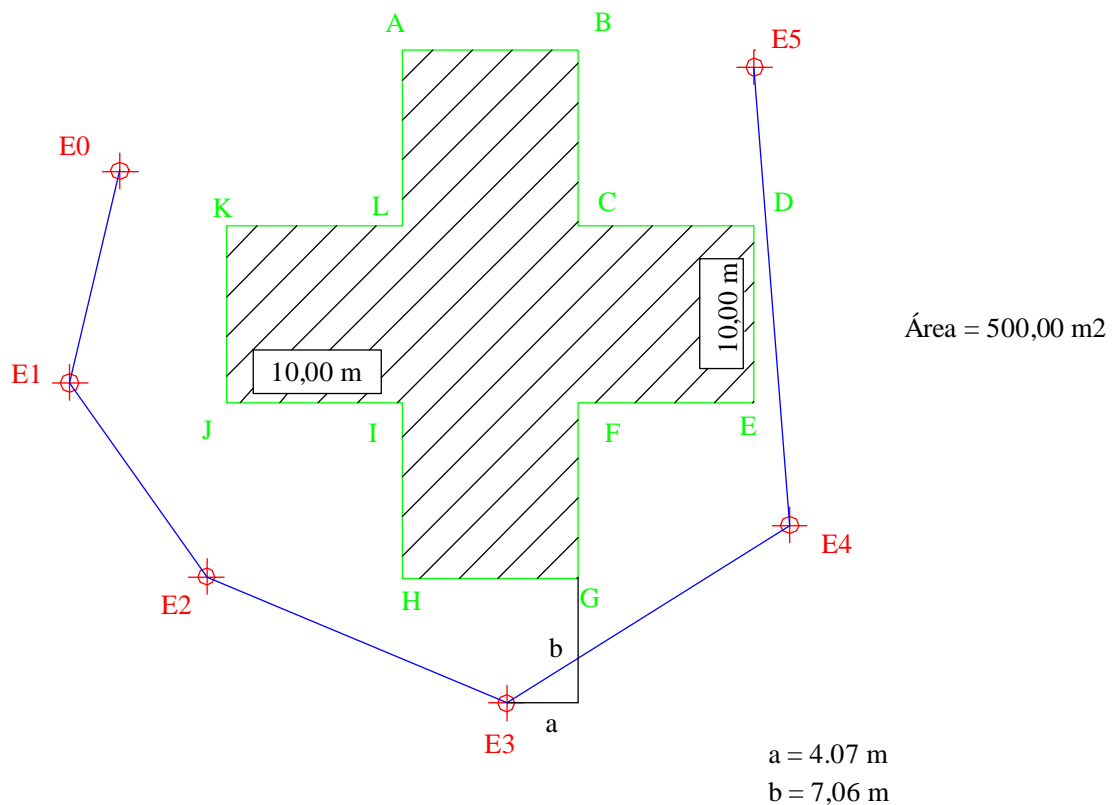
$$A_{BC} = A_{AB} + \alpha_{ABC} - 180^\circ$$

$$\alpha_{ABC} = A_{BC} - A_{AB} + 180^\circ$$

$$\alpha_{ABC} = 230^\circ 29' 04'' - 119^\circ 19' 03'' + 180^\circ$$

$$\alpha_{ABC} = 291^\circ 10' 01''$$

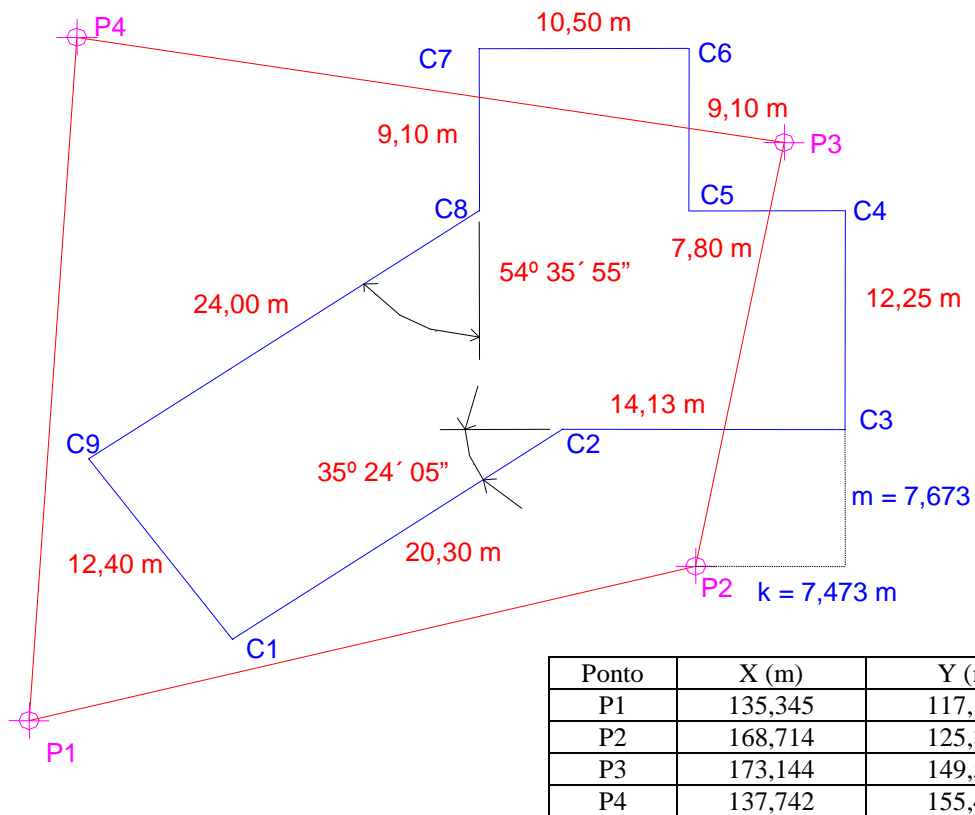
Exercício 2.2 – Calcular para o projeto abaixo a caderneta de locação para os pontos A,B,...,L.



Ponto	X (m)	Y (m)
E0	18.00	40.00
E1	15.00	28.00
E2	23.00	17.00
E3	40.00	12.00
E4	56.00	20.00
E5	54.00	46.00

Pontos a locar em campo
A, L, K
K, J, I
I, H, G
G, F, E
E, D, C
D, C, B

Exercício 2.3 - Elaborar a caderneta de locação para o projeto dado.



2.3 – LOCAÇÃO EMPREGANDO-SE COORDENADAS

As Estações Totais permitem que a locação de pontos em campo seja feita diretamente empregando-se as coordenadas dos mesmos sem necessidade de cálculos intermediários da distância e direção. Para tanto estas devem estar armazenadas na memória do instrumento. Em campo, após a orientação da estação no mesmo referencial em que estão as coordenadas dos pontos, a estação vai “posicionando” o auxiliar que está com o bastão marcando os pontos. Isto é feito indicando-se em que direção o auxiliar deve se deslocar até chegar na posição desejada.

2.4 – LOCAÇÃO POR INTERSEÇÃO

Neste caso o ponto será locado a partir de outros dois pontos conhecidos. Pode-se empregar somente observações angulares ou lineares (figura 2.7). Não é um processo prático pelo fato de exigir o posicionamento a partir de outros dois pontos, sendo pouco empregado atualmente em função do uso de Estações Totais.

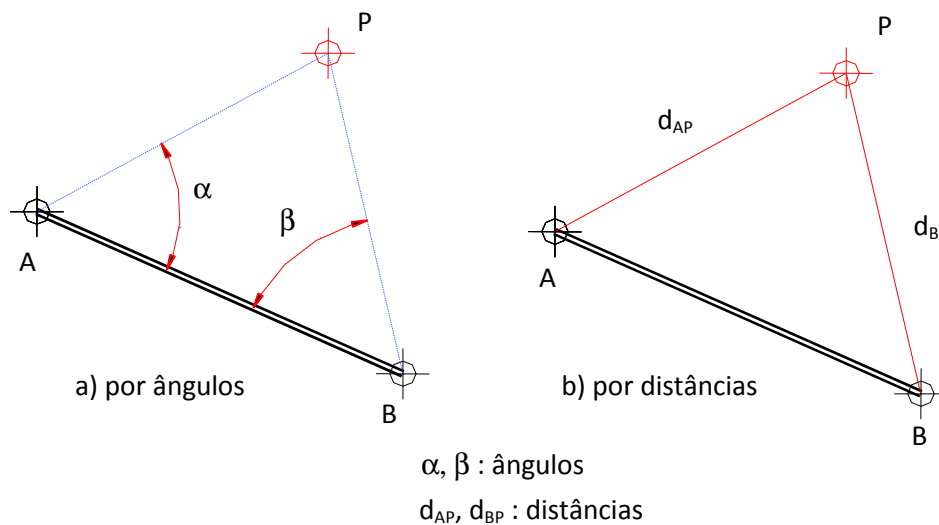


Figura 2.7 – Locação por interseção.

2.5 - ESTAQUEAMENTO

O estaqueamento consiste na materialização de pontos ao longo de um alinhamento, sendo a distância entre os pontos constante. Um exemplo típico de utilização de estaqueamento ao longo de um alinhamento é a locação do eixo de uma estrada, na qual as estacas são posicionadas usualmente de 20 em 20 metros.

A nomenclatura das estacas normalmente é estabelecida da seguinte forma: a estaca inicial recebe o número 0 e as demais são numeradas seqüencialmente (figura 2.8). Assim, para um estaqueamento realizado com espaçamento de 20m, a estaca número 18 estaria a 360m da estaca inicial (18 x 20 metros).

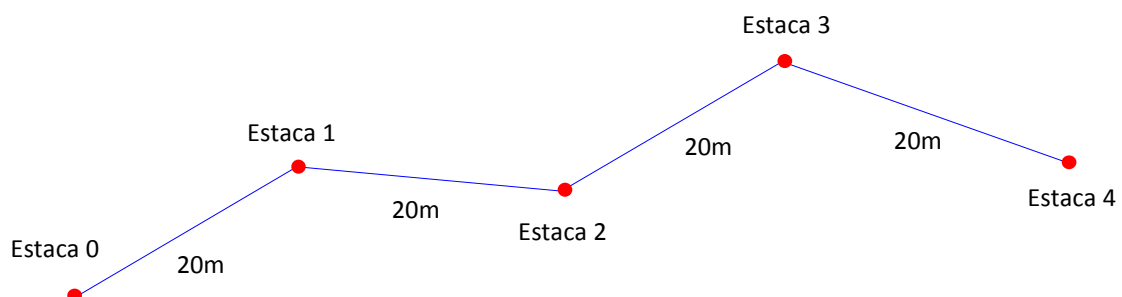


Figura 2.8 – Estaqueamento.

Em algumas situações existe a necessidade de colocar uma estaca intermediária a uma distância menor que a definida no estaqueamento. Esta estaca receberá como nome o número da estaca anterior mais a distância correspondente a esta estaca. Por exemplo, assumindo um estaqueamento realizado de 10 em 10 metros, a estaca 5 +

6,54 estaria a 56,54m da estaca inicial (10 metros vezes 5 mais 6,54 metros). A figura a seguir ilustra este raciocínio.

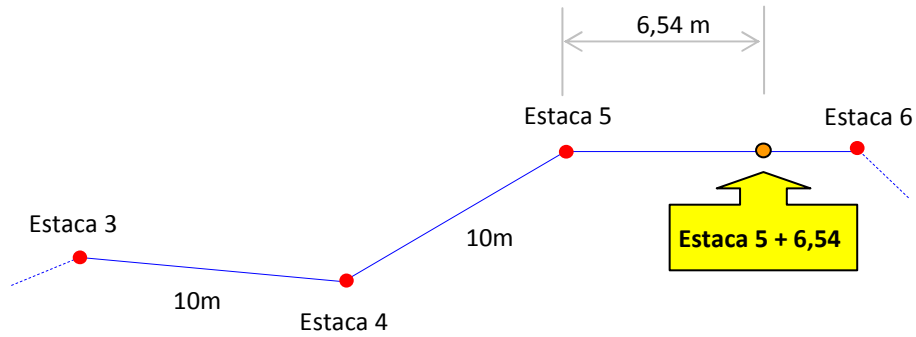


Figura 2.9 – Estaca intermediária.

Exercício 2.4 – Dada a caderneta de nivelamento geométrico (método das visadas extremas), desenhar o perfil do estaqueamento. O espaçamento entre as estacas é de 20m.

CADERNETA DE NIVELAMENTO					
Estaca	Visada Ré	Altura do Instrumento	Visada Vante		Cota (m)
			Intermediária	Mudança	
10	1,568				78,35
10 + 13,50			1,365		
11			1,548		
12				1,770	
12	1,430				
12 + 18,45			1,303		
13			1,498		
13 + 7,86			1,878		
14				1,101	
14	2,078				
15			1,454		
15 + 12,87			1,780		
16				1,568	

2.5 – LOCAÇÃO DE OBRAS – MÉTODO TRADICIONAL

A locação de obras sem o emprego de instrumental topográfico é realizada normalmente empregando-se dois métodos: o de contorno (ou tábuas corridas ou tabela) e o método dos cavaletes. No método do contorno, a área a ser locada é cercada empregando-se pontaletes cravados no solo e ripas ou sarrafos pregados a estes pontaletes (figura 2.10). Os cantos deste cercado devem formar ângulos retos, ou na linguagem popular das obras devem estar “esquadrejados”.

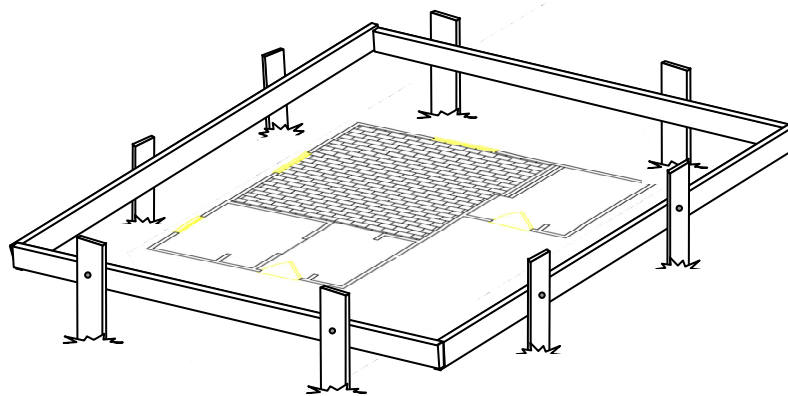


Figura 2.10 – Locação pelo método do contorno.

Sobre os sarrafos são marcados com pregos os pontos que definirão os alinhamentos. A partir destes pregos são estacadas linhas sendo que o cruzamento destas linhas define o ponto a ser locado. Com auxílio de um fio de prumo o ponto é marcado no solo (figura 2.11).

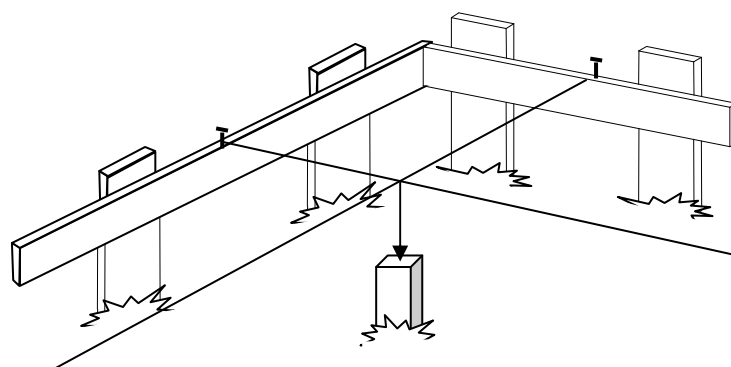


Figura 2.11 – Definição da posição do piquete pelo cruzamento das linhas de referência.

Os sarrafos ou ripas devem também estar nivelados, o que é feito empregando-se o popular nível de mangueira, uma mangueira transparente, geralmente com diâmetro

de 3/8” cheia de água ou outro líquido (figura 2.12, nesta figura pode-se observar que foi empregada água com corante para facilitar a leitura). Quando não é possível deixar todo o cercado no mesmo nível, são empregados degraus sucessivos (figura 2.13).



Figura 2.12 – Mangueira e acessórios para o nivelamento de mangueira.

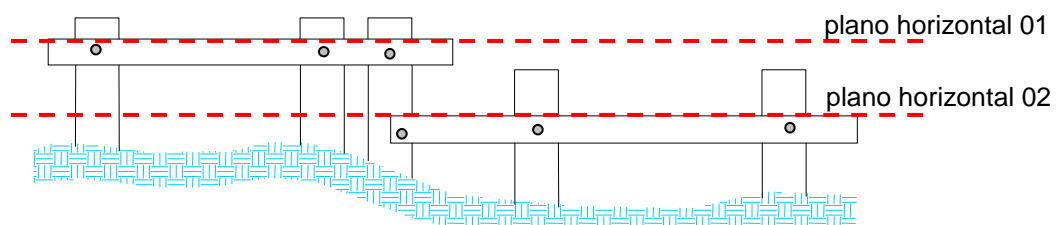


Figura 2.13 – Emprego de “degraus”.

O método dos cavaletes é uma simplificação do método anterior, onde são montados somente os cavaletes necessários para a materialização dos alinhamentos (figura 2.14). Deve-se tomar cuidado com os cavaletes, pois estes podem ser facilmente deslocados ou danificados na obra.

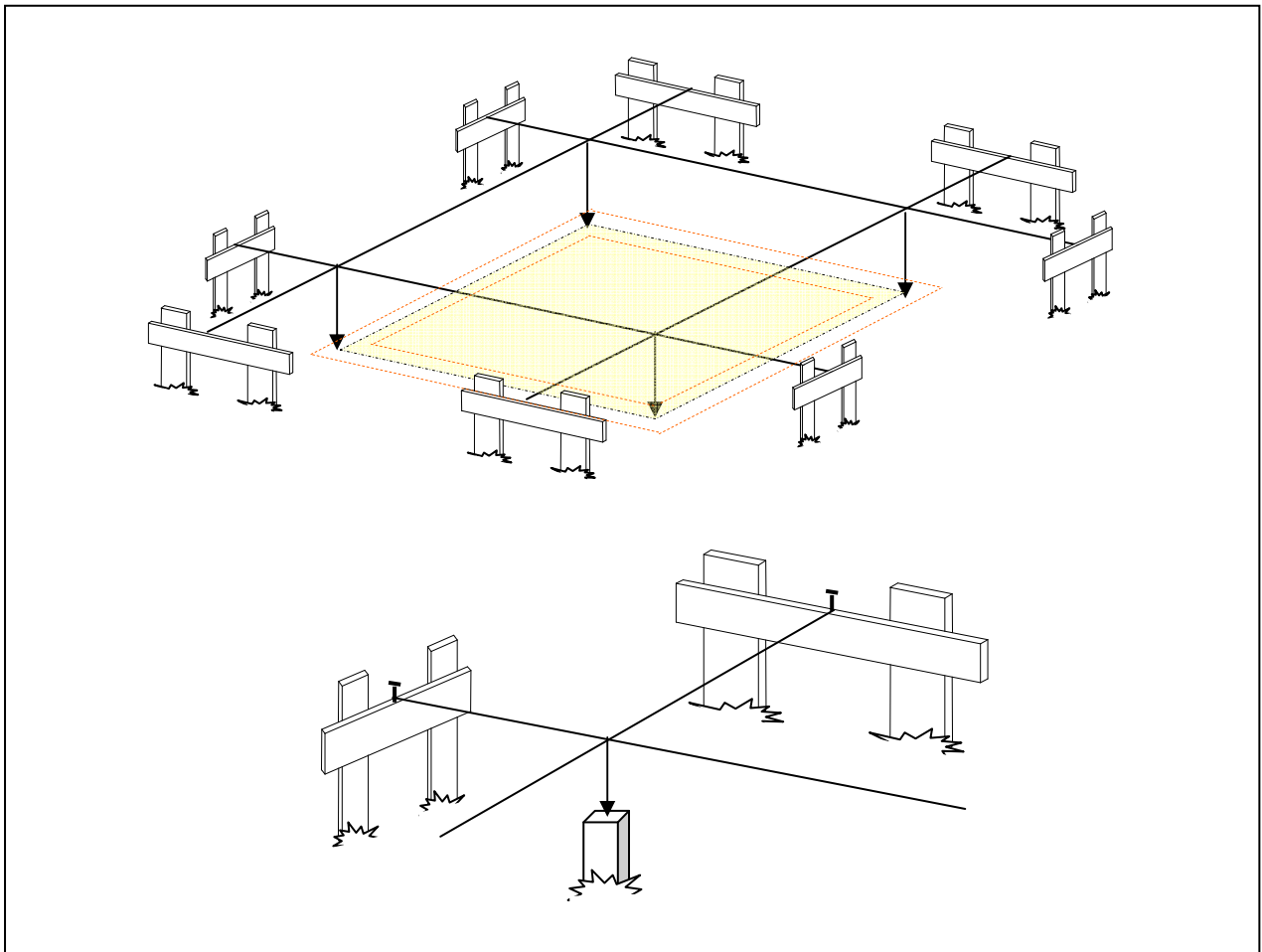


Figura 2.14 – Locação por cavaletes.

3 – Desnível e Nivelamento Trigonométrico

3.1 COTA E DESNÍVEL

3.1.1 – Cotas

Em determinadas aplicações de engenharia interessa conhecer a distância vertical entre pontos, tendo como referência um plano horizontal qualquer, estabelecido de acordo com as necessidades do projeto. A estas distâncias verticais medidas a partir deste plano horizontal denominamos de **cotas**. A cota de referência ou do plano horizontal de referência é atribuída pelo profissional. A figura a seguir ilustra a aplicação de cotas no projeto de edificações. Tomou-se como referência um plano definido como tendo cota igual a 0,00m (ao nível do terreno). A partir deste plano foram determinadas as demais cotas. Por exemplo, o segundo piso desta edificação apresenta cota igual a +4,10m, ou seja, está acima do plano de referência 4,10 m.

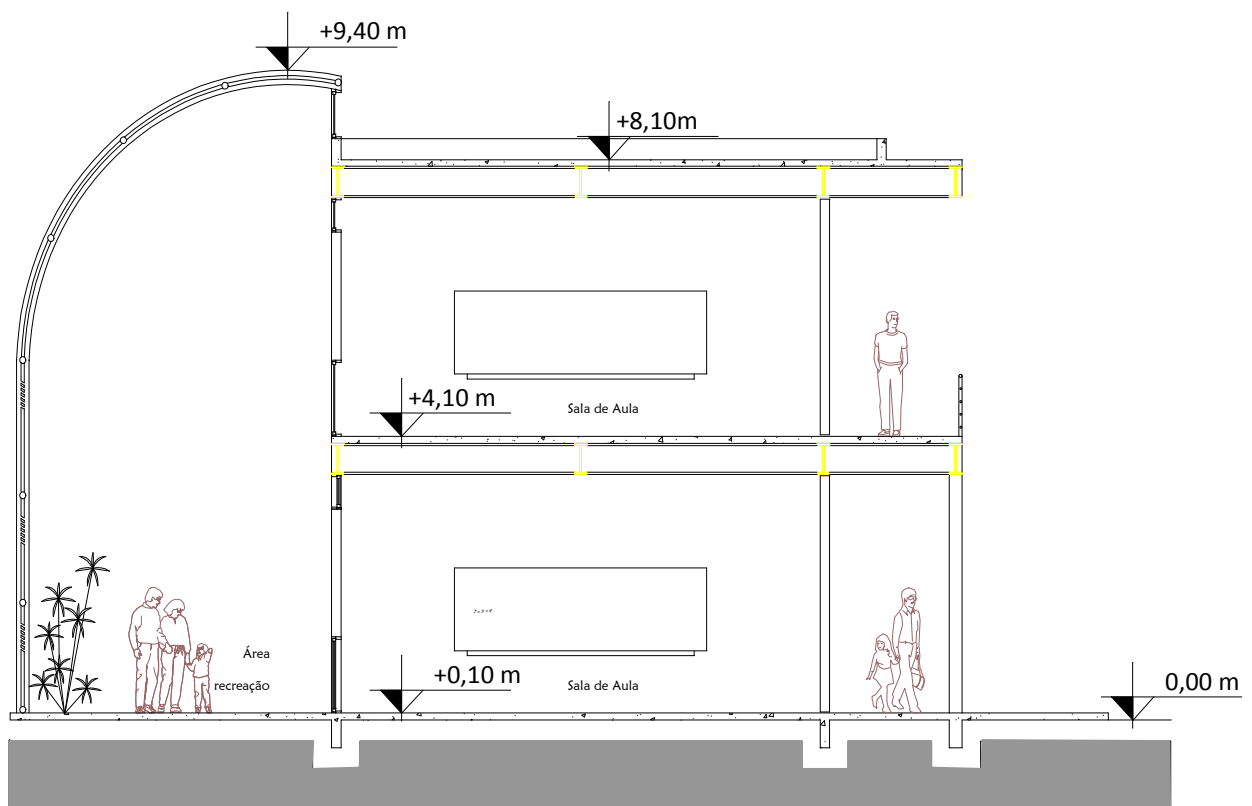


Figura 3.1 – Aplicação de cotas no projeto de edificações (adaptado de KOENIG(2009)¹)

¹ KOENIG, TAMIRES. Projeto Arquitetônico de uma Escola. Curitiba, 2003;

Outro exemplo de aplicação de cotas é o cálculo de volumes de corte e aterro para terraplenagem de plataformas, onde assume-se uma cota inicial de partida e são determinadas as demais cotas para posteriormente realizar o cálculo do volume.

3.1.2 – DESNÍVEL

Um conceito importante é o de **desnível (Δh)**, que representa a distância vertical entre dois planos horizontais quaisquer. Técnicas de nivelamento geométrico e trigonométrico buscam determinar o desnível entre os pontos. Assim, para determinar a cota ou altitude de um ponto em relação a outro, basta conhecer uma cota/altitude inicial e o desnível.

Na figura 3.2 temos quatro pontos A, B, C e D. Os pontos A e B possuem a mesma cota, os seja estão localizados no mesmo plano horizontal. C e D também possuem a mesma cota. Os desníveis AC, AD, BC e BD são os iguais, pois a distância vertical entre os planos horizontais é a mesma. Já os desníveis AB e CD são iguais a zero, pois neste caso os pontos se encontram no mesmo plano horizontal.

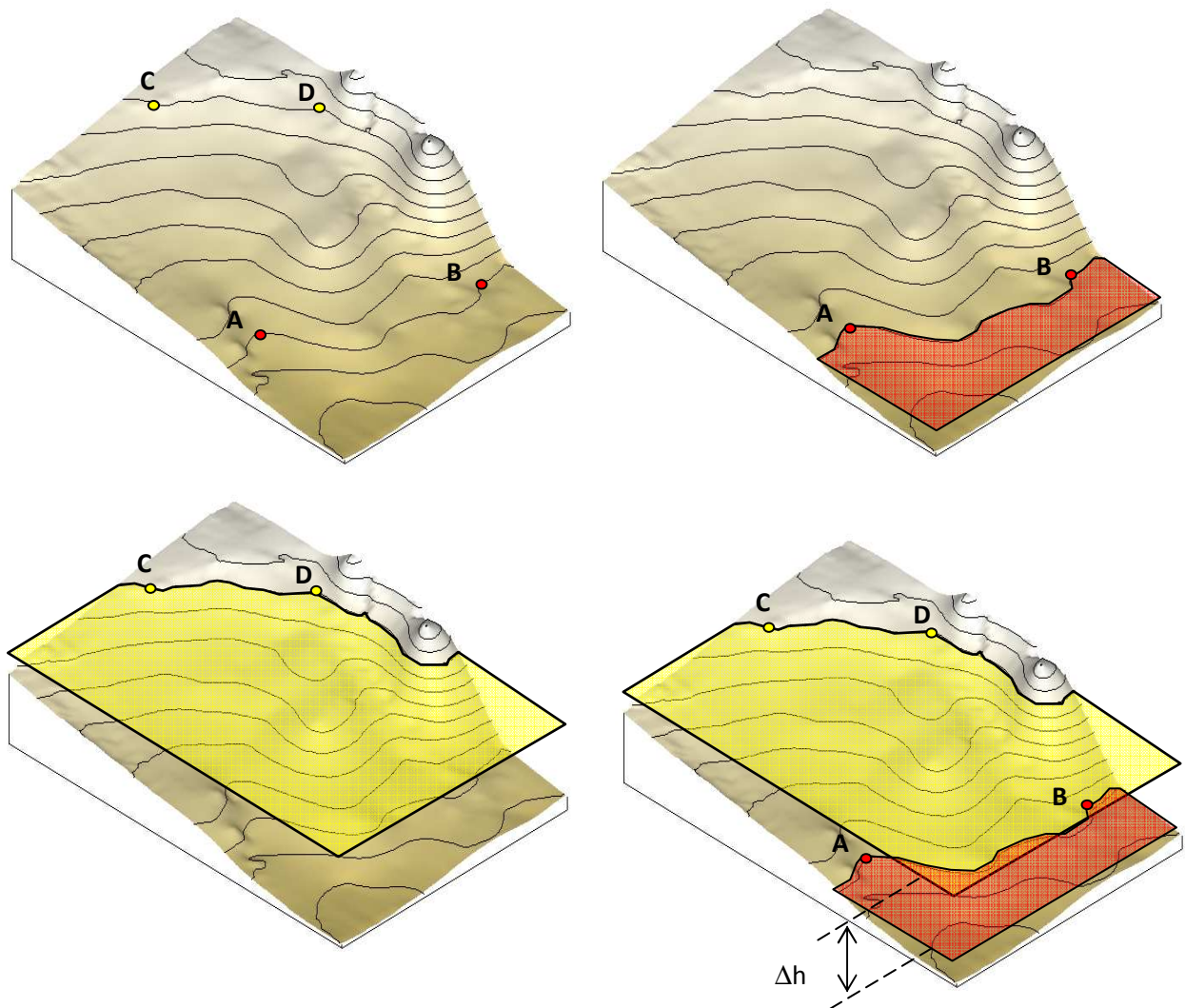


Figura 3.2 – Desnível entre pontos.

O desnível pode ser positivo ou negativo. Dizer que o desnível entre o ponto A e D é positivo significa que o ponto D está mais alto que A. Levando em consideração a figura 3.2, o desnível de A para D seria positivo, enquanto que o desnível de D para A seria negativo (o valor do desnível AD e DA são iguais, variando o sinal conforme a direção considerada).

3.2 – NIVELAMENTO TRIGONOMÉTRICO

Apesar da fácil execução e da qualidade dos desníveis obtidos, a aplicação do nivelamento geométrico torna-se complicada em algumas situações, como na determinação da altura de uma caixa d'água ou quando existe a necessidade da determinação de desníveis em regiões montanhosas.

Nestes casos, pode ser empregada uma técnica indireta de determinação de desníveis conhecida como nivelamento trigonométrico, realizada empregando-se uma estação total ou teodolito. O processo baseia-se na resolução de um triângulo retângulo. O nivelamento trigonométrico pode ser classificado como sendo de lances curtos ou longos.

3.2.1 - Nivelamento Trigonométrico de lances curtos

Lance curto em nosso contexto significa visadas com distâncias horizontais de até 150m, onde a influência da curvatura e refração podem ser negligenciadas (os valores deste efeitos sobre os desníveis serão apresentados posteriormente). A figura a seguir ilustra este método.

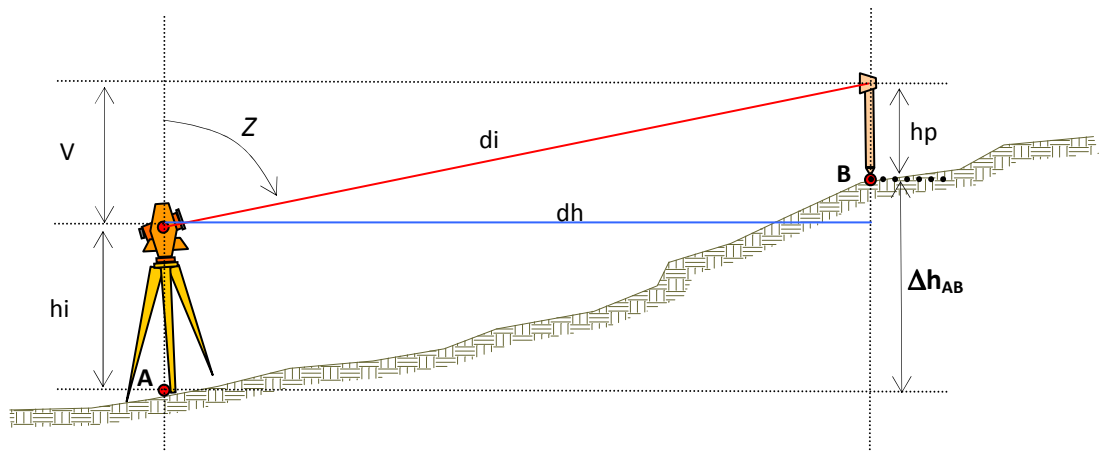


Figura 1 – Nivelamento trigonométrico de lances curtos

Onde:

Δh_{AB} = Desnível entre o ponto A e B

h_i = Altura do instrumento

h_p = Altura do prisma/sinal/refletor

d_i = Distância inclinada

d_h = Distância horizontal

Z = Ângulo zenital

O desnível entre os pontos A e B pode ser calculado por:

$$\Delta h_{AB} = h_i - h_p + V \quad (1)$$

$$\Delta h_{AB} = h_i - h_p + d_i \cdot \cos Z \quad (2)$$

ou

$$\Delta h_{AB} = h_i - h_p + d_h \cdot \cot g Z \quad (3)$$

Exercício 1 – Um Engenheiro Cartógrafo e Agrimensor foi contratado para determinar o desnível entre um marco geodésico localizado numa praça pública da Cidade de Mariano Moro (RS) e um outro ponto materializado em uma colina próxima. Os dados coletados em campo são apresentados a seguir. Determinar o desnível entre os pontos medidos.

