



CENTRO FEDERAL DE EDUCAÇÃO TECNOLÓGICA DE MINAS GERAIS
UNIDADE CURVELO
CURSO TÉCNICO DE EDIFICAÇÕES
TOPOGRAFIA

NOTAS DE AULAS PRÁTICAS DE TOPOGRAFIA

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	30/06/2015	04/11/2016	08/03/2017	22/12/2017					
EXECUÇÃO	BÁBARA	PAULA	BRENDA	LUÍZA/ VITÓRIA					
APROVAÇÃO	JULIANA	RACHEL	RACHEL	TAIS					

SUMÁRIO

1	ACESSÓRIOS DE MEDIÇÃO.....	5
1.1	BALIZA.....	5
1.2	MIRA FALANTE.....	5
1.3	NÍVEL DE CANTONEIRA.....	7
1.4	PRISMA REFLETOR.....	7
1.5	TRIPÉ.....	8
2	EQUIPAMENTOS DE MEDIÇÃO.....	8
2.1	ESTAÇÃO TOTAL.....	8
2.1.1	<i>Detalhamento do aparelho.....</i>	<i>9</i>
2.1.2	<i>Utilização.....</i>	<i>12</i>
2.1.3	<i>Cuidados a serem tomados.....</i>	<i>13</i>
2.2	GPS.....	14
2.2.1	<i>GPS GEODÉSICO.....</i>	<i>14</i>
2.2.2	<i>GPS DE NAVEGAÇÃO.....</i>	<i>15</i>
2.3	NÍVEL.....	19
2.3.1	<i>Detalhamento do aparelho.....</i>	<i>19</i>
2.3.2	<i>Utilização.....</i>	<i>19</i>
2.3.2	<i>Cuidados a serem tomados.....</i>	<i>20</i>
2.4	TRENA.....	21
2.5	CABO AGRIMENSOR.....	21
2.5.1	<i>Utilização.....</i>	<i>22</i>
2.6	TEODOLITO.....	22
2.6.1	<i>Detalhamento do aparelho.....</i>	<i>22</i>
2.6.2	<i>Utilização.....</i>	<i>25</i>
2.6.3	<i>Cuidados a serem tomados.....</i>	<i>26</i>
3	PRÁTICA – CONHECENDO OS INSTRUMENTOS TOPOGRÁFICOS	28
4	PRÁTICA – LOCAÇÃO E MEDIÇÃO DIRETA DE DISTÂNCIAS EM POLÍGONOS TRIANGULAR E RETANGULAR.....	28
5	PRÁTICA – MEDIÇÃO DIRETA E INDIRETA DAS DISTÂNCIAS EM LINHA– PLANO HORIZONTAL.....	31
6	PRÁTICA – MANEJO COM O GPS.....	34
7	LEVANTAMENTO PLANIMÉTRICO POR IRRADIAÇÃO.....	38
7.1	PRÁTICA –LEVANTAMENTO PLANIMÉTRICO POR IRRADIAÇÃO COMO TEODOLITO 39	
7.2	PRÁTICA – LEVANTAMENTO PLANIMÉTRICO POR IRRADIAÇÃO COM O NÍVEL AUTOMÁTICO.....	41

7.3	PRÁTICA – LEVANTAMENTO PLANIMÉTRICO POR IRRADIAÇÃO COM A ESTAÇÃO TOTAL	44
8	LEVANTAMENTO PLANIMÉTRICO POR CAMINHAMENTO	47
8.1	CAMINHAMENTO PELOS ÂNGULOS HORÁRIOS	47
8.2	PRÁTICA – LEVANTAMENTO PLANIMÉTRICO POR CAMINHAMENTO COMO TEODOLITO	49
8.3	PRÁTICA – LEVANTAMENTO PLANIMÉTRICO POR CAMINHAMENTO COM O NÍVEL AUTOMÁTICO	53
8.4	PRÁTICA – LEVANTAMENTO PLANIMÉTRICO POR CAMINHAMENTO COM A ESTAÇÃO TOTAL	57
9	TRIANGULAÇÃO	62
9.1	PRÁTICA – TRIANGULAÇÃO	62
10	CÁLCULO DE ÁREAS	68
10.1	PROCESSO ANALÍTICO POR QUADRÍCULAS	68
10.1.1	<i>Prática – Cálculo de Áreas - Método das quadrículas</i>	69
10.2	PROCESSO ANALÍTICO POR FAIXAS	70
10.2.1	<i>Prática – Cálculo de Áreas - Método das faixas</i>	70
11	LOCAÇÃO DE OBRA	72
11.1	PRÁTICA – LOCAÇÃO DE OBRA EM SALA/CONFECÇÃO DE MAQUETE	72
12	NIVELAMENTO GEOMÉTRICO	76
12.1	PRÁTICA – NIVELAMENTO GEOMÉTRICO SIMPLES	76
12.2	PRÁTICA – NIVELAMENTO GEOMÉTRICO COMPOSTO	80
13	NIVELAMENTO TRIGONOMÉTRICO	84
14	LEVANTAMENTO PLANIALTIMÉTRICO	87
15	PRÁTICA – PONTOS COTADOS	90
15.1	PRÁTICA – PONTOS COTADO COM GPS	90
15.2	PRÁTICA – PONTOS COTADOS COM NÍVEL	93
15.3	PRÁTICA – PONTOS COTADOS COM TEODOLITO	97
16	CURVAS DE NÍVEL	101
16.1	PRÁTICA – CONSTRUÇÃO DE CURVAS DE NÍVEL	102
16.2	PRÁTICA – PERFIS A PARTIR DE CURVAS DE NÍVEL	102
16.3	PRÁTICA – DEFINIÇÃO DE CORTE E ATERRO	103
16.4	PRÁTICA – CÁLCULO DE VOLUME	104
17	REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS	106

