



CENTRO FEDERAL DE EDUCAÇÃO TECNOLÓGICA DE MINAS GERAIS
UNIDADE CURVELO
CURSO DE ENGENHARIA CIVIL
TOPOGRAFIA II

NOTAS DE AULAS

PRÁTICAS DE TOPOGRAFIA II

Elaboração:

Professora Juliana Reinert

Professora Rachel Gonçalves Braga

Professora Rachel Martini

Professora Tais Lorena Pereira da Silva

Estagiária Bárbara Ribeiro Costa

Estagiária Brenda Borges Reis

Estagiária Maria Luíza Barbosa dos Santos

Estagiária Maria Vitória dos Santos Fernandes

Estagiária Paula Marinho Ferreira

Estagiário Rafael Mendes Leal

Estagiária Renata Gonçalves da Silva

CURVELO

2017

	REV. 0	REV. 1	REV. 2	REV. 3	REV. 4	REV. 5	REV. 6	REV. 7	REV. 8
DATA	22/12/2017								
EXECUÇÃO	VITÓRIA/LUÍZA								
APROVAÇÃO	TAIS								

SUMÁRIO

1	ACESSÓRIOS DE MEDIÇÃO	4
1.1	BALIZA	4
1.2	MIRA FALANTE	4
1.3	NÍVEL DE CANTONEIRA	5
1.4	PRISMA REFLETOR	6
1.5	TRIPÉ	6
2	EQUIPAMENTOS DE MEDIÇÃO	7
2.1	ESTAÇÃO TOTAL	7
2.1.1	Detalhamento do aparelho	8
2.1.2	Utilização	11
2.1.3	Cuidados a serem tomados	12
2.2	GPS	12
2.2.1	GPS Geodésico	13
2.2.2	GPS de Navegação	14
2.3	NÍVEL	17
2.3.1	Detalhamento do Aparelho	18
2.3.2	Utilização	18
2.3.2	Cuidados a serem tomados	19
2.4	TRENA	19
2.5	CABO AGRIMENSOR	20
2.5.1	Utilização	20
2.6	TEODOLITO	21
2.6.1	Detalhamento do Aparelho	21
2.6.2	Utilização	23
2.6.3	Cuidados a serem tomados	24
3.	NIVELAMENTO GEOMÉTRICO	25
3.1	PRÁTICA – NIVELAMENTO GEOMÉTRICO SIMPLES	25
3.2	PRÁTICA – NIVELAMENTO GEOMÉTRICO COMPOSTO	29
4.	NIVELAMENTO TRIGONOMÉTRICO	33
5.	PRÁTICA – PONTOS COTADOS	35
5.1	PRÁTICA- PONTOS COTADOS COM GPS	35
5.2	PRÁTICA – PONTOS COTADOS COM NÍVEL	38

5.3	PRÁTICA – PONTOS COTADOS COM TEODOLITO	42
6.	CURVAS DE NÍVEL.....	46
6.1	PRÁTICA – CONSTRUÇÃO DE CURVAS DE NÍVEL.....	47
6.2	PRÁTICA – PERFIS A PARTIR DE CURVAS DE NÍVEL.....	47
6.3	PRÁTICA – DEFINIÇÃO DE CORTE E ATERRO	48
6.4	PRÁTICA – CÁLCULO DE VOLUME	49
7.	REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS	51

LISTA DE ILUSTRAÇÕES

Figura 1 - Baliza	4
Figura 2 - Mira Falante	5
Figura 3- Leitura da mira falante	5
Figura 4 - Nível de cantoneira	6
Figura 5- Prisma refletor.....	6
Figura 6 - Tripé.....	7
Figura 7 - Detalhamento Estação Total.....	8
Figura 8 - Teclado Estação Total	8
Figura 9- GPS Geodésico Topcon Modelo GR5	13
Figura 10- GPS Garmin 78s.....	14
Figura 11 - Telas de funções.....	16
Figura 12 - Tela do formato das unidades.....	16
Figura 13 - Tela do formato DATUM	17
Figura 14 - Detalhamento Nível Óptico	18
Figura 15- Trena de fibra de vidro	20
Figura 16 - Cabo Agrimensor	20
Figura 17 - Detalhamento do Teodolito	21
Figura 18 - Detalhamento do Teodolito	22
Figura 19 - Detalhamento do Teodolito	22
Figura 20- Nivelamento Geométrico.....	25
Figura 21- Levantamento Trigonométrico	33
Figura 22- Demarcação do Terreno por quadriculação.....	35
Figura 23- Verificação do alinhamento.....	36
Figura 24- Demarcação do Terreno por quadriculação.....	38
Figura 25- Verificação do alinhamento.....	40
Figura 26- Demarcação do Terreno por quadriculação.....	42



Figura 27-Verificação do alinhamento.....	44
Figura 28- Elaboração das curvas de nível	48
Figura 29-- Malha de pontos e representação das curvas de nível no terreno	50



LISTA DE TABELAS

Tabela 1- Comandos da Estação Total	9
Tabela 2 - Comandos da Estação Total	10
Tabela 3 – Símbolos do display	11
Tabela 4 - Comandos do GPS	14
Tabela 5 - Componentes do Nível Óptico	18

1 ACESSÓRIOS DE MEDIÇÃO

Os acessórios de medição são objetos que têm como função auxiliar durante um levantamento topográfico (planimétrico, altimétrico ou planialtimétrico).

1.1 Baliza

Este é um acessório pintado de branco e vermelho, que possui uma ponteira guarnecida de ferro. A baliza tem como função elevar o ponto topográfico, tornando-o visível para se fazer medições de distâncias horizontais ou nivelamentos geométricos. Para evitar erros, esta deve ficar verticalmente em cima do piquete.



Figura 1 - Baliza

1.2 Mira falante

São réguas graduadas que são colocadas verticalmente nos pontos a nivelar, o nível de cantoneira garante sua verticalidade. Sua menor célula gráfica é o cm. Os metros são indicados por pontos, números romanos ou algarismos arábicos.

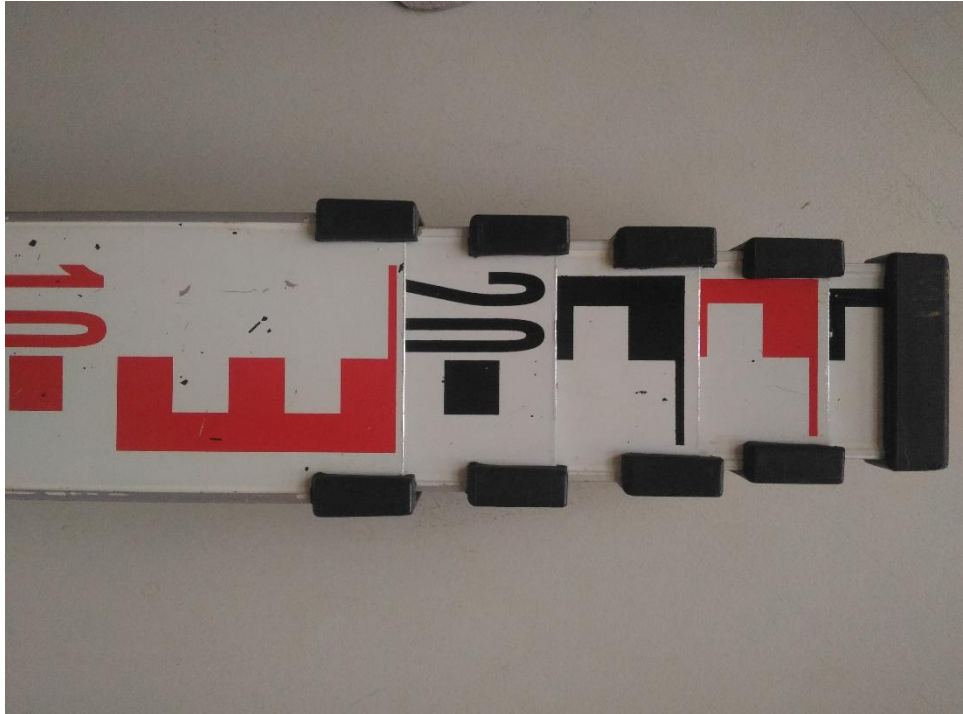


Figura 2 - Mira Falante



Figura 3- Leitura da mira falante

1.3 Nível de cantoneira

Acessório em forma de cantoneira, dotado de bolha circular, que permite a correta verticalização da baliza sobre o piquete ou alinhamento a se medir.