Observações de campo:

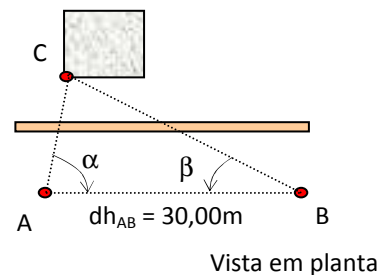
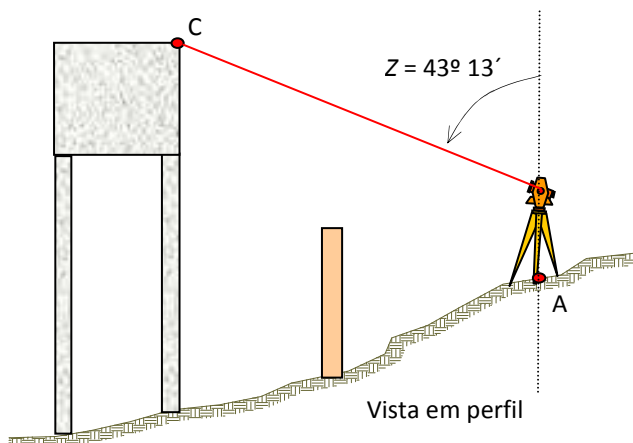
$$d_i = 124,32\text{m}$$

$$Z = 81^\circ 10' 25''$$

$$h_i = 1,45\text{ m}$$

$$h_s = 1,67\text{ m}$$

Exercício 2 – Um Engenheiro Cartógrafo e Agrimensor foi contratado para determinar a altura de uma caixa d'água. Para tanto, empregou um teodolito. O acesso a caixa d'água para a medida da distância não foi possível, então o Engenheiro materializou dois pontos (A e B) formando uma base com distância conhecida. A partir dos dois pontos desta base realizou a medida, fez as observações ponto C, conforme croqui. Com o equipamento instalado no ponto A, com cota 300,00m, fez a leitura do ângulo zenital para a direção AC. Calcular o valor da cota do topo da caixa d'água.



$$\alpha = 87^\circ 15'$$

$$\beta = 35^\circ 27'$$

$$h_i = 1,49\text{ m}$$

3.2.2 - Nivelamento Trigonométrico de lances longos

Vimos anteriormente que o efeito da curvatura é significativo para a determinação dos desníveis. Quando estamos trabalhando com estações totais é possível realizar uma visada que pode chegar a alguns quilômetros (dependendo do número de prismas e capacidade de medida do medidor eletrônico de distância). Assim, para lances maiores que 150m teremos que aplicar as correções inerentes a curvatura e refração. Este limite será discutido mais adiante. Considere-se a figura 2 como referência para o desenvolvimento a seguir.

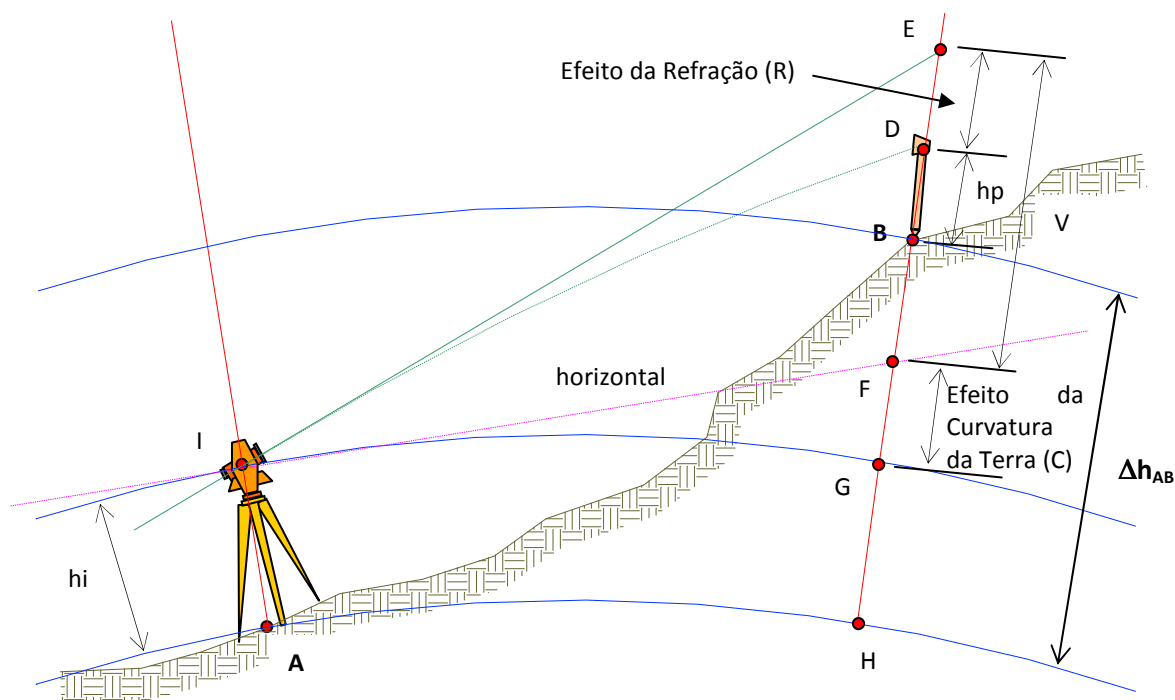


Figura 2 – Nivelamento Trigonométrico de lance longo. Adaptado de WOLF;GUILANI (2002)².

Onde:

- Δh_{AB} = Desnível entre o ponto A e B (BH)
- h_i = Altura do instrumento (AI)
- C = Efeito da Curvatura Terrestre (FG)
- R = Efeito da Refração (DE)
- h_p = Altura do Prisma (BD)
- V = distância FE

A partir da figura 2 pode-se determinar o valor de Δh_{AB} :

² WOLF, P. R.; GUILANI, C. D. **Elementary Surveying: An Introduction to Geomatics**. John Wiley & Sons, New York, 2002.

$$\Delta h_{AB} = h_i + V + (C - R) - h_p \quad (4)$$

O efeito da curvatura pode ser calculado por (WOLF;GUILANI,2002):

$$C(\text{curvatura}) = \frac{S^2}{2Ra} \quad (5)$$

Onde Ra é o raio aproximado da Terra e S é a distância horizontal entre os pontos que se deseja calcular o desnível. O efeito da refração (R) será dado por (WOLF;GUILANI, 2002):

$$R(\text{refração}) = \frac{k \cdot S^2}{2Ra} \quad (6)$$

Onde k é o coeficiente de refração, sendo normalmente utilizado o valor de 0,13 (este valor é variável e pode ser determinado para a região onde será realizado o levantamento).

Assumindo o valor de 6.400 km para a grandeza Ra^3 nas equações 5 e 6 tem-se:

$$C = 0,000078125 \cdot S^2 \quad (7)$$

$$R = 0,00001015625 \cdot S^2 \quad (8)$$

Pode-se notar pelas equações que o efeito da Refração é cerca de 1/7 do efeito da Curvatura terrestre. A fórmula final para o cálculo do desnível será:

$$\Delta h_{AB} = h_i - h_p + V + \left(\frac{S^2}{2Ra} - \frac{k \cdot S^2}{2Ra} \right) \quad (9)$$

$$\Delta h_{AB} = h_i - h_p + V + \left(\frac{S^2}{2Ra} \cdot (1 - k) \right) \quad (10)$$

Na tabela abaixo apresenta-se o valor do efeito da curvatura, refração e combinação dos dois para diferentes distâncias, assumindo o raio médio de 6.400 km. A variação em forma de gráfico é apresentada na figura 3.

³ Utilizando o elipsóide GRS 80, o valor do raio médio para a cidade de Curitiba é de aproximadamente 6.365km.

Distância	Efeito da Curvatura	Efeito da Refração	Efeito Combinado
10 m	0,0078 mm	0,001 mm	0,0068mm
100 m	0,78 mm	0,10mm	0,68mm
150 m	1,75 mm	0,2mm	1,52mm
200 m	3,1 mm	0,41mm	2,71mm
500 m	1,95 cm	2,54 mm	1,70 cm
1 km	7,8cm	1,01cm	6,8 cm
5 km	1,95 m	0,25 m	1,70 m
10 km	7,91 m	1,01 m	6,80 m

Tabela 1 – Efeito da Curvatura e Refração com a variação da distância

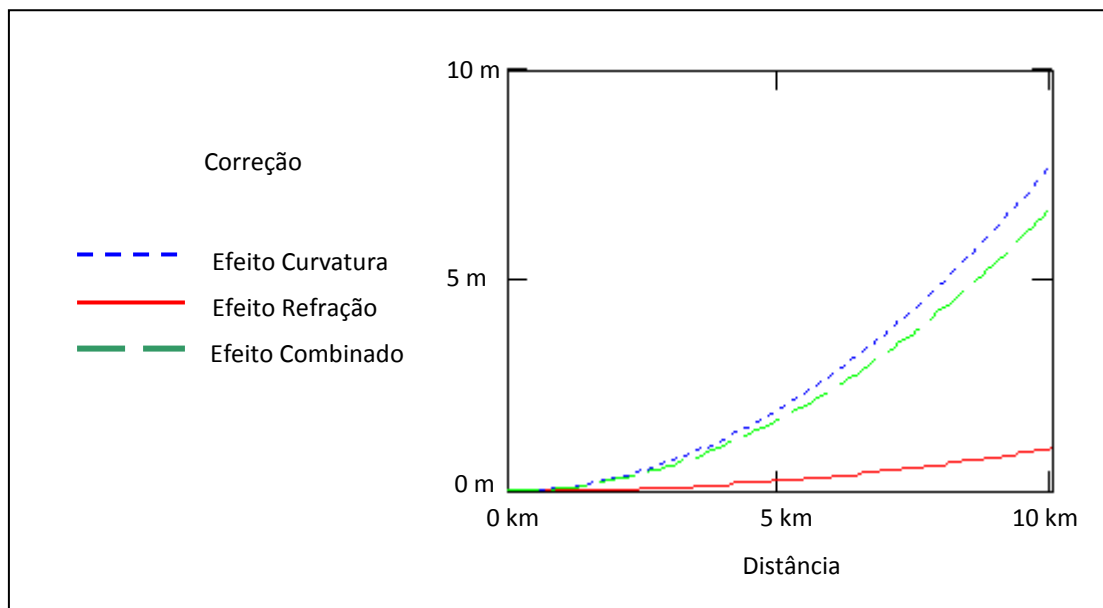


Figura 3 – Gráfico da variação do efeito da Curvatura com a variação da distância.

Exercício 3 – Com os mesmos dados do exercício 1, calcular o desnível entre os pontos agora com uma distância inclinada de 187,23m.

Exercício 4 - Calcular o valor do desnível entre os pontos A e B a partir dos dados fornecidos. A estação foi instalada no ponto A sendo realizada a visada no prisma posicionado no ponto B.

$h_i = 1,50\text{m}$

Distância inclinada entre os pontos A e B = 2.753,408 m

Ângulo Zenital = $89^\circ 15' 20''$

Altura do prisma = 1,80m

3.2.3 - Erro de Zênite Instrumental

Quando na medição do ângulo zenital, o zero do limbo vertical não coincide com o zênite, temos o chamado erro de zênite instrumental. Também é denominado de erro de índice vertical por algumas literaturas.

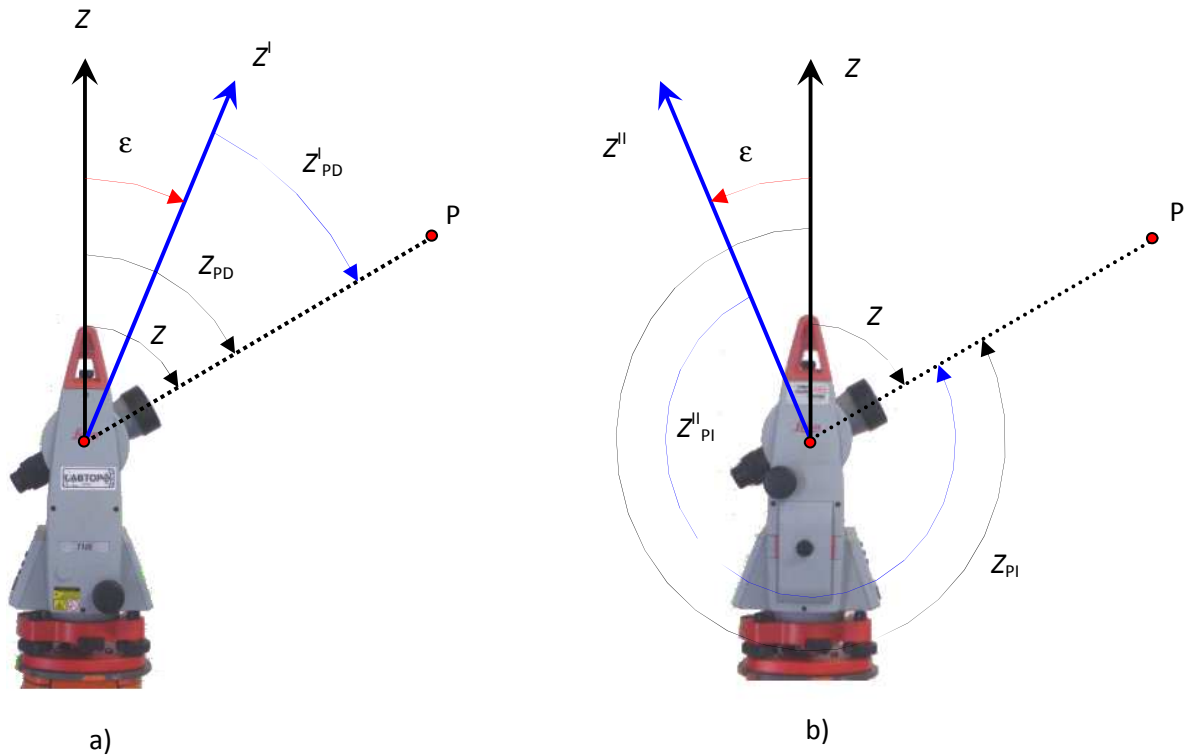


Figura 4 – Leitura do Ângulo Zenital em PD e PI.

Onde:

Z = ângulo zenital

Z_{PD} = ângulo zenital em PD (isento de erro)

Z_{PI} = ângulo zenital em PI (isento de erro)

Z_{PD}^I = ângulo zenital em PD

Z_{PI}^{II} = ângulo zenital em PI

Da figura 4-a é possível estabelecer as seguintes relações:

$$Z_{PD} = Z_{PD}^I + \epsilon \quad (1)$$

$$Z = Z_{PD} \quad (2)$$

Da figura 4-b:

$$Z_{PI} = Z_{PI}^{II} + \epsilon \quad (3)$$

$$Z = 360^\circ - (Z_{PI}^{II} + \epsilon) \quad (4)$$

$$Z = 360^\circ - Z''_{PI} - \varepsilon \quad (5)$$

Somando as equações 2 e 5

$$\begin{aligned} Z + Z &= Z^I_{PD} + \varepsilon + 360^\circ - Z''_{PI} - \varepsilon \\ 2Z &= Z^I_{PD} - Z''_{PI} + 360^\circ \\ Z &= (Z^I_{PD} - Z''_{PI})/2 + 180^\circ \end{aligned} \quad (6)$$

Isto mostra que este erro é eliminado realizando a pontaria direta e invertida sobre um alvo. Caso seja feita somente a pontaria direta é possível calcular o valor do erro de zênite e corrigir a leitura realizada. Para cálculo do erro basta substituir 1 de 2:

$$\begin{aligned} Z - Z &= Z^I_{PD} + \varepsilon - (360^\circ - Z''_{PI} - \varepsilon) \\ Z - Z &= Z^I_{PD} + \varepsilon - 360^\circ + Z''_{PI} + \varepsilon \\ 0 &= 2\varepsilon + Z^I_{PD} + Z''_{PI} - 360^\circ \\ 2\varepsilon &= 360^\circ - (Z^I_{PD} + Z''_{PI}) \\ \varepsilon &= 180^\circ - (Z^I_{PD} + Z''_{PI})/2 \end{aligned} \quad (7)$$

É importante que durante o processo de determinação do erro a pontaria seja realizada sobre um objeto muito bem definido. Se for realizada em campo pode-se escolher uma antena de para-raio afastada como alvo. Vários modelos de teodolitos digitais e estações totais permitem realizar a determinação do erro e gravá-lo na memória, aplicando a correção às leituras realizadas automaticamente.

Exercício 5 – Calcular o valor da leitura do ângulo zenital em função das leituras zenitais em PD e PI.

$$PD = 84^\circ 17' 00''$$

$$PI = 275^\circ 48' 12''$$

$$Z = (84^\circ 17' 00'' - 275^\circ 48' 12'' + 360^\circ) / 2$$

$$Z = 84^\circ 14' 24''$$

Calculando o erro:

$$\begin{aligned} \varepsilon &= 180^\circ - \frac{(84^\circ 17' 00'' + 275^\circ 48' 12'')}{2} \\ \varepsilon &= -0^\circ 02' 36'' \end{aligned}$$

Aplicando na leitura em PD para correção

$$\begin{aligned} Z &= Z'_{PD} + \varepsilon \\ Z &= 84^\circ 17' 00'' + (-0^\circ 02' 36'') \\ Z &= 84^\circ 14' 24'' \end{aligned}$$

4 - CIRCUITO FECHADO DE NIVELAMENTO.

Neste caso é realizado o nivelamento entre pontos formando um circuito fechado, ou seja, parte-se de um ponto e retorna-se ao mesmo, determinando-se os desníveis entre os pontos que formam o circuito (Figura 5). Durante a definição dos lances, as miras devem ocupar os pontos para os quais deseja-se determinar a cota/altitude.

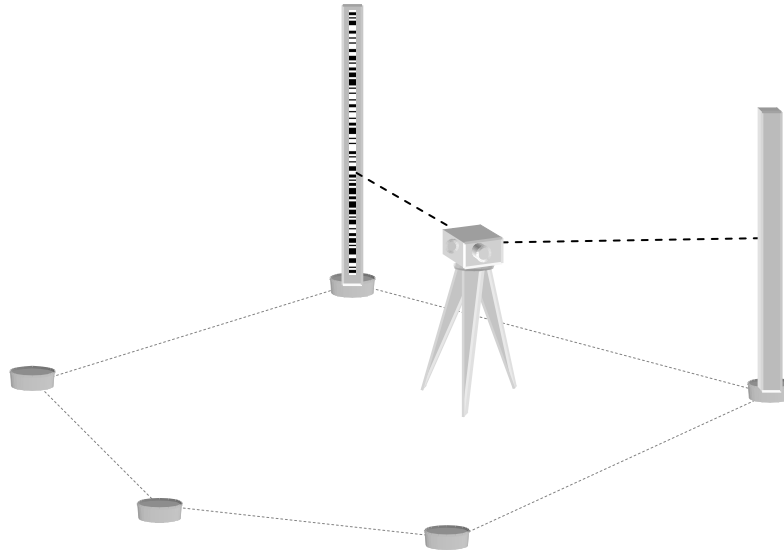


Figura 5 – Circuito fechado de nivelamento

É comum na prática não realizar a operação de contra-nivelamento, sendo que o fechamento do circuito é dado através da somatória dos desníveis, que neste caso deve ser igual a zero. Porém mesmo esta somatória sendo igual a zero, não é garantida a ausência de erros. Tomemos como exemplo a figura 6. Se entre os pontos A e B foi cometido um erro na determinação do desnível de +0,20cm (Erro E_1) e entre os pontos B e C de -0,10m (erro E_2) e C e A igualmente de -0,10cm (E_3), a somatória seria igual a zero, porém as cotas/altitude dos pontos estariam erradas.

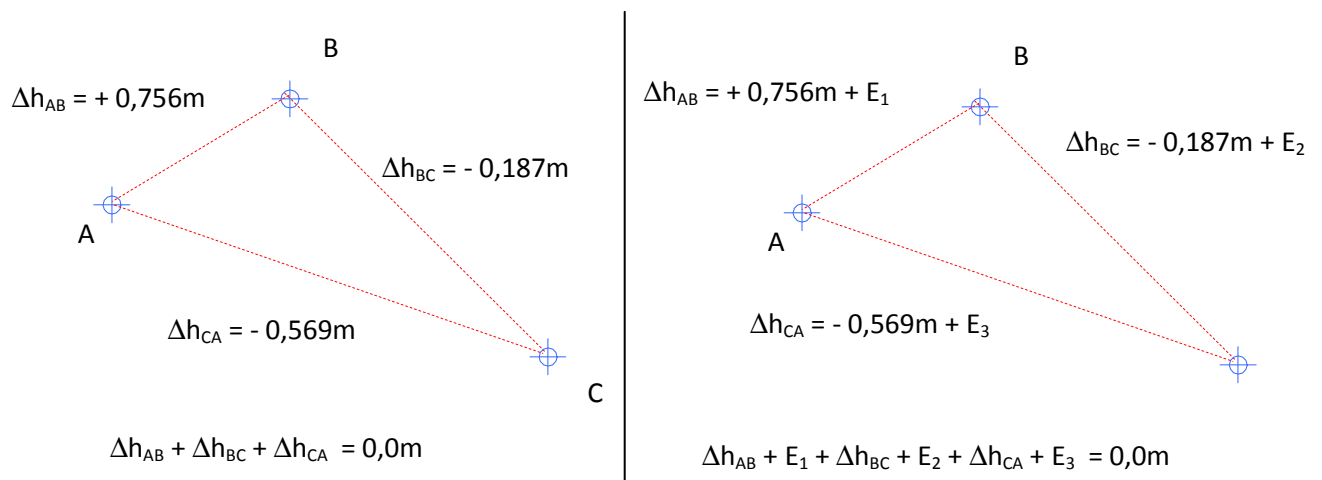
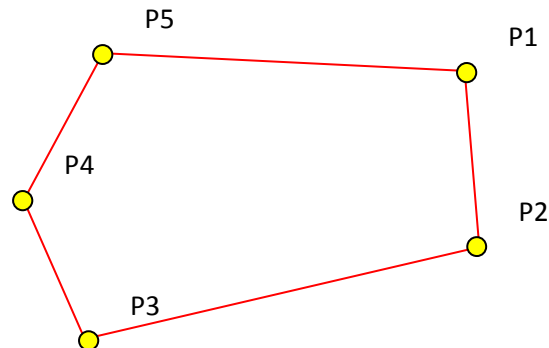


Figura 6 – Erros de Fechamento

Caso exista um erro de fechamento (e este estiver abaixo da tolerância estabelecida para aceite do nivelamento), pode-se realizar um processo de compensação de erro, distribuindo-o de forma proporcional entre os desníveis (simples regra de três), levando em consideração a distância nivelada entre os pontos para realizar uma ponderação nesta correção.

É importante ressaltar que neste caso o ideal é considerar o circuito como sendo formado por várias seções (cada dois pontos consecutivos definem uma seção), sendo realizado o nivelamento e contra-nivelamento das mesmas. De posse de todos os desníveis, parte-se então para o ajustamento dos circuitos ou em casos mais simples, a distribuição do erro de fechamento.

Exercício 6: Uma poligonal foi nivelada através de um circuito fechado. Calcular as altitudes dos pontos sabendo-se que a altitude do ponto P2 é igual a 1000,000m. A tolerância é de $20\text{mm}\cdot k^{1/2}$. Observar que o nivelamento foi realizado no sentido anti-horário.



Ponto visado	Distancia de ré	Leituras estadimetricas		Distancia de vante	Fio Nivelador		Desnível
		RÉ	VANTE		RÉ	VANTE	
P2		2.03	1.261		1.942	1.178	
P1		1.854	1.092		2.005	1.632	
P1		2.081	1.703		3.633	0.158	
A1		1.929	1.561		0.878	1.699	
A1		3.748	0.28		0.357	2.073	
P5		3.519	0.032		0.391	2.235	
P5		0.919	1.748		0.268	2.122	
P4		0.835	1.651		1.347	1.577	
P4		0.429	2.146		1.299	1.522	
P3		0.286	2.003		1.248	1.466	
P3		0.512	2.349				
A2		0.268	2.122				
A2		1.347	1.577				
P2		1.248	1.466				
Somatório	112.7		Somatório	113.7		Somatório	
Dist. RÉ	metros		Dist. VAN.	metros		Desnível	Metros

A etapa inicial é calcular os elementos da caderneta:

Ponto visado	Distancia de ré	Leituras estadimetricas		Distancia de vante	Fio Nivelador		Desnível
		RÉ	VANTE		RÉ	VANTE	
P2		2.03	1.261				
	17.6			16.9	1.942	1.178	0.764
P1		1.854	1.092				
P1		2.081	1.703				
	15.2			14.2	2.005	1.632	0.373
A1		1.929	1.561				
A1		3.748	0.28				
	22.9			24.8	3.633	0.158	3.475
P5		3.519	0.032				
P5		0.919	1.748				
	8.4			9.7	0.878	1.699	-0.821
P4		0.835	1.651				
P4		0.429	2.146				
	14.3			14.3	0.357	2.073	-1.716
P3		0.286	2.003				
P3		0.512	2.349				
	24.4			22.7	0.391	2.235	-1.844
A2		0.268	2.122				
A2		1.347	1.577				
	9.9			11.1	1.299	1.522	-0.223
P2		1.248	1.466				
Somatório	112.7		Somatório	113.7		Somatório	0.008
Dist. RÉ	metros		Dist. VAN.	metros		Desnível	Metros

A somatória dos desníveis deveria ser igual a zero, porém tem-se um erro de fechamento de +8mm. A distância total nivelada é igual a 226,4m (somatório das distâncias de ré e vante).

Verifica-se se o erro está abaixo da tolerância:

$$\text{Tolerância} = 20\text{mm} \cdot \sqrt{k}$$

$$\text{Tolerância} = 20\text{mm} \cdot \sqrt{0,2264} = 0,0095 \text{ m} \therefore 0,009\text{m}$$

Como o erro cometido em módulo é menor que a tolerância, parte-se para a distribuição do erro proporcionalmente a distância nivelada entre os pontos. A correção é aplicada aos desníveis entre os pontos. A tabela a seguir apresenta as distâncias niveladas entre os pontos.

Pontos	Distância Nivelada (m)
P1 - P2	34.5
P2 - P3	68.1
P3 - P4	28.6
P4 - P5	18.1
P5 - P1	77.1
Total	226.4

A correção será dada por:

$$\text{Correção} = - \frac{\text{Erro Cometido} \cdot \text{Distância entre dois pontos}}{\text{Distância Total}}$$

Observar que a correção terá sinal contrário ao do erro. Para o caso do desnível entre os pontos P1 e P2 tem-se:

$$\text{Correção} = - \frac{0,008 \cdot 34,5}{226,1}$$

$$\text{Correção} = -0,0012 \text{ m} = -0,001 \text{ m}$$

Para o demais pontos tem-se:

Pontos	Desnível (m)	Correção (m)	Correção Arredondada (m)	Desnível Corrigido (m)
P2-P1	0.764	-0.00122	-0.001	0.763
P3-P2	-2.067	-0.00241	-0.002	-2.069
P4-P3	-1.716	-0.00101	-0.001	-1.717
P5-P4	-0.821	-0.00064	-0.001	-0.822
P1-P5	3.848	-0.00272	-0.003	3.845
Total	0.008		-0.008	0

Com os desníveis corridos calculam-se as demais altitudes dos pontos. A altitude do ponto P3 será igual a altitude de P2 mais o desnível P2-P3. Importante destacar que na tabela acima é apresentado o desnível do ponto P3 para P2, desta forma o desnível P2-P3 será igual a +2,069m.

Ponto	Altitude
P2	1000
P3	1002.069
P4	1003.786
P5	1004.608
P1	1000.763
P2	1000

4.1 -Compensação pelo método de aproximações sucessivas

Como visto anteriormente em um circuito fechado de nivelamento a somatória dos desníveis deve ser nula. Quando isto não acontece o erro pode ser distribuído proporcionalmente entre os desníveis. No caso ilustrado abaixo, temos uma rede de nivelamento, composta por três circuitos: ABCD, BCE e CDE. As setas indicam o sentido do desnível. Cada circuito tem o seu próprio erro de fechamento e também possuem seções em comum. A seção BC pertence a dois circuitos. Desta forma não é possível fazer a compensação dos mesmos individualmente. Neste caso podemos aplicar o método de aproximações sucessivas para realizar a compensação dos erros de fechamento.

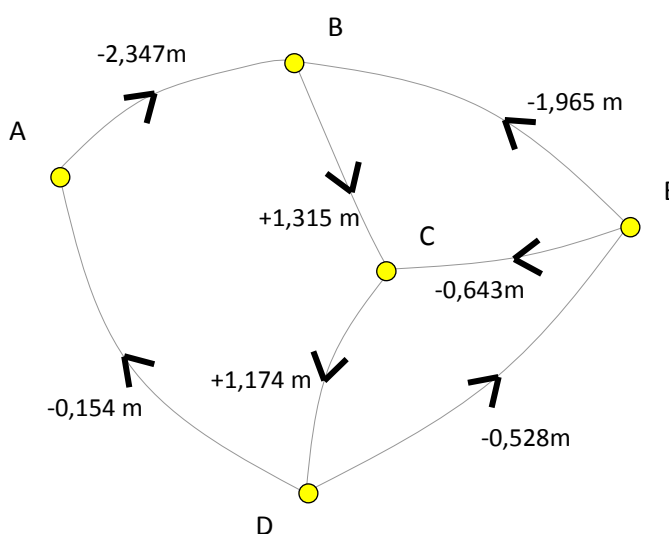


Figura 7 – Rede de nivelamento

Inicialmente devemos calcular o erro de fechamento de cada um dos circuitos e começar a compensação pelo de maior erro em módulo. Parte-se do circuito com maior erro, até o de menor. Para o exemplo tem-se:

$$\begin{aligned} \text{Erro de fechamento Circuito ABCD} &= AB + BC + CD + DA \\ \text{Erro de fechamento Circuito ABCD} &= -2,347 + 1,315 + 1,174 + (-0,154) = -0,012 \text{ m} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{Erro de fechamento Circuito CDE} &= CD + DE + EC \\ \text{Erro de fechamento Circuito CDE} &= 1,174 + (-0,528) + (-0,643) = +0,003 \text{ m} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{Erro de fechamento Circuito BCE} &= BC + CE + EB \\ \text{Erro de fechamento Circuito BCE} &= 1,315 + 0,643 + (-1,965) = -0,007 \text{ m} \end{aligned}$$

Ao realizar este cálculo de fechamento deve-se estar atento para a seta indicando o sentido do desnível. A seqüência para a compensação será: circuitos ABCD, BCE e por último CDE.

Iniciaremos a compensação pelo circuito ABCD. Na tabela abaixo são apresentados os comprimentos das seções, em metros e porcentagem do perímetro do circuito, o desnível, a correção e o desnível corrigido. É importante notar que a correção tem sinal contrário ao erro, bem como é necessário o arredondamento dos valores da correção para que a somatória seja em módulo igual ao erro.

CIRCUITO	SEÇÃO	DISTÂNCIA		CICLO I		
		m	%	Desnível (m)	Correção (m)	Desnível corrigido (m)
ABCD	AB	615	26,02	-2,347	0,003	-2,344
	BC	680	28,76	1,315	0,003	1,318
	CD	359	15,19	1,174	0,002	1,176
	DA	710	30,03	-0,154	0,004	-0,150
	TOTAL	2364	100,00	-0,012	0,012	0,000

Agora iremos realizar a compensação do segundo circuito (BCE). Observe-se que a seção BC já foi compensada na etapa anterior, assim temos que usar o valor já ajustado para BC, ou seja 1,318m (e não o valor medido de 1,315m).

CIRCUITO	SEÇÃO	DISTÂNCIA		CICLO I		
		m	%	Desnível (m)	Correção (m)	Desnível corrigido (m)
BCE	BC	680	35,12	1,318	0,001	1,319
	CE	504	26,03	0,643	0,001	0,644
	EB	752	38,84	-1,965	0,002	-1,963
	TOTAL	1936	100,00	-0,004	0,004	0,000

Parte-se para o terceiro circuito CDE. Neste caso novamente as seções CD e EC já passaram por um ajuste, devendo-se então utilizar os novos valores.