LISTA DE ILUSTRAÇÕES

Figura 1 - Baliza	5
Figura 2 - Mira Falante	6
Figura 3- Leitura da mira falante	6
Figura 4 - Nível de cantoneira	7
Figura 5- Prisma refletor.....	7
Figura 6 - Tripé.....	8
Figura 7 - Detalhamento Estação Total.....	9
Figura 8 - Teclado Estação Total	9
Figura 9- GPS Geodésico Topcon Modelo GR5	15
Figura 10- GPS Garmin 78s.....	15
Figura 11 Telas de funções.....	17
Figura 12 - Tela do formato das unidades.....	18
Figura 13 - Tela do formato DATUM	18
Figura 14 - Detalhamento Nível Óptico	19
Figura 15- Trena de fibra de vidro	21
Figura 16 - Cabo Agrimensor	21
Figura 17 - Detalhamento do Teodolito	22
Figura 18 - Detalhamento do Teodolito	23
Figura 19 - Detalhamento do Teodolito	24
Figura 20 - Detalhamento do Teodolito	24
Figura 21 - Detalhamento do Teodolito	25
Figura 22- Detalhamento do Teodolito	25
Figura 23 - Polígono triangular	30
Figura 24- Polígono retangular.....	31
.Figura 25 - Representações do Prédio Escolar, Quadra e Portaria do CEFET- MG em planta- baixa.	36
Figura 26 - Levantamento por irradiação	39
Figura 27 - Caminhamento sentido horário	48
Figura 28 - Caminhamento no sentido anti-horário	48
Figura 29 - Triangulação	62
Figura 30 - Cálculo da área de um triângulo	64
Figura 31 - Área dividida em quadrículas.....	68
Figura 32 - Área dividida em faixas	70
Figura 33 - Exemplo de maquete confeccionada por alunos da graduação.....	73



Figura 34 - Planta Molde para prática de locação em sala . **Erro! Indicador não definido.**

Figura 36- Nivelamento Geométrico..... 76

Figura 37 - Levantamento Trigonométrico 84

Figura 38 – Levantamento
estadimétrico.....79

Figura 39- Poligonal Fechada por irradiação..... 88

Figura 40- Demarcação do Terreno por quadriculação 90

Figura 41- Verificação do alinhamento 91

Figura 42-Demarcação do Terreno por quadriculação 93

Figura 43-Verificação do alinhamento 95

Figura 44 -Demarcação do Terreno por quadriculação 97

Figura 45-Verificação do alinhamento 99

Figura 46- Elaboração das curvas de nível 103

Figura 47- Malha de pontos e representação das curvas de nível no terreno 105



LISTA DE TABELAS

Tabela 1- Comandos da Estação Total	10
Tabela 2 - Comandos da Estação Total	11
Tabela 3 – Símbolos do display	12
Tabela 4 - Comandos do GPS	16
Tabela 5 - Componentes do Nível Óptico	19

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.



CENTRO FEDERAL DE EDUCAÇÃO TECNOLÓGICA DE MINAS GERAIS
UNIDADE CURVELO
CURSO TÉCNICO DE EDIFICAÇÕES
TOPOGRAFIA

Os metros são indicados por pontos, números romanos ou algarismos arábicos.