Figura 4 - Nível de cantoneira

1.4 Prisma refletor

O prisma refletor é formado por um prisma de vidro utilizado como refletor para o sinal EDM. Ele é um auxiliar durante um levantamento com a Estação Total, e é utilizado quando se deseja medir grandes distâncias, assim a precisão será maior.



Figura 5- Prisma refletor

1.5 Tripé

Acessório que permite a fixação de instrumentos como teodolito, nível e estação total em sua base. Possui pernas telescópicas, permitindo a instalação do instrumento em diversas alturas, com ponteiros guarnecidas de ferro.



Figura 6 – Tripé

2 EQUIPAMENTOS DE MEDIÇÃO

2.1 Estação Total

Capaz de medir ângulos horizontais e verticais, distâncias horizontais, verticais e inclinadas, além de exibir outras informações, tais como: condições do nivelamento do aparelho, número de pontos medidos, coordenadas UTM ou geográficas, altitude do ponto, altura do bastão e etc. A estação total também é considerada como um conjunto que incorporou o teodolito eletrônico e o distanciômetro em um único aparelho.

2.1.1 Detalhamento do aparelho



Figura 7 - Detalhamento Estação Total

2.1.1.1 Funções do teclado

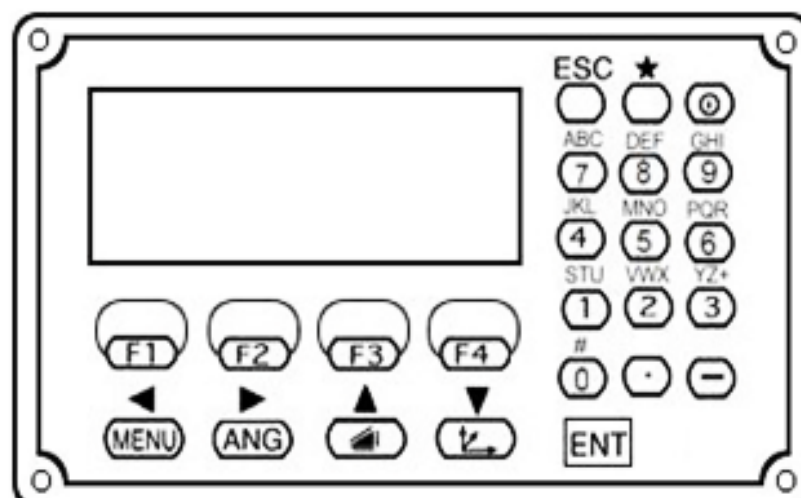


Figura 8 - Teclado Estação Total

Tabela 1- Comandos da Estação Total

Tecla	Nome da Tecla	Função
★	Tecla Estrela	<ul style="list-style-type: none"> ● Contraste do display ● Iluminação do display ● Compensador ● Ponto guia
	Tecla Medição por Coordenadas	Modo de medição de coordenadas.
	Tecla Medição de Distâncias	Modo de medição de distâncias
	Tecla Medição Angular	Modo de medição de ângulos
	Tecla Liga/Desliga	Liga e desliga o instrumento
	Tecla MENU	Entra no programa de coleta de dados, aplicativos e configuração
ESC	Tecla ESC	<ul style="list-style-type: none"> ● Retoma ao modo de medição ou ao MENU ● Escolhe o modo de COLETA DE DADOS ou modo de LOCAÇÃO diretamente a partir do modo de medição normal
ENT	Tecla ENTER	Introduzir dados
	Teclas especiais (Teclas de função)	Selecionam as funções de operação



















2.1.1.2 Funções da tecla estrela (★)

A tecla estrela possui sete funções, são elas:

- Ajuste do contraste do display
- Iluminação do display ON/OFF
- Seleciona o modo de medição com prisma ou sem prisma
- Ligar ou desligar o prumo laser


- Ligar ou desligar o Ponto Guia
- Configuração da correção do compensador
- S/A (Configuração do EDM)

Tabela 2 - Comandos da Estação Total

Tecla	Símbolo	Função
		Aumenta a intensidade do contraste do display
		Diminui a intensidade do contraste do display
		Modo com prisma
		Modo com superfície
		Modo fita
		Ponto guia desligado
		Ponto guia ligado
		Iluminação do display ON/OFF
		Compensador F1 para ligar e F3 para desligar. No modo LIG (ligado) o display mostra o valor da correção
		Prumo laser Aperte F1 para aumentar a intensidade e F2 para diminuir
		Nível de retorno do sinal EDM, correção atmosférica (PPM) e constante do prisma (PSM)

2.1.1.3 Símbolos do display

Tabela 3 – Símbolos do display

Display	Conteúdo
V	Ângulo vertical
AH	Ângulo horizontal à direita (horário)
HE	Ângulo horizontal à esquerda (anti-horário)
DH	Distância horizontal
DN	Distância vertical
DI	Distância inclinada
N	Coordenada N
E	Coordenada E
Z	Coordenada Z
*	Distanciômetro em operação
M	Metros
Ft	Pés
Fi	Pés e polegadas
	Comunicação Bluetooth. (Este símbolo aparecerá acima da indicação do nível da bateria quando a estação total se encontrar em um estado no qual ela poderá ser comunicada via Bluetooth)

2.1.2 Utilização

- Feche bem as travas do tripé;
- Separe as três pernas do tripé;
- Pise nas ponteiros para posicionar as pernas do tripé firmemente no chão;
- Solte as travas do tripé e ajuste sua altura,
- Deixe a base do tripé o mais horizontal possível;
- Coloque a estação total sobre a base;
- Utilize o parafuso preso à base do tripé para fixar o aparelho. Não solte o aparelho antes que este esteja bem fixo;



- Com o aparelho ainda desligado, gire os parafusos calantes até que a bolha de ar esteja centralizada com a marca do nível de bolha circular e tubular;
- Ligue o instrumento e comece a fazer a medição.

2.1.3 Cuidados a serem tomados

- Nunca vise o sol por meio da ocular;
- Cuidado com o laser do equipamento. O contato direto deste com os olhos pode causar cegueira;
- Não mergulhe o instrumento na água;
- Não suba nem sente no estojo de transporte;
- Sempre transporte o instrumento por sua alça;
- Quando transportar o instrumento, providencie alguma proteção para evitar risco de choque;
- Não segure a parte inferior do display;
- Não conecte ou desconecte o equipamento com as mãos molhadas. Há risco de choques elétricos;
- Não permita que sua pele ou suas roupas entrem em contato com ácido das baterias;
- Tenha certeza que o instrumento está fixado corretamente à base nivelante;
- As pontas do tripé podem ser perigosas, fique atento ao montar ou transportar o tripé;
- Verifique se os parafusos do tripé estão perfeitamente apertados para evitar queda do tripé e do instrumento;

2.2 GPS

GPS é um equipamento que permite obter a posição precisa e a localização geográfica de pontos em qualquer lugar da superfície terrestre por meio de satélites artificiais.

2.2.1 GPS GEODÉSICO

O GPS Geodésico trabalha com a Fase de Batimento da Onda Portadora e isto lhe garante uma precisão de poucos centímetros, dependendo da técnica de posicionamento utilizada - várias vezes maior que a de um GPS de navegação.

Esse equipamento permite programar previamente as configurações no escritório antes de ir para o trabalho de campo, facilitando andamento do serviço a ser executado. Feita a programação deve-se caminhar pelo campo com o GPS. Ao retornar para o escritório basta descarregar os dados levantados em um computador.



Figura 9- GPS Geodésico Topcon Modelo GR5

2.2.2 GPS DE NAVEGAÇÃO

2.2.2.1 Detalhamento do aparelho



Figura 10- GPS Garmin 78s



Tabela 4 - Comandos do GPS

Botão	Função
⏻	Liga e desliga o aparelho.
MENU	Abre o menu de opções da página atual. Quando pressionado duas vezes: abre o menu principal.
FIND	Abre o menu de pesquisa.
PAGE	Percorre as páginas principais.
QUIT	Cancela ou volta ao menu ou à página anterior
ENTER	Seleciona opções. Aceita mensagens.
+	Aumenta o zoom do mapa.
-	Diminui o zoom do mapa.