CIRCUITO	LADO	DISTÂNCIA		CICLO I		
		m	%	Desnível (m)	Correção (m)	Desnível corrigido (m)
CDE	CD	359	20,92	1,176	-0,001	1,175
	DE	853	49,71	-0,528	-0,002	-0,530
	EC	504	29,37	-0,644	-0,001	-0,645
	TOTAL	1716	100,00	0,004	-0,004	0,000

O processo deve ser repetido até que nenhuma seção tenha correção e a somatória dos desníveis de cada seção seja igual à zero.

Segundo ciclo de compensação:

CIRCUITO	SEÇÃO	DISTÂNCIA		CICLO II		
		m	%	Desnível (m)	Correção (m)	Desnível corrigido (m)
ABCD	AB	615	26,02	-2,344	0,001	-2,343
	BC	680	28,76	1,319	0,001	1,320
	CD	359	15,19	1,175	0,001	1,176
	DA	710	30,03	-0,154	0,001	-0,153
	TOTAL	2364	100,00	-0,004	0,004	0,000
BCE	BC	680	35,12	1,320	0,000	1,320
	CE	504	26,03	0,645	0,000	0,645
	EB	752	38,84	-1,965	0,000	-1,965
	TOTAL	1936	100,00	0,000	0,000	0,000
CDE	CD	359	20,92	1,176	-0,001	1,175
	DE	853	49,71	-0,528	-0,001	-0,529
	EC	504	29,37	-0,645	-0,001	-0,646
	TOTAL	1716	100,00	0,003	-0,003	0,000

Terceiro ciclo de compensação:

CIRCUITO	SEÇÃO	DISTÂNCIA		CICLO III		
		m	%	Desnível (m)	Correção (m)	Desnível corrigido (m)
ABCD	AB	615	26,02	-2,343	0,000	-2,343
	BC	680	28,76	1,320	0,001	1,321
	CD	359	15,19	1,175	0,000	1,175
	DA	710	30,03	-0,154	0,001	-0,153
	TOTAL	2364	100,00	-0,002	0,002	0,000
BCE	BC	680	35,12	1,321	-0,001	1,320
	CE	504	26,03	0,646	0,000	0,646
	EB	752	38,84	-1,965	-0,001	-1,966
	TOTAL	1936	100,00	0,002	-0,002	0,000
CDE	CD	359	20,92	1,175	0,000	1,175
	DE	853	49,71	-0,528	-0,001	-0,529
	EC	504	29,37	-0,646	0,000	-0,646
	TOTAL	1716	100,00	0,001	-0,001	0,000

Quarto ciclo de compensação:

CIRCUITO	SEÇÃO	DISTÂNCIA		CICLO IV		
		m	%	Desnível (m)	Correção (m)	Desnível corrigido (m)
ABCD	AB	615	26,02	-2,343	0,000	-2,343
	BC	680	28,76	1,320	0,000	1,320
	CD	359	15,19	1,175	0,000	1,175
	DA	710	30,03	-0,153	0,001	-0,152
	TOTAL	2364	100,00	-0,001	0,001	0,000
BCE	BC	680	35,12	1,320	0,000	1,320
	CE	504	26,03	0,646	0,000	0,646
	EB	752	38,84	-1,966	0,000	-1,966
	TOTAL	1936	100,00	0,000	0,000	0,000
CDE	CD	359	20,92	1,175	0,000	1,175
	DE	853	49,71	-0,529	0,000	-0,529
	EC	504	29,37	-0,646	0,000	-0,646
	TOTAL	1716	100,00	0,000	0,000	0,000

Observa-se que os desníveis em comum aos circuitos não sofreram alterações neste quarto ciclo, finalizando-se assim o processo de compensação. Os desníveis ajustados serão:

Seção	Desnível (m)
AB	-2,343
BC	1,320
CD	1,175
DA	-0,152
DE	-0,529
EC	-0,646
EB	-1,966

Verificando:

Erro de fechamento Circuito ABCD = AB + BC + CD + DA

Erro de fechamento Circuito ABCD = -2,343 + 1,320 + 1,175 + (-0,152) = 0,000 m

Erro de fechamento Circuito CDE = CD + DE + EC

Erro de fechamento Circuito CDE = 1,175 + (-0,529) + (-0,646) = 0,000 m

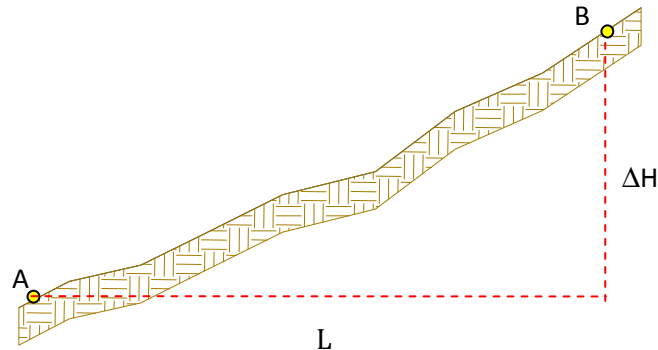
Erro de fechamento Circuito BCE = BC + CE + EB

Erro de fechamento Circuito BCE = 1,320 + 0,646 + (-1,966) = 0,000 m

Salienta-se que na disciplina de Ajustamento de Observações será apresentada como ajustar uma rede de nivelamento aplicado ajustamento pelo método dos mínimos quadrados.

5 - DECLIVIDADE

A declividade em um ponto no terreno é definida pela relação entre um desnível (distância vertical) e um comprimento horizontal (figura X).



$$\text{Declividade} = \Delta H/L$$

Figura 8 – Declividade.

O ângulo α é chamado de inclinação, e traduz o ângulo médio que uma encosta forma com o plano horizontal.

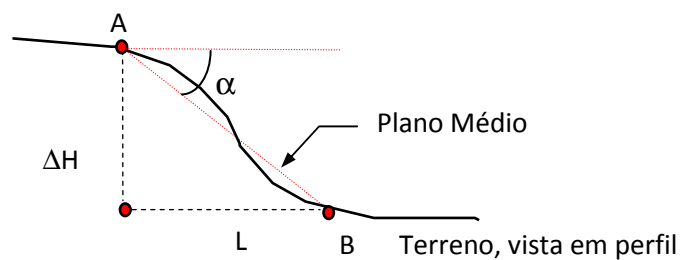


Figura 9 - Inclinação α .

$$\tan(\alpha) = \Delta H/L$$

A declividade representa o ângulo de inclinação, sendo dada em porcentagem por:

$$\text{declividade}(\%) = \frac{\Delta H}{L} \cdot 100 \quad (8)$$

È comum em diversas áreas da engenharia classificar o relevo de acordo com sua declividade, dividindo em classes de declive, e apresentando nomenclaturas como terreno suave, ondulado, montanhoso, etc.

A figura a seguir apresenta a relação entre o ângulo de inclinação e a porcentagem.

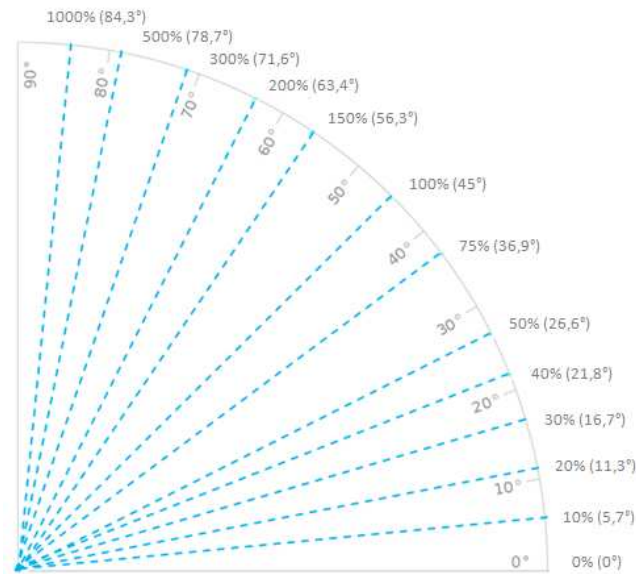


Figura 9 – Relação entre inclinação e declividade

5.1 - Métodos tradicionais de cálculo da declividade .

As declividades podem ser determinadas através de duas formas distintas: métodos de campo ou utilizando-se de mapas. Levantamentos de campo fornecem valores mais precisos, porém apresentam inconvenientes com relação ao tempo e custo de aquisição das informações. Basicamente são empregados quando se necessita de informações sobre poucos pontos para algum planejamento específico. As técnicas tradicionais para determinação de desníveis e distância podem ser empregadas. Um equipamento empregado para avaliações expeditas da declividade em campo é o clinômetro. É um instrumento simples, constituído de uma luneta e um círculo vertical (normalmente graduado de grau em grau ou em escala de porcentagem) que permite a realização das leituras dos valores da declividade (figura 10). Também existe a versão digital deste instrumento.



Figura 10 - Clinômetro

Na figura abaixo é apresentado o limbo do equipamento. Observar as duas graduações.

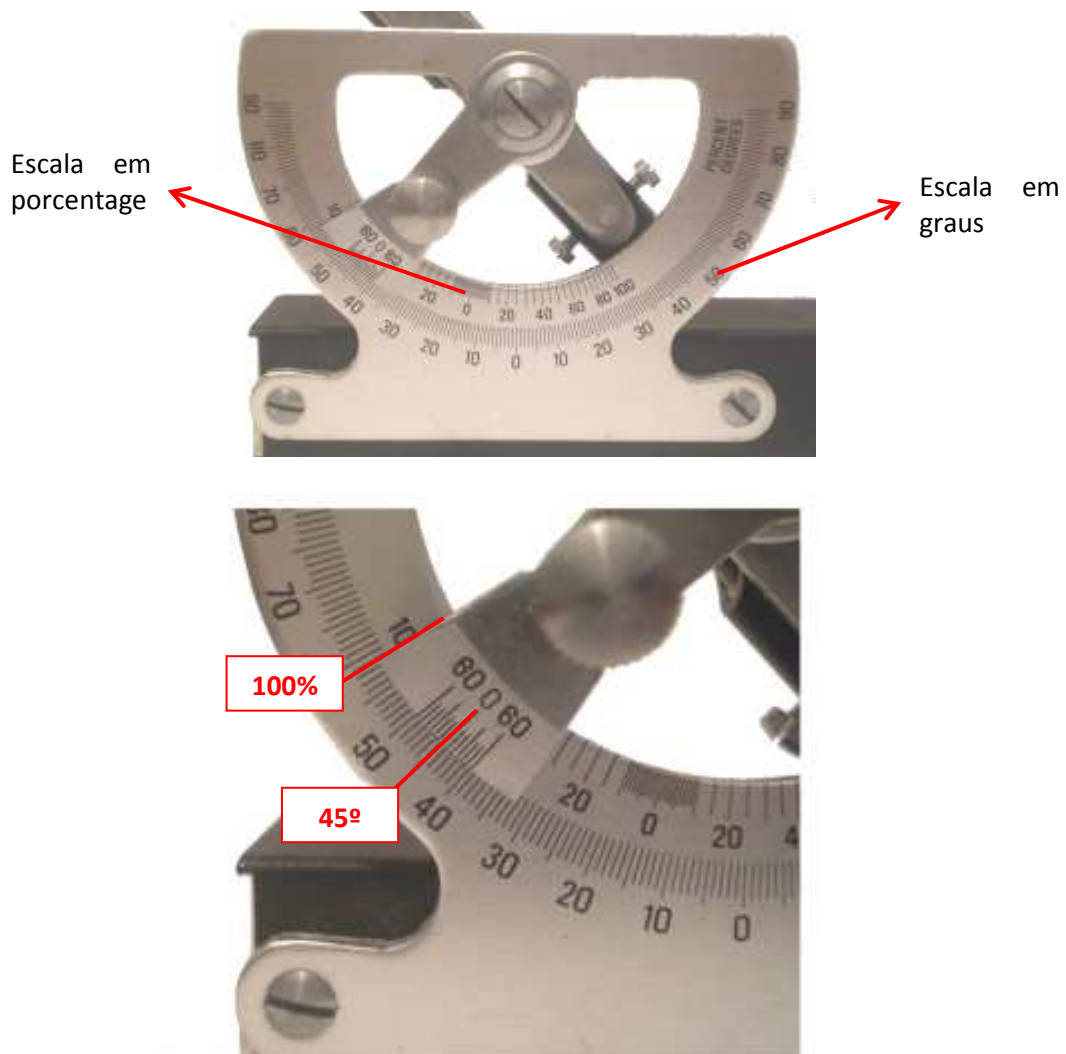


Figura 11 – Detalhes clinômetro.

O uso deste equipamento em campo pode ser realizado seguinte forma: definem-se os dois pontos entre os quais se quer calcular a declividade (em geral de declividade constante). Uma vez definidos, com o auxílio de duas hastes de madeira de mesmo tamanho, uma que servirá de apoio ao clinômetro e outra que será a mira, é feita a leitura do ângulo. Para tanto, zera-se o clinômetro na horizontal e depois se faz a pontaria à segunda haste.

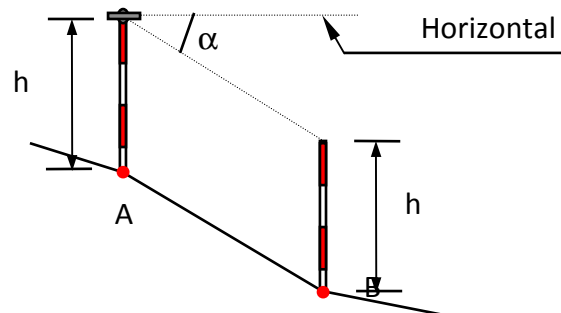
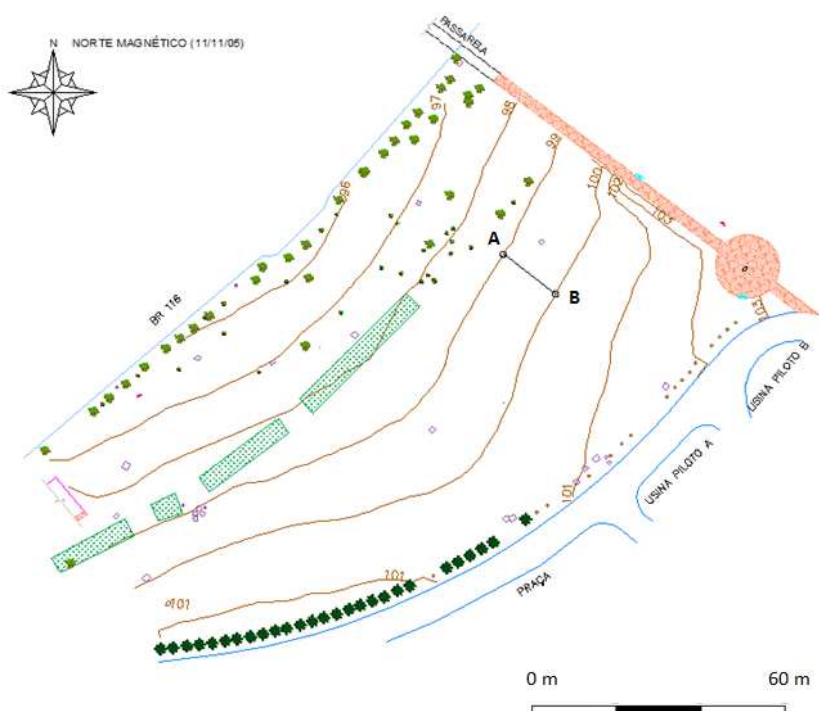


Figura 12 - Medida da declividade entre os pontos A e B usando-se o clinômetro.

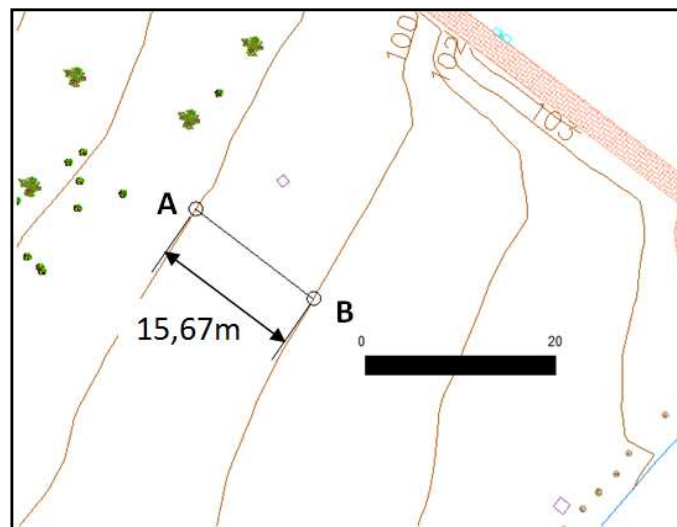
É um método de precisão relativamente baixa mas expedito e por isso muito empregado em levantamentos para estudos geomorfológicos. Alguns clinômetros possuem bússola, o que permite determinar a direção da declividade.

5.1.1 - Utilizando mapas com curvas de nível.

É o meio mais comum para obtenção dos valores da declividade. Existem diversas técnicas para a determinação da declividade em mapas, como ábacos, métodos de contagem de curvas e interpolação direta. Veremos apenas este último. Na planta abaixo, deseja-se determinar o declive entre os pontos A e B.



A equidistância entre as curvas é igual a 1 metro. Deve-se então determinar a distância entre os pontos A e B.



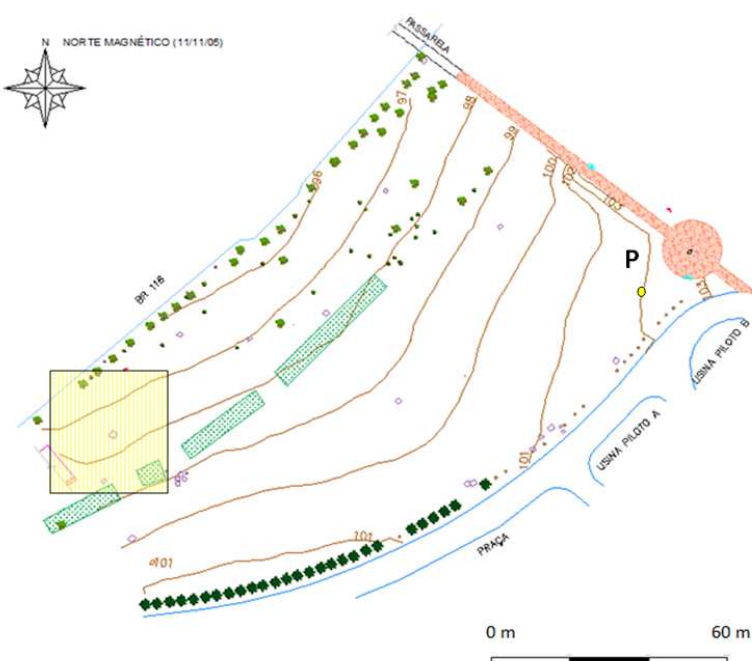
Desta forma a declividade entre os pontos A e B será igual a:

$$\text{Declividade} = (1/15,67) \cdot 100 = 6,38\%$$

O ângulo de inclinação será:

$$\begin{aligned} \tan(\alpha) &= 1/15,67 \\ \alpha &= 3^\circ 30' \end{aligned}$$

Imaginemos agora que queremos estabelecer um traçado com declividade constante e igual a 4%, que parta do ponto P e chegue até a região indicada na figura.



Como o intervalo entre as curvas de nível é constante e igual a 1m neste caso, é possível calcular a distância horizontal que deve ser medida entre duas curvas consecutivas para que tenhamos um declive de 4%.

Declividade = 4%

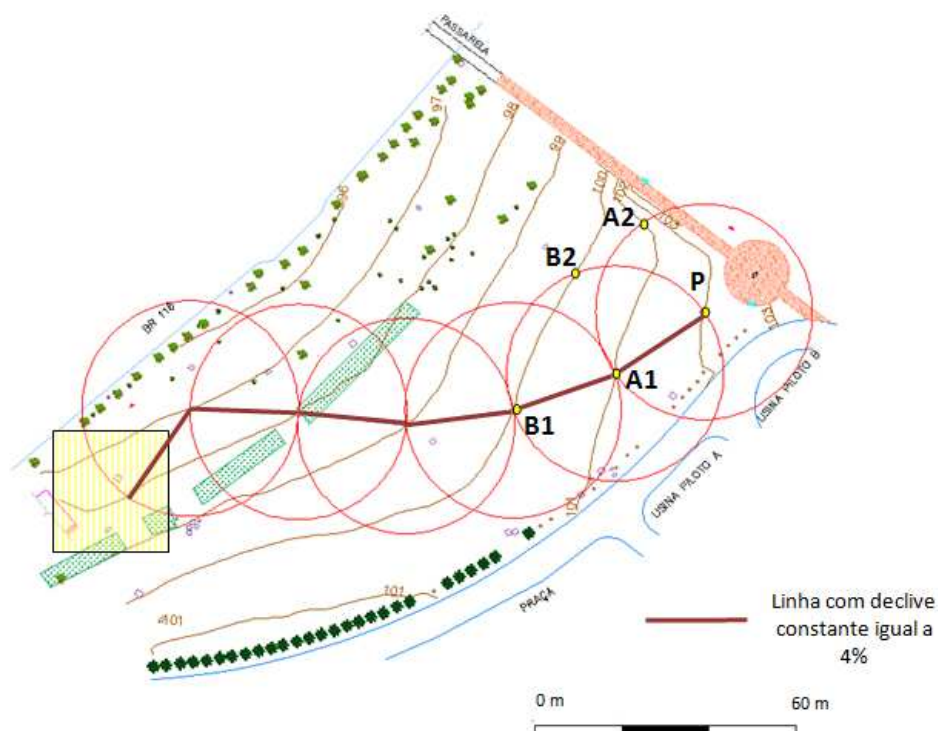
DH = 1m

L = ?

$$4\% = (1/L) \cdot 100$$

$$L = 25 \text{ m}$$

A partir do ponto P são traçados círculos com raio de 25m até chegar a área desejada. A primeiro círculo, com centro em P, intercepta a curva com cota 101m no ponto 1A e 1B. Deve-se agora escolher qual dos dois pontos será usado para traçar o novo círculo, ou seja, selecionar um caminho ser seguido. Neste caso foi escolhido o ponto 1A. O círculo traçado com centro neste ponto intercepta a curva 100m nos pontos B1 e B2. Assim é feito até chegar à área selecionada. A linha desenhada terá declive constante e igual a 4%.



EXERCÍCIOS/TRABALHOS

TRABALHO: Busca de RRNN no Site do IBGE.

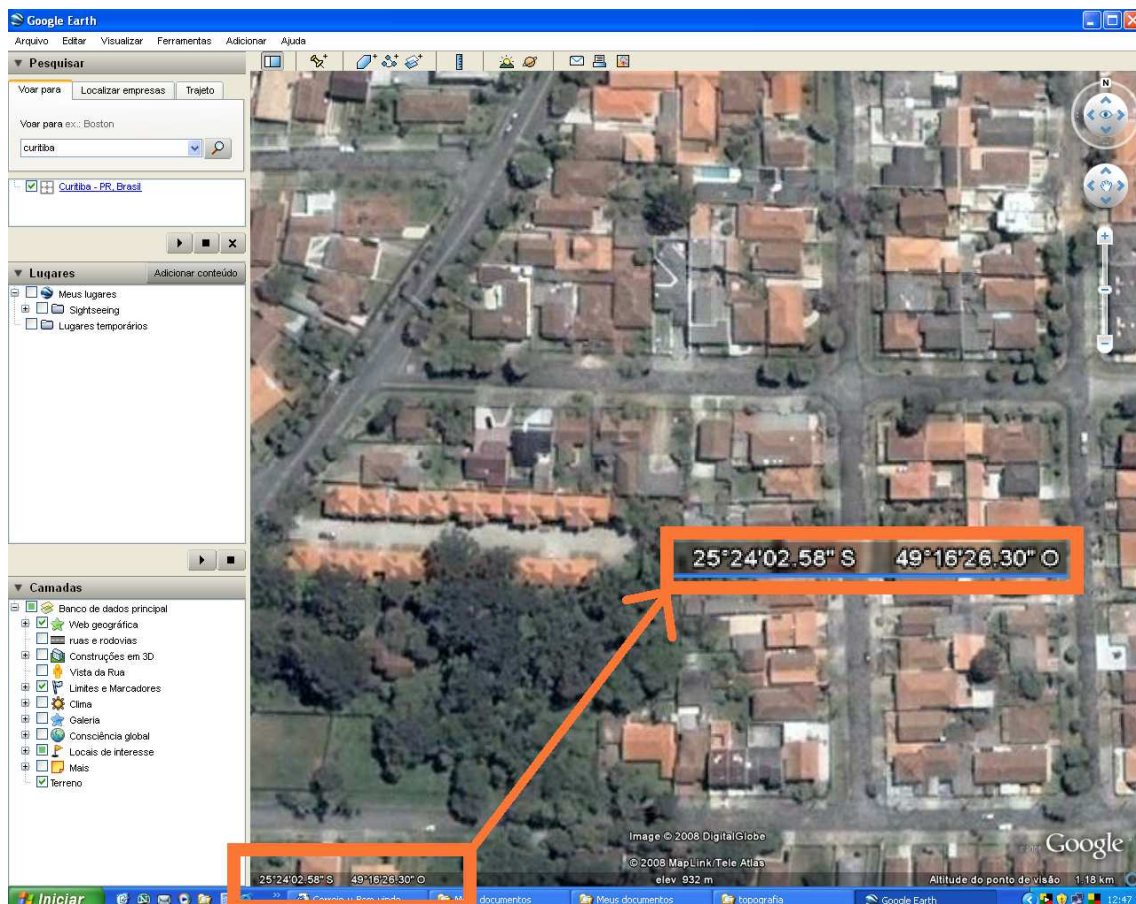
PARTE 01

Para este exercício cada aluno deverá buscar no banco de dados do IBGE (www.ibge.gov.br) qual a RN mais próxima ao local onde o mesmo nasceu. Na configuração atual do banco de dados do IBGE é possível procurar a localização das RRNN por município, coordenadas ou pelo nome.

Para facilitar esta consulta é necessário saber as coordenadas geodésicas aproximadas da área desejada (seu local de nascimento). Se você tiver disponível um GPS de navegação é só determinar as coordenadas. Também é possível obtê-las a partir do *Google Earth*. Abrindo o *Google Earth* procure pela sua Cidade natal. Digite o nome no canto superior esquerdo da tela e mande buscar. Ai é só navegar e achar o local. Neste exemplo, foi utilizado o Bairro do Bom Retiro em Curitiba. As coordenadas estão indicadas na parte inferior da tela.

Latitude: 25° 24' 02,58" S

Longitude 49° 16' 30" O



PARTE 02

Cada equipe deverá escolher no banco de dados do IBGE duas RRNN em Curitiba ou Região Metropolitana e deverá encontrar e fotografar a RN. Além disto, deverá executar:

- um memorial descritivo de localização da mesma (texto indicando onde localizar);
- fazer o roteiro de acesso a partir do Centro Politécnico, podendo empregar ferramentas como o *google map* ou outra ferramenta de mapas;
- Determinar as coordenadas (latitude e longitude) da RN empregando um Receptor GPS de navegação;
- Caso a RN escolhida estiver destruída, incluir esta informação no relatório e escolher outra, até achar duas que estejam disponíveis;
- Não serão aceitas as RRNN existentes no Centro Politécnico;

Cada equipe terá disponível um Receptor GPS de navegação e ficará responsável pelo seu uso e manutenção.

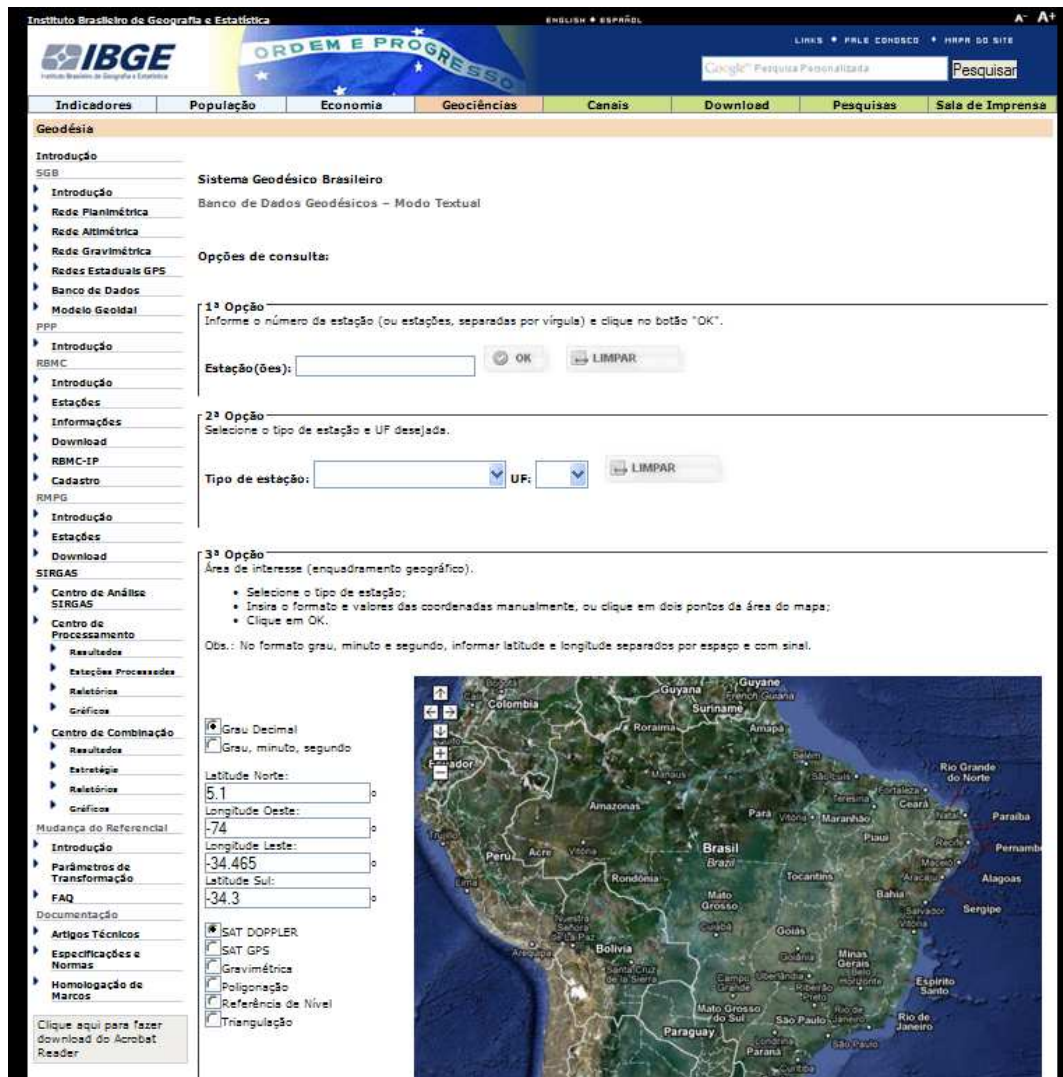
Entregar um relatório por equipe (parte 1 e parte 2). Não esquecer de anexar ao trabalho as listagens com os dados das RRNN obtidas no site do IBGE.

Busca de RRNN na página do IBGE.

Acesse o site do IBGE (www.ibge.gov.br) e procure a área de Geociências, Sistema Geodésico Brasileiro e Banco de dados.

Ao clicar em banco de dados, serão apresentadas duas opções de acesso: através do servidor de mapas e de forma textual. Neste roteiro iremos apresentar a segunda opção e aconselhamos aos alunos a utilizar também a outra forma. É importante salientar que o processo de busca pode ser modificado pelo IBGE, sendo que esta descrição representa a forma adotada pelo mesmo atualmente (setembro de 2011).

Selecionado a opção de consulta através de texto, será apresentada a seguinte tela:



Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística

ENGLISH • ESPAÑOL

LINKS • PALE CONSECO • HMRP DO SITE

Geociências

Indicadores População Economia Geociências Canais Download Pesquisas Sala de Imprensa

Geodésia

Introdução

SGB Sistema Geodésico Brasileiro

Introdução Banco de Dados Geodésicos – Modo Textual

Rede Planimétrica

Rede Altimétrica

Rede Gravimétrica

Redes Estaduais GPS

Banco de Dados

Modelo Geoidal

PPP

Introdução

RBMC

Introdução

Estações

Informações

Download

RBMC-IP

Cadastro

RMFG

Introdução

Estações

Download

SIRGAS

Centro de Análise SIRGAS

Centro de Processamento

Resultados

Estações Processadas

Relatórios

Gráficos

Centro de Combinação

Resultados

Estratégias

Relatórios

Gráficos

Mudança do Referencial

Introdução

Parâmetros de Transformação

FAQ

Documentação

Artigos Técnicos

Especificações e Normas

Homologação de Marcos

Clique aqui para fazer download do Acrobat Reader

Opções de consulta:

1ª Opção

Informe o número de estação (ou estações, separadas por vírgula) e clique no botão "OK".

Estação(ões):

2ª Opção

Selecione o tipo de estação e UF desejada.

Tipo de estação: UF:

3ª Opção

Área de interesse (enquadramento geográfico).

- Selecione o tipo de estação;
- Insira o formato e valores das coordenadas manualmente, ou clique em dois pontos da área do mapa;
- Clique em OK.

Obs.: No formato grau, minuto e segundo, informar latitude e longitude separados por espaço e com sinal.