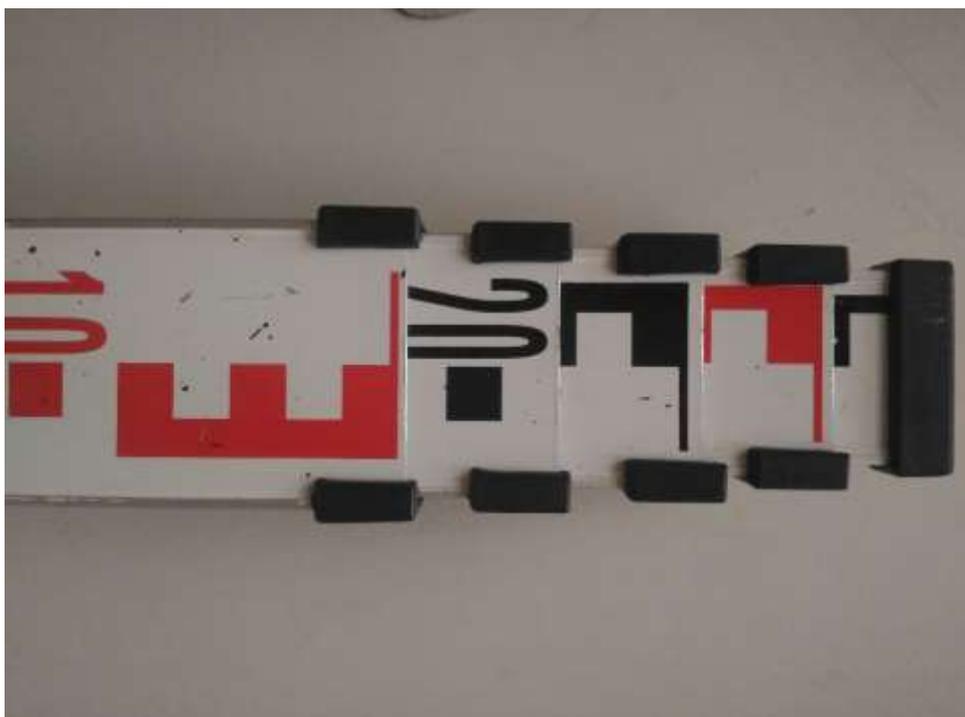


Figura 2 - Mira Falante



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

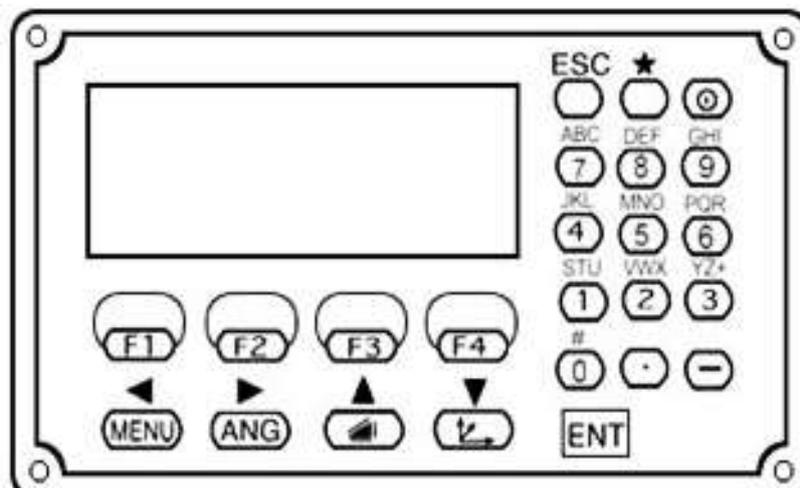


Figura 8 - Teclado Estação Total

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;



CENTRO FEDERAL DE EDUCAÇÃO TECNOLÓGICA DE MINAS GERAIS
UNIDADE CURVELO
CURSO TÉCNICO DE EDIFICAÇÕES
TOPOGRAFIA

- 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.