2.2.2.2 Utilização

2.2.2.2.1 Demarcando um ponto

- Insira as pilhas no GPS;
- Pressione o botão  para ligar o aparelho, solte-o somente quando aparecer a mensagem “GARMIN”;
- Pressione o botão PAGE até que a opção *Mapa* apareça no centro da tela;
- Na página *Mapa* o ícone de posição  aparecerá. Ele representa a sua localização no mapa, à medida que viaja o ícone de posição se move;
- Utilize o botão para cima e para baixo para colocar o cursor em cima do ícone posição;
- Clique no ENTER e veja as informações do ponto em que se encontra. As informações obtidas serão: Elevação (altitude), Distância, Localização S (longitude), Localização W (latitude). Caso deseje gravar este local, clique em MENU e em seguida clique no botão ENTER;
- Para ver os pontos de passagem gravados aperte duas vezes o botão MENU. Utilize o botão para baixo e aperte ENTER em Gestor de Pontos de Passagem (Gest. Pont. Pass.);
- Caso queira eliminar um ponto de passagem, vá ao menu principal, selecione Gestor de Pontos de Passagem e aperte ENTER. Selecione o ponto de passagem e clique no botão MENU. Uma série de opções surgirá, selecione a opção Eliminar e aperte o ENTER.

2.2.2.3 Configurações prévias

Este GPS GARMIN possui 06 telas principais, sendo estas: satélite, computador de viagem, mapa, bússola, altímetro e menu principal (conforme fig. 11). Para modificação das páginas teclar PAGE e para retornar a página anterior teclar QUIT.



Figura 11 - Telas de funções

Para configuração das unidades, ir para MENU PRINCIPAL, selecionar DEFINIÇÕES e depois a opção UNIDADES. No formato da posição define-se o tipo de coordenada. Para o sistema nacional de cartografia pode-se configurar em coordenadas métricas (UTM UPS) ou coordenadas geodésicas, definido por latitude e longitude. Este tem a opção de três formatos: graus decimais, graus e minutos decimais e graus, minutos e segundos.

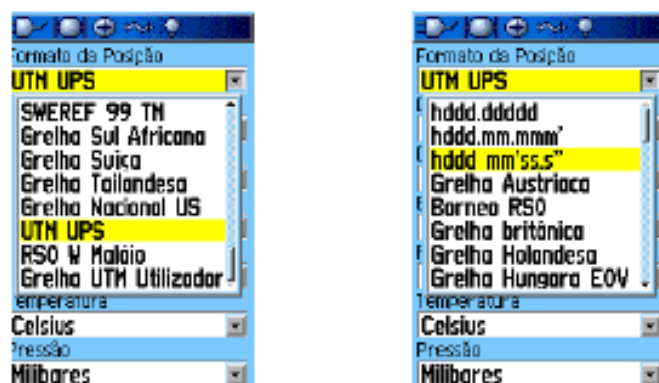


Figura 12 - Tela do formato das unidades

O DATUM refere-se ao modelo matemático teórico da representação da superfície da Terra ao nível do mar utilizado pelos cartógrafos. O datum global é o WGS 84,

mas para utilização de mapas mais antigos pode ser necessário a utilização do SAD 69.

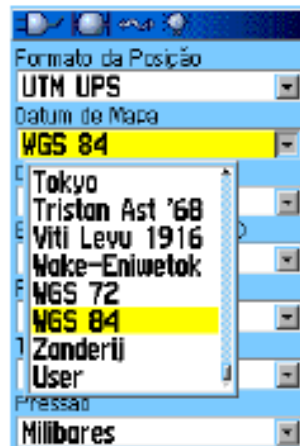


Figura 13 - Tela do formato DATUM

2.2.2.4 Cuidados a serem tomados

- Coloque a alça do GPS no pulso toda vez que for manuseá-lo;
- Jamais deixe o instrumento cair no chão. Altamente sensível;
- Não mergulhe o instrumento na água;
- Retire as pilhas do GPS após o uso.

2.3 Nível

Nível automático permite obter, com precisão, ângulos verticais e horizontais. Possui uma ocular graduada possibilitando a leitura dos fios superior, médio e inferior na mira falante. O equipamento é mais preciso para terrenos com desníveis de até quatro metros (4m).

2.3.1 Detalhamento do aparelho



Figura 14 - Detalhamento Nível Óptico

Tabela 5 - Componentes do Nível Óptico

1. Mira grosseira	6. Botão do auto-compensador
2. Botão de foco	7. Parafusos calantes
3. Espelho refletor	8. Parafuso de chamada horizontal
4. Ocular	9. Objetiva
5. Bolha Circular	10. Limbo horizontal

2.3.2 Utilização

- Feche bem as travas do tripé;
- Separe as três pernas do tripé. Dica: deixa uma perna bem afastada da outra, isto proporcionará um melhor equilíbrio do acessório;
- Pise nas ponteiros para posicionar as pernas do tripé firmemente no chão;
- Solte as travas do tripé e ajuste sua altura, de modo que, a ocular do aparelho fique no nível do olho do operador;
- Deixe a base do tripé o mais horizontal possível;
- Coloque o nível automático sobre a base;



- Utilize o parafuso preso à base do tripé para fixar o aparelho. Não solte o aparelho antes que este esteja bem fixo;
- Gire os parafusos calantes até que a bolha de ar esteja centralizada com a marca do nível de bolha circular.
- Gire o instrumento e verifique se a bolha se mantém no centro do nível para qualquer direção;
- Depois de feito, você se certificará que o aparelho está nivelado;
- Atendidos os passos anteriores, pode-se começar a medição.

2.3.2 Cuidados a serem tomados

- Nunca vise o sol por meio da ocular;
- Não mergulhe o instrumento na água;
- Não suba nem sente no estojo de transporte;
- As pontas do tripé podem ser perigosas, fique atento ao montar ou transportar o tripé;
- Verifique se os parafusos do tripé estão perfeitamente apertados para evitar queda do tripé e do instrumento;
- Tenha certeza que o instrumento está fixado corretamente à base nivelante.

2.4 Trena

Trena de fibra de vidro com vinte metros (20m) de comprimento, possui como menor unidade milímetro (1 mm). Comparando-a com a trena de lona, a trena de fibra de vidro se deforma pouco com a variação da temperatura.



Figura 15- Trena de fibra de vidro

2.5 Cabo agrimensor

Cabo Agrimensor, fabricado em fibra de vidro de alta resistência leve, flexível de 30 metros e com numeração impressa em ambos os lados, utilizado para qualquer tipo de medição inclusive medições de profundidade.



Figura 16 - Cabo Agrimensor

2.5.1 Utilização

Utilizados para medir distâncias em geral.

2.6 Teodolito

Instrumento ótico com precisão de 20", capaz de mensurar ângulos verticais e horizontais (internos e externos), a fim de determinar as distâncias horizontais da poligonal de interesse.