Grau Decimal
 Grau, minuto, segundo

Latitude Norte:

Longitude Oeste:

Longitude Leste:

Latitude Sul:

SAT DOPPLER
 SAT GPS
 Gravimétrica
 Poligonação
 Referência de Nível
 Triangulação

Figura 1 – Tela da busca textual do Banco de Dados Geodésicos do IBGE.

Na primeira opção, defini-se o nome da estação (ou estações) e o programa realizará as consultas. Vamos ilustrar a busca para a RN 2053D, que se localiza no Centro Politécnico, ao lado do Bloco VI. Digita-se o nome da RN (figura 2) e clica-se no botão OK.

1ª Opção

Informe o número da estação (ou estações, separadas por vírgula) e clique no botão "OK".

Estação(ões):

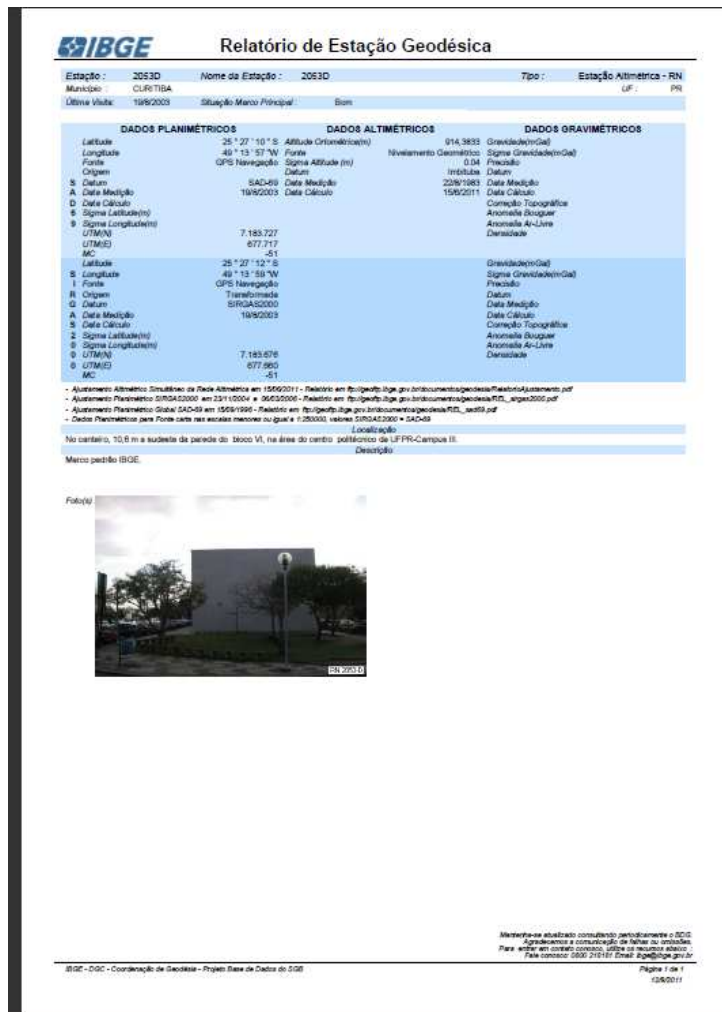
Figura 2 – Consulta ao Banco de Dados Geodésicos empregando o nome da estação.

O resultado é apresentado no final da página (figura 3), sendo que para acessar o relatório completo da estação basta clicar o nome da mesma.

ESTAÇÃO	NOME DA ESTAÇÃO	TIPO DE ESTAÇÃO	UF	MUNICÍPIO	DATA ÚLTIMA VISITA	SITUAÇÃO DO MARCO
2053D	2053D	Referência de Nível	PR	Curitiba	19/08/2003	BOM

Figura 3 – Resultado da busca textual do Banco de Dados Geodésicos do IBGE.

O relatório é apresentado a seguir:




IBGE Relatório de Estação Geodésica

Estação: 2053D Nome da Estação: 2053D Tipo: Estação Altimétrica - RN
Município: CURITIBA UF: PR
Última Visita: 19/08/2003 Situação Marco Principal: Bom

DADOS PLANIMÉTRICOS		DADOS ALTIMÉTRICOS		DADOS GRAVIMÉTRICOS	
Latitude	25° 27' 10" S	Altitude Ortométrica(m)	014,3833	Gravidade(mGal)	
Longitude	49° 13' 57" W	Fonte	Nivelamento Geométrico	Sigma Gravidade(mGal)	
Fonte	GPS Navegação	Sigma Altitude (m)	0,04	Precisão	
Origem		Data	19/08/2003	Data	
S. Datum	SAC-83	Data Medição	22/8/1993	Data Cálculo	
A. Data Medição	19/08/2003	Data Cálculo	15/02/2011	Correção Topográfica	
D. Data Cálculo		Correção Topográfica	Anomalia Bouguer	Anomalia Ar-Lava	
E. Sigma Latitude(m)		Correção Topográfica	Densidade	Densidade	
F. Sigma Longitude(m)					
UTM(N)	7 183 727				
UTM(E)	677 717				
MC	-51				
Latitude	25° 27' 10" S	Gravidade(mGal)			
S. Longitude	49° 13' 58" W	Sigma Gravidade(mGal)			
I. Fonte	GPS Navegação	Precisão			
II. Origem	Transferência	Data			
III. Datum	SIRGAS2000	Data Medição			
IV. Data Medição	19/08/2003	Data Cálculo			
V. Data Cálculo		Correção Topográfica			
VI. Sigma Latitude(m)		Anomalia Bouguer			
VII. Sigma Longitude(m)		Anomalia Ar-Lava			
VIII. UTM(N)	7 183 676	Densidade			
IX. UTM(E)	677 960				
MC	-51				

Localização:
No cantão, 10,8 m a sudoeste da parede do bloco VI, na área do centro politécnico da UFPR-Campus III.

Marcação: BOC

Foto(s): 

Mantenha-se atualizado consultando periodicamente o SIG e atualizando e corrigindo de fato os arquivos. Para obter em ordem cronológica, utilize os arquivos: BOC_2005.pdf. Para contato: 0800 210117 Email: geom@ibge.gov.br

IBGE - DGC - Coordenação de Seções - Projeto Base de Dados do SIG

Página 1 de 1
12/02/11

Figura 4 – Relatório referente à RN 2053D.

Basta então retirar as informações necessárias. Por exemplo, a altitude da RN 2053D é 914,3833m (em destaque na figura 5), sendo a sua localização “No canteiro, 10,6 m a sudeste da parede do bloco VI, na área do centro politécnico da UFPR-Campus III.”



Relatório de Estação Geodésica

Estação :	2053D	Nome da Estação :	2053D	Tipo :	Estação Altimétrica - RN
Município :	CURITIBA			UF :	PR
Última Visita:	19/8/2003	Situação Marco Principal :	Bom		

DADOS PLANIMÉTRICOS		DADOS ALTIMÉTRICOS		DADOS GRAVIMÉTRICOS	
Latitude	25 ° 27 ' 10 " S	Altitude Ortométrica(m)	914,3833	Gravidade(mGal)	
Longitude	49 ° 13 ' 57 " W	Fonte	Nivelamento Geométrico	Sigma Gravidade(mGal)	
Fonte	GPS Navegação	Sigma Altitude (m)	0.04	Precisão	
Origem		Datum	Imbituba	Datum	
S Datum	SAD-69	Data Medição	22/8/1983	Data Medição	
A Data Medição	19/8/2003	Data Cálculo	15/6/2011	Data Cálculo	
D Data Cálculo				Correção Topográfica	
6 Sigma Latitude(m)				Anomalia Bouguer	
9 Sigma Longitude(m)				Anomalia Ar-Livre	
UTM(N)	7.183.727			Densidade	
UTM(E)	677.717				
MC	-51				
Latitude	25 ° 27 ' 12 " S			Gravidade(mGal)	
S Longitude	49 ° 13 ' 59 " W			Sigma Gravidade(mGal)	
I Fonte	GPS Navegação			Precisão	
R Origem	Transformada			Datum	
G Datum	SIRGAS2000			Data Medição	
A Data Medição	19/8/2003			Data Cálculo	
S Data Cálculo				Correção Topográfica	
2 Sigma Latitude(m)				Anomalia Bouguer	
0 Sigma Longitude(m)				Anomalia Ar-Livre	
0 UTM(N)	7.183.676			Densidade	
0 UTM(E)	677.660				
MC	-51				

Figura 5 – Detalhe do relatório.

Se não temos o nome da estação, porém sabemos a sua localização (cidade e estado), utilizamos a segunda opção de busca (figura 6). Neste caso será apresentada uma lista das RRNN no município consultado.

2ª Opção
Selecione o tipo de estação e UF desejada.

Tipo de estação: Referência de Nível **UF:** PR

Selecione os municípios:

- Cruzmaltina
- Curitiba**
- Curitúva
- Cândido de Abreu
- Céu Azul

Figura 6 – Consulta ao Banco de Dados Geodésicos do IBGE por município.

Basta então procurar a RN mais próxima a área de trabalho na lista (figura 7)

Tipo de Estação: Referência de Nível Unidade da Federação: PR				
ESTAÇÃO	NOME DA ESTAÇÃO	MUNICÍPIO	DATA ÚLTIMA VISITA	SITUAÇÃO DO MARCO
20T	20T	Curitiba	21/05/2009	NÃO ENCONTRADO
20V	20V	Curitiba	21/05/2009	NÃO ENCONTRADO
20X	20X	Curitiba	21/05/2009	NÃO ENCONTRADO
20Y	20Y	Curitiba	21/05/2009	NÃO ENCONTRADO
20Z	20Z	Curitiba	17/04/2009	NÃO ENCONTRADO
2041U	2041U	Curitiba	25/03/1983	BOM
2041V	2041V	Curitiba	17/04/2009	NÃO ENCONTRADO
2041X	2041X	Curitiba	17/04/2009	NÃO ENCONTRADO
2041Z	2041Z	Curitiba	07/06/2004	BOM
2042A	2042A	Curitiba	26/03/1983	BOM
2042B	2042B	Curitiba	28/03/1983	BOM
2042C	2042C	Curitiba	28/03/1983	BOM
2042D	2042D	Curitiba	28/03/1983	BOM
2042E	2042E	Curitiba	28/03/1983	BOM
2042F	2042F	Curitiba	16/04/1983	BOM
2042G	2042G	Curitiba	31/08/2009	BOM
2042H	2042H	Curitiba	31/08/2009	BOM
2042J	2042J	Curitiba	22/08/1983	BOM
2042L	2042L	Curitiba	27/04/1983	BOM
2042M	2042M	Curitiba	27/04/1983	BOM
2042N	2042N	Curitiba	27/04/1983	BOM
2042P	2042P	Curitiba	28/04/1983	BOM
2042R	2042R	Curitiba	28/04/1983	BOM
2042S	2042S	Curitiba	28/04/1983	BOM
2042T	2042T	Curitiba	31/08/2009	NÃO ENCONTRADO
2042U	2042U	Curitiba	25/06/2010	DESTRUÍDO
2042V	2042V	Curitiba	29/04/1983	BOM
2042X	2042X	Curitiba	31/08/2009	BOM
2042Z	2042Z	Curitiba	28/04/1983	BOM
2043A	2043A	Curitiba	30/04/1983	BOM
2043B	2043B	Curitiba	31/08/2009	NÃO ENCONTRADO
2043C	2043C	Curitiba	15/12/1998	NÃO ENCONTRADO
2053B	2053B	Curitiba	20/05/2009	NÃO ENCONTRADO
2053C	2053C	Curitiba	31/08/2009	BOM
2053D	2053D	Curitiba	19/08/2003	BOM
2053E	2053E	Curitiba	23/08/1983	BOM
2053F	2053F	Curitiba	17/04/2009	NÃO ENCONTRADO
2053G	2053G	Curitiba	17/04/2009	NÃO ENCONTRADO
2053H	2053H	Curitiba	17/04/2009	NÃO ENCONTRADO
2053J	2053J	Curitiba	14/05/2009	NÃO ENCONTRADO

Figura 7 – Resultado da Consulta ao Banco de Dados Geodésicos do IBGE por município.

Na última opção, é necessário selecionar o tipo de informação desejada e fornecer as coordenadas da área de busca (limites de um retângulo de busca). Estas coordenadas podem ser obtidas com o auxílio do aplicativo Google disponibilizado na página do IBGE (figura 8)

3ª Opção
Área de interesse (enquadramento geográfico).

- Seleccione o tipo de estação;
- Insira o formato e valores das coordenadas manualmente, ou clique em dois pontos da área do mapa;
- Clique em OK.

Obs.: No formato grau, minuto e segundo, informar latitude e longitude separados por espaço e com sinal.

Grau Decimal
 Grau, minuto, segundo

Latitude Norte:

Longitude Oeste:

Longitude Leste:

Latitude Sul:

SAT DOPPLER
 SAT GPS
 Gravimétrica
 Poligonação
 Referência de Nivel
 Triangulação




Figura 8 – Consulta ao Banco de Dados Geodésicos do IBGE área limite.

Serão apresentadas as RRNN localizadas na área definida (figura 9) e suas informações (figura 10)

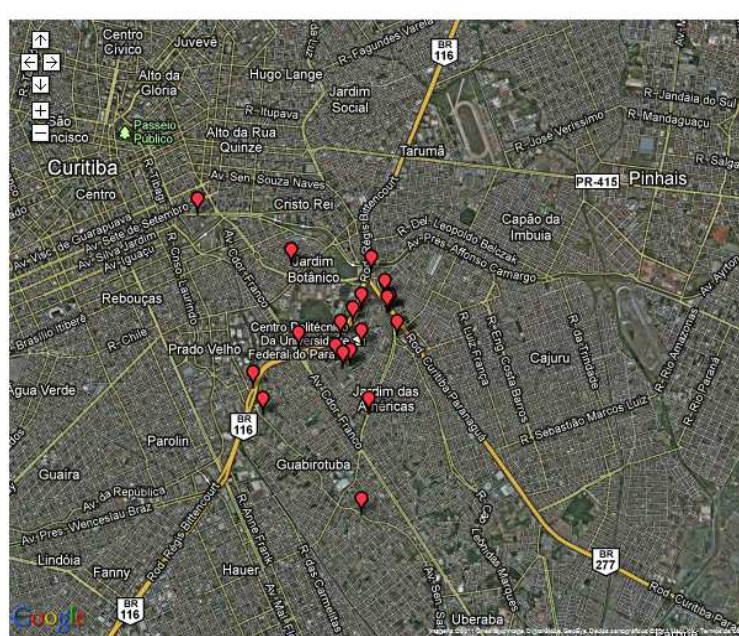


Figura 9 – Resultado da busca no Banco de Dados Geodésicos do IBGE por área limite.

Total de estações recuperadas: 35

ESTAÇÃO	NOME DA ESTAÇÃO	TIPO DE ESTAÇÃO	UF	MUNICÍPIO	DATA ÚLTIMA VISITA	SITUAÇÃO DO MARCO
21C	21C	Referência de Nível	PR	Curitiba	02/10/1947	BOM
2042G	2042G	Referência de Nível	PR	Curitiba	31/08/2009	BOM
2042J	2042J	Referência de Nível	PR	Curitiba	22/08/1983	BOM
2053B	2053B	Referência de Nível	PR	Curitiba	20/05/2009	NÃO ENCONTRADO
2053C	2053C	Referência de Nível	PR	Curitiba	31/08/2009	BOM
2053E	2053E	Referência de Nível	PR	Curitiba	23/08/1983	BOM
2053F	2053F	Referência de Nível	PR	Curitiba	17/04/2009	NÃO ENCONTRADO
3279G	3279G	Referência de Nível	PR	Curitiba	19/08/2003	BOM
3279U	3279U	Referência de Nível	PR	Curitiba	15/06/2005	BOM
3279F	3279F	Referência de Nível	PR	Curitiba	08/05/2007	DESTRUÍDO
2042H	2042H	Referência de Nível	PR	Curitiba	31/08/2009	BOM
3092U	3092U	Referência de Nível	PR	Curitiba	19/08/2003	BOM
3092V	3092V	Referência de Nível	PR	Curitiba	19/08/2003	BOM
3092X	3092X	Referência de Nível	PR	Curitiba	19/08/2003	BOM
3092Z	3092Z	Referência de Nível	PR	Curitiba	19/08/2003	BOM
3093A	3093A	Referência de Nível	PR	Curitiba	19/08/2003	BOM
3278B	3278B	Referência de Nível	PR	Curitiba	18/08/2003	BOM
3279B	3279B	Referência de Nível	PR	Curitiba	19/08/2003	BOM
3279D	3279D	Referência de Nível	PR	Curitiba	19/08/2003	BOM
3279E	3279E	Referência de Nível	PR	Curitiba	19/08/2003	BOM
3279N	3279N	Referência de Nível	PR	Curitiba	09/06/2005	BOM
3279R	3279R	Referência de Nível	PR	Curitiba	09/06/2005	BOM
3279V	3279V	Referência de Nível	PR	Curitiba	18/08/2003	BOM
3279X	3279X	Referência de Nível	PR	Curitiba	19/08/2003	BOM
2053D	2053D	Referência de Nível	PR	Curitiba	19/08/2003	BOM
3278C	3278C	Referência de Nível	PR	Curitiba	19/08/2003	BOM
3279A	3279A	Referência de Nível	PR	Curitiba	19/08/2003	BOM
3279C	3279C	Referência de Nível	PR	Curitiba	19/08/2003	BOM
3279H	3279H	Referência de Nível	PR	Curitiba	19/08/2003	BOM
3279M	3279M	Referência de Nível	PR	Curitiba	19/08/2003	BOM
3279P	3279P	Referência de Nível	PR	Curitiba	19/08/2003	BOM
3279S	3279S	Referência de Nível	PR	Curitiba	19/08/2003	BOM
3279T	3279T	Referência de Nível	PR	Curitiba	19/08/2003	BOM
3279Z	3279Z	Referência de Nível	PR	Curitiba	19/08/2003	BOM
3278A	3278A	Referência de Nível	PR	Curitiba	19/08/2003	BOM

Figura 10 – Lista das RRNN na área limite.

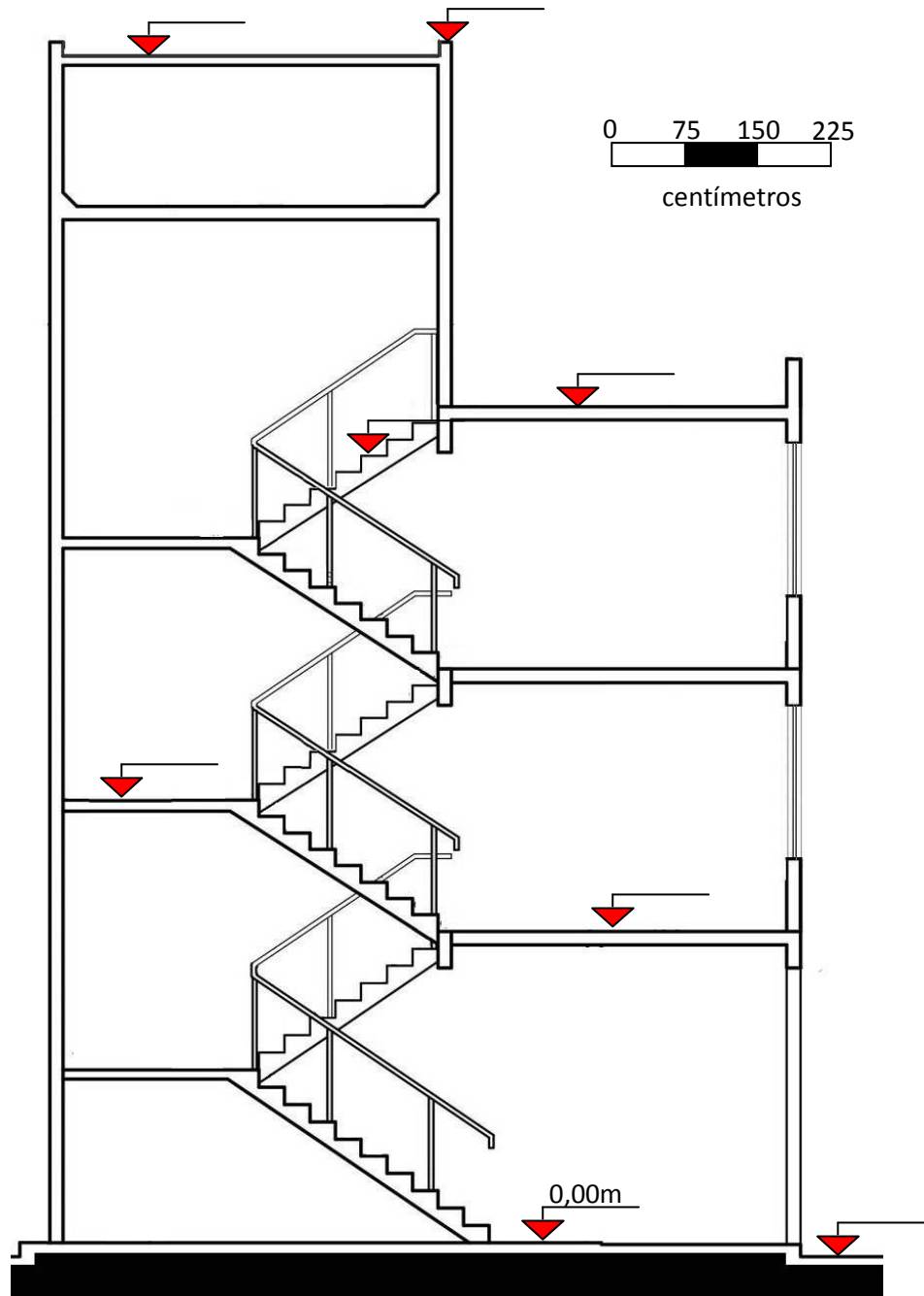
Clicando no marcador sobre o mapa aparecerão as informações sobre a estação (figura 11). Pode-se consultar o relatório da estação clicando na opção homônima.



Figura 11 – Detalhe com as informações da RN selecionada.

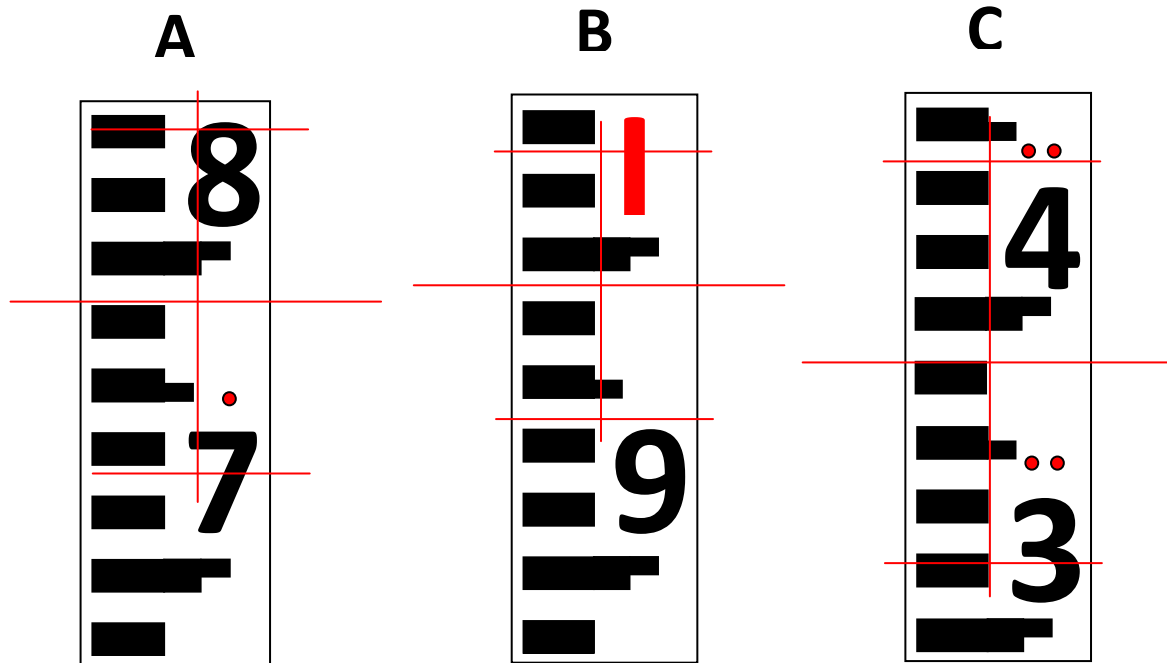
Exercício de Cotas

Determinar as cotas dos pontos indicados.



Exercício de Leitura de Miras

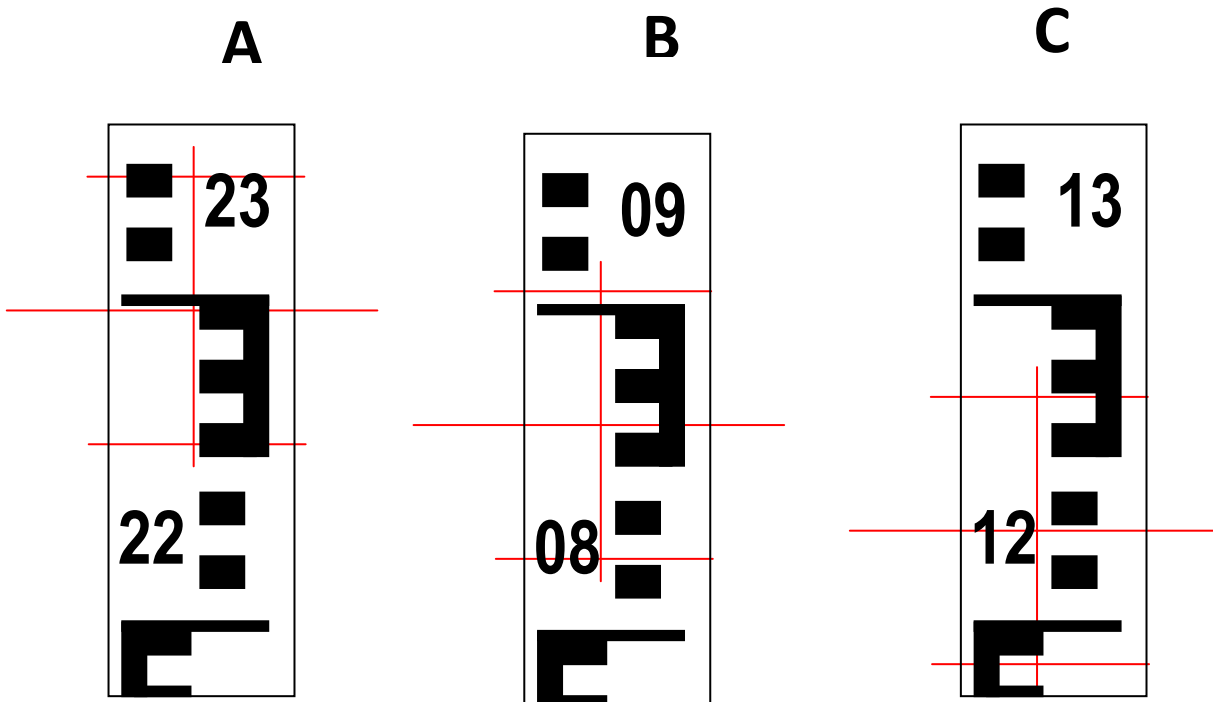
Realizar as leituras nas miras.



Mira	Leituras (m)		Distância
	FS		
	FM		
	FI		
	FS		
	FM		
	FI		
	FS		
	FM		
	FI		

Exercício de Leitura de Miras “E”

Realizar as leituras nas miras.

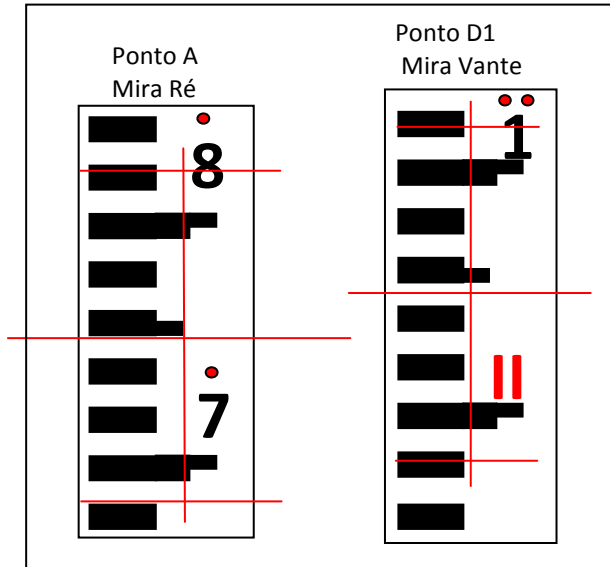


Mira	Leituras (m)		Distância
	FS		
	FM		
	FI		
	FS		
	FM		
	FI		
	FS		
	FM		
	FI		

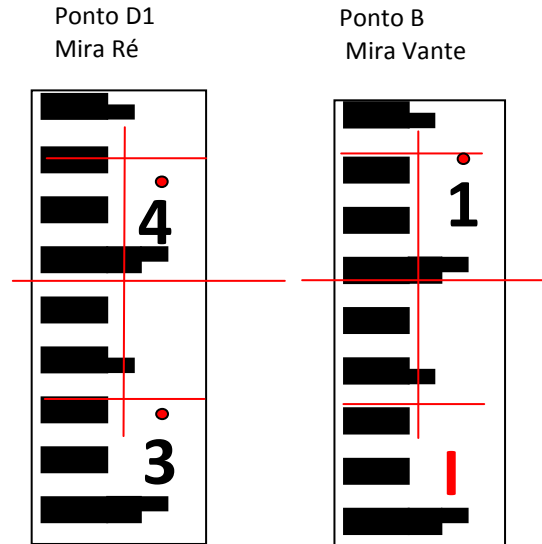
NIVELAMENTO GEOMÉTRICO – VISADAS IGUAIS

Foram realizados dois lances de nivelamento geométrico entre os pontos A e B, cujas leituras efetuadas nas miras são mostradas abaixo. Preencher a caderneta de nivelamento, calcular o desnível entre os pontos A e B e determinar a distância total nivelada.

1º Ocupação com o equipamento



2º Ocupação com o equipamento



Pontos Visados	Distância RÉ	Leituras Estadimétricas		Distância VANTE	Fio Nivelador		Desnível
		Ré	Vante		Ré	Vante	

Exercício de Nivelamento Geométrico - Método das Visadas Iguais

São fornecidas as cadernetas de campo do transporte de altitude entre os pontos RN 2053D e o ponto PTA12. Realizar os cálculos e responder as perguntas indicadas.

A tolerância para o nivelamento é $30\text{mm} \cdot k^{1/2}$.

- 1) O trabalho pode ser aceito? Justifique.
- 2) Verificar as leituras executadas.
- 3) Qual o comprimento médio dos lances empregados?
- 4) Qual o desnível entre os pontos? Qual é o mais alto.