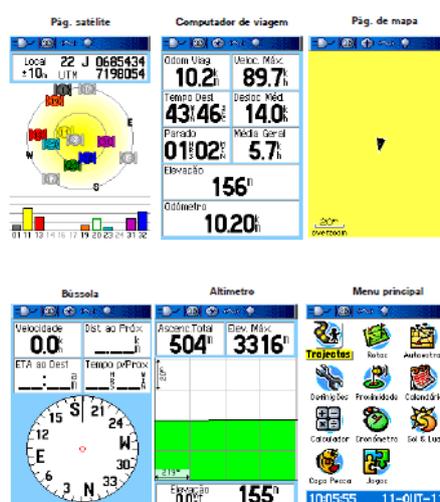


Figura 11 Telas de funções

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

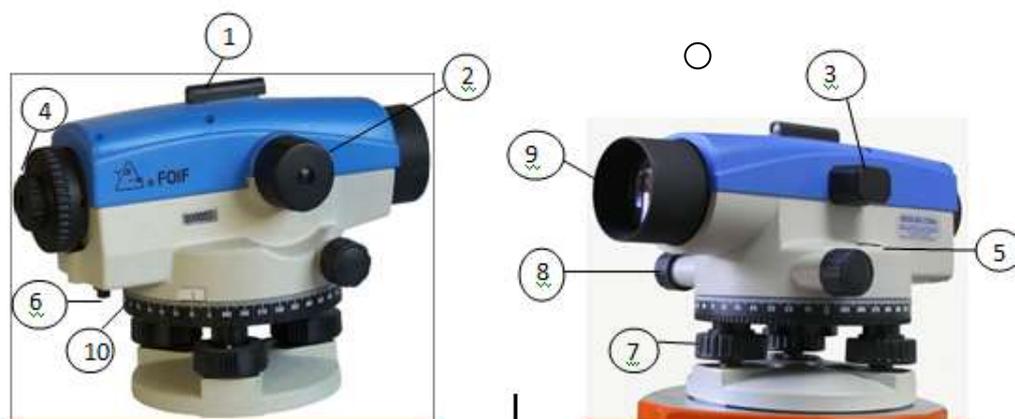


Figura 14 - Detalhamento Nível Óptico

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

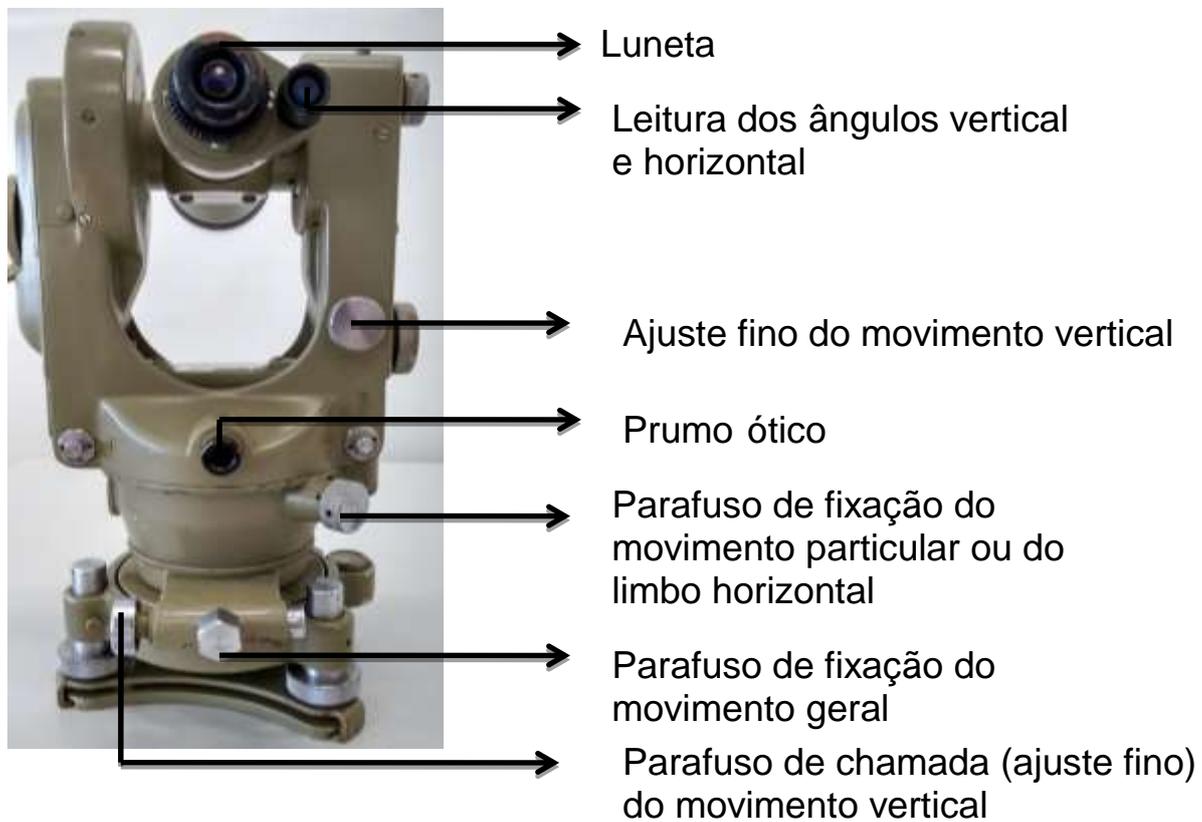


Figura 18 - Detalhamento do Teodolito

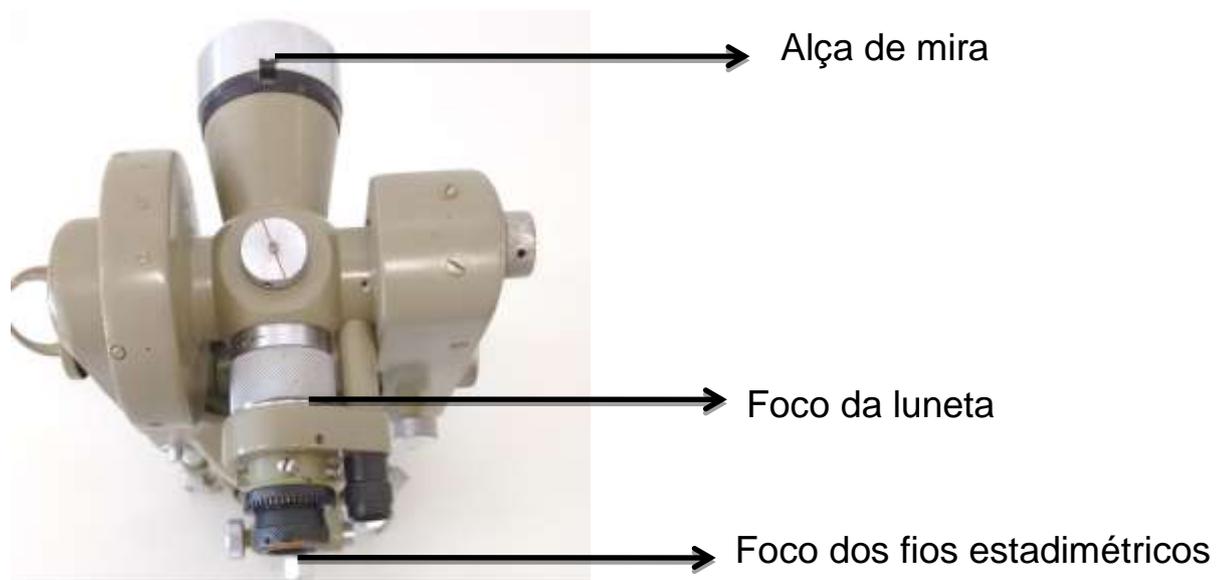


Figura 19 - Detalhamento do Teodolito

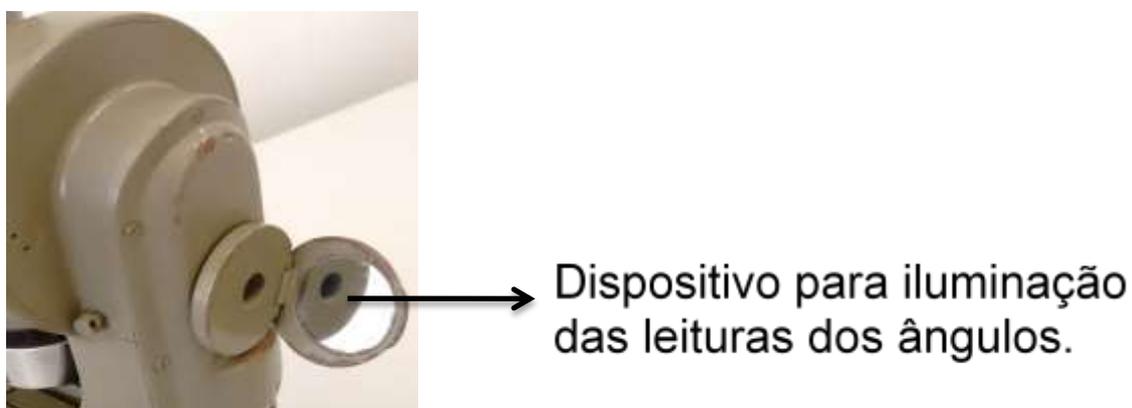


Figura 20 - Detalhamento do Teodolito