2.6.1 Detalhamento do aparelho



Figura 17 - Detalhamento do Teodolito

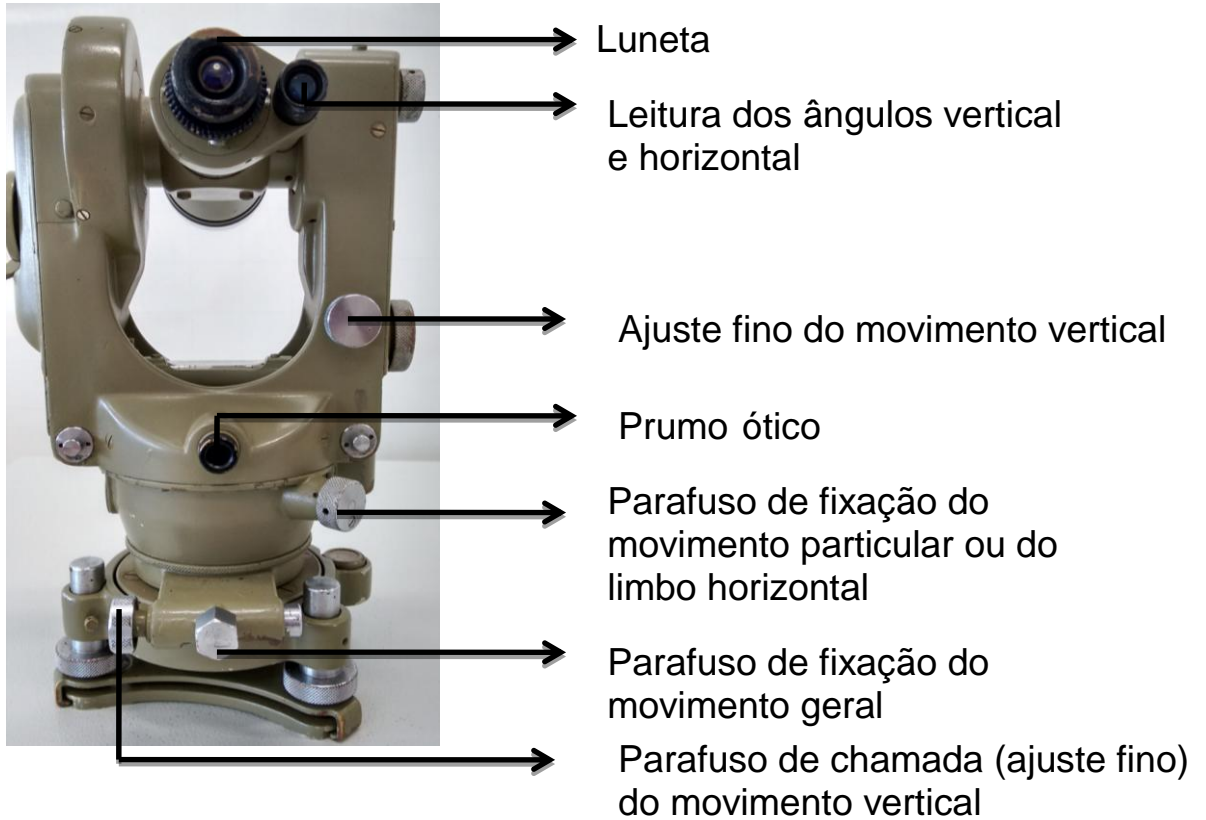


Figura 18 - Detalhamento do Teodolito

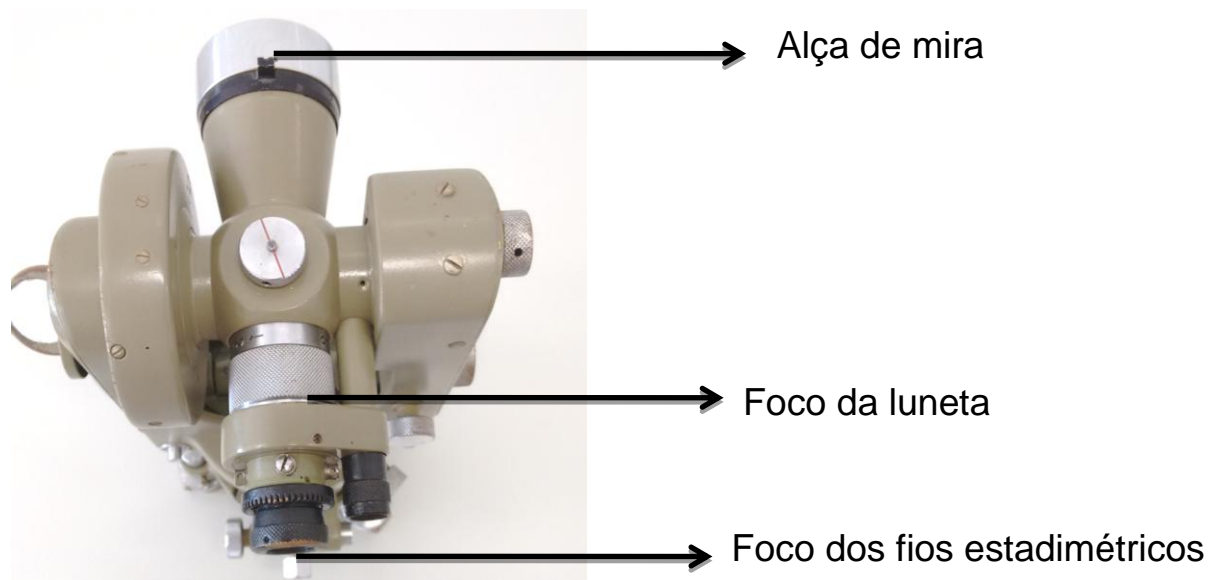


Figura 19 - Detalhamento do Teodolito



2.6.2 Utilização

- Feche bem as travas do tripé;
- Separe as três pernas do tripé. Dica: deixa uma perna bem afastada da outra, isto proporcionará um melhor equilíbrio do acessório;
- Pise nas ponteiros para posicionar as pernas do tripé firmemente no chão;
- Solte as travas do tripé e ajuste sua altura, de modo que, a ocular do aparelho fique no nível do olho do operador;
- Deixe a base do tripé o mais horizontal possível;
- Utilize o fio de prumo para deixar o centro da base do tripé o mais próximo do centro da base do piquete;
- Coloque sobre a base do tripé o teodolito. Procure coincidir a forma triangular do aparelho e da base;
- Utilize o parafuso preso à base do tripé para fixar o aparelho. Não solte o aparelho antes que este esteja bem fixo;
- Gire os parafusos calantes até que a bolha de ar esteja no centro do nível de bolha central.
- Gire o instrumento e verifique se a bolha se mantém no centro do nível para qualquer direção;
- Depois de feito, você se certificará que o aparelho está nivelado;
- Use o prumo ótico para verificar se o aparelho está centralizado no piquete (ponto que marca a primeira estação). Caso não esteja, fixe bem uma das pernas do tripé e levante as outras duas buscando a centralização. Se a bolha central estiver fora do eixo, nivele novamente;
- Alinhe o nível de bolha tubular paralelamente com dois parafusos calantes. Gire estes dois parafusos até a bolha estar no centro do tubo. Dica: gire estes dois calantes em direções opostas;
- Depois gire o aparelho a 90° e alinhe o nível de bolha tubular com o terceiro parafuso calante, gire-o até que a bolha esteja centralizada;
- Confirme, pelo prumo ótico, se o ponto topográfico está centralizado;
- Atendidos os passos anteriores, pode-se começar a medição.



2.6.3 Cuidados a serem tomados

- Nunca vise o sol por meio da luneta;
- Não mergulhe o instrumento na água;
- Não suba nem sente no estojo de transporte;
- O prumo mecânico pode causar um dano a uma pessoa caso o utilize incorretamente;
- As pontas do tripé podem ser perigosas, fique atento ao montar ou transportar o tripé;
- Verifique se os parafusos do tripé estão perfeitamente apertados para evitar queda do tripé e do instrumento;
- Tenha certeza que o instrumento está fixado corretamente à base nivelante.

3. NIVELAMENTO GEOMÉTRICO

No nivelamento geométrico os dados para as distâncias são obtidos por meio de visadas horizontais. Este tipo de levantamento subdivide-se em dois tipos: nivelamento geométrico simples e nivelamento geométrico composto.

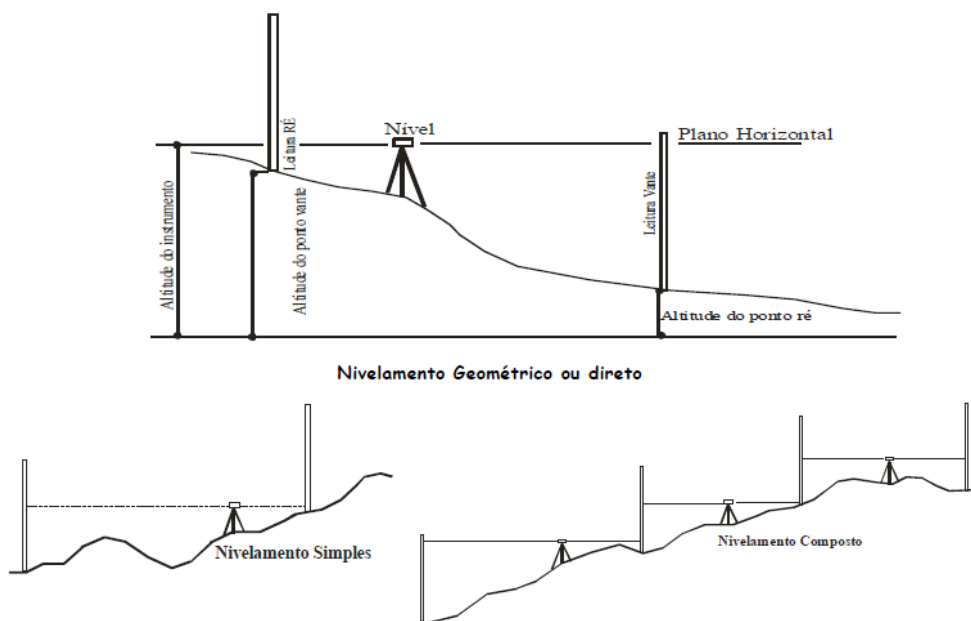


Figura 20- Nivelamento Geométrico

3.1 Prática – Nivelamento geométrico simples

O nivelamento geométrico simples é aplicado em terrenos relativamente planos.