IBGE		Relatório de Estação Geodésica	
Estação :	2053D	Nome da Estação :	2053D
Município :	CURITIBA	Tipo :	Estação Altimétrica - RN
Última Visita:	19/08/2003	Situação Marco Principal :	Bom
		UF :	PR
DADOS PLANIMÉTRICOS		DADOS ALTIMÉTRICOS	
Latitude	25 ° 27 ' 10 " S	Altitude Ortométrica(m)	914,3259
Longitude	49 ° 13 ' 57 " W	Fonte	Nivelamento Geométrico
Fonte	GPS Navegação	Classe	Ajustada-AP
Origem		Datum	Imbituba
S Datum	SAD-69	Data Medição	22/08/1983
A Data Medição	19/08/2003	Data Cálculo	01/12/1992
D Data Cálculo		Sigma Altitude Ortométrica(m)	
6 Sigma Latitude(m)			
9 Sigma Longitude(m)			
UTM(N)	7.183.727		
UTM(E)	677.717		
MC	-51		
DADOS PLANIMÉTRICOS		DADOS ALTIMÉTRICOS	
Latitude	25 ° 27 ' 12 " S	Gravidade(mGal)	
S Longitude	49 ° 13 ' 59 " W	Sigma Gravidade(mGal)	
I Fonte	GPS Navegação	Precisão	
R Origem	Transformada	Datum	
G Datum	SIRGAS2000	Data Medição	
A Data Medição	19/08/2003	Data Cálculo	
S Data Cálculo		Correção Topográfica	
2 Sigma Latitude(m)		Anomalia Bouguer	
0 Sigma Longitude(m)		Anomalia Ar-Livre	
0 UTM(N)	7.183.676	Densidade	
0 UTM(E)	677.660		
MC	-51		
* Último Ajustamento Planimétrico Global SAD-69 em 15/09/1996			
** Ajustamento Planimétrico SIRGAS2000 em 23/11/2004 e 06/03/2006			
*** Dados Planimétricos para Fonte carta nas escalas menores ou igual a 1:250000, valores SIRGAS2000 = SAD-69			
Localização			
LOCALIZADO NO CANTEIRO, 10,6m A SUDESTE DA PAREDE DO BLOCO VI, NA ÁREA DO CENTRO POLITECNICO DA UFPR - CAMPUS III.			
Descrição			
MARCO PADRÃO IBGE			

Nivelamento RN2053D / PTA12							
	Distância Ré	Ré	Vante	Distância Va	Ré	Vante	Desnível R-V
RN		1,132	1,702		1,076	1,643	
A		1,018	1,584				
A		1,141	1,908		1,087	1,854	
B		1,034	1,800				
B		1,046	1,861		0,993	1,806	
C		0,942	1,752				
C		1,201	1,653		1,145	1,593	
D		1,090	1,534				
D		1,362	1,123		1,308	1,070	
E		1,253	1,016				
E		1,355	1,280		1,300	1,229	
F		1,245	1,178				
F		1,600	1,181		1,548	1,129	
G		1,495	1,077				
G		1,630	1,311		1,577	1,258	
H		1,525	1,204				
H		1,804	1,291		1,748	1,242	
I		1,695	1,192				
I		1,638	1,380		1,585	1,330	
J		1,532	1,280				
J		1,419	1,485		1,365	1,433	
L		1,312	1,382				
L		1,432	1,554		1,380	1,503	
PTA12		1,328	1,451				

Contra-Nivelamento PTA12 / RN2053D							
	Distância Ré	Ré	Vante	Distância Va	Ré	Vante	Desnível R-V
PTA12		1,625	1,160		1,565	1,103	
1		1,506	1,046				
1		1,440	1,658				
					1,394	1,607	
2		1,348	1,556				
2		1,456	1,465				
					1,409	1,419	
3		1,358	1,373				
3		1,314	1,520				
					1,267	1,47	
4		1,218	1,420				
4		1,561	1,439				
					1,511	1,389	
5		1,460	1,339				
5		1,636	1,236				
					1,586	1,186	
6		1,536	1,136				
6		1,593	1,186				
					1,546	1,136	
7		1,497	1,086				
7		1,577	1,120				
					1,529	1,069	
8		1,480	1,019				
8		1,637	1,298				
					1,588	1,251	
9		1,540	1,204				
9		1,566	1,155				
					1,521	1,106	
10		1,475	1,058				
10		1,594	1,193				
					1,543	1,139	
11		1,492	1,086				
11		1,140	1,300				
					1,091	1,247	
12		1,042	1,195				
12		1,039	1,663				
					0,988	1,612	
13		0,937	1,562				
13		1,962	1,888				
					1,912	1,837	
14		1,862	1,786				
14		1,148	1,940				
					1,094	1,887	
15		1,040	1,835				
15		1,359	1,478				
					1,316	1,432	
RN		1,273	1,387				

PLANEJAMENTO E CUSTO - NIVELAMENTO GEOMÉTRICO – VISADAS IGUAIS

Você foi contratado para realizar o transporte de altitude de uma RN até o Pátio da Reitoria da UFPR (no cruzamento da Rua Amintas de Barros esquina com a Rua Tibagi). A técnica a ser empregada é o nivelamento geométrico método das visadas iguais.

Pede-se:

Qual a localização da RN mais próxima?

Qual a distância aproximada a ser percorrida com o Nivelamento Geométrico?

Qual o tempo estimado para a execução do serviço?

Qual o custo aproximado?

Qual o desnível aproximado entre os pontos indicados?

Especificações do Levantamento:

Nivelamento Geométrico Método das Visadas Iguais

Comprimento Máximo do Lance = 50m

Nivelamento Classe IIN

As RRNN no município podem ser encontradas em:

<http://www.ibge.gov.br/home/geociencias/geodesia/sgb.shtm>

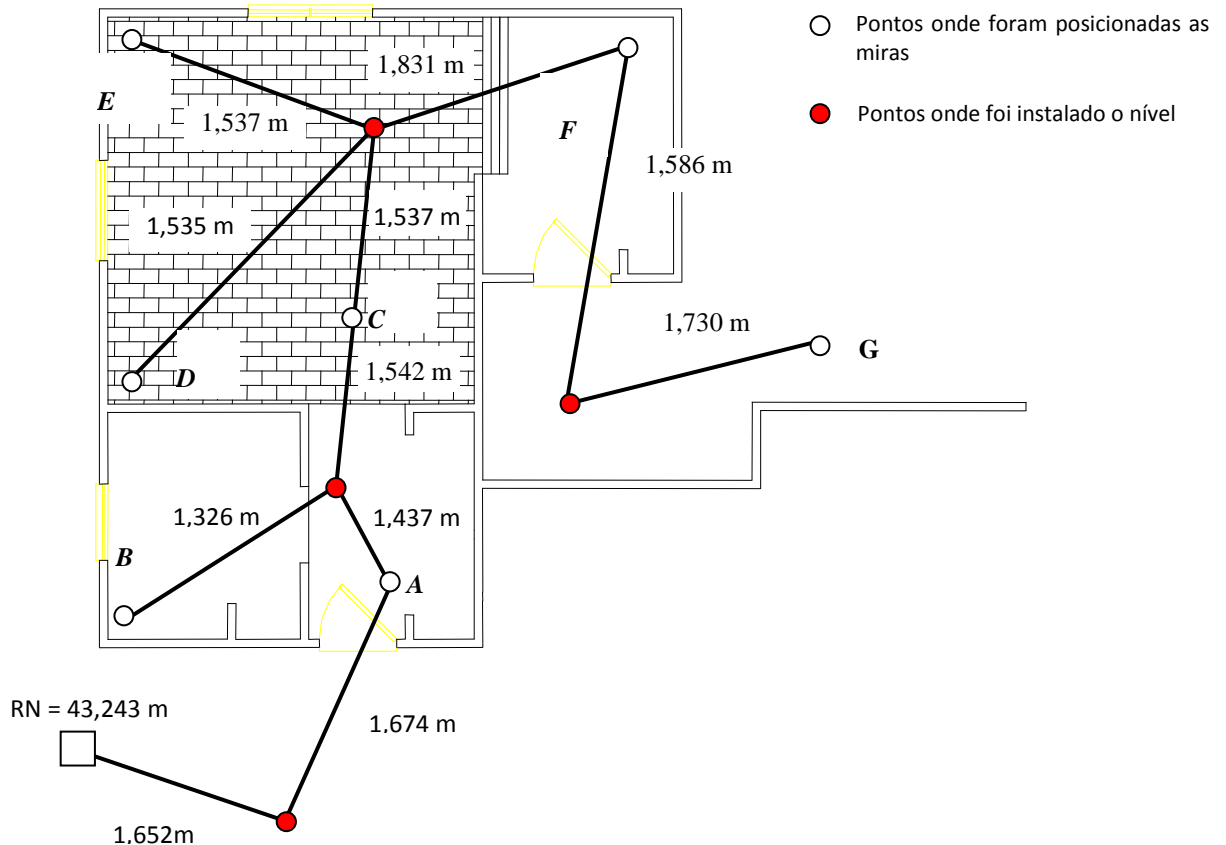
O custo do nivelamento poderá ser retirado no seguinte abaixo no link Tabela de Preços:

<http://www.aetesp.com.br/>



Exercício de Nivelamento Geométrico Método das Visadas Extremas

Dado o esquema do nivelamento geométrico por visadas extremas, preencher a caderneta de campo e realizar os cálculos.



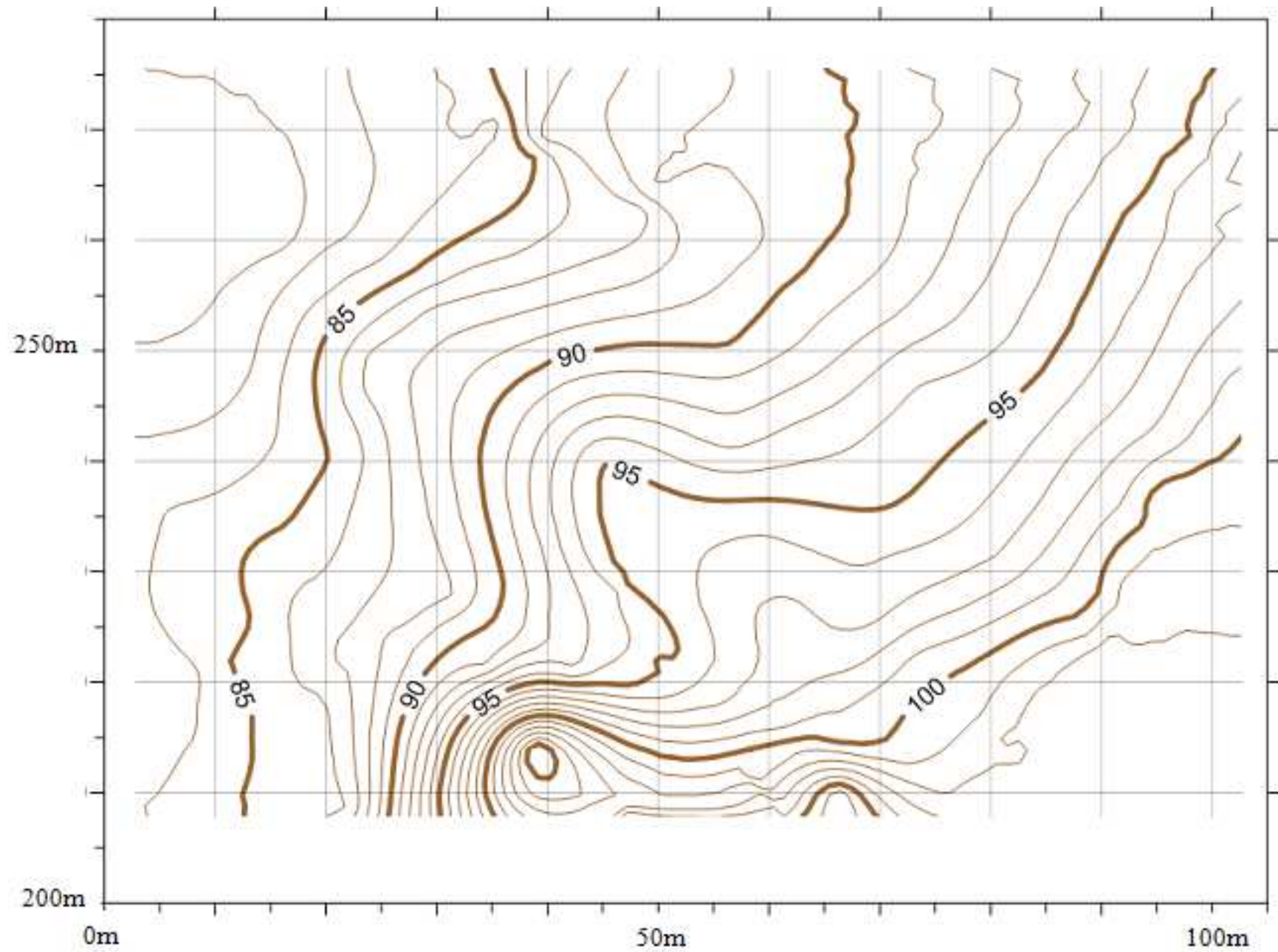
Ponto	Visada Ré	Altura do Instrumento	Visada Vante		Cota
			Intermediária	Mudança	
Σ Ré			Σ Mudança		

Exercício de Curvas de Nível

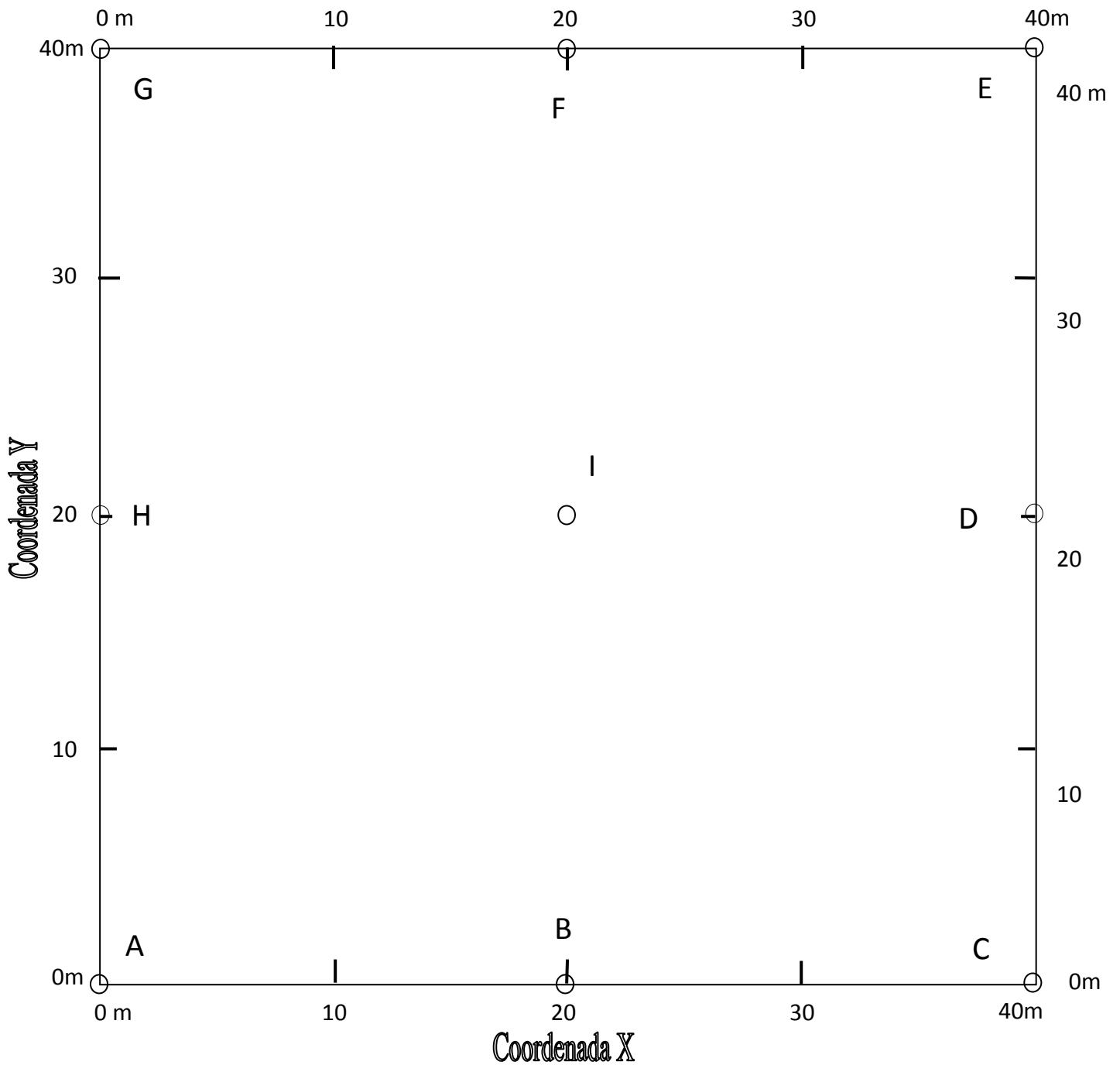
Para o mapa dado pede-se:

- 1 - Espaçamento entre as curvas de nível (eqüidistância)
- 2 - A cota dos pontos A, B, C e D
- 3 - A distância horizontal entre os pontos AB
- 4 - A declividade média entre A e B
- 5 - A declividade máxima no trecho AB
- 6 - A distância inclinada entre A e B
- 7 - Marcar o trecho de declividade máxima no mapa
- 8 – Desenhar o perfil do alinhamento AB
- 9 – Qual a escala da representação

Ponto	X (m)	Y (m)
A	90	230
B	40	260
C	10	235
D	90	270



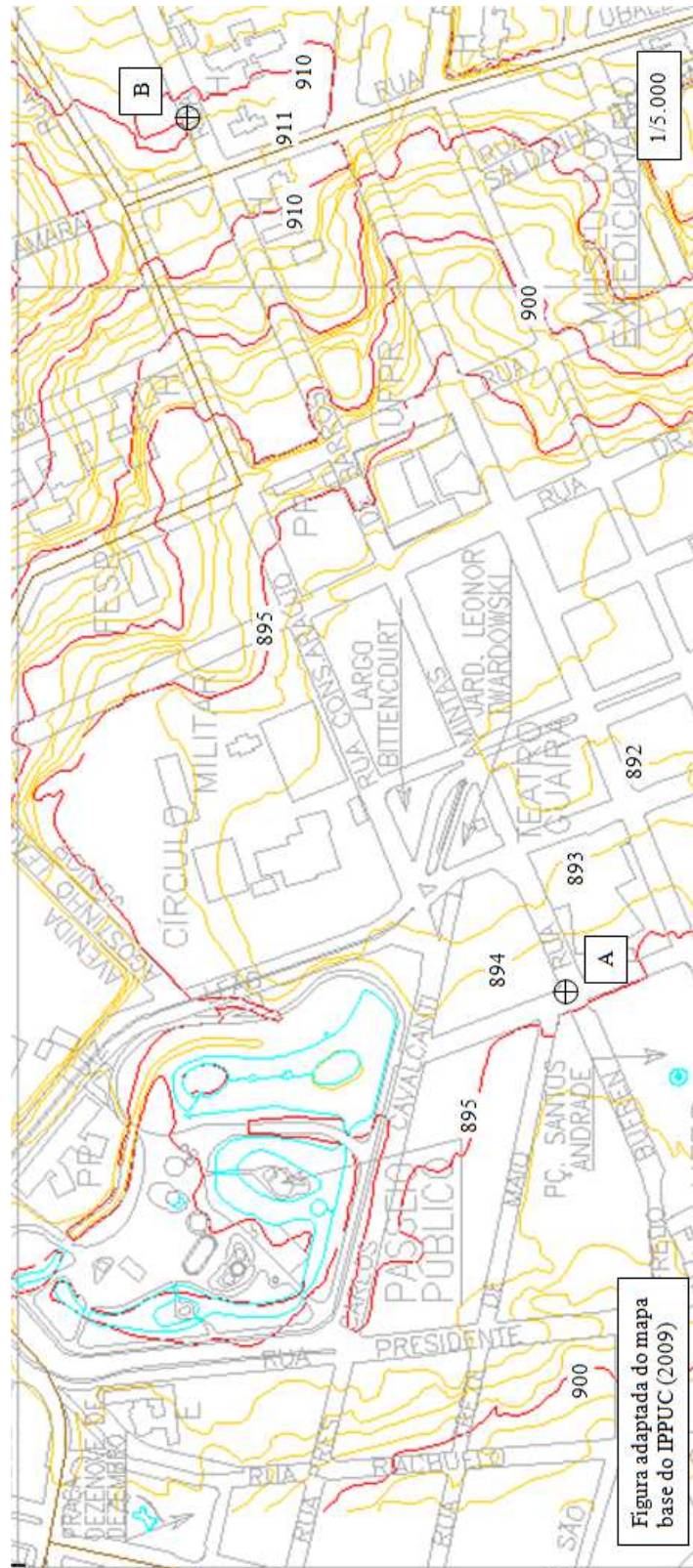
Exercício Traçado das Curvas de Nível



Ponto	Cota (m)	Ponto	Cota (m)	Ponto	Cota (m)
A	0,5	D	1,62	G	3,25
B	0,89	E	0,52	H	2,91
C	0,95	F	2,12	I	4,25

Exercício Desenho de Perfil Vertical

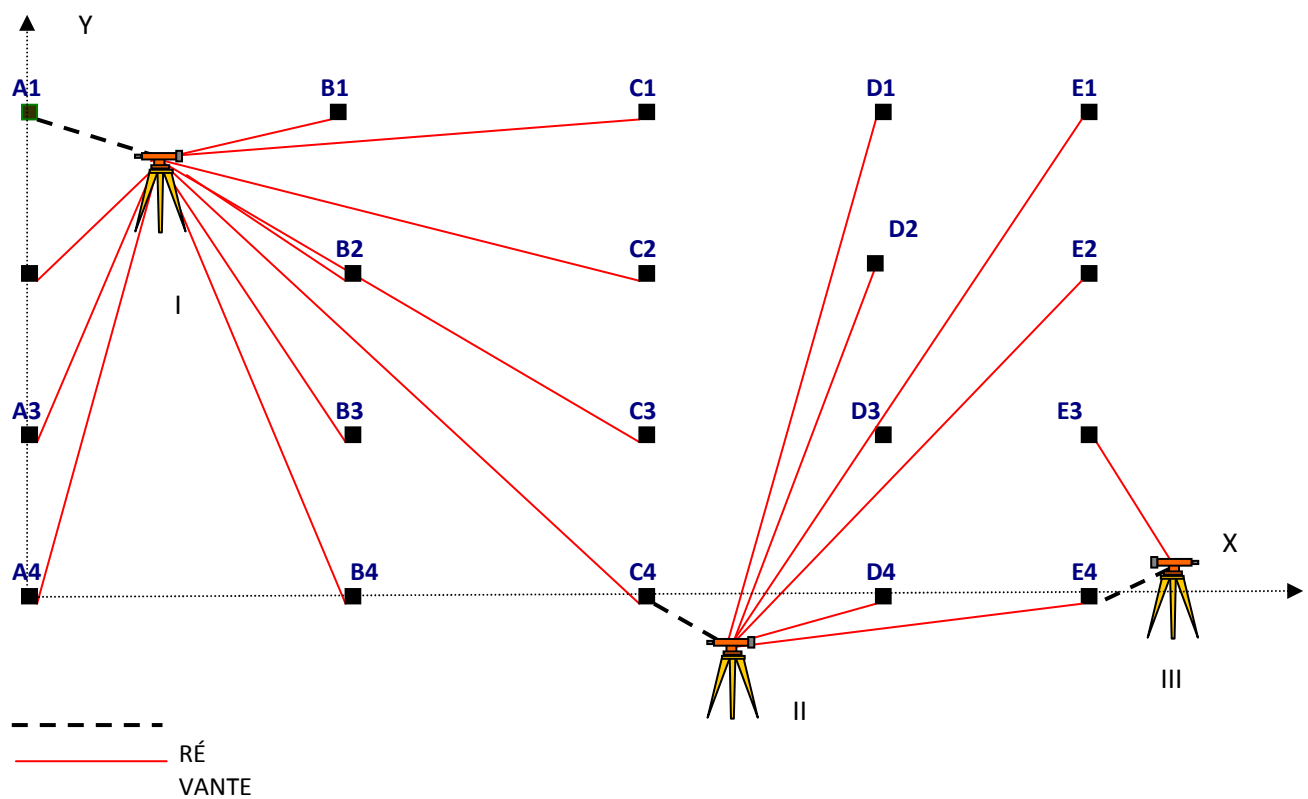
Com o detalhe do mapa da Cidade de Curitiba, desenhar o perfil vertical entre os Pontos A e B. Escolher uma escala de forma que seja possível a representação em uma folha A4.



Exercício de Nivelamento Geométrico - Método das Visadas Extremas

Foi implantada uma malha regular com abertura de 15 metros com o objetivo de coletar dados para gerar um MDT. A técnica empregada para a determinação das cotas dos pontos da malha foi o nivelamento geométrico método das visadas extremas. O croqui do levantamento é apresentado em anexo. Pede-se:

- Calcular as cotas dos pontos da malha. Os dados da caderneta estão em metros. Considerar as coordenadas X e Y do Ponto A4 iguais a 100m;
- A cota inicial será igual a 88,4m.

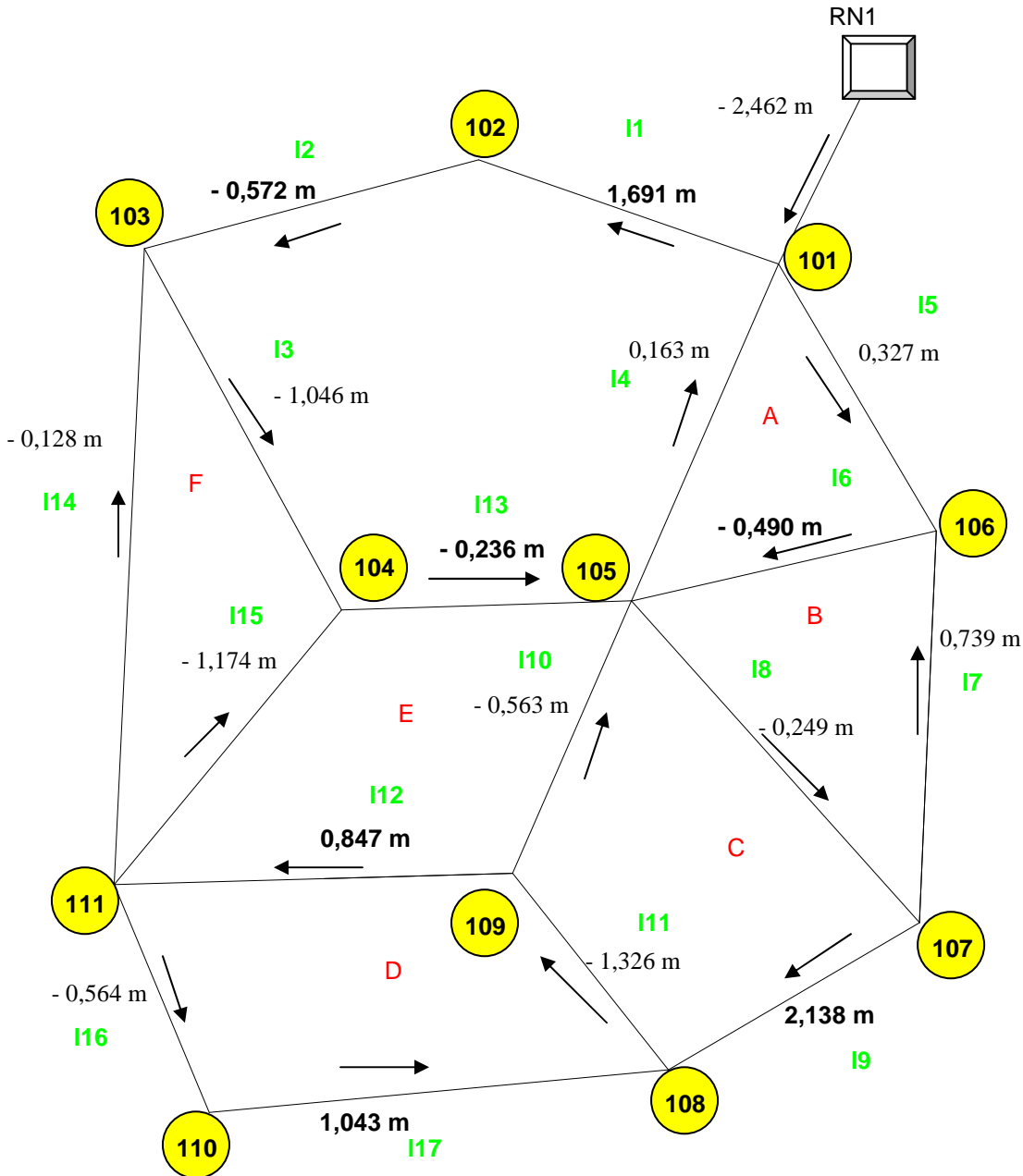


Ponto	Visada ré	Altura do instrumento	Visada vante		Cota
			Intermediária	Mudança	
A1	0,086				COTA INICIAL
A2			1,218		
A3			1,468		
A4			1,534		
B1			1,529		
B2			0,235		
B3			2,972		
B4			2,14		
C1			2,241		
C2			2,689		
C3			2,809		
C4				2,643	
C4	1,120				
D1			1,235		
D2			1,384		
D3			1,634		
D4			1,822		
E1			1,3		
E2			1,438		
E4				2,288	
E4	2,018				
E3				1,375	
Σ Ré			Σ Mudança		

EXERCÍCIO DE CÁLCULO DE ALTITUDES

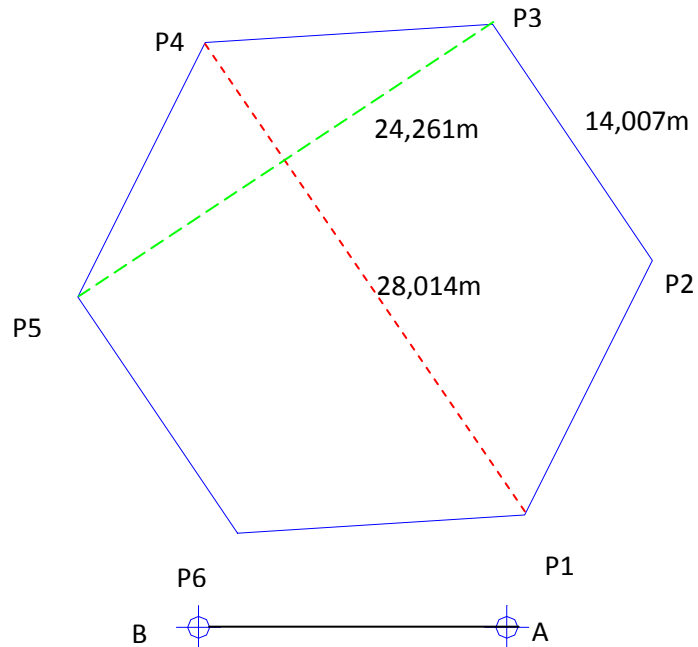
Dados os desníveis ajustados, calcular as altitudes das estações abaixo. As setas indicam a direção do desnível, por exemplo o desnível do ponto 102 para o 103 é igual a -0,572m.

Altitude da RN1 = 893,47m



EXERCÍCIO DE LOCAÇÃO

Locar em campo dois pontos (A e B) mantendo uma distância entre os mesmos de 15m. A partir do ponto A (estação ocupada) locar um hexágono com base nos dados da caderneta de locação e do croqui apresentado. Após a locação checar as distâncias apresentadas na tabela.



Ponto	Ângulo	Distância (m)
P1	98° 52' 52"	5,626
P2	111° 20' 02"	19,448
P3	88° 39' 37"	29,777
P4	63° 03' 11"	32,381
P5	37° 59' 27"	26,495
P6	19° 32' 57"	13,911

Distâncias	Valor	Distâncias	Valor
P1-P2		P1-P4	
P2-P3		P6-P3	
P3-P4		P2-P5	
P4-P5		P5-P3	
P5-P6		P6-P2	
P6-P1		P4-P6	

EXERCÍCIO NIVELAMENTO DA POLIGONAL

Foi realizada a determinação dos desníveis entre os pontos de uma poligonal fechada, empregando-se o nivelamento geométrico método das visadas iguais. Cada dois pontos consecutivos definiram uma seção, a qual foi nivelada e contra-nivelada. Assumindo um tolerância para o nivelamento da seção e do circuito de $20\text{mm.k}^{1/2}$, determinar as altitude dos pontos. O ponto P2 tem altitude igual a $1000,000\text{m}$. Todas as leituras nas cadernetas estão em metros.

Ponto visado	Distância de ré	Leituras estadimétricas		Distância de vante	Fio Nivelador		Desnível
		RÉ	VANTE		RÉ	VANTE	
Nivelamento							
P1		1,284	2,053		1,201	1,965	
P2		1,119	1,877				
Contra-Nivelamento							
P2		2,030	1,261		1,942	1,178	
P1		1,854	1,092				

Distância Nivelada	
Distância Contra-Nivelada	
Distância Média em km	
Tolerância	
Desnível P1 -P2	

ΔH Nivel.	
ΔH Contra	
Diferença	

Ponto visado	Distância de ré	Leituras estadimétricas		Distância de vante	Fio Nivelador		Desnível
		RÉ	VANTE		RÉ	VANTE	
Nivelamento							
P2		1,898	0,742		1,779	0,625	
A1		1,662	0,508				
A1		1,978	1,051		1,921	1,002	
P3		1,864	0,955				
Contra-Nivelamento							
P3		0,512	2,349		0,391	2,235	
A2		0,268	2,122				
A2		1,347	1,578		1,299	1,524	
P2		1,248	1,466				

Distância Nivelada	
Distância Contra-Nivelada	
Distância Média em km	
Tolerância	
Desnível P2 – P3	

ΔH Nivel.	
ΔH Contra	
Diferença	

Ponto visado	Distância de ré	Leituras estadimétricas		Distância de vante	Fio Nivelador		Desnível
		RÉ	VANTE		RÉ	VANTE	
Nivelamento							
P3		2,304	0,587		2,233	0,514	
P4		2,162	0,442				
Contra-Nivelamento							
P4		0,429	2,146		0,357	2,073	
P3		0,286	2,003				

Distância Nivelada	
Distância Contra-Nivelada	
Distância Média em km	
Tolerância	
Desnível P3 – P4	

ΔH Nivel.	
ΔH Contra	
Diferença	

Ponto visado	Distância de ré	Leituras estadimétricas		Distância de vante	Fio Nivelador		Desnível
		RÉ	VANTE		RÉ	VANTE	
Nivelamento							
P4		1,788	0,960		1,741	0,919	
P5		1,693	0,878				
Contra-Nivelamento							
P5		0,919	1,748		0,878	1,699	
P4		0,835	1,651				

Distância Nivelada	
Distância Contra-Nivelada	
Distância Média em km	
Tolerância	
Desnível P4 – P5	

ΔH Nivel.	
ΔH Contra	
Diferença	

Ponto visado	Distância de ré	Leituras estadimétricas		Distância de vante	Fio Nivelador		Desnível
		RÉ	VANTE		RÉ	VANTE	
Nivelamento							
P5		0,309	3,791		0,194	3,669	
A3		0,078	3,548				
A3		1,708	2,089		1,639	2,011	
P1		1,569	1,934				
Contra-Nivelamento							
P1		2,081	1,703		2,005	1,632	
A1		1,929	1,561				
A1		3,748	0,280		3,633	0,158	
P5		3,519	0,032				

Distância Nivelada	
Distância Contra-Nivelada	
Distância Média em km	
Tolerância	
Desnível P5 – P1	

ΔH Nivel.	
ΔH Contra	
Diferença	

Distâncias Niveladas entre Pontos

P1 - P2	
P2 - P3	
P3 - P4	
P4 - P5	
P5 - P1	
Total	

	Desníveis	correção	Desnível Corrigido
P1 - P2			
P2 - P3			
P3 - P4			
P4 - P5			
P5 - P1			
Total			

altitude P2	1000,000
altitude P3	
altitude P4	
altitude P5	
altitude P1	
altitude P2	

GUIAS

DISCIPLINA DE TOPOGRAFIA II - ENGENHARIA CARTOGRÁFICA

Operação Básica da Estação.