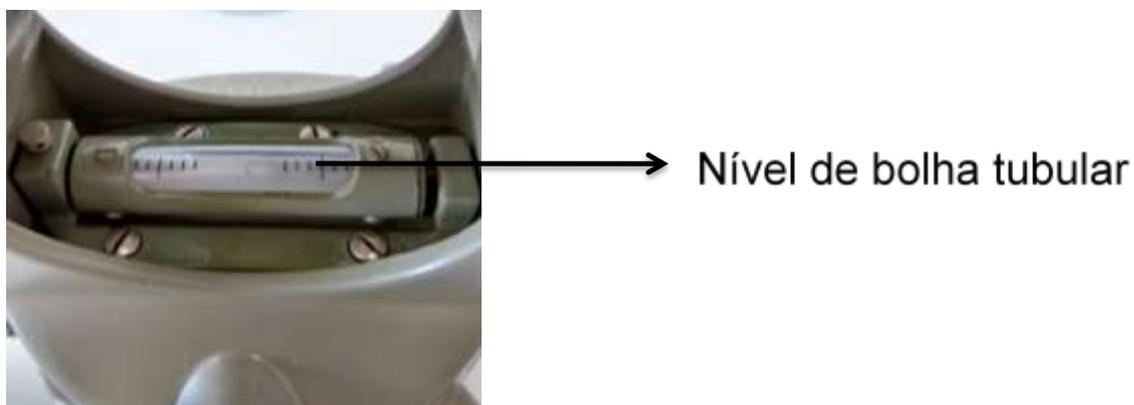


Figura 21 - Detalhamento do Teodolito

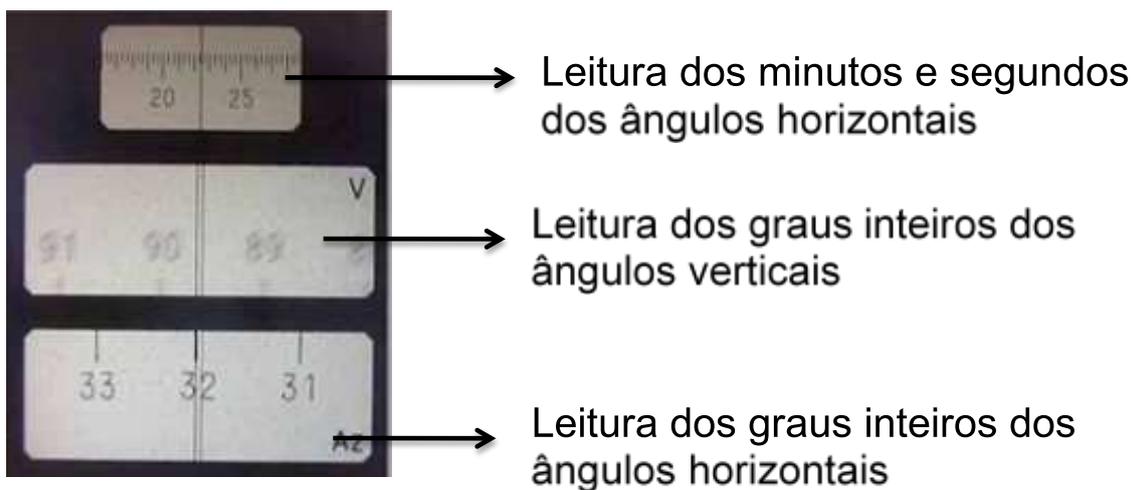


Figura 22- Detalhamento do Teodolito

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;



CENTRO FEDERAL DE EDUCAÇÃO TECNOLÓGICA DE MINAS GERAIS
UNIDADE CURVELO
CURSO TÉCNICO DE EDIFICAÇÕES
TOPOGRAFIA

- 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 Prática – Conhecendo os instrumentos topográficos

Local de realização da prática: CEFET-MG unidade Curvelo.