Neste tipo de nivelamento, o instrumento é instalado em um ponto estratégico do terreno, de modo que ele fique equidistante aos pontos de nivelamento. Esse ponto estratégico servirá para materializar a única estação envolvida.

Por meio desta estação é que irão ser determinadas as diferenças de nível dos pontos a serem nivelados.



Após a leitura dos fios estadimétricos (FS, FM, FI) nos pontos de ré e vante, posteriormente, o desnível poderá ser calculado pela relação:

$$DN = FM_{ré} - FM_{vante}$$

Onde:

DN = desnível

$FM_{ré}$ = leitura do fio médio no ponto de ré

FM_{vante} = leitura do fio médio no ponto de vante

Se o valor de DN for positivo, significa que o terreno está em aclive (de ré para vante). Por outro lado, se o valor de DN for negativo, significa que o terreno está em declive (de ré para vante).

Local de realização da prática: CEFET-MG unidade Curvelo

Grupo 1: atrás do restaurante

Grupo 2: atrás do prédio administrativo

Grupo 3: atrás do prédio escolar

Materiais necessários:

- 01 nível automático;
- 01 tripé;
- 01 mira falante;
- 01 trena;
- 05 piquetes;
- 01 marreta;
- 01 caderneta de campo.

Resultados esperados pelo levantamento: relatório contendo o cálculo da diferença de nível entre os pontos, croqui e preenchimento da caderneta de campo.



Marcha:

1. Finque os cinco piquetes com espaçamento de 5m no solo com o auxílio da marreta.
2. Estacione e instale corretamente o nível a uma posição equidistante dos cinco pontos demarcados. Meça a altura do instrumento e anote este valor. OBS: Deixe a altura do instrumento a uma posição confortável para o membro mais baixo do grupo;
2. Faça as leituras dos fios stadimétricos sobre a mira verticalizada no primeiro ponto. Este ponto será o ponto de ré para os demais pontos. Anote estes valores lidos em sua caderneta;
3. Faça a leitura para os demais pontos (vante);
4. Após a leitura dos cinco pontos, retire os piquetes e finque-os do lado oposto aos pontos lidos anteriormente.
5. Repita o procedimento.



3.2 Prática – Nivelamento geométrico composto

O nivelamento geométrico pode ser realizado tanto ao longo de uma poligonal fechada quanto ao longo de uma poligonal aberta.

Este nivelamento, diferentemente do nivelamento simples, exige que o instrumento seja instalado mais de uma vez, ou seja, existirá mais de uma estação. Geralmente o nivelamento geométrico é feito em terrenos com desníveis acima de 5 metros (altura da mira falante).

O procedimento para este nivelamento ocorre com a instalação do equipamento equidistante aos pontos de ré e intermediário, logo depois, procede-se a leitura dos fios estadimétricos (FS, FM, FI) nos pontos em questão.

Logo após a leitura dos fios, o desnível parcial poderá ser calculado pela seguinte relação:

$$DN_{\text{parciais}} = FM_{\text{ré}} - FM_{\text{intermediário}}$$

Onde :

DN_{parciais} = desnível parcial

$FM_{\text{ré}}$ = leitura do fio médio no ponto de ré

$FM_{\text{intermediário}}$ = leitura do fio médio no ponto intermediário

Se o valor de DN for positivo, significa que o terreno está em aclave já se o valor de DN for negativo, significa que o terreno está em declive.

O valor do desnível total entre os pontos extremos será dado pelo somatório dos desníveis parciais:

$$DN = \sum DN_{\text{parcial}}$$



Local de realização da prática: CEFET – MG Unidade Curvelo

Grupo 1: atrás do restaurante

Grupo 2: atrás do prédio administrativo

Grupo 3: atrás do prédio escolar

Materiais necessários:

- 01 nível automático;
- 01 tripé;
- 01 mira falante;
- 01 trena;
- 05 piquetes;
- 01 marreta;
- 01 caderneta de campo.

Resultados esperados pelo levantamento: relatório contendo o preenchimento da caderneta de campo, croqui e cálculo das cotas.

Marcha

1. Finque os 5 piquetes no solo de acordo com o espaçamento determinado pelo professor.
2. Estacione e instale corretamente o nível a uma posição equidistante dos cinco pontos demarcados. Meça a altura do instrumento e anote este valor. OBS: Deixe a altura do instrumento a uma posição confortável para o membro mais baixo do grupo;
3. O primeiro ponto a ser lido terá uma cota já conhecida que foi determinada com o uso do GPS pelos estagiários, peça a eles a cota do ponto inicial e anote, pois, essa informação será essencial para a realização dos cálculos;



4. Posicione a mira falante no primeiro ponto e faça a leitura do fio médio, em seguida anote. Obs: essa será a leitura de ré e as demais serão vante;
5. Faça o máximo de leituras possíveis com o equipamento na mesma estação, mas quando isso não for mais possível mude-o de local e aplique a ideia do nivelamento composto.
6. Realize o mesmo procedimento de leitura para os demais pontos
7. Posteriormente, realize todos os cálculos necessários incluindo a cota em cada ponto.

FÓRMULAS IMPORTANTES

- $A_i = C + R\acute{E}$
- $C = A_i - VANTE$

A_i : altura do instrumento

C: Cota

4. NIVELAMENTO TRIGONOMÉTRICO

Neste nivelamento, são medidas as distâncias entre dois pontos (DH ou DI) e do ângulo de inclinação do terreno (ângulo vertical). A diferença de nível é determinada de forma indireta por meio de resoluções trigonométricas.

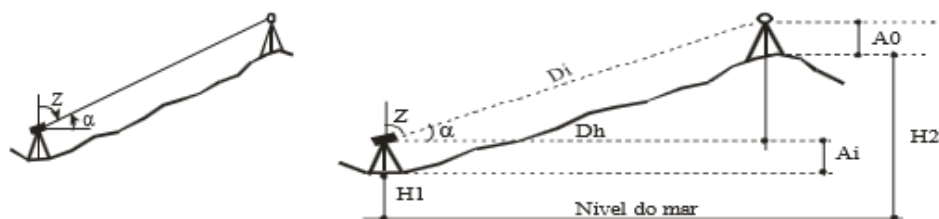


Figura 21- Levantamento Trigonométrico

Local de realização da prática: CEFET - MG Unidade Curvelo

Grupo 1: atrás do restaurante

Grupo 2: atrás do prédio administrativo

Grupo 3: atrás do prédio escolar

Materiais necessários (grupo):

- 01 teodolito ou estação total;
- 01 tripé;
- 01 trena;
- 01 marreta;
- 01 caderneta de campo.

Resultados esperados pelo levantamento: relatório contendo croqui, cálculo das distâncias horizontais e verticais e altura do ponto em relação ao solo.

Marcha:

1. Posicione o tripé em um local onde consiga visualizar o ponto inacessível e nivele o equipamento;
2. Meça a altura do instrumento e anote;



3. Se estiver usando o teodolito utilize a trena ou mira falante para determinar a distância horizontal do equipamento até o ponto visado e anote;
4. Verifique o ângulo vertical obtido entre o equipamento e o ponto visado no teodolito.

Obs: A estação total fornece todos os dados: ângulo vertical e horizontal, distância horizontal e inclinada.

5. Repita o mesmo procedimento para os demais pontos inacessíveis.
6. Faça o croqui e os cálculos.

Formulário

$$DN = DH \times \operatorname{tg} \alpha$$

$$H = DH \times \operatorname{tg} \alpha + i$$

i: altura do instrumento

CADERNETA DE CAMPO TEODOLITO

NIVELAMENTO TRIGONOMÉTRICO

PONTO INACESSÍVEL	ALTURA DO INSTRUM.	DISTÂNCIA HORIZONTAL	ÂNGULO VERTICAL

5. PRÁTICA – PONTOS COTADOS

Nesta prática, é realizada a demarcação de quadrículas para obtenção das cotas de cada ponto, possibilitando a criação das curvas de nível.