1 – Comandos básicos

Neste item será apresentado de forma resumida como operar a estação total TC407 Leica, disponível no Laboratório de Topografia da UFPR, sendo recomendada a leitura integral do manual da mesma.

A interface de operação deste equipamento é realizada através de um conjunto de teclas que permitem o acesso a diversos menus de programas e configurações. Além disso no *display* do instrumento são apresentados os dados medidos e outras informações adicionais, como carga da bateria e configuração do sistema de medição eletrônica de distância (figura 1)

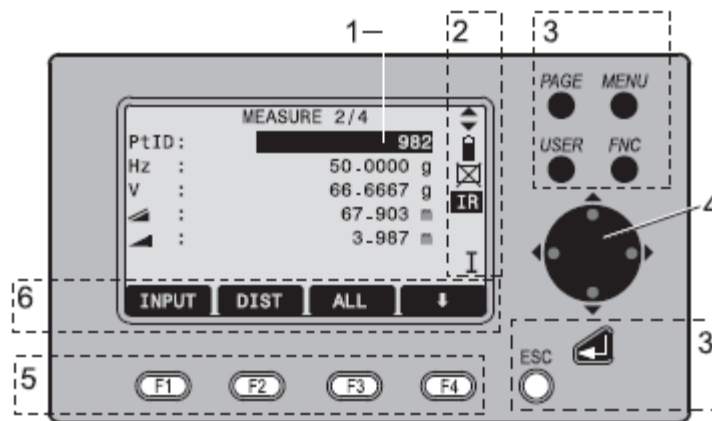


Figura 1 – Teclado da Estação TC407 . Adaptado de Leica (2008)

Onde na figura 1:

- 1) Campo para medições correntes.
- 2) Símbolos
- 3) Teclas cujas funções são pré-determinadas, como acesso ao menu e troca de páginas (telas)
- 4) Teclas de navegação
- 5) Teclas de funções, que são atribuídas às funções variáveis exibidas na parte inferior da tela.
- 6) Barra de acesso às funções (que exibe as funções): podem ser acessadas com as teclas de função.

Para cancelar qualquer ação iniciada basta pressionar a tecla ESC, e para confirmar a tecla ↵.

Após ligar e executar o nivelamento da estação, aparecerá a tela de medição, onde são apresentados os valores medidos e/ou calculados pela estação. São quatro diferentes telas, que podem ser acessadas através do botão PAGE. Sempre que houver diferentes telas para um determinado procedimento, este botão será utilizado para a navegação entre as telas.

Na figura 2 ilustram-se as diferentes telas de medição disponíveis na estação.

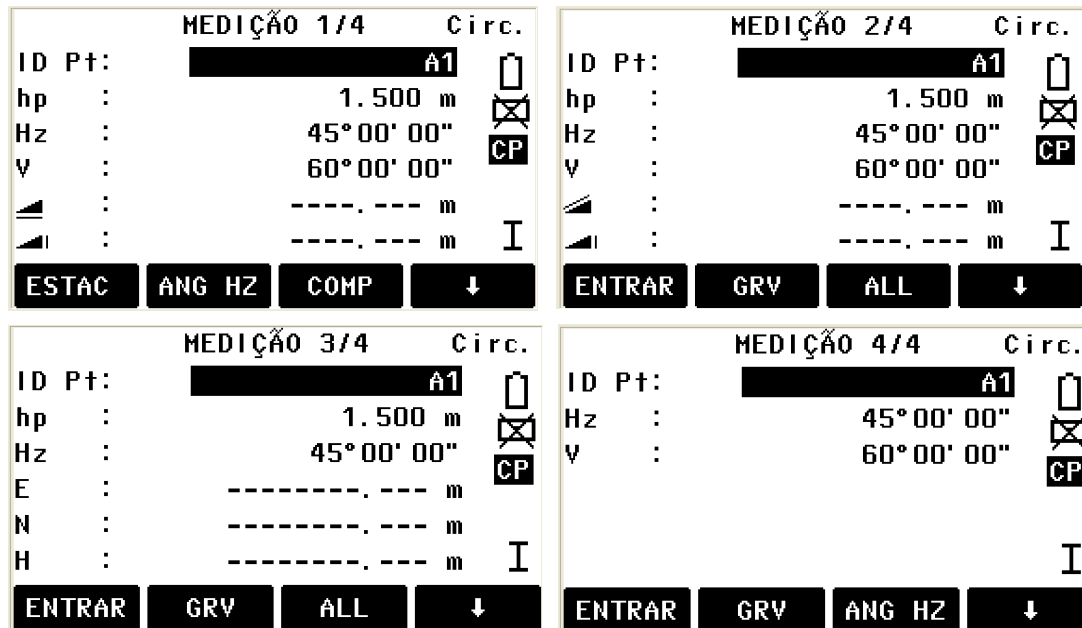


Figura 2 – Telas de medição.

Para realizar a medição da distância, pode-se empregar as opções DIST (mede mas não grava os valores) ou ALL, que mede e grava os valores na memória da estação.

Para uma mesma tela de medição é possível alterar os elementos apresentados na barra de acesso pressionando-se F4 (Figura 3).

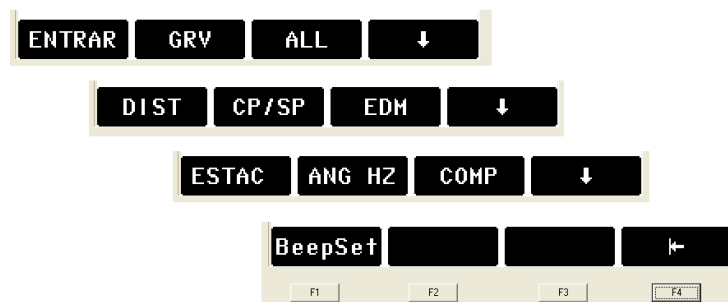


Figura 3 – Barras de acesso.

O botão MENU permite o acesso aos programas e funções da estação, como a definição dos parâmetros de comunicação e programas de medição, entre outros.

A tecla FNC permite acesso a diferentes funções do instrumento, com destaque para a ativação da tela com o nível digital e acionamento do prumo laser (Figura 4).

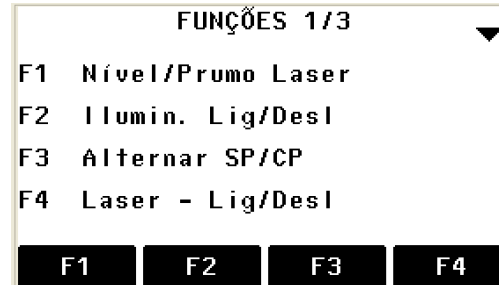


Figura 4 – Tela de funções.

Quando a tela apresentada na figura 4 estiver ativa na estação, basta acionar F1 para ativar o nível e o prumo laser (Figura 5)

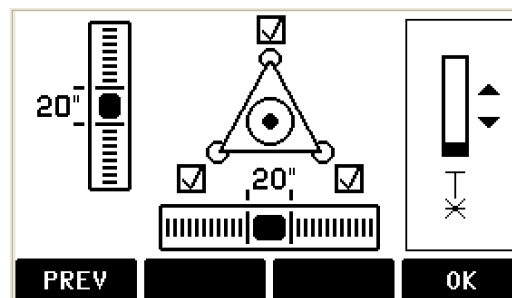


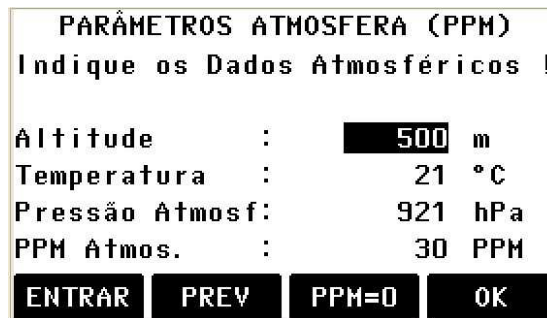
Figura 5 – Tela com indicação dos níveis.

Outro item importante é a definição da constante do prisma e dos parâmetros ambientais. A constante do prisma é um valor que será adicionado ou subtraído das medições da distância, conforme o modelo de prisma empregado nas medições. Este valor pode ser encontrado junto aos manuais dos instrumentos. Além disto, deve-se selecionar o modelo de prisma utilizado em uma lista de opções. A tela a seguir ilustra os campos de entrada do valor da constante do prisma. Para acessar esta tela, deve-se na tela de medição procurar a opção EDM.



Figura 6 – Tela com indicação dos níveis.

As distâncias medidas devem ser corrigidas dos efeitos da temperatura e pressão. Para trabalhos de topografia convencional, esta correção pode ser feita de forma automática pela estação total, bastando para tanto fornecer os valores destas grandezas. Na figura 6 identifica-se a opção ATMOSF, a qual uma vez selecionada reverte à tela de configuração dos parâmetros ambientais (Figura 7). As correções serão calculadas em ppm. O operador deve acompanhar as variações da temperatura e pressão e quando houver variações nestes parâmetros o mesmo deverá alterá-los na estação total.



PARÂMETROS ATMOSFERA (PPM)
Indique os Dados Atmosféricos !

Altitude : 500 m
 Temperatura : 21 °C
 Pressão Atmosf: 921 hPa
 PPM Atmos. : 30 PPM

ENTRAR PREV PPM=0 OK

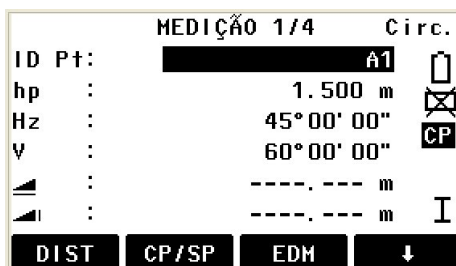
Figura 7 – Tela com os parâmetros atmosféricos.

Caso não se deseje realizar as correções deve-se selecionar a opção PPM=0. Estes seriam os comandos básicos da estação total.

2 - Operação Básica da Estação Total com o uso de Códigos

Para o uso dos códigos com a estação TC 407 usaremos um programa interno existente na estação denominado de TOPOGRAFIA. Com este programa é possível definir o nome do arquivo onde serão armazenados dos dados medidos pela estação (designado de Obra), informar dados sobre a ocupação do instrumento e posteriormente realizar a medição empregando-se códigos.

A seguir é apresentada de uma forma resumida as etapas que devem ser executadas durante a ocupação de um ponto da poligonal para o levantamento dos detalhes em campo, proposto na disciplina (informações adicionais podem ser encontradas no manual do instrumento). Para facilitar a consulta deste material em campo, será apresentada a seqüência dos comandos a serem utilizados.

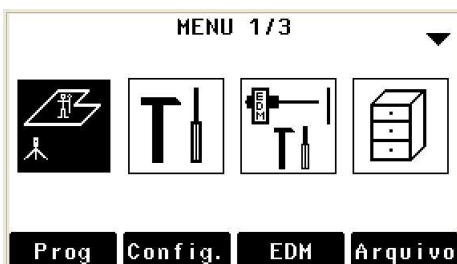


MEDIÇÃO 1/4 Circ.

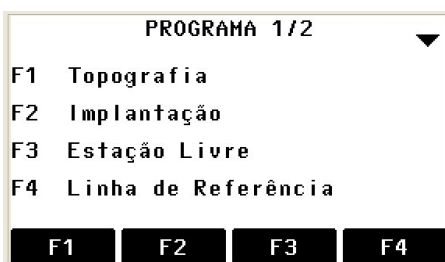
ID Pt: A1
 hp : 1.500 m
 Hz : 45° 00' 00"
 v : 60° 00' 00"
 ◀ : ----. --- m
 ▶ : ----. --- m

DIST CP/SP EDM ↓

1 - Após estacionar o equipamento no ponto, pressionar o botão MENU.



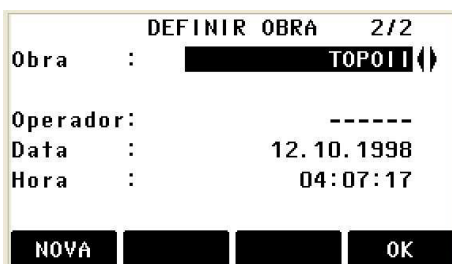
2 - Selecionar então a opção PROG.



3 - Selecionar a opção Topografia (F1). A estação então passará a orientar o operador nos próximos passos.



4 - Pressionar F1 para a definição da Obra (o que seria o nome do arquivo onde serão armazenadas as informações).



5 - Digita-se o nome da Obra. Se for uma obra já existente é possível buscar o nome da mesma na memória da estação. Neste caso os dados serão adicionados ao arquivo já existente. Uma vez terminada a entrada de dados deve-se selecionar a opção OK, voltando para a tela TOPOGRAFIA.



6 - Na Tela TOPOGRAFIA selecionar a opção F2, para entrar com os dados da estação ocupada.

DEFINIR ESTAÇÃO

Entre nome da Estação !

Estação:

ENTRAR **BUSCA** **LISTA** **ENH**

7 - Digitar o nome do ponto ocupado e depois pressionar a tecla ENH.

ENH Entrados

Obra : TOP011
ID Pt: P001
E : 0.000 m
N : 0.000 m
H : 0.000 m

1234 **5678** **90** **±**

8 - Digitar as coordenadas do ponto ocupado. Para nosso caso entrar com o valor 0,000m para as três coordenadas. Durante a fase de processamento estas coordenadas serão calculadas.

DEFINIR ESTAÇÃO

Entre altura do instrumento !

hi:

ENTRAR **PREV** **OK**

9 - Digitar a altura do instrumento. Terminada esta etapa, parte-se para a fase de orientação do instrumento.

TOPOGRAFIA

F1 Def. Obra
 F2 Def. Estação
 F3 Def. Orientação
F4 Iniciar

F1 **F2** **F3** **F4**

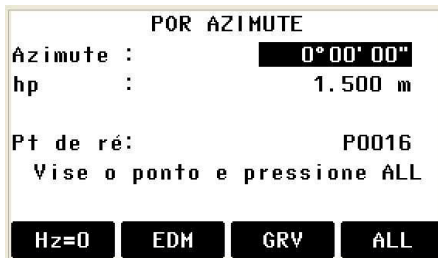
10 - Selecionar a opção F3 (Definir orientação)

ORIENTAÇÃO

F1 Por Azimute
F2 Por coordenadas

F1 **F2**

11 - Existem duas formas de orientação: na primeira deve-se conhecer o azimute da direção Ponto Ocupado/Ré e na segunda as coordenadas do ponto ocupado e do ponto de ré. Vamos utilizar a orientação por Azimute.



12 - Inicialmente faz-se a pontaria no ponto de Ré, em posição direta da luneta. O valor do azimute pode ser fixado como sendo zero graus (apenas para a coleta dos dados em campo). Indicar também qual é a altura do prisma. Importante: durante o levantamento de campo, sempre que for alterada a altura do prisma, deve-se introduzir o novo valor no equipamento. Indica-se também o nome do ponto de Ré. Após todos os dados serem digitados, realiza-se a medição através do comando ALL. Não esquecer que a estação deve estar apontada para o ponto de Ré.



13 - Terminada esta etapa, deve-se pressionar F4 para iniciar o levantamento de campo.

Após finalizada a etapa de configuração, inicia-se o levantamento do campo das feições. Observar que agora na tela de medição existe a opção de uso de Códigos.

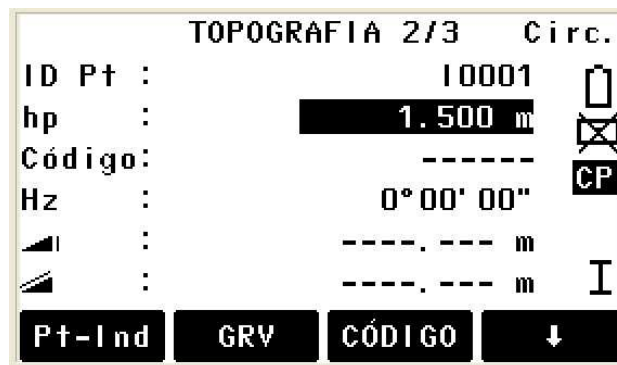
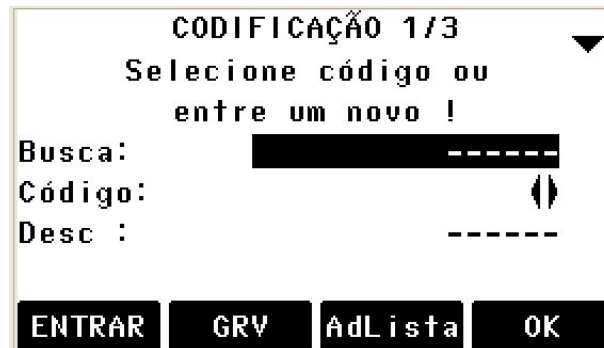


Figura 8 – Tela de Topografia com a opção de código.

Nesta tela é possível definir o número do ponto (denominado de ID Pt) e a altura do prisma. O número do ponto é incrementado automaticamente pela estação a cada medida. Para selecionar o código basta pressionar o botão F3. Depois de selecionado o código da lista de códigos deve-se acionar a opção GRV (para gravar o código). Ressalta-se que a lista de código já deve estar gravada na memória do instrumento.

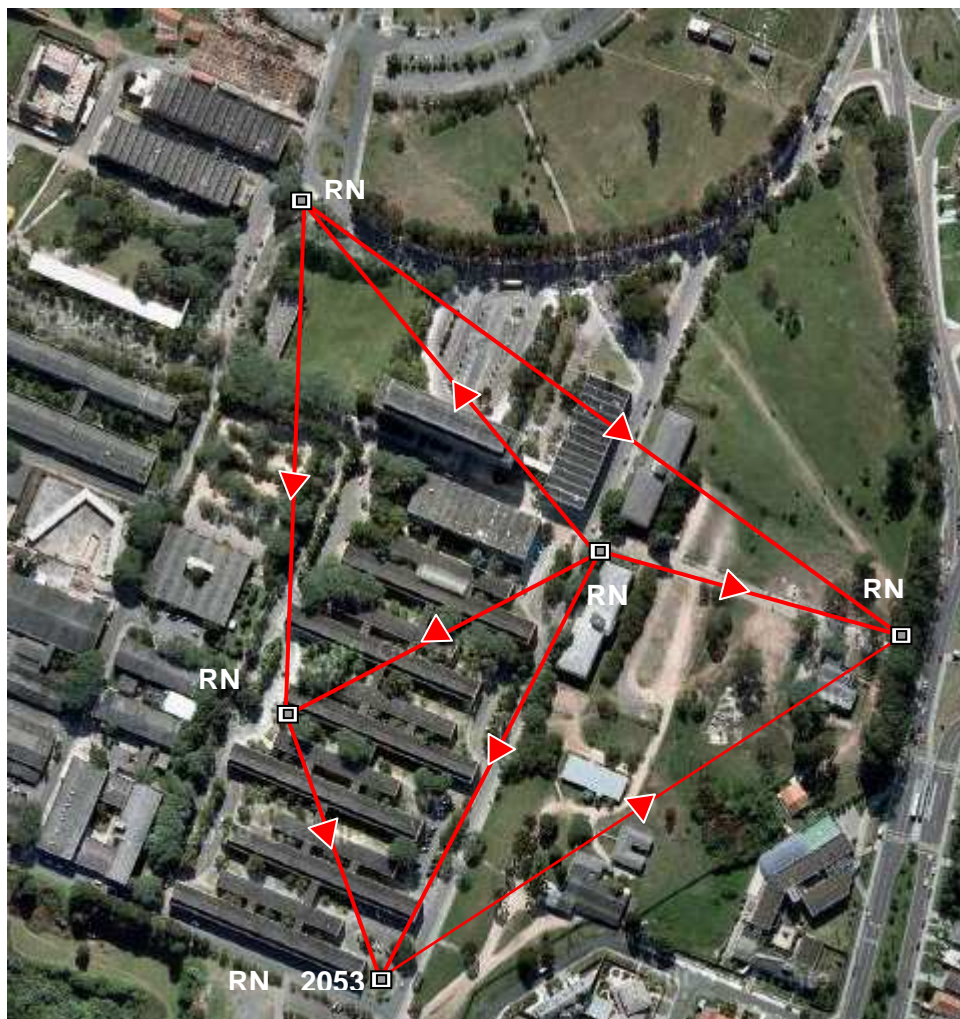


The screenshot shows a menu titled "CODIFICAÇÃO 1/3" with a downward arrow. Below the title, it says "Selecione código ou entre um novo!". There are three input fields: "Busca:" with a blacked-out field and dashes; "Código:" with a vertical cursor; and "Desc:" with dashes. At the bottom, there are four buttons: "ENTRAR", "GRV", "AdLista", and "OK".

Figura 9 – Selecionando o código.

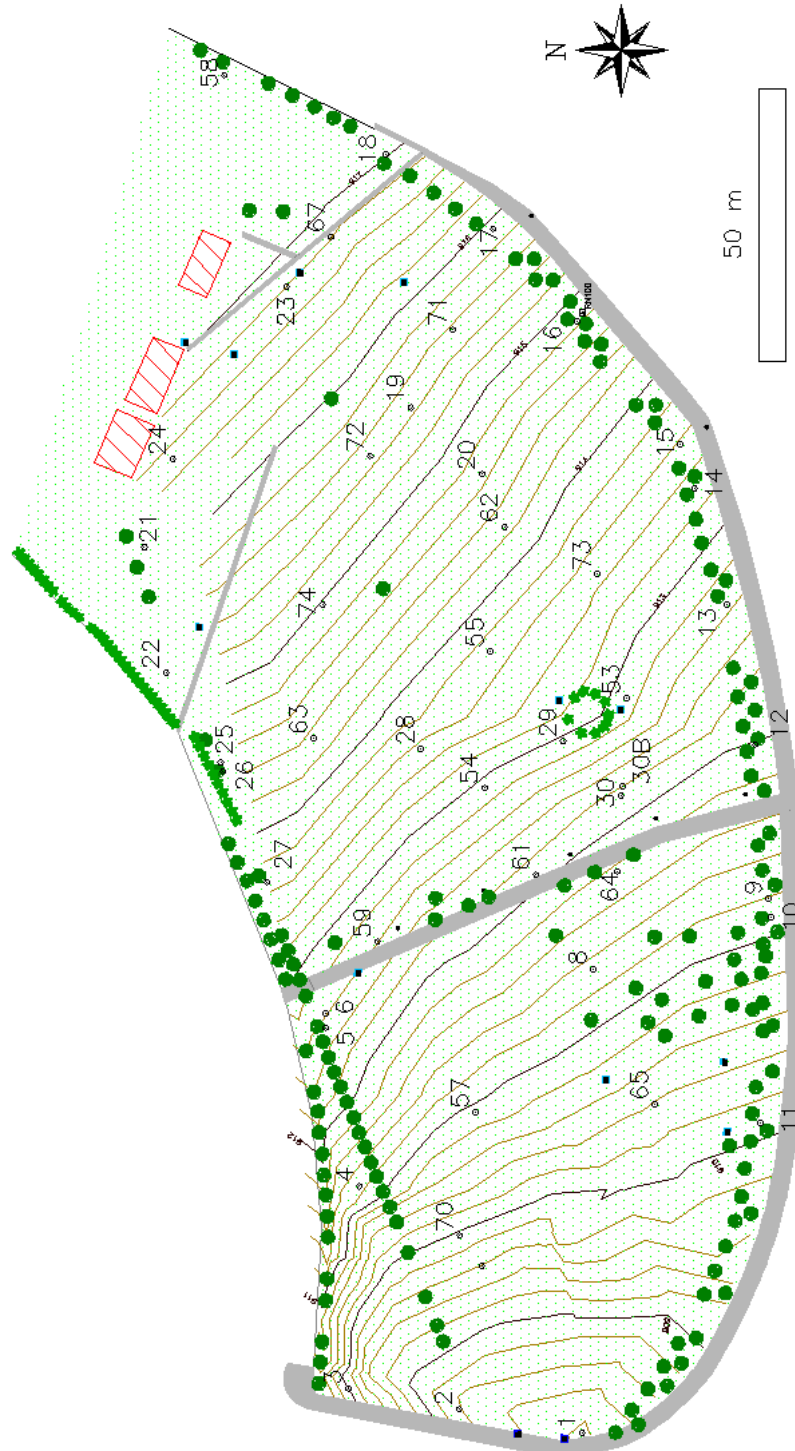
Não esquecer de fazer a visada de vante na poligonal, utilizando-se o código VANTE, já armazenado na memória da estação. Quando for realizada a troca de estação, deve-se repetir todo o processo.

LISTA DE REFERÊNCIAS DE NÍVEL NO CAMPUS CENTRO POLITÉCNICO - UFPR



RN	Altitude (m)	Observações
2053-D	914,325	Desníveis determinados topograficamente empregando-se nivelamento geométrico por visadas iguais, usando um nível digital modelo Leica Sprinter M100, ajustados empregando-se método dos mínimos quadrados, modelo correlato. Trabalho executado em setembro de 2010
10	908,505	
14	917,646	
15	908,174	
19	911,682	

LOCALIZAÇÃO DOS PONTOS DE APOIO NO CAMPUS CENTRO POLITÉCNICO - UFPR



Prática de Campo

TRANSPORTE DE ALTITUDE POR NIVELAMENTO GEOMÉTRICO

Objetivo:

Realizar o transporte de uma altitude a partir de uma RN conhecida até um ponto da poligonal fechada;

Iniciar o aluno na execução das técnicas de nivelamento geométrico;

Capacitar o aluno no uso e operação de níveis digitais;

Material:

- Um nível digital Sprinter Leica;
- Duas miras código de barra;
- Cadernetas de Nivelamento Geométrico;

Procedimento:

Esta prática tem como finalidade aplicar os conceitos de nivelamento geométrico através do método de visadas iguais. Cada equipe realizará o transporte usando uma referência de nível fornecida pelos professores.

O transporte inicia-se da RN para o ponto da poligonal escolhido (ou vice-versa), posicionando-se a mira de ré sobre o ponto de partida e a mira vante no sentido do caminhamento em direção ao ponto final da seção;

No posicionamento das miras, deverá ser respeitado o comprimento máximo do lance estabelecido pelos professores. A medida do comprimento do lance será realizada através da contagem de passos. O nível deverá se posicionado a igual distância entre as miras.

Depois de realizada a leitura de vante, devem ser verificadas as distâncias (igualdade e comprimento do lance) e somente depois a mira de ré deve ser rotacionada para a leitura do novo lance. Deve ser dedicada especial atenção ao girar a mira de vante para não tirá-la da posição (em nosso trabalho não serão empregadas sapatas)

Devem ser anotadas para cada lance as leituras referentes ao fio nivelador de ré e vante e as distâncias de ré e vante. O procedimento repete-se até chegar com a mira ao ponto final da seção.

O contra-nivelamento é realizado da mesma maneira, não sendo necessário percorrer o mesmo caminho do nivelamento, bem como ter o mesmo número de lances;

O erro de fechamento da seção deve ser feito em campo;

ATENÇÃO:

- Não posicionar as miras ou o nível na rua e em entradas de estacionamentos;
- Cuidado para não bater com as miras em cabos aéreos de energia;
- As miras utilizadas são de extensão, cuidar para que estejam perfeitamente encaixadas, para evitar erros na leitura;
- O nível digital faz a sua leitura a partir do imageamento da mira, portanto não podem existir obstáculos que tapem a imagem da mira;
- Não esquecer de focalizar a imagem antes da leitura;
- As miras devem ser verticalizadas empregando-se níveis de cantoneira.
- Na RN a mira deve ser posicionada sobre a chapa de identificação da mesma (figura 1)

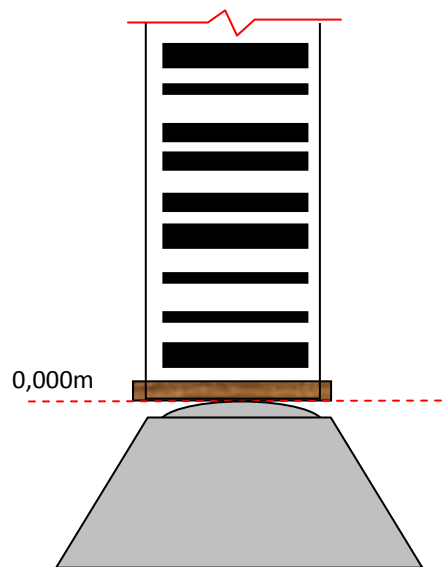
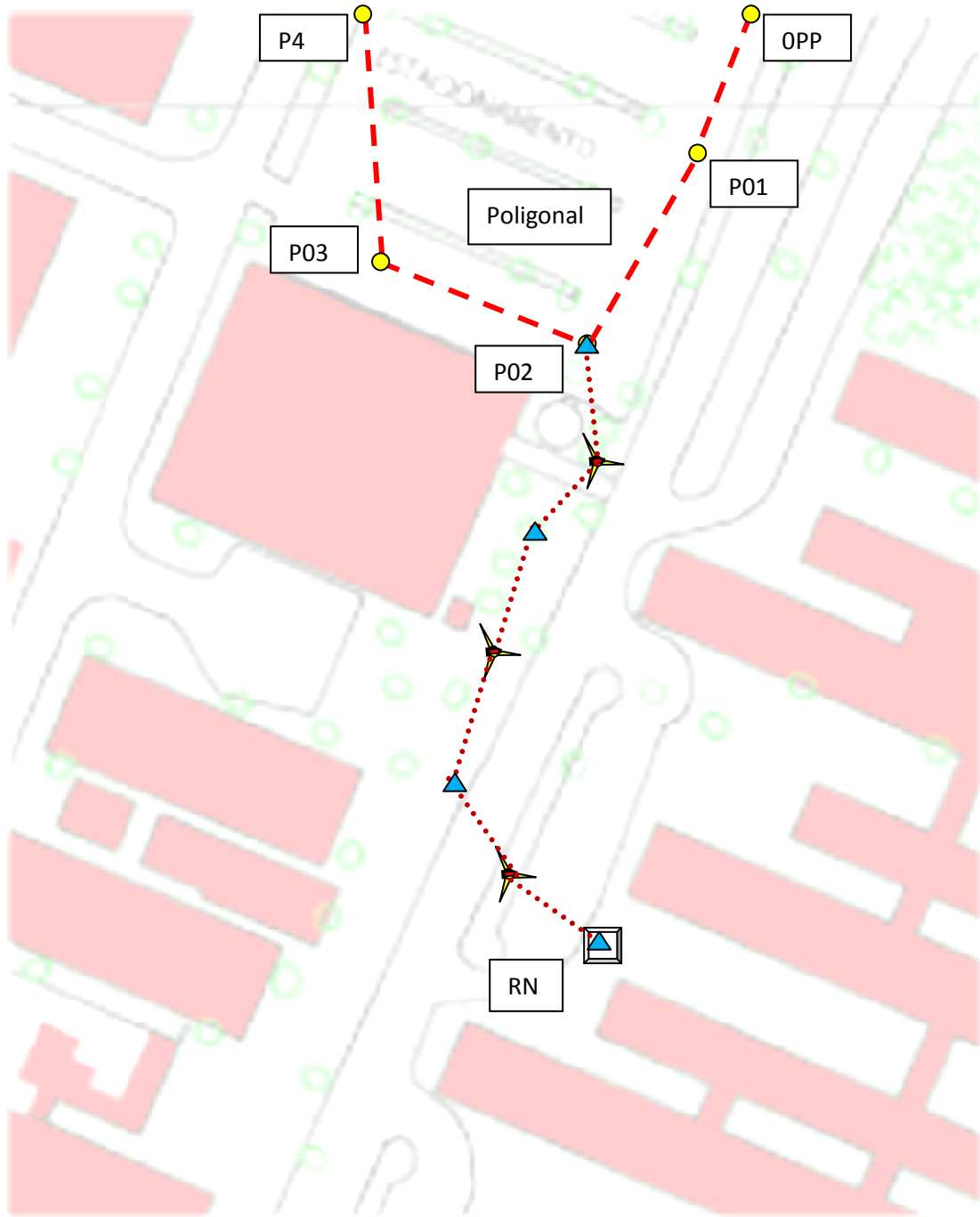






Figura 1 – Mira sobre a chapa de identificação da RN



-  Referência de Nível
-  Visadas
-  Nível
-  Miras

Prática de Campo

TRANSPORTE DE ALTITUDE ENTRE OS PONTOS DA POLIGONAL POR NIVELAMENTO GEOMÉTRICO MÉTODO DAS VISADAS IGUAIS

Objetivo:

Realizar o transporte de uma altitude a partir um ponto com altitude conhecida para os demais pontos da poligonal

Iniciar o aluno na execução das técnicas de nivelamento geométrico;

Capacitar o aluno no uso e operação de níveis automáticos analógicos;

Capacitar o aluno nos cálculos e ajustes referentes ao transporte de altitude/cota por técnicas topográficas de nivelamento geométrico por visadas iguais;

Material:

- Um nível analógico;
- Duas miras topográficas;
- Dois níveis de cantoneira;
- Cadernetas de Nivelamento Geométrico;

Procedimento:

Esta prática tem como finalidade aplicar os conceitos de nivelamento geométrico através do método de visadas iguais. A partir de um ponto da poligonal, que teve sua altitude determinada por transporte a partir de uma RN, determinar os desníveis entre os demais pontos e suas altitudes;

Cada dois pontos da poligonal definirão uma seção, a qual deverá ser nivelada e contra-nivelada. Pode acontecer que uma seção contenha apenas um lance, em virtude da distância entre os pontos (figura a seguir). Neste caso, os alunos deverão fazer o nivelamento, deslocar o equipamento de posição, e fazer o contra-nivelamento.