Objetivo: Levar os alunos ao laboratório para um primeiro contato com os instrumentos e equipamentos a serem usados durante as práticas topográficas e explicar os princípios básicos de operação e manuseio.

Introdução: Os alunos terão contato com os seguintes instrumentos:

- Materialização de pontos: piquetes e estacas;
- Instrumentos de visada: balizas, miras falantes e prismas refletores;
- Instrumentos de medidas: trenas e cabo agrimensor;
- Equipamento de localização: GPS;
- Equipamentos de medição: teodolito, nível e estação total;
- Demais instrumentos usados: tripés, linhas de nylon, marretas, nível de cantoneira, umbrelas e etc.

Procedimento: A aula será dada no laboratório de desenho e em campo. Princípio de funcionamento de cada instrumento e utilização dos mesmos em campo.

4 Prática – Locação e medição direta de distâncias em polígonos triangular e retangular

Local de realização da prática: CEFET-MG unidade Curvelo



- Gramado principal (2 grupos)
- Atrás do gramado principal (2 grupos)
- Atrás do restaurante (1 grupo)

Objetivo: Realizar a locação e medição dos lados de polígonos triangular e retangular usando o método direto.

Materiais necessários (grupo):

- 01 Trena
- 03 Balizas
- 04 Piquetes
- Marreta
- Pregos
- Linha de nylon

Resultados esperados pelo levantamento: Relatório de campo contendo: data da aula, local da prática, objetivo da prática, materiais utilizados, procedimento em campo, conclusão do trabalho, croqui e fotos do levantamento e desenho das poligonais em escala.

Marcha do polígono triangular

1. Determine o plano de referência para se medir a distância;
2. Materialize a poligonal, conforme a imagem abaixo;
3. Estacione uma baliza sobre ponto P1 e outra sobre o ponto P2;
4. Faça a leitura da distância entre estes pontos topográficos. Para isso, estique a trena o mais próximo possível do solo. Caso não seja possível realizar a medição direta sobre o solo, suspensa a trena a um nível que permita realizar a leitura da distância horizontal;

5. Agora coloque as balizas sobre os pontos P1 e P3 e faça a leitura desta distância;
6. Em seguida, coloque uma baliza sobre ponto P3 e outra sobre o ponto P2 e repita o procedimento para a medição da distância;

Obs.: Caso o plano de referência seja maior que a distância da trena, será necessário utilizar um balizador intermediário a fim de percorrer todo o alinhamento desejado.

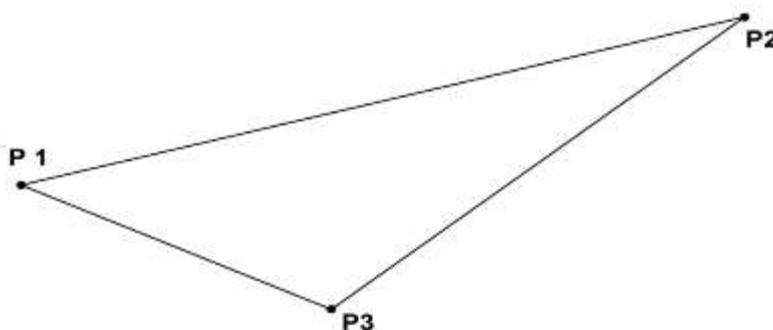


Figura 23 - Polígono triangular

CADERNETA DE CAMPO

MEDIÇÃO DIRETA DE DISTÂNCIAS EM POLÍGONOS TRIANGULAR

Pontos	Distâncias
P1	
P2	
P3	

Marcha do polígono retangular

1. Determine o plano de referência para a medida da distância;
2. Aloque os piquetes nos pontos inicial e final (Pontos Topográficos) de uma linha;



3. Estacione as balizas sobre ponto inicial e final do plano de referência a ser medido;
4. Aplique a resolução de um triângulo retângulo (total de 12 metros, sendo os lados de 3m, 4m e 5m);
5. Faça a leitura da distância entre estes pontos topográficos. Para isso estique a trena o mais próximo possível do solo. Caso não seja possível realizar a medição direta sobre o solo, suspensa a trena a um nível que permita realizar a leitura da distância horizontal;
6. Determine um novo plano de referência e repita os procedimentos até fechar o polígono.

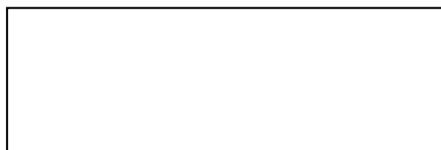


Figura 24- Polígono retangular

CADERNETA DE CAMPO

MEDIÇÃO DIRETA DE DISTÂNCIAS EM POLÍGONOS RETANGULAR

Pontos	Distâncias
P1	
P2	
P3	
P4	

5 Prática – Medição direta e indireta das distâncias em linha–Plano Horizontal

Local de realização da prática: CEFET-MG unidade Curvelo.