5.1 PRÁTICA – PONTOS COTADO COM GPS

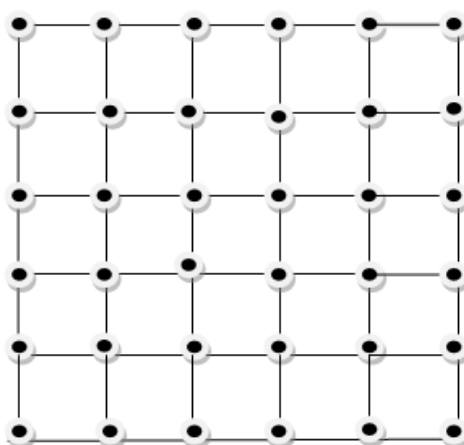


Figura 22- Demarcação do Terreno por quadriculação

Local de realização da prática: CEFET-MG Unidade Curvelo

Grupo 1: atrás do restaurante

Grupo 2 e 3: atrás do prédio escolar

Materiais necessários (grupo):

- 1 Mira
- Piquetes
- 1 Marreta
- 1 Trena
- 1 GPS
- 4 Baliza

Resultados esperados pelo levantamento: relatório contendo o preenchimento da caderneta de campo, croqui da prática, traçado das curvas de nível.

Marcha

1. Marque os quatro pontos do quadrado principal de dimensão 25x25m com as estacas e deixe-os fixos.
2. Comece a demarcação dos quadrados secundários, existentes dentro do quadrado principal, esses possuem dimensão 5x5m.
3. Após a marcação dos 25 quadrados secundários e 36 pontos existentes em todo quadrado principal, internos e externos, iniciar leitura das cotas de cada ponto com o GPS.
4. A partir da anotação dos resultados, realizar um croqui em escala do terreno demarcado, dos quadrados principais e secundários e escrever a altura respectiva em cada ponto.
5. Após escrever no desenho os resultados, traçar as curvas de nível unindo os desníveis de mesmo valor.

OBS 1: O número de estacas presentes no laboratório é insuficiente para demarcação de todos os 36 pontos pelos grupos, recomenda-se que mantenham quatro estacas fixas demarcando o quadrado principal e mova-se as estacas que demarcam os quadrados secundários internos ao quadrado principal.

OBS 2: Um bom método para alinhar as estacas é fazer o cálculo da diagonal do quadrado e verificar com a trena se a mesma se encontra no valor correto. Realizar um triângulo de lados 3 e 4 metros nas extremidades do quadrado se torna de grande ajuda pois a sua diagonal é conhecida, e equivale a 5 metros.

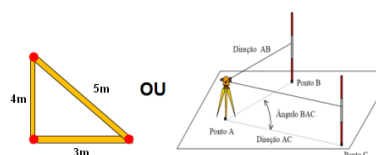


Figura 23- Verificação do alinhamento

5.2 PRÁTICA – PONTOS COTADOS COM NÍVEL

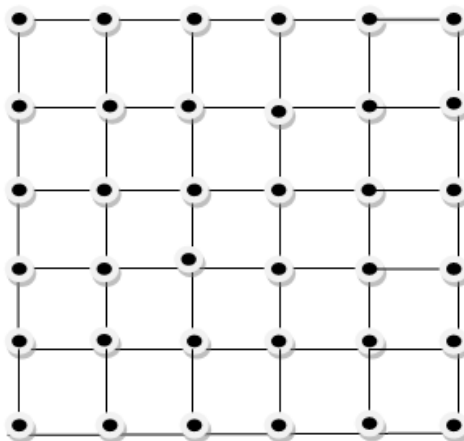


Figura 24-Demarcação do Terreno por quadriculação

Local de realização da prática: CEFET-MG Unidade Curvelo

Grupo 1: atrás do restaurante

Grupo 2 e 3: atrás do prédio escolar

Materiais necessários (grupo):

- 1 nível óptico
- 1 Mira
- Piquetes
- 1 Marreta
- 1 Trena
- 4 Baliza

Resultados esperados pelo levantamento: relatório contendo o preenchimento da caderneta de campo, croqui da prática, traçado das curvas de nível e comparação dos resultados obtidos com o GPS e nível.



Marcha

1. Marque os quatro pontos do quadrado principal de dimensão 25x25m com as estacas e deixe-os fixos.
2. Comece a demarcação dos quadrados secundários, existentes dentro do quadrado principal, esses possuem dimensão 5x5m.
3. Após a marcação dos 25 quadrados secundários e 36 pontos existentes em todo quadrado principal, internos e externos, pegar a cota do primeiro ponto e iniciar a medição das alturas com o nível.
4. É recomendado posicionar o equipamento em um local onde se consiga fazer a leitura de todos os pontos demarcados evitando trocá-lo de lugar.
5. Usar o valor do fio médio como referência de altura, fazendo a leitura do fio médio em todos os 36 pontos demarcados.
6. Após a leitura do fio médio em cada ponto, escrever os resultados na sua caderneta de campo.
7. A partir da anotação dos resultados, realizar um croqui em escala do terreno demarcado, dos quadrados principais e secundários e escrever a altura respectiva em cada ponto.
8. Após escrever no desenho os resultados, traçar as curvas de nível unindo os desníveis de mesmo valor.

OBS 1: O número de estacas presentes no laboratório é insuficiente para demarcação de todos os 36 pontos pelos grupos, recomenda-se que mantenham quatro estacas fixas demarcando o quadrado principal e mova-se as estacas que demarcam os quadrados secundários internos ao quadrado principal.

OBS 2: Um bom método para alinhar as estacas é fazer o cálculo da diagonal do quadrado e verificar com a trena se a mesma se encontra no valor correto. Realizar um triângulo de lados 3 e 4 metros nas extremidades do quadrado se torna de grande ajuda pois a sua diagonal é conhecida, e equivale a 5 metros.

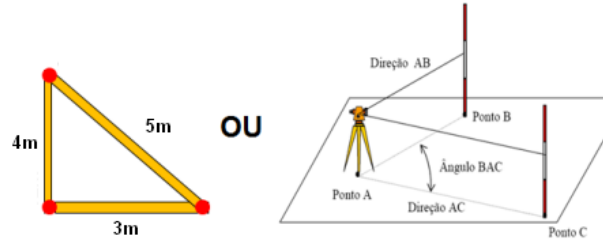


Figura 25-Verificação do alinhamento



CENTRO FEDERAL DE EDUCAÇÃO TECNOLÓGICA DE MINAS GERAIS
UNIDADE CURVELO
CURSO DE ENGENHARIA CIVIL
TOPOGRAFIA II

CADERNETA DE CAMPO

PONTOS COTADOS COM NÍVEL

ESTAÇÕES	ALTURA DO INSTRUMENTO	PONTOS	FIO MÉDIO	COTAS

5.3 PRÁTICA – PONTOS COTADOS COM TEODOLITO

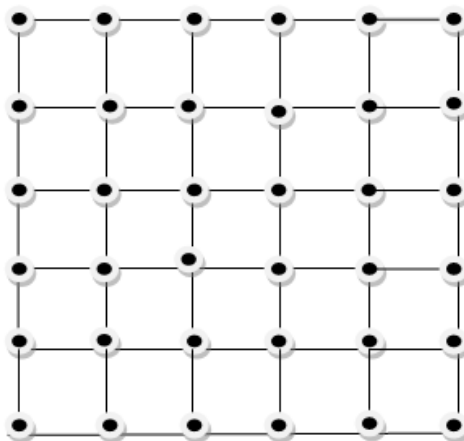


Figura 26-Demarcção do Terreno por quadriculação

Local de realização da prática: CEFET-MG Unidade Curvelo

Grupo 1: atrás do restaurante

Grupo 2 e 3: atrás do prédio escolar

Materiais necessários (grupo):

- 1 teodolito
- GPS
- 1 Mira
- Piquetes
- 1 Marreta
- 1 Trena
- 4 Baliza

Resultados esperados pelo levantamento: relatório contendo o preenchimento da caderneta de campo, croqui da prática, traçado das curvas de nível e comparação dos resultados obtidos com o GPS, nível e teodolito.