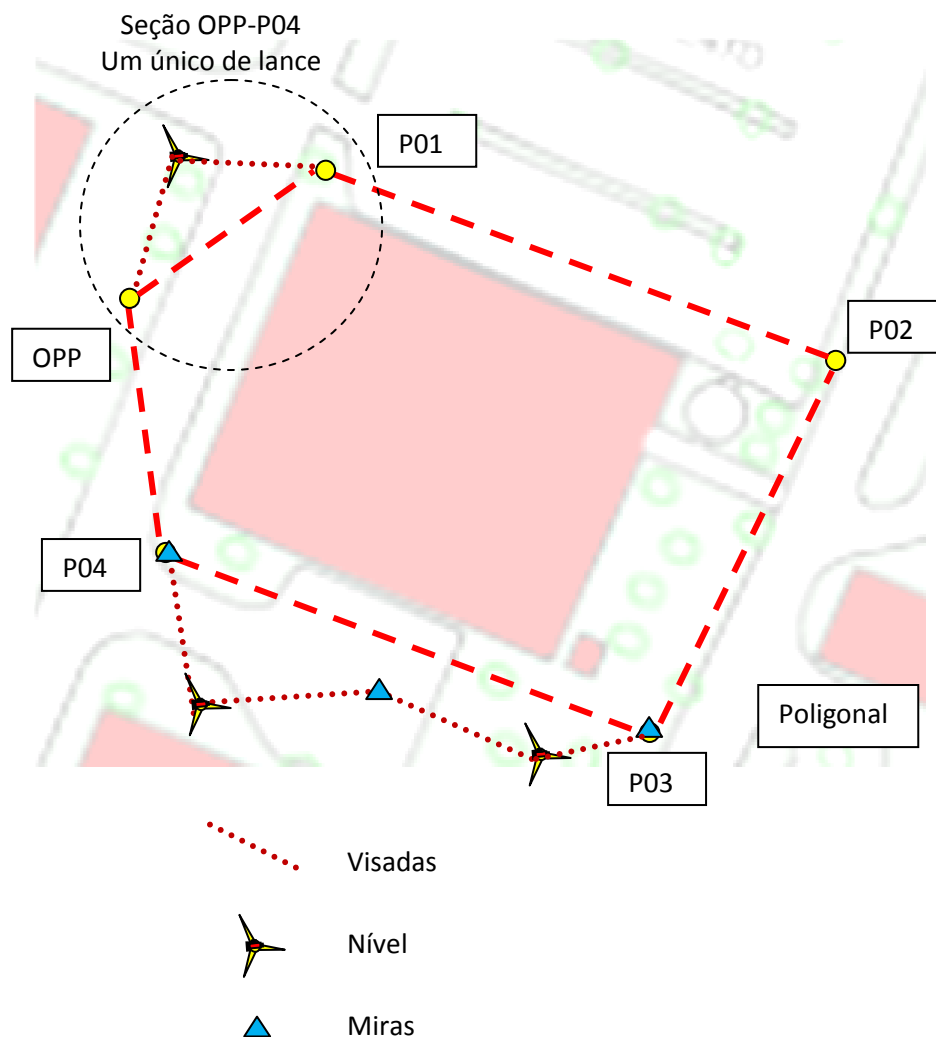
No posicionamento das miras, deverá ser respeitado o comprimento máximo do lance estabelecido pelos professores. A medida do comprimento do lance será realizada através da contagem de passos. O nível deverá se posicionado a igual distância entre as miras.

No processo de leitura da mira, devem ser lidos e anotados os fios estadimétricos superior e inferior e foi nivelador. Realizar a checagem da leitura do fio nivelador (médio) usando as leituras dos fios estadimétricos. **IMPORTANTE: o valor calculado é somente para verificação e não deve ser utilizado!** Caso exista uma diferença maior que 2mm entre o medido e calculado, refazer as leituras. **TODAS AS LEITURAS DEVEM SER ANOTADAS!**

Depois de realizada a leitura de vante, devem ser verificadas as distâncias (igualdade e comprimento do lance) e somente depois a mira de ré deve ser rotacionada para a leitura do novo lance. Deve ser dedicada especial atenção ao girar a mira de vante para não tirá-la da posição (não serão empregadas sapatas neste trabalho).

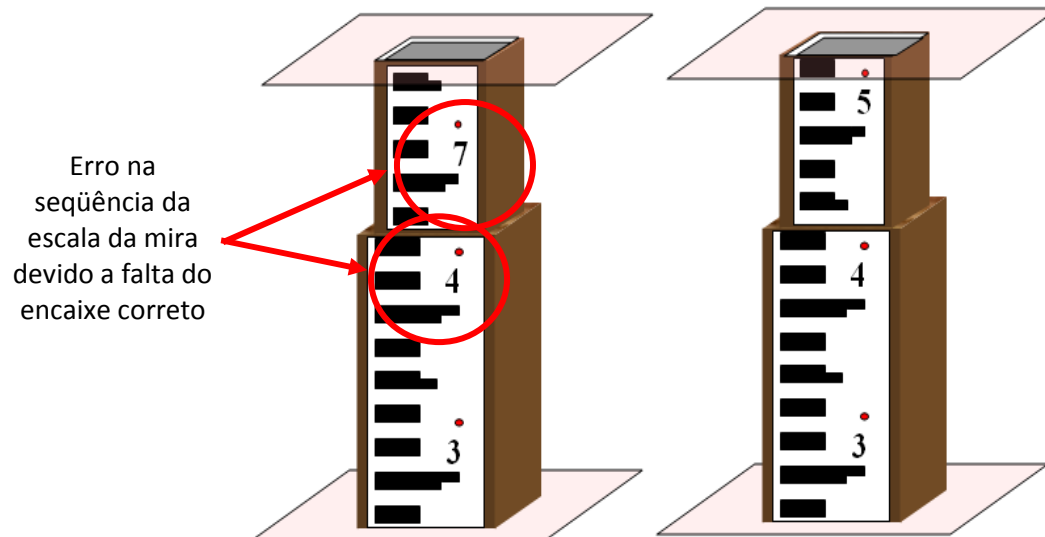
O contra-nivelamento é realizado da mesma maneira, não sendo necessário percorrer o mesmo caminho do nivelamento, bem como ter o mesmo número de lances;

O erro de fechamento da seção deve ser feito em campo;



ATENÇÃO:

- Não posicionar as miras ou o nível na rua e em entradas de estacionamentos;
- Cuidado para não bater com as miras em cabos aéreos de energia;
- As miras utilizadas são de extensão, cuidar para que estejam perfeitamente encaixadas, para evitar erros na leitura;



- Não esquecer de focalizar a imagem antes da leitura;
- As miras devem ser verticalizadas empregando-se níveis de cantoneira.

Prática de Campo

TRANSPORTE DE COORDENADAS PLANIMÉTRICAS ATRAVÉS DE POLIGONAÇÃO

Objetivo:

Realizar o transporte de coordenadas planimétricas (X e Y) a partir de dois pontos com coordenadas conhecidas através de uma poligonal aberta;

Capacitar o aluno no uso e operação de estações totais;

Capacitar o aluno nos procedimentos de medida de poligonais abertas em campo, com a realização de séries de observações e nos cálculos referentes ao transporte de coordenadas planas;

Iniciar o aluno no uso de programas para cálculos topográficos;

Material:

- Uma estação total;
- Dois bastões com prisma refletor;
- Cadernetas de poligonação;

Procedimento:

A partir de dois pontos com coordenadas conhecidas, deverá ser medida uma poligonal aberta até dois pontos da poligonal fechada que será utilizada para apoio ao levantamento de detalhes da área de estudo.

Não há limitação no comprimento de visada entre os pontos, devendo a equipe selecionar o melhor caminho até a sua área de trabalho.

Inicia-se o trabalho instalando-se o equipamento de medida (estação total) em um dos pontos com coordenadas conhecidas e fazendo a pontaria e leitura no outro ponto conhecido (estação Ré). Depois faz-se a pontaria e medida no ponto de vante selecionado pela equipe. Os pontos da poligonal de transporte devem ser bem definidos e materializados (não necessariamente com piquetes), pois os mesmos deverão ser ocupados com a estação e bastões.

Deverão ser realizadas 3 (três) séries de observação em cada ponto ocupado. **IMPORTANTE:** Para o transporte de coordenadas as observações deverão ser anotadas nas cadernetas e depois, na fase de processamento, serão digitadas no programa para cálculo topográfico;

A poligonal aberta deverá partir dos dois pontos conhecidos e chegar a dois pontos da poligonal (estacionado em um ponto da poligonal fechada e com visada no próximo pontos, conforme a figura a seguir).

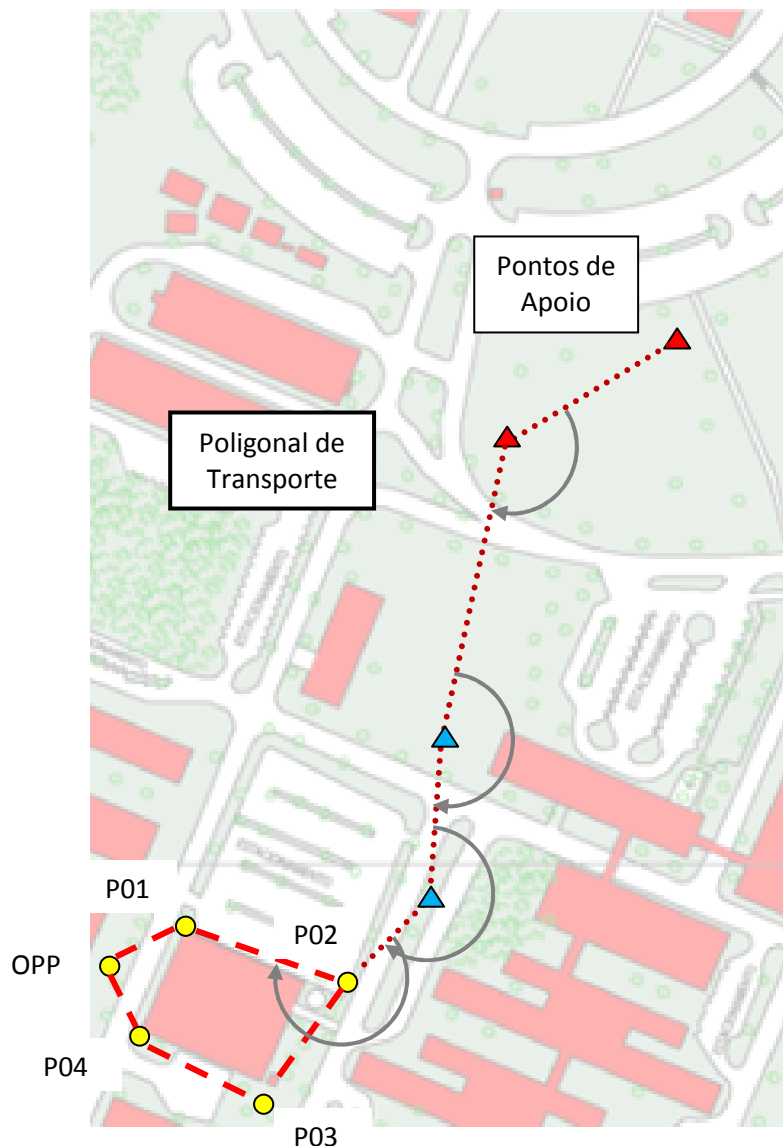


Figura 1 - Poligonal aberta.

No exemplo da figura acima, é necessária a ocupação do ponto P02 de a leitura da vante em uma direção da poligonal, pois sem a mesma, teríamos as coordenadas do ponto P02, porém não teríamos a orientação da poligonal fechada (figura 2).

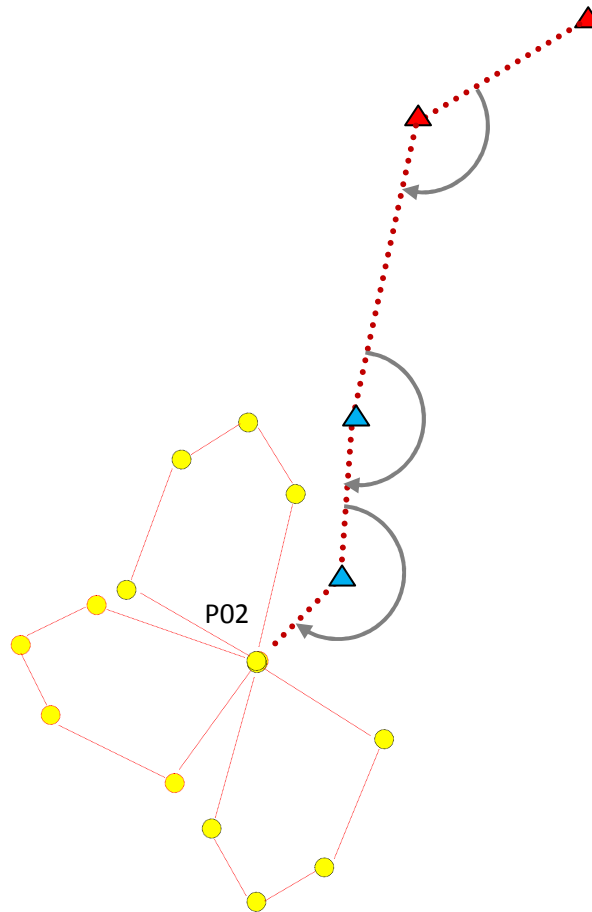


Figura 2 – Rotação da poligonal.

ATENÇÃO:

- Não marcar os pontos da poligonal em entradas de estacionamentos;
- Cuidado para não bater com os bastões em cabos aéreos de energia;
- Não é necessário mediar a altura do instrumento e nem do refletor, pois o transporte é planimétrico;
- Os cálculos serão realizados através de programa específico para cálculo topográfico.

Prática de Campo

LEVANTAMENTO PLANIALTIMÉTRICO

Objetivo:

Realizar o levantamento planialtimétrico de uma área, empregando-se poligonação (poligonal fechada) e irradiação tridimensional;

Capacitar o aluno nos procedimentos de medida de poligonais fechadas em campo, execução de irradiação tridimensional, bem como cálculos, ajustes e representação;

Capacitar o aluno no uso e operação de estações totais, com gravação dos dados em memória (levantamento semi-automatizado);

Iniciar o aluno no uso de programas para cálculos topográficos;

Material:

- Uma estação total;
- Um ou dois bastões com prisma refletores;
- Cadernetas para a elaboração de croqui;

Procedimento:

Neste levantamento será feito o levantamento da poligonal em conjunto com as irradiações. Será utilizado o método semi-automatizado, com gravação de todas as observações na memória do equipamento.

O primeiro passo é estacionar a estação total sobre um dos pontos da poligonal e realizar os procedimentos indicados no material **Operação Básica da Estação**.

IMPORTANTE:

- Não esquecer de medir a altura do instrumento e do sinal (refletor).
- Criar um novo arquivo no início dos trabalhos.
- Usar sempre a mesma estação total (anotar o número).
- Tomar especial cuidado com o nome dos pontos da Poligonal. Durante o processamento chamar o mesmo ponto de P01, P1 ou Po1 irá causar falhas, pois serão identificados como pontos diferentes.

Após a estação estar orientada inicia-se o levantamento. Será realizado inicialmente a medição do trecho da poligonal, com as visadas e Ré e Vante. O número de série será definido pelos professores.

Terminadas as séries, será iniciado o levantamento de detalhes por irradiação. Não será definido número mínimo de pontos a serem levantados, porém os alunos deverão fazer o levantamento mais completo possível. Deve ser feito o croqui em conjunto com este levantamento. Caso a altura do prisma seja alterada durante o levantamento, não esquecer de fazer a alteração na estação total, para que a mesma fique armazenada na estação.

Cerca de quinze minutos antes do término da aula, os alunos deverão ir ao Laboratório de Topografia e descarregar os dados da estação, os quais posteriormente serão disponibilizados na página do laboratório.

DADOS NÃO DESCARREGADOS NO DIA DA AULA PODERÃO SER SUMARIAMENTE APAGADOS DA ESTAÇÃO, ENTÃO É OBRIGAÇÃO DAS EQUIPES DESCARREGAR O EQUIPAMENTO NO FINAL DA AULA!

No laboratório será criada uma pasta identificada com o nome do professor e disciplina, e dentro desta haverá uma pasta com a identificação da equipe. Gravar os dados neste local.

ATENÇÃO:

- Cuidado para não bater com os bastões em cabos aéreos de energia;
- Cuidado ao realizar as medições próximas a ruas e entradas de estacionamento;
- Não usar o CELULAR enquanto está trabalhando em campo, principalmente próximos às vias de circulação.

CONSIDERAÇÕES SOBRE A METODOLOGIA SEMI-AUTOMATIZADA E O ARQUIVO BRUTO DE DADOS

Como visto, vamos utilizar a metodologia do levantamento semi-automatizado armazenado as observações na memória do equipamento e depois fazendo o processamento através de programas.

Durante a etapa de processamento é importante que o arquivo de dados esteja organizado de forma correta para que o programa possa entendê-lo e processá-lo. Iremos utilizar o formato POSIÇÃO⁴ para gravar nossos dados, em função do programa disponível no LATIN (Laboratório de Topografia Informatizada).

Entender o arquivo e seu formato permitirá a realização de ajustes quando necessários. Serão apresentados os problemas mais comuns nas aulas.

O arquivo gerado em campo terá o formato ASCII e se parecerá com a figura abaixo.

⁴ Os dados serão processados empregando-se a cópia deste programa gentilmente cedida ao LATIN/UFPR

Equipe 7 editado - Bloco de notas

Arquivo Editar Formatar Exibir Ajuda

OBRA: 7 OPERADOR: A DATA: 19/02/13 HORA: 21:06:54 INSTRUMENTO: TC407 NUMERO DE SERIE: 850721

EST: P03	HI= 1.584					E= 0.000	N= 0.000	H= 0.000		DATA: 19/02/13	HORA: 21:09:38
RE: P02	AZRE: 0.0000					E=	N=			DATA: 19/02/13	HORA: 21:14:45
COD: [RE]	[-----]	[-----]	[-----]	[-----]	[-----]	[-----]	[-----]	[-----]	[-----]		
PV: P02	HZ= 0.0000	VT= 91.3851	DI= 70.145	HP= 1.600	PPM= 19	MM= 0	E= 0.000	N= 70.116	H= -2.032	DATA: 19/02/13	HORA: 21:16:40
PV: P02	HZ=180.0003	VT=268.2102	DI= 70.139	HP= 1.600	PPM= 19	MM= 0	E= 0.001	N= 70.110	H= -2.035	DATA: 19/02/13	HORA: 21:19:57
COD: [VANTE]	[-----]	[-----]	[-----]	[-----]	[-----]	[-----]	[-----]	[-----]	[-----]		
PV: P04	HZ=251.1720	VT= 86.2946	DI= 28.177	HP= 1.600	PPM= 19	MM= 0	E= -26.637	N= -9.022	H= 1.706	DATA: 19/02/13	HORA: 21:22:07
PV: P04	HZ= 71.1744	VT=273.3020	DI= 28.175	HP= 1.600	PPM= 19	MM= 0	E= -26.637	N= -9.018	H= 1.707	DATA: 19/02/13	HORA: 21:24:09
COD: [RE]	[-----]	[-----]	[-----]	[-----]	[-----]	[-----]	[-----]	[-----]	[-----]		
PV: P02	HZ= 0.0017	VT= 91.3834	DI= 70.146	HP= 1.600	PPM= 19	MM= 0	E= 0.006	N= 70.117	H= -2.027	DATA: 19/02/13	HORA: 21:28:06
PV: P02	HZ=180.0010	VT=268.2124	DI= 70.146	HP= 1.600	PPM= 19	MM= 0	E= 0.004	N= 70.118	H= -2.027	DATA: 19/02/13	HORA: 21:29:22
COD: [VANTE]	[-----]	[-----]	[-----]	[-----]	[-----]	[-----]	[-----]	[-----]	[-----]		
PV: P04	HZ=251.1722	VT= 86.2926	DI= 28.181	HP= 1.600	PPM= 19	MM= 0	E= -26.642	N= -9.023	H= 1.709	DATA: 19/02/13	HORA: 21:31:37
PV: P04	HZ= 71.1726	VT=273.3009	DI= 28.180	HP= 1.600	PPM= 19	MM= 0	E= -26.641	N= -9.022	H= 1.706	DATA: 19/02/13	HORA: 21:33:03
COD: [Arvore]	[-----]	[-----]	[-----]	[-----]	[-----]	[-----]	[-----]	[-----]	[-----]		
PV: AR001	HZ=255.0809	VT= 86.2535	DI= 26.122	HP= 1.600	PPM= 19	MM= 0	E= -25.199	N= -6.688	H= 1.612	DATA: 19/02/13	HORA: 21:38:21
PV: AR002	HZ=250.2921	VT= 86.0538	DI= 20.215	HP= 1.600	PPM= 19	MM= 0	E= -19.010	N= -6.736	H= 1.361	DATA: 19/02/13	HORA: 21:38:49
PV: AR003	HZ=242.3218	VT= 85.5636	DI= 14.919	HP= 1.600	PPM= 19	MM= 0	E= -13.205	N= -6.863	H= 1.039	DATA: 19/02/13	HORA: 21:40:25
PV: AR004	HZ=230.4446	VT= 85.4838	DI= 9.400	HP= 1.600	PPM= 19	MM= 0	E= -7.259	N= -5.932	H= 0.671	DATA: 19/02/13	HORA: 21:40:57
PV: AR005	HZ=240.3918	VT= 86.2544	DI= 4.161	HP= 1.600	PPM= 19	MM= 0	E= -3.620	N= -2.035	H= 0.243	DATA: 19/02/13	HORA: 21:42:39
PV: AR006	HZ=325.4006	VT= 87.5308	DI= 3.498	HP= 1.600	PPM= 19	MM= 0	E= -1.971	N= 2.886	H= 0.113	DATA: 19/02/13	HORA: 21:43:15
PV: AR007	HZ=345.5619	VT= 91.5206	DI= 8.648	HP= 1.600	PPM= 19	MM= 0	E= -2.100	N= 8.385	H= -0.298	DATA: 19/02/13	HORA: 21:44:19
PV: AR008	HZ=351.1442	VT= 92.2546	DI= 13.509	HP= 1.600	PPM= 19	MM= 0	E= -2.054	N= 13.339	H= -0.589	DATA: 19/02/13	HORA: 21:44:35
PV: AR009	HZ=333.1250	VT= 93.4500	DI= 15.784	HP= 1.600	PPM= 19	MM= 0	E= -7.098	N= 14.060	H= -1.048	DATA: 19/02/13	HORA: 21:45:47

Cada linha e campo tem seu significado:

PV:0016	HZ=359.5955	VT= 86.4946	DI= 7.854	HP= 1.900	PPM= -0	MM= 0	E= 1000.000	N= 1007.842	H= 1000.004	DATA:06/09/11	HORA:10:47:35	Direção horizontal
PV:0016	HZ=359.5955	VT= 86.4946	DI= 7.854	HP= 1.900	PPM= -0	MM= 0	E= 1000.000	N= 1007.842	H= 1000.004	DATA:06/09/11	HORA:10:47:35	Ângulo Vertical
PV:0016	HZ=359.5955	VT= 86.4946	DI= 7.854	HP= 1.900	PPM= -0	MM= 0	E= 1000.000	N= 1007.842	H= 1000.004	DATA:06/09/11	HORA:10:47:35	Distância Inclinação
PV:0016	HZ=359.5955	VT= 86.4946	DI= 7.854	HP= 1.900	PPM= -0	MM= 0	E= 1000.000	N= 1007.842	H= 1000.004	DATA:06/09/11	HORA:10:47:35	Altura do Prisma
PV:0016	HZ=359.5955	VT= 86.4946	DI= 7.854	HP= 1.900	PPM= -0	MM= 0	E= 1000.000	N= 1007.842	H= 1000.004	DATA:06/09/11	HORA:10:47:35	PPM
PV:0016	HZ=359.5955	VT= 86.4946	DI= 7.854	HP= 1.900	PPM= -0	MM= 0	E= 1000.000	N= 1007.842	H= 1000.004	DATA:06/09/11	HORA:10:47:35	E(X),N,(Y) h(Z)

O arquivo apresenta uma formatação (espaçamento) que deve ser mantida. No exemplo a seguir o nome do ponto P3a foi substituído por P1 e assim diminui um caractere e todo o restante dos dados foi movido um caractere para a esquerda, saindo da formatação original.


```

COD:[RE ] [-----] [-----] [-----] [-----] [-----] [-----] [-----]
PV :P1      HZ=359.5645 VT= 89.5550 DI=  7.720 HP= 1.520 PPM= 36 MM=  0 E=  999.993 N=  1007.720 H= 1000.019  DATA:06/09/11 HORA:11:07:09
PV :P3a     HZ=179.5722 VT=270.0406 DI=  7.720 HP= 1.520 PPM= 36 MM=  0 E=  999.994 N=  1007.720 H= 1000.019  DATA:06/09/11 HORA:11:09:05
  
```

Alinhamento errado das informações

Depois Errado:

```

COD:[RE ] [-----] [-----] [-----] [-----] [-----] [-----] [-----]
PV :P1      HZ=359.5645 VT= 89.5550 DI=  7.720 HP= 1.520 PPM= 36 MM=  0 E=  999.993 N=  1007.720 H= 1000.019  DATA:06/09/11 HORA:11:07:09
PV :P1      HZ=179.5722 VT=270.0406 DI=  7.720 HP= 1.520 PPM= 36 MM=  0 E=  999.994 N=  1007.720 H= 1000.019  DATA:06/09/11 HORA:11:09:05
  
```

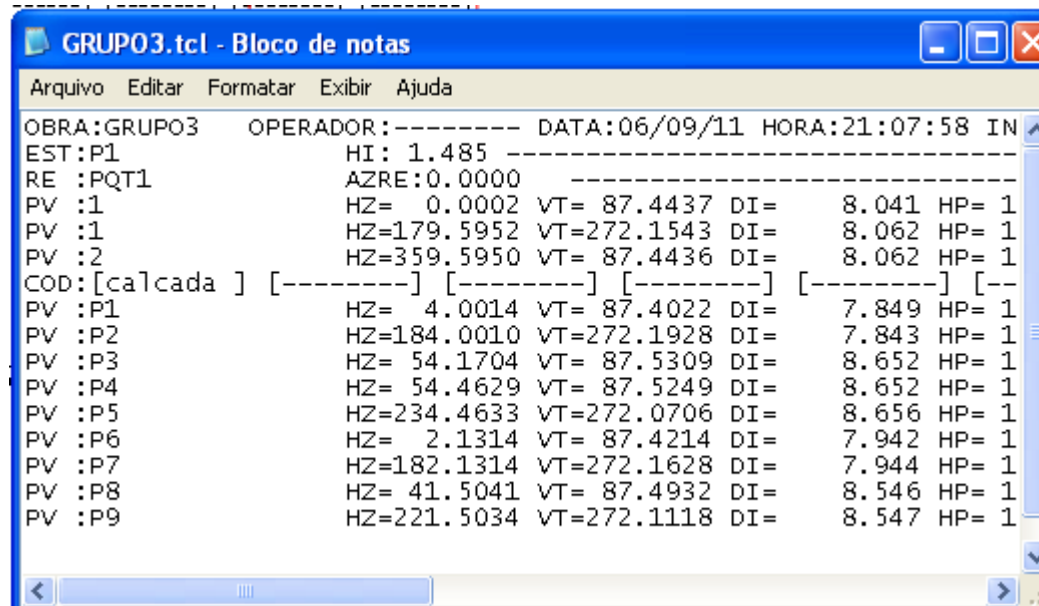
Alinhamento correto das informações

Depois Correto

```

COD:[RE ] [-----] [-----] [-----] [-----] [-----] [-----] [-----]
PV :P1      HZ=359.5645 VT= 89.5550 DI=  7.720 HP= 1.520 PPM= 36 MM=  0 E=  999.993 N=  1007.720 H= 1000.019  DATA:06/09/11 HORA:11:07:09
PV :P1      HZ=179.5722 VT=270.0406 DI=  7.720 HP= 1.520 PPM= 36 MM=  0 E=  999.994 N=  1007.720 H= 1000.019  DATA:06/09/11 HORA:11:09:05
  
```

Ao abrir o arquivo de vocês no bloco de nota a formatação fica bem visível).



```

GRUPO3.tcl - Bloco de notas
Arquivo  Editar  Formatar  Exibir  Ajuda
OBRA:GRUPO3  OPERADOR:-----  DATA:06/09/11  HORA:21:07:58  IN
EST:P1      HI: 1.485 -----
RE :PQT1    AZRE:0.0000 -----
PV :1      HZ=  0.0002 VT= 87.4437 DI=    8.041 HP= 1
PV :1      HZ=179.5952 VT=272.1543 DI=    8.062 HP= 1
PV :2      HZ=359.5950 VT= 87.4436 DI=    8.062 HP= 1
COD:[calcada ] [-----] [-----] [-----] [-----] [-----]
PV :P1      HZ=  4.0014 VT= 87.4022 DI=    7.849 HP= 1
PV :P2      HZ=184.0010 VT=272.1928 DI=    7.843 HP= 1
PV :P3      HZ= 54.1704 VT= 87.5309 DI=    8.652 HP= 1
PV :P4      HZ= 54.4629 VT= 87.5249 DI=    8.652 HP= 1
PV :P5      HZ=234.4633 VT=272.0706 DI=    8.656 HP= 1
PV :P6      HZ=  2.1314 VT= 87.4214 DI=    7.942 HP= 1
PV :P7      HZ=182.1314 VT=272.1628 DI=    7.944 HP= 1
PV :P8      HZ= 41.5041 VT= 87.4932 DI=    8.546 HP= 1
PV :P9      HZ=221.5034 VT=272.1118 DI=    8.547 HP= 1
  
```

Prestar atenção com os nomes dos pontos. Sempre que pontaria for feita no mesmo ponto o nome deve ser mantido. Não esquecer que a estação incrementa automaticamente o número do ponto. Na figura a seguir é ilustrado este item.