- Gramado principal (2 grupos)
- Atrás do gramado principal (2 grupos)
- Atrás do restaurante (1 grupo)

Materiais necessários (grupo):

- 01 Trena
- 03 Balizas
- 01 Tripé
- 01 Nível
- 01 Prumo
- 01 Mira
- Bússola

Resultados esperados pelo levantamento: Relatório de campo contendo: data da aula, local da prática, objetivo da prática, materiais utilizados, procedimento em campo, conclusão do trabalho, croqui, fotos do levantamento e desenho do perfil obtido em escala (formato A3).

Marcha medição direta

1. Determine o plano de referência para medir a distância. Aloque os piquetes nos pontos inicial e final. Obs.: a distância entre esses piquetes deve ser menor que 20 metros;
2. Estacione as balizas sobre ponto inicial e final do plano de referência a ser medido;
3. Faça a leitura da distância entre os pontos topográficos. Para isso estique a trena o mais próximo possível do solo. Caso não seja possível realizar a medição direta sobre o solo, suspensa a trena a um nível que permita realizar a leitura da distância horizontal;
4. Alterne as balizas, de modo a ler todo o trecho;



5. Utilize a bússola em direção ao alinhamento para determinar o norte magnético.

CADERNETA DE CAMPO

MEDIÇÃO DIRETA DAS DISTÂNCIAS EM LINHA– PLANO HORIZONTAL

Pontos	Distâncias

Marcha medição indireta

1. Finque os piquetes no solo com o auxílio da marreta. Deixe cerca de 1 cm ou 2 cm do piquete fora do solo;
2. Estacione e instale corretamente o nível. 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. Faça as leituras dos fios estadimétricos sobre a mira verticalizada no primeiro ponto. Este ponto será o ponto de ré para os demais pontos da poligonal. Anote estes valores lidos em seu caderno;
4. Faça a leitura para os demais pontos (vante);



CADERNETA DE CAMPO

MEDIÇÃO INDIRETA DAS DISTÂNCIAS EM LINHA– PLANO HORIZONTAL

Estações	Pontos visados	Leitura dos fios estadimétricos				Distância Horizontal
		Ré		Vante		
		FS	FI	FS	FI	

Formulário:

$$DH = (FS - FI) \cdot g$$

Onde:

FS= leitura do fio superior

FI= leitura do fio inferior

g = constante do aparelho (g≈100)

6 Prática – Manejo com o GPS

Local de realização da prática: Prédio escolar, quadra e portaria do CEFET-MG unidade Curvelo.

Materiais necessários (grupo):



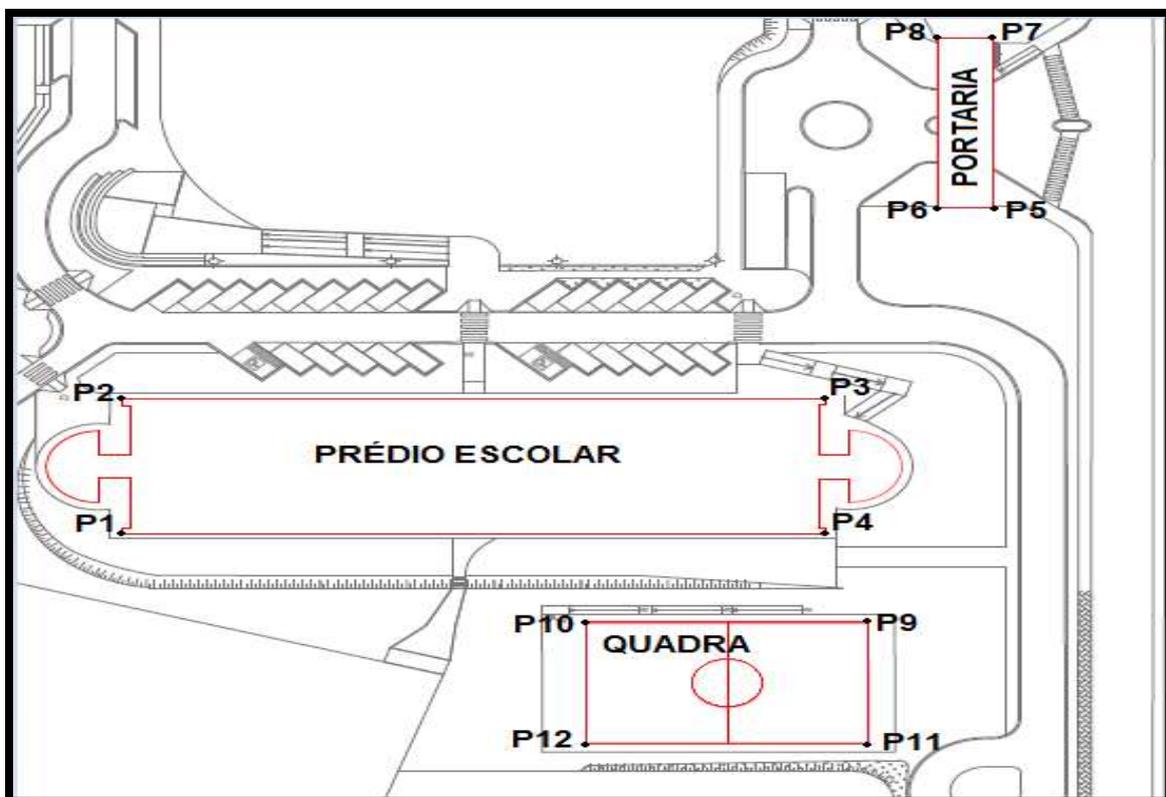
- GPS
- Caderneta de campo
- Trena
- Piquete