Marcha

1. Marque os quatro pontos do quadrado principal de dimensão 25x25m com as estacas e deixe-os fixos.
2. Comece a demarcação dos quadrados secundários, existentes dentro do quadrado principal, esses possuem dimensão 5x5m.
3. Após a marcação dos 25 quadrados secundários e 36 pontos existentes em todo quadrado principal, internos e externos, pegar a cota inicial com GPS e iniciar a medição das alturas com o teodolito.
4. É recomendado posicionar o equipamento, em um local onde se consiga fazer a leitura de todos os pontos demarcados evitando trocá-lo de lugar.
5. Usar o valor do fio médio como referência de altura, fazendo a leitura do fio médio em todos os 36 pontos demarcados.
6. Após a leitura do fio médio em cada ponto, escrever os resultados na sua caderneta de campo.
7. A partir da anotação dos resultados, realizar um croqui em escala do terreno demarcado, dos quadrados principais e secundários e escrever a altura respectiva em cada ponto.
8. Após escrever no desenho os resultados, traçar as curvas de nível unindo os desníveis de mesmo valor.

OBS 1: O número de estacas presentes no laboratório é insuficiente para demarcação de todos os 36 pontos pelos grupos, recomenda-se que mantenham quatro estacas fixas demarcando o quadrado principal e mova-se as estacas que demarcam os quadrados secundários internos ao quadrado principal.

OBS 2: Um bom método para alinhar as estacas é fazer o cálculo da diagonal do quadrado e verificar com a trena se a mesma se encontra no valor correto. Realizar um triângulo de lados 3 e 4 metros nas extremidades do quadrado se torna de grande ajuda pois a sua diagonal é conhecida, e equivale a 5 metros.

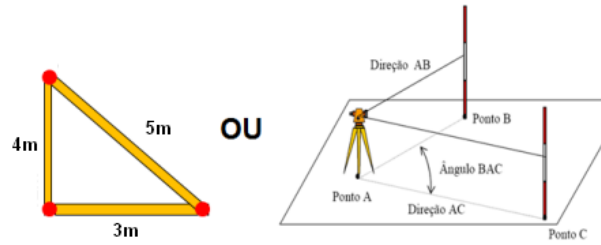


Figura 27-Verificação do alinhamento



CENTRO FEDERAL DE EDUCAÇÃO TECNOLÓGICA DE MINAS GERAIS
 UNIDADE CURVELO
 CURSO DE ENGENHARIA CIVIL
 TOPOGRAFIA II

CADERNETA DE CAMPO

PONTOS COTADOS COM TEODOLITO

ESTAÇÕES	ALTURA DO INSTRUMENTO	PONTOS	FIO MÉDIO	COTAS



6. CURVAS DE NÍVEL

Independente do método a ser empregado em campo, durante um levantamento altimétrico destinado a obtenção de altitudes/cotas para representação do terreno, a escolha dos pontos é fundamental para a melhor representação do mesmo. Os pontos levantados são representados pelas balizas. Apresentam-se também as respectivas curvas de nível obtidas a partir de cada conjunto de amostras.

“As curvas de nível devem ser traçadas a partir dos pontos notáveis definidores do relevo, passando pelas interpolações controladas nas altitudes ou cotas entre pontos de detalhe. As curvas-mestras, espaçadas de cinco em cinco curvas, devem ser reforçadas e cotadas. No caso de haver poucas curvas-mestras, as intermediárias também devem ser cotadas.” ABNT (1994, p.11)

Perfis transversais: são cortes verticais do terreno ao longo de uma determinada linha. Um perfil transversal é obtido a partir da interseção de um plano vertical com o terreno. É de grande utilidade em engenharia, principalmente no estudo do traçado de estradas.

Algumas regras básicas a serem observadas no traçado das curvas de nível:

- As curvas de nível são "lisas", ou seja, não apresentam cantos;
- Duas curvas de nível nunca se cruzam;
- Duas curvas de nível nunca se encontram e continuam em uma só;
- Quanto mais próximas entre si, mais inclinado é o terreno que representam.



6.1 Prática – Construção de curvas de nível

Local de realização da prática: Laboratório de topografia

Materiais necessários:

- 01 folha de papel manteiga;
- 01 régua;
- 01 esquadro;
- 01 escalímetro;
- Material para confecção da maquete.

Resultados esperados: Confecção de maquete.

Marcha:

1. definir a malha de pontos;
2. determinar a cota ou altitude de todos os pontos da malha;
3. interpolar os pontos por onde passarão as curvas de nível;
4. desenhar as curvas.

6.2 Prática – Perfis a partir de curvas de nível

Local de realização da prática: Laboratório de topografia

Materiais necessários:

- 01 folha de papel quadriculado;
- 01 régua;
- 01 esquadro;
- 01 escalímetro.

Resultados esperados pelo levantamento: Desenho do perfil transversal e longitudinal.

Marcha:

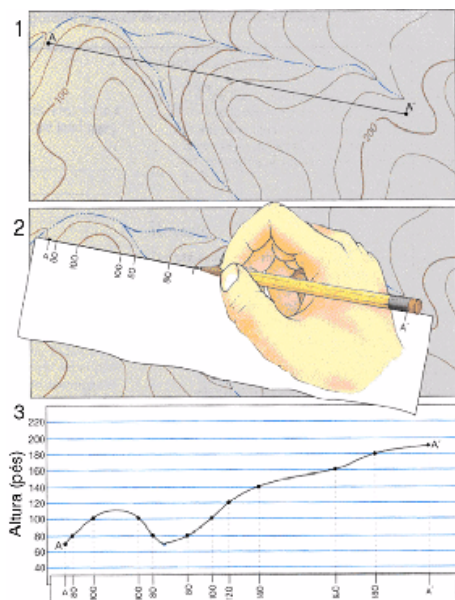


Figura 28- Elaboração das curvas de nível

1. Definir a posição dos perfis na planta;
2. Indicar no papel quadriculado os pontos de interseção das curvas com o perfil definido;
3. Representar no eixo X o comprimento do perfil e no eixo Y as altitudes de cada ponto identificado;
4. Traçar o perfil em escala.

6.3 Prática – Definição de corte e aterro

Local de realização da prática: Laboratório de topografia

Materiais necessários:

- Resultados da prática 3.1.1;
- 01 régua;
- 01 esquadro;
- 01 escalímetro;
- Papel quadriculado.

Resultados esperados pelo levantamento: Definição de corte e aterro.

Marcha:

1. Desenhar o perfil do terreno conforme prática 3.1.1;
2. Definir condições ótimas de CORTE e ATERRO para o terreno.
3. Preencher a tabela.



Pontos	Cotas	Cota definida	Corte	Aterro

6.4 Prática – Cálculo de volume

Local de realização da prática: Laboratório de topografia

Materiais necessários:

- 01 calculadora;
- 01 régua.

Resultados esperados pelo levantamento: Definição do cálculo de volume de corte e aterro.

Marcha:

1. definir a malha de pontos;
2. determinar a cota ou altitude de todos os pontos da malha;
3. interpolar os pontos por onde passarão as curvas de nível;
4. desenhar as curvas.

Distância (m)	Cota Terreno	Cota h	CT-h	Corte/Aterro

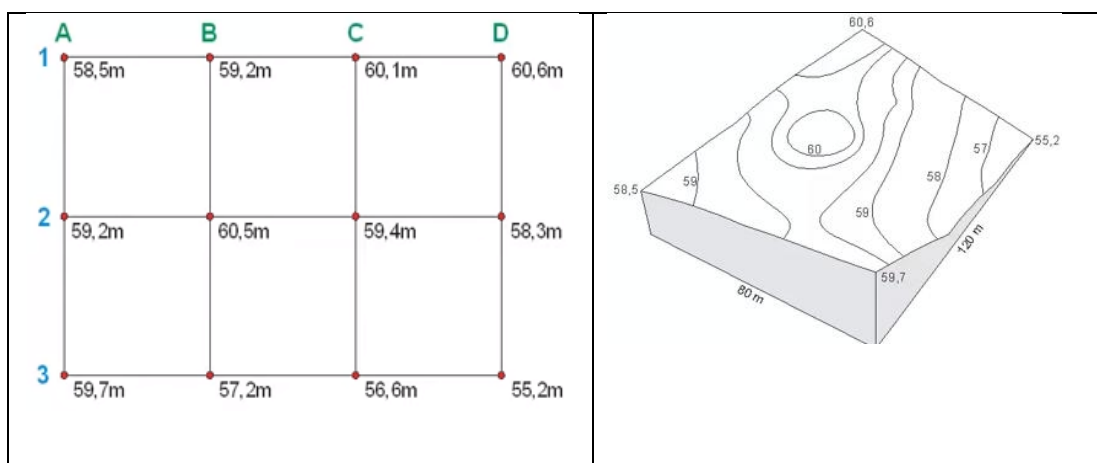


Figura 29-- Malha de pontos e representação das curvas de nível no terreno



7. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ALMEIDA, Ariclo Pulinho Pires de; FREITAS, José Carlos de Paula; MACHADO, Maria Márcia Magela. **Topografia - Fundamentos, Teoria e Prática**. Minas Gerais: S.i., 21--. Cap. 5. p. 54-77. Disponível em: <http://www.csr.ufmg.br/geoprocessamento/publicacoes/Apostila_Top1.pdf>. Acesso em: 20 mar. 2015.