Campo:

```

OBRA:G8 OPERADOR:1 DATA:22/10/13 HORA:09:54:55 INSTRUMENTO:TC407 NUMERO DE SERIE:850940
EST:P1 HI: 1.590 ----- E= 0.000 N= 0.000 H= 0.000 DATA:22/10/13 HORA:10:04:29
RE :P4 AZRE:0.0000 ----- E=----- N=----- DATA:22/10/13 HORA:10:04:59
COD:[RE ] [-----] [-----] [-----] [-----] [-----] [-----] [-----]
PV :P4 HZ= 0.0001 VT= 88.0332 DI= 57.417 HP= 1.700 PPM= -0 MM= 0 E= 0.000 N= 57.384 H= 1.835 DATA:22/10/13 HORA:10:09:07
PV :P5 HZ=180.0010 VT=271.5628 DI= 57.406 HP= 1.700 PPM= -0 MM= 0 E= 0.003 N= 57.373 H= 1.835 DATA:22/10/13 HORA:10:10:15
COD:[VANTE ] [-----] [-----] [-----] [-----] [-----] [-----] [-----]
PV :P2 HZ=270.0951 VT= 90.4626 DI= 33.229 HP= 1.700 PPM= -0 MM= 0 E= -33.226 N= 0.095 H= -0.559 DATA:22/10/13 HORA:10:12:29
PV :P3 HZ= 90.0935 VT=269.1332 DI= 33.239 HP= 1.700 PPM= -0 MM= 0 E= -33.236 N= 0.093 H= -0.559 DATA:22/10/13 HORA:10:13:54

```

Correto:

```

OBRA:G8 OPERADOR:1 DATA:22/10/13 HORA:09:54:55 INSTRUMENTO:TC407 NUMERO DE SERIE:850940
EST:P1 HI: 1.590 ----- E= 0.000 N= 0.000 H= 0.000 DATA:22/10/13 HORA:10:04:29
RE :P4 AZRE:0.0000 ----- E=----- N=----- DATA:22/10/13 HORA:10:04:59
COD:[RE ] [-----] [-----] [-----] [-----] [-----] [-----] [-----]
PV :P4 HZ= 0.0001 VT= 88.0332 DI= 57.417 HP= 1.700 PPM= -0 MM= 0 E= 0.000 N= 57.384 H= 1.835 DATA:22/10/13 HORA:10:09:07
PV :P4 HZ=180.0010 VT=271.5628 DI= 57.406 HP= 1.700 PPM= -0 MM= 0 E= 0.003 N= 57.373 H= 1.835 DATA:22/10/13 HORA:10:10:15
COD:[VANTE ] [-----] [-----] [-----] [-----] [-----] [-----] [-----]
PV :P2 HZ=270.0951 VT= 90.4626 DI= 33.229 HP= 1.700 PPM= -0 MM= 0 E= -33.226 N= 0.095 H= -0.559 DATA:22/10/13 HORA:10:12:29
PV :P2 HZ= 90.0935 VT=269.1332 DI= 33.239 HP= 1.700 PPM= -0 MM= 0 E= -33.236 N= 0.093 H= -0.559 DATA:22/10/13 HORA:10:13:54

```

Duplicações de leituras podem ser identificadas. Neste caso pode-se editar o arquivo e eliminar a observação gravada duas vezes. **IMPORTANTE: na dúvida é melhor gravar duas vezes a não gravar e conseqüentemente não ter a observação. JAMAIS EDITAR O ARQUIVO E CRIAR UMA OBSERVAÇÃO QUE NÃO FOI GRAVADA. FALTOU ALGO, VOLTA PARA CAMPO MEDIR!**

```
PV :P02      HZ= 0.0000 VT= 91.3851 DI= 70.145 HP= 1.600 PPM= 19 MM= 0 E= 0.000 N= 70.116 H= -2.032 DATA:19/02/13 HORA:21:16:40
PV :P02      HZ=180.0003 VT=268.2102 DI= 70.139 HP= 1.600 PPM= 19 MM= 0 E= 0.001 N= 70.110 H= -2.035 DATA:19/02/13 HORA:21:19:57
PV :P02      HZ=180.0003 VT=268.2102 DI= 70.139 HP= 1.600 PPM= 19 MM= 0 E= 0.001 N= 70.110 H= -2.035 DATA:19/02/13 HORA:21:20:04
```

Exemplo de falta de gravação de observação (falta pontaria em PI na Ré):

```
COD:[RE ] [-----] [-----] [-----] [-----] [-----] [-----] [-----]
PV :P02      HZ= 0.0017 VT= 91.3834 DI= 70.146 HP= 1.600 PPM= 19 MM= 0 E= 0.006 N= 70.117 H= -2.027 DATA:19/02/13 HORA:21:28:06
COD:[VANTE ] [-----] [-----] [-----] [-----] [-----] [-----] [-----]
PV :P04      HZ=251.1722 VT= 86.2926 DI= 28.181 HP= 1.600 PPM= 19 MM= 0 E= -26.642 N= -9.023 H= 1.709 DATA:19/02/13 HORA:21:31:37
PV :P04      HZ= 71.1726 VT=273.3009 DI= 28.180 HP= 1.600 PPM= 19 MM= 0 E= -26.641 N= -9.022 H= 1.706 DATA:19/02/13 HORA:21:33:03
```

Duplicidade de leituras em PD (ao invés de PD e PI). É possível identificar se a leitura está em PD ou PI observando-se a leitura do ângulo zenital.

```
EST:P1      HI: 1.590 ----- E= 0.000 N= 0.000 H= 0.000 DATA:22/10/13 HORA:10:04:29
RE :P4      AZRE:0.0000 ----- E=----- N=----- DATA:22/10/13 HORA:10:04:59
COD:[RE ] [-----] [-----] [-----] [-----] [-----] [-----] [-----]
PV :P4      HZ= 0.0001 VT= 88.0332 DI= 57.417 HP= 1.700 PPM= -0 MM= 0 E= 0.000 N= 57.384 H= 1.835 DATA:22/10/13 HORA:10:09:07
PV :P4      HZ=180.0010 VT=271.5628 DI= 57.406 HP= 1.700 PPM= -0 MM= 0 E= 0.003 N= 57.373 H= 1.835 DATA:22/10/13 HORA:10:10:15
COD:[VANTE ] [-----] [-----] [-----] [-----] [-----] [-----] [-----]
PV :P2      HZ=269.2517 VT= 91.0614 DI= 49.820 HP= 1.700 PPM= 36 MM= 0 E= -49.809 N= -0.503 H= -1.045 DATA:22/10/13 HORA:10:15:30
PV :P2      HZ=269.2614 VT= 91.0624 DI= 49.818 HP= 1.700 PPM= 36 MM= 0 E= -49.807 N= -0.489 H= -1.047 DATA:22/10/13 HORA:10:18:57
```

Outros exemplos de problemas no levantamento:

```

OBRA::PREF OPERADOR:LUIZ DATA:06/09/11 HORA:10:15:43 INSTRUMENTO:TC407 NUMERO DE SERIE:850940
EST:01 HI: 1.430 ----- E= 1000.000 N= 1000.000 H= 1000.000 DATA:06/09/11 HORA:10:18:10
RE :03 AZRE:0.0000 ----- E=----- N=----- DATA:06/09/11 HORA:10:24:18
EST:01 HI: 1.430 ----- E= 1000.000 N= 1000.000 H= 1000.000 DATA:06/09/11 HORA:10:27:06 Acabou repetindo
RE :04 AZRE:0.0000 ----- E=----- N=----- DATA:06/09/11 HORA:10:30:51
COD:[RE ] [03 ] [0 ] [0 ] [0 ] [-----] [-----] [-----] [-----]
PV :03 HZ= 0.0002 VT= 87.0912 DI= 6.592 HP= 1.750 PPM= 0 MM= 0 E= 1000.000 N= 1006.584 H= 1000.007 DATA:06/09/11 HORA:10:39:53 (faltou a leitura em PI no ponto de ré)
COD:[VANTE ] [02 ] [0 ] [0 ] [0 ] [-----] [-----] [-----] [-----]
PV :02 HZ= 64.3709 VT= 87.4717 DI= 8.384 HP= 1.750 PPM= 0 MM= 0 E= 1007.569 N= 1003.591 H= 1000.004 DATA:06/09/11 HORA:10:51:34
PV :03 HZ= 69.1630 VT= 87.4714 DI= 8.380 HP= 1.750 PPM= 0 MM= 0 E= 1007.832 N= 1002.963 H= 1000.004 DATA:06/09/11 HORA:10:52:56 leitura a mais
PV :02 HZ=244.3656 VT=272.1239 DI= 8.385 HP= 1.750 PPM= 0 MM= 0 E= 1007.570 N= 1003.592 H= 1000.003 DATA:06/09/11 HORA:10:55:28

```

CADERNETAS

CADERNETA DE NIVELAMENTO GEOMÉTRICO

CADERNETA DE NIVELAMENTO
GEOMÉTRICO



Universidade Federal do Paraná
Setor de Ciências da Terra
Departamento de Geomática



Ponto Visado Mira Estação Transp	Leituras Estadiométricas		Fio Nivelador		Desnível R-V	Linha RN	IDA VOLTA	Nível Miras	
	Distância Ré	Ré	Vante	Distância Vante					Ré
						Operador	Data		
						Registrador	Hora início		
						Porta Miral ()	Hora término		
						Porta Miral ()	Tempo		
	Observações								
	Descrição da RN nº _____								
	Fotografia nº _____ Escala _____ em _____								
	Perfurada por _____								
	Croquis								
						Ida $\Delta H =$ _____			$\Delta H =$ _____
						Volta $\Delta H =$ _____			
						V-l = _____			

$R =$ _____ $(\Delta H) =$ _____ $(\Delta H) =$ _____
 Calculador: _____ $\Delta H =$ _____

CADERNETA DE NIVELAMENTO GEOMÉTRICO

CADERNETA DE NIVELAMENTO
GEOMÉTRICO



Universidade Federal do Paraná
Setor de Ciências da Terra
Departamento de Geomática



Ponto Visado Mira	Leituras Estadiométricas		Fio Nivelador		Desnível R-V	Linha RN	IDA VOLTA	Nível Miras
	Ré	Vante	Ré	vante				
Estação	Distância Ré	Distância Vante				Operador	Data	
Transp						Registrador	Hora Início	
						Porta Miral()	Hora término	
						Porta Miral()	Tempo	
						Observações		
						Descrição da RN nº		
						Fotografia nº	Escala	em
						Perfurada por		
						Croquis		
						Ida $\Delta H =$	$\Delta H =$	
						Volta $\Delta H =$		
						V-I =		

Ida $\Delta H =$
Volta $\Delta H =$
V-I =

(ΔH) =
 $\Delta H =$

(ΔH) =

R =

Calculador:

CADERNETA DE NIVELAMENTO GEOMÉTRICO

**CADERNETA DE NIVELAMENTO
GEOMÉTRICO**



Universidade Federal do Paraná
 Setor de Ciências da Terra
 Departamento de Geomática



Ponto Visado Mira Estação Transp	Leituras Estadiométricas		Fio Nivelador		Desnível R-V	Linha RN	IDA VOLTA	Nível Miras
	Distância Ré	Ré	Vante	Distância Vante				

Ida $\Delta H =$ _____
 Volta $\Delta H =$ _____
 $\Delta H =$ _____

(ΔH) = _____
 $\Delta H =$ _____

(ΔH) = _____
 $\Delta H =$ _____

R = _____
 Calculador: _____

Descrição da RN nº _____
 Observações _____
 Croquis _____
 Fotografia nº _____
 Perfurada por _____ em _____

CADERNETA DE NIVELAMENTO GEOMÉTRICO

CADERNETA DE NIVELAMENTO
GEOMÉTRICO



Universidade Federal do Paraná
Setor de Ciências da Terra
Departamento de Geomática



Ponto Visado Mira	Leituras Estadiométricas		Fio Nivelador		Desnível R-V	Linha RN	IDA VOLTA	Nível Miras
	Distância Ré	Ré	Vante	Distância Vante				
Estação Transp						Operador	Data	
						Registrador	Hora Início	
						Porta Mira()	Hora término	
						Porta Mira()	Tempo	
						Observações		
						Descrição da RN nº		
						Fotografia nº	Escala	em
						Perfurada por	Croquis	
						Ida $\Delta H =$	$\Delta H =$	
						Volta $\Delta H =$		
						V.I =		

Ida $\Delta H =$
Volta $\Delta H =$
V.I =

(ΔH) =
 $\Delta H =$

(ΔH) =

R =

Calculador: _____

CADERNETA DE NIVELAMENTO GEOMÉTRICO

CADERNETA DE NIVELAMENTO
 GEOMÉTRICO



Universidade Federal do Paraná
 Setor de Ciências da Terra
 Departamento de Geomática



Ponto	Leituras Estadiométricas	Fio Nivelador	Desnível R-V	Linha RN	IDA VOLTA	Nível Miras
Visado						
Mira						
Estação				Operador	Data	
Transp				Registrador	Hora Início	
				Porta Mira()	Hora término	
				Porta Mira()	Tempo	
				Observações		
				Descrição da RN nº _____		
					Fotografia nº _____ Escala _____ em _____	
				Croquis		
				Ida $\Delta H =$ _____ Volta $\Delta H =$ _____ V-I = _____		

$\Delta H =$ _____

Ida $\Delta H =$ _____
 Volta $\Delta H =$ _____
 V-I = _____

$(\Delta H) =$ _____

$(\Delta H) =$ _____

R = _____

Calculador: _____



ENGENHARIA CARTOGRÁFICA E DE AGRIMENSURA

Caderneta de Poligonização

Operador
 Data
 Ponto Ocupado
 Ré
 Vante

	Horizontal				Zenital				Distância	
	Rè	Vante	Ré	Vante	Rè	Vante	Ré	Vante	Ré	Vante
1 Série	0	"	0	"	"	0	"	"		
PD										
PI										
	Lr	Lv	Z _s	Z _v			Z _v			
2 Série	0	"	0	"	"	0	"	"		
PD										
PI										
	Lr	Lv	Z _s	Z _v			Z _v			
3 Série	0	"	0	"	"	0	"	"		
PD										
PI										
	Lr	Lv	Z _s	Z _v			Z _v			



ENGENHARIA CARTOGRÁFICA E DE AGRIMENSURA

Caderneta de Poligonização



Operador Data Ponto Ocupado Ré Vante

	Horizontal				Zenital				Distância	
	Ré	Vante	Ré	Vante	Ré	Vante	Ré	Vante	Ré	Vante
1 Série	0	"	0	"	0	"	0	"		
PD										
PI										
	Lr	Lv	Z ₁ ^o	Z ₂ ^o	Z ₁ ^o	Z ₂ ^o	Z ₁ ^o	Z ₂ ^o		
2 Série	0	"	0	"	0	"	0	"		
PD										
PI										
	Lr	Lv	Z ₁ ^o	Z ₂ ^o	Z ₁ ^o	Z ₂ ^o	Z ₁ ^o	Z ₂ ^o		
3 Série	0	"	0	"	0	"	0	"		
PD										
PI										
	Lr	Lv	Z ₁ ^o	Z ₂ ^o	Z ₁ ^o	Z ₂ ^o	Z ₁ ^o	Z ₂ ^o		



ENGENHARIA CARTOGRÁFICA E DE AGRIMENSURA

Caderno de Poligonização



Operator
 Date
 Ponto Ocupado
 Ré
 Vante

	Horizontal			Zenital			Distância	
	Ré	Vante		Ré	Vante		Ré	Vante
1 Série	0	"	0	"	0	"		
PD								
PI								
	Lr	Lv	Z _r	Z _v				
2 Série	0	"	0	"	0	"		
PD								
PI								
	Lr	Lv	Z _r	Z _v				
3 Série	0	"	0	"	0	"		
PD								
PI								
	Lr	Lv	Z _r	Z _v				



ENGENHARIA CARTOGRÁFICA E DE AGRIMENSURA

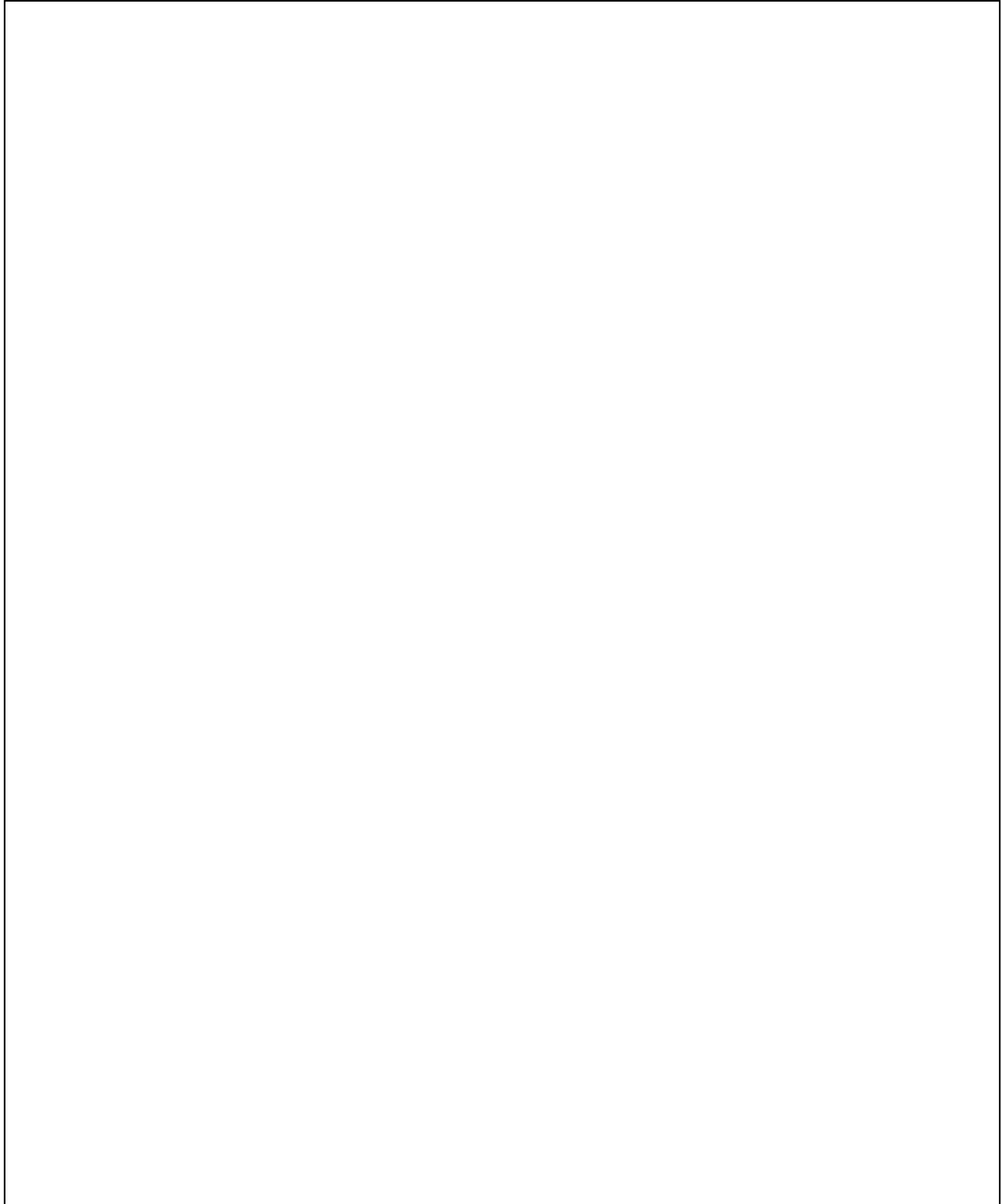
Caderneta de Poligonização

Operator
 Data
 Ponto Ocupado
 Ré
 Vante

	Horizontal			Zenital			Distância	
	Rè	Vante	Ré	Rè	Vante	Ré	Ré	Vante
1 Série	0	"	0	"	0	"	Ré	Vante
PD								
PI								
	Lr	Lv	Zº	Zº				
2 Série	0	"	0	"	0	"	Ré	Vante
PD								
PI								
	Lr	Lv	Zº	Zº				
3 Série	0	"	0	"	0	"	Ré	Vante
PD								
PI								
	Lr	Lv	Zº	Zº				

CROQUI

Operador: _____ data: _____ local: _____



CROQUI

Operador: _____ data: _____ local: _____

PROGRAMA DA DISCIPLINA E CALENDÁRIO

DISCIPLINA DE TOPOGRAFIA II - GA 101 ENGENHARIA CARTOGRÁFICA E DE AGRIMENSURA

DISCIPLINA

Procedimentos didáticos: Aulas teóricas de caráter expositivo e aulas práticas de campo.

Objetivos: Capacitar o aluno para a realização e análise de levantamentos topográficos altimétricos; interpolação, elaboração e uso de curvas topográficas e apresentar instrumental e conceitos referentes à topografia digital.

FORMA DE AVALIAÇÃO

Nota final = $(P1 + P2 + T)/3$

P1e P2: nota das provas

T : média final das notas dos trabalhos.

Cada falta em aula de campo corresponde a um desconto de 0,2 na nota do respectivo trabalho. Por exemplo, faltando na prática de terça-feira (3 aulas), o aluno terá descontado 0,6 pontos da nota obtida em seu trabalho.

(resolução 37/97 CEPE)

Art. 94 - Ressalvado o que dispõem os artigos 98 e 99 desta Resolução, o aluno será aprovado por média quando alcançar, no total do período letivo, **frequência mínima de setenta e cinco por cento (75%) da carga horária inerente à disciplina** (conforme elenco de disciplinas do departamento) e obtiver, no mínimo, grau numérico setenta (70) de média aritmética no conjunto de provas e outras tarefas realizadas pela disciplina.

Art. 95 - Os alunos que não obtiverem a média prevista no artigo anterior deverão prestar exame final, desde que alcancem a frequência mínima exigida e média não inferior a quarenta (40).

Art. 96 - No exame final serão aprovados na disciplina os que obtiverem grau numérico igual ou superior a cinquenta (50) na média aritmética entre o grau do exame final e a média do conjunto das avaliações realizadas.

BIBLIOGRAFIA PARA A DISCIPLINA DE TOPOGRAFIA II - 2006

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **NBR 13133: Execução de levantamento topográfico**. Rio de Janeiro, 1994. 35p.

BORGES, A. C. **Exercícios de Topografia**. São Paulo, Editora Edgard Blucher, 1994.

BORGES, A. C. **Topografia aplicada à Engenharia Civil**. São Paulo, Editora Edgard Blucher, 1994.

BRINKER, R. C; WOLF, P. R. **Elementary Surveying**. New York, Harper & Row, 1977. 568 p.

DOMINGUES, F. A. A. **Topografia e astronomia de posição para engenharia e arquitetura**. São Paulo, McGraw Hill, 1979.

ESPARTEL, L. **Curso de Topografia**. 9 ed. Rio de Janeiro, Globo, 1987.

SÃO JOÃO, S. C. **Topografia**. Curitiba, Universidade Federal do Paraná. 2003.

GARCIA, G. J.; PIEDADE, C. R. G. **Topografia aplicada às Ciências Agrárias**. São Paulo, Nobel, 1989.

LOCH, C.; CORDINI, J. **Topografia Contemporânea**. Florianópolis, Editora da UFSC, 1995.

NADAL, C. A. **Topografia: uma opção pra o cálculo de poligonais**. Curitiba, DAEC, UFPR, 1993, 40p.

VEIGA, L. A. K.; ZANETTI, M. A. Z.; FAGGION, P. L. **Fundamentos de Topografia**. Apostila. Curitiba, UFPR, 2007, 195p.

EMENTA DA DISCIPLINA

PLANO DE ENSINO
FICHA nº 1 (permanente)

Departamento: GEOMÁTICA				
Setor: Ciências da Terra				
Disciplina: Topografia II			Código: GA -101	
Natureza: Semestral				
Carga Horária:	Teóricas: 02	Práticas: 02	Total: 04	
Pré-requisito: Topografia I				
Co-requisito:				
Ementa:				
Altimetria. Nivelamento geométrico, trigonométrico e taqueométrico. Representação do relevo. Locação. Automação topográfica.				

PROGRAMA

A - Levantamento Planialtimétrico: Prática de Campo

B - Posicionamento Altimétrico

- **Definições:** vertical, superfície de referência, cota, altitude, diferença de nível, curvas de nível, declividade.
- **Considerações sobre a Terra plana:** efeito da curvatura na altimetria.
- **Métodos de determinação do desnível entre pontos**
- Nivelamento geométrico: conceito, equipamentos, métodos (visadas iguais, visadas extremas, visadas recíprocas, visadas equidistântes), erros (refração, curvatura terrestre, erro do eixo de colimação)
- Nivelamento Trigonométrico: conceitos, equipamentos, erro de verticalidade, lances curtos, lances longos .
- Representação do relevo: pontos cotados, curvas de nível (traçado, valores usuais), exemplo de uso, perfís e seções.
- **Prática:** Nivelamentos Geométrico, Trigonométrico, Interpolação e desenho de curvas de nível.

C - Topografia Digital

- **introdução**
- **diferenças x semelhanças**
- **revisão de equipamentos digitais:** teodolitos eletrônicos, distanciômetros, Estações Totais, níveis digitais.
- **métodos para armazenamento dos dados**
- **transferência dos dados**
- **processamento**
- **desenho automatizado**
- **modelagem digital de terrenos**

D - Locação

- locação topográfica
- caderneta de locação
- exercícios

CALENDÁRIO 2014

AGOSTO

SETEMBRO

OUTUBRO

NOVEMBRO

FINAL: dia 09 de dezembro

Seqüência das aulas de Topografia II

Podem haver alterações

Introdução

- importância da componente altimétrica
- a necessidade do 3D

Levantamento Semi-Automatizado

Cota

Altitude

- Altitude ortométrica
- Datum altimétrico Brasileiro
- Por que é importante
- RN/ RRNN
- **LEVAR PRUMO/TRENA E NÍVEL DE BOLHA**
- **TRABALHO – Busca de RN de onde nasceu**
- **Cota**

Desnível

Levantamento Topográfico Altimétrico

- definição ABNT
- Tipos principais
 - Geométrico
 - trigonométrico
 - Taqueométrico
- Outros tipos
 - Pressão
 - hidrostático

LEVAR A MANGUEIRA E SUCO

- Classe de Nivelamento de Acordo com a ABNT

a) Classe IN - nivelamento geométrico para implantação de referências de nível (RN) de apoio altimétrico.

b) Classe IIN - nivelamento geométrico para a determinação de altitudes ou cotas em pontos de segurança (Ps) e vértices de poligonais para levantamentos topográficos destinados a projetos básicos executivos e obras de engenharia.

c) Classe IIIN - Nivelamento trigonométrico para a determinação de altitudes ou cotas em poligonais de levantamento, levantamento de perfis para estudos preliminares e/ou de viabilidade de projetos.

d) Classe IVN - Nivelamento taqueométrico destinado a levantamento de perfis para estudos expeditos.

- Amostragem

Nivelamento Geométrico

- Conceito
- Níveis
 - eixos e funcionamento
 - precisões
- Miras

Leitura

Exercício de leitura das Miras

TRABALHO – LEITURA DE MIRAS

Métodos de Nivelamento Geométrico

Nivelamento Geométrico Método das Visadas Iguais

Visadas iguais

Lance – Seção – Circuito

Procedimento de Campo

EXERCÍCIO DE LANCES E CADERNETA

EXERCÍCIO DE TRANSPORTE

Nivelamento Geométrico Método das Visadas Extremas

Conceito

Exercício

EXERCÍCIO DE EXTREMAS

Nivelamento Geométrico Método das Visadas Eqüidistantes

Nivelamento Geométrico Método das Visadas Recíprocas

Nivelamento trigonométrico

Lance Longo

Lance Curto

EXERCÍCIO \

Locação

Levantamento Semi-automatizado

DISCIPLINA DE TOPOGRAFIA II - GA 101

TRABALHO PRÁTICO

1) OBJETIVO

1.1 – Levantamento Planialtimétrico Cadastral de uma área do Centro Politécnico.

2) LOCALIZAÇÃO DA ÁREA

2.1 – A área a ser levantada localiza-se no Centro Politécnico, Bairro Jardim das Américas, Curitiba, Paraná. A área de trabalho de cada equipe será determinada pelos professores (conforme anexo).

3) TRABALHOS A SEREM EFETUADOS E NORMAS A SEREM SEGUIDAS

3.1 – *Levantamento Planialtimétrico*

3.1.1 – Poligonal: Estabelecer uma poligonal fechada ao redor da área a ser levantada, materializando suas estações e determinando suas coordenadas e área pelo método de poligonização. Cada equipe terá uma área específica;

3.1.1.1 – Fechamento angular: $21'' (n)^{1/2}$ - seno n o número de pontos da poligonal;

3.1.1.2 – Fechamento linear: 1:5000;

3.1.2 – Transporte de coordenadas e orientação: Será realizado a partir de dois pontos com coordenadas conhecidas (que serão fornecidos pelos professores), através de uma poligonal aberta;

3.1.3 – Levantamento de detalhes: Será realizado empregando a técnica de irradiação, usando uma estação total com o uso de códigos e gravação dos dados medidos na memória da estação;

3.1.4 – A tolerância entre as Pontarias Horizontais Direta e Inversa será igual a 3 vezes a precisão nominal do equipamento.

3.2 – *Levantamento Altimétrico*

3.2.1 – Transporte de altitude e nivelamento da poligonal: Nivelamento Geométrico, métodos das visadas iguais, com seção dupla. O transporte de altitude deverá ser efetuado utilizando-se RN definida pelos professores.

3.2.1.1 – Tolerâncias: O erro de fechamento do nivelamento geométrico será de $30\text{mm} \cdot k^{1/2}$.

3.2.1.2 - A divergência entre a leitura do fio nivelador e o valor calculado empregando-se os fios estadimétricos deverá ser menor ou igual a 2 mm. A diferença entre as distâncias de ré e vante não poderá ser superior a 2m. Os lances terão comprimentos máximos de 50m.

3.2.4 – O transporte será executado empregando-se o Nível Digital. O nivelamento da poligonal de contorno será realizado empregando-se o nível automático.

3.2.3 – Densificação Altimétrica: Deverá ser utilizado o nivelamento trigonométrico associado ao Levantamento de Detalhes.

3.3 – Das anotações

3.3.1 - Excetuados os casos onde os dados serão gravados na memória das estações totais, em todos os demais é obrigatório o uso de cadernetas impressas para as anotações. A sua falta em campo acarretará em um desconto de 0,2 pontos na nota do respectivo trabalho.

3.3.2 – É obrigatória a execução de croqui durante o levantamento de detalhes.

4) APRESENTAÇÃO DOS TRABALHOS

4.1 – RELATÓRIOS PARCIAIS: deverão ser entregues em datas a serem determinadas:

- transporte de altitude para a poligonal e determinação das altitudes das estações da poligonal;
- transporte de coordenadas e azimute através de poligonal aberta;
- poligonal fechada;
- levantamento de detalhes e representação gráfica da área.

4.2 – Deverá ser entregue 1 (uma) cópia impressa e uma digital, seguindo as normas para apresentação de documentos científicos da UFPR , contendo obrigatoriamente os seguintes itens (MÍNIMO):

4.2.1 – Dados Gerais:

- Introdução (objeto e finalidade)
- Métodos e equipamentos utilizados
- período de execução
- localização
- equipe técnica e identificação dos responsáveis técnicos

4.2.2 – Metodologia:

- *Memorial* dos procedimentos de campo
- *Memorial de Cálculos*: contendo cadernetas e dados de campo, todos os cálculos, programas desenvolvidos, resultados e análise dos resultados.

4.2.3 – Representação Gráfica: Planta cadastral na escala 1:250, curvas de nível com equidistância de 1 m, **em formato padrão ABNT, em formato digital (DWG) e impresso.**

4.2.4 – Deverão constar no relatório todos os itens constante nas normas referentes a elaboração de trabalhos acadêmicos.

4.2.5 – A cópia de qualquer parte do relatório entre equipes (até mesmo capa), implicará em nota 0 (zero) para as equipes que tiverem o trabalho iguais.

4.2.6 – Para os relatórios referentes ao nivelamento geométrico, as cadernetas de campo deverão ser digitadas em planilha excell, implementando os cálculos nas mesmas.

5) PRAZO DE EXECUÇÃO

5.1 – Os trabalhos escritos deverão ser entregues na data previamente determinada.

6) FISCALIZAÇÃO TÉCNICA

6.1 – Os professores farão constantes fiscalizações e supervisões dos trabalhos e estarão revestidos de poderes para recusar ou sustar trabalhos que não tenham sido realizados de acordo com as normas descritas neste documento.

7) NOTAS E MULTAS

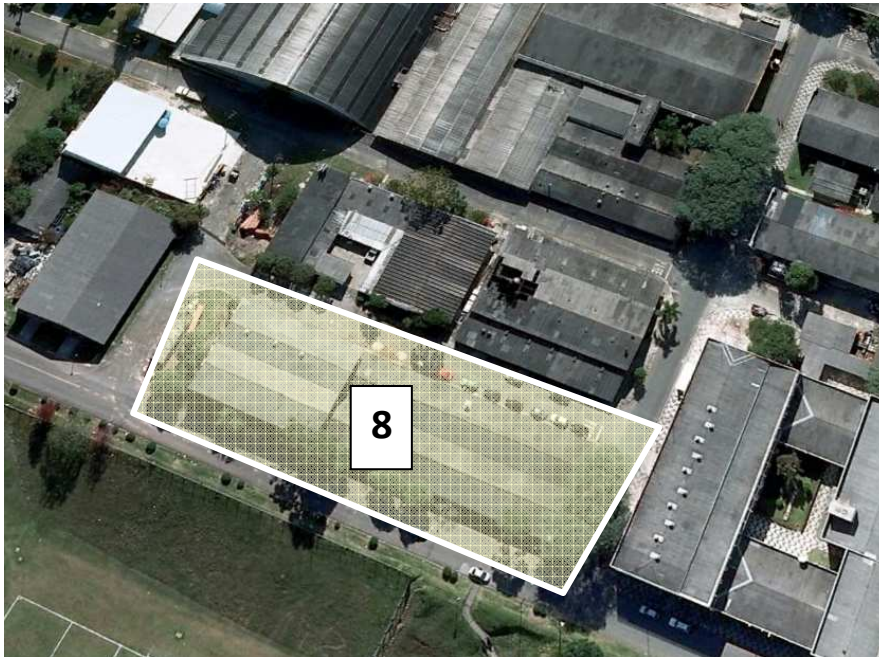
7.1 – A nota a ser conferida ao trabalho, pode variar de 0 (zero) até 100 (cem).

7.2 – Cada falta em aula de campo corresponde a um desconto de 0,2 na nota do respectivo trabalho. Por exemplo, faltando na prática de terça-feira (3 aulas), o aluno terá descontado 0,6 pontos da nota obtida em seu trabalho.

7.3 – Casos que não estejam especificados neste documento serão avaliados pelos professores.

8) DATA DE ENTREGA: Será determinada pelos professores.

Áreas de Trabalho de Cada Equipe





RRNN de partida para as equipes