BEZERRA, Alan César. **Equipamentos de medição indireta**. Curvelo: Imagem, 2014. 49 slides, color. Disponível em: <http://cezaralan.weebly.com/uploads/2/2/2/7/22273136/topografia_ec3.pdf>. Acesso em: 21 mar. 2015.

BEZERRA, Alan César. **Goniometria**. Curvelo: Imagem, 2014. 37 slides, color. Disponível em: <http://cezaralan.weebly.com/uploads/2/2/2/7/22273136/topografia_ec4.pdf>. Acesso em: 21 mar. 2015.

BEZERRA, Alan César. **Medidas indiretas**. Curvelo: Imagem, 2014. 28 slides, color. Disponível em: <http://cezaralan.weebly.com/uploads/2/2/2/7/22273136/topografia_ed5.pdf>. Acesso em: 20 mar. 2015.

BEZERRA, Alan César. **Métodos de Levantamentos Planimétricos**. Curvelo: Imagem, 2014. 27 slides, color. Disponível em: <http://cezaralan.weebly.com/uploads/2/2/2/7/22273136/topografia_ec6.pdf>. Acesso em: 20 mar. 2015.

BEZERRA, Alan César. **Planimetria**. Curvelo: Imagem, 2014. 26 slides, color. Disponível em: <http://cezaralan.weebly.com/uploads/2/2/2/7/22273136/topografia_ec2.pdf>. Acesso em: 20 mar. 2015.



BRANDALIZE, Prof^a Maria Cecília Bonato. **Medida de Distâncias**. Disponível em: <[http://www2.uefs.br/geotec/topografia/apostilas/topografia\(4\).htm](http://www2.uefs.br/geotec/topografia/apostilas/topografia(4).htm)>. Acesso em: 21 mai. 2015.

CONSTRUFÁCILRJ. Portal da Construção Civil. **Guia completo (passo a passo) sobre locação de obra**. Disponível em: <http://construfacilrj.com.br/>. Acesso em: 13 mar. 2016.

COSTA, Glauber Carvalho. **Aula Prática 4 - Levantamento com teodolito eletrônico**. Recife: Imagem, 2014. 1 slide, color. Disponível em: <<http://www.labtopope.com.br/material-didatico/aulas-praticas-de-topografia/>>. Acesso em: 24 mar. 2015.

COSTA, Glauber Carvalho. **Prática Instrumentos Topográficos**. Recife: Imagem, 2014. 70 slides, color. Disponível em: <<http://www.labtopope.com.br/material-didatico/aulas-praticas-de-topografia/>>. Acesso em: 22 mar. 2015.

EMBRAPA. Empresa brasileira de pesquisa agropecuária. **Manual de orientação e uso do GPS de navegação**. Dezembro, 2011.

FACULDADE VÉRTICE. **Curvas de nível**. S.i.: Imagem, 21--. 24 slides, color.

Disponível em:

<https://www.google.com.br/url?sa=t&rct=j&q=&esrc=s&source=web&cd=2&cad=rja&uact=8&ved=0CC0QFjAB&url=http://webgiz.faculdadevertice.com.br/files/000267/CURVAS_DE_N%C3%8DVEL_Aula_14_02.pptx&ei=P-kuVfLQEOGrsAW98IHgBQ&usg=AFQjCNHXjvxAXOKQiTodqJJZlzu5w6sBKg&sig2=Uusg5MEG8XYXldzhYkjkWA&bvm=bv.90790515,d.b2w>. Acesso em: 10 abr. 2015.

FERNANDES, Renato de Oliveira. **Cálculo de Áreas**. Rio de Janeiro: Imagem. 10 slides, color. Disponível em: <<http://wiki.urca.br/dcc/lib/exe/fetch.php?media=calculode-areas.pdf>>. Acesso em: 07 abr. 2015.



Francisco, W. d. (S.I.). **GPS - Sistema de posicionamento global**. 21--.

Disponível em: <<http://www.brasilecola.com/geografia/gpssystema-posicionamento-global.htm>>. Acesso em: 17 abr. 2015.

LABORATÓRIO DE CARTOGRAFIA DIGITAL - CTUFES. **Poligonização – Cálculo de Área**. Espírito Santo: Imagem, -. 39 slides, color. Disponível em: <<https://ecivilufes.files.wordpress.com/2011/03/aula-09.pdf>>. Acesso em: 07 abr. 2015.

Manual de instrução da Estação Total marca FOIF Série TS 650.

Material disponibilizado pela professora Kátia Valéria Silva Carvalho.

MATIAS, Diego. **Diferenças entre GPS de Navegação e Geodésico**. 2010. Disponível em: <<http://georeference.blogspot.com.br/2010/05/diferencas-entre-gps-de-navegacao-e.html>>. Acesso em: 03 mar. 2017.

NADAL, Dr. Carlos Aurélio. **Nivelamento geométrico**. Paraná, 21--. 53 slides, color. Disponível em: <http://www.cartografica.ufpr.br/docs/nadal_topo_d/Nivelamento_geométrico.pdf>. Acesso em: 08 abr. 2015.

SAC, Geohidrotec. **GPS geodésicos Marca Topcon Modelo GR5**. 2017. Disponível em: <<http://geohidrotec.com/wp2/equipos-topograficos/gps-geodesicos-marca-topcon-modelo-gr5/>>. Acesso em: 03 mar. 2017.

S.I. **Teodolito - Função**. Disponível em:

<http://www.mast.br/multimidia_instrumentos/teodolito_funcao.html>. Acesso em: 23 mar. 2015.

S.I.. **Bússola**. Foi usado somente a imagem. Disponível em:

<http://pt.wikipedia.org/wiki/Ficheiro:Liquid_filled_compass.jpg>. Acesso em: 21 maio 2015.



S.I.. **Nivelamento Geométrico Simples**. Disponível em:

<<http://www.belasartes.br/chocolatedigital/wp-content/uploads/2010/05/Apostila-Topografia-II.pdf>>. Acesso em: 08 abr. 2015.

SILVA, Jorge Luiz Barbosa da. **Nivelamento Geométrico**. Disponível em:

<http://www.ufrgs.br/igeo/departamentos/geodesia/trabalhosdidaticos/Topografia_I/Nivelamento_Geometrico/Nivelamento_Geometrico.pdf>. Acesso em: 09 abr. 2015.

TOPOGRAFIA: S.i: Imagem, 21--. 20 slides, color. Disponível em:

<http://www3.uma.pt/sprada/documentos/aulas/Geologia_de_Engenharia_Topografia/Topografia/2012_2013_Topografia_Areas_Volumes.pdf>. Acesso em: 08 abr. 2015.

Universidade de São Paulo. **Nivelamento Trigonométrico e Modelagem Digital de Terreno**. São Carlos: Imagem, 20. 46 slides, color. Disponível em: <Nivelamento Trigonométrico e Modelagem Digital de Terreno>. Acesso em: 10 abr. 2015.

UNIVERSIDADE FEDERAL DO PIAUÍ. Apostila Básica de Topografia. Disponível em: <<http://www.ebah.com.br/content/ABAAAFPK0AH/apostila-basica-topografia-c-a-c?part=4>>acesso em 01 mar. 2017

V&V ENGENHARIA. Topografia Apostila. Disponível em:<<http://civilnet.com.br/Files/topo2/TOPOGRAFIA-APOSTILA-2010-1.pdf>>. Acesso em: 01 mar. 2017