Resultados esperados pelo levantamento: preenchimento da caderneta de campo com os dados obtidos (elevação, longitude e latitude, área e perímetro), croqui, cálculo das áreas e perímetros e localização das edificações em fotos satélites.

Marcha

1. Ligue o GPS;
2. Pressione o botão PAGE e selecione a opção *Mapa*;
3. Coloque o GPS no ponto P1 (ilustrado na figura abaixo). Espere cerca de um minuto para o ícone posição se ajustar, pois o equipamento é muito sensível;
4. Em seguida, coloque o cursor em cima do ícone de posição e aperte ENTER;
5. Anote as informações obtidas na caderneta de campo;
6. Grave este ponto P1 no GPS. Para isso, clique no botão MENU (uma única vez) selecione a opção guardar como Ponto de Passagem e pressione o botão ENTER.
7. Uma mensagem aparecerá na tela, pressione ENTER novamente;
8. Aperte ENTER em seguida e para retornar ao Mapa;
9. Repita estes processos para os onze pontos restantes;
10. Preencha a caderneta de campo.
11. Utilizando o método direto (trena) verifique o perímetro das edificações (prédio escolar, portaria e quadra). Caso o lado da edificação tenha dimensão superior à da trena use o piquete como ponto intermediário.

12. Com o GPS ligado aperte o botão MENU duas vezes e selecione a opção CALCULAR ÁREAS. Posicione-se em um vértice da edificação, aperte o botão INICIAR e caminhe em torno do perímetro da área a calcular. Retornando ao vértice inicial aperte CALCULAR, a área calculada aparecerá na tela. Anote e posteriormente repita o procedimento para as demais edificações.
13. Após a realização da prática, insira as coordenadas dos pontos obtidos no Google Earth Pro. Demarque os pontos e polígonos; use o recurso cálculo de área e medição de distância entre pontos. Em seguida compare os dados obtidos pelo método direto, GPS e Google Earth Pro. Não se esqueça de inserir todas as informações no relatório e redija uma pequena crítica a partir da comparação dos dados coletados com os diferentes métodos.



.Figura 25 - Representações do Prédio Escolar, Quadra e Portaria do CEFET- MG em planta- baixa.

7 LEVANTAMENTO PLANIMÉTRICO POR IRRADIAÇÃO

O levantamento planimétrico por irradiação é utilizado para se fazer medições de áreas pequenas e descampadas, no entanto ele é comumente utilizado como um método auxiliar do levantamento planimétrico por caminhamento, para o levantamento de detalhes.

Este método consiste em demarcar todo o contorno da área e localizar de maneira estratégica um ponto, dentro ou fora da superfície de marcada, que permite a visada de todos os vértices que delimitam o terreno e de todos os acidentes naturais e artificiais do terreno.

Posteriormente são medidos os ângulos e a distâncias horizontais para cada vértice da poligonal a partir do ponto estratégico escolhido. As distâncias podem ser obtidas por processo direto (fita, trena, réguas graduadas) ou indireto (instrumentos óticos mecânicos ou eletrônicos).

Durante a execução do levantamento a elaboração do croqui da área levantada e o preenchimento da caderneta de campo são de extrema importância, pois estes auxiliarão nos cálculos da área e na elaboração da planta topográfica.

A figura abaixo ilustra a demarcação dos pontos para a medição da área pelo levantamento planimétrico por irradiação:

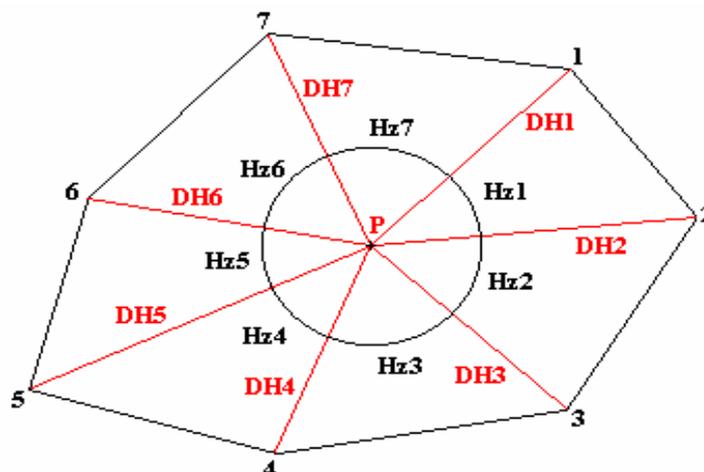




Figura 26 - Levantamento por irradiação

7.1 Prática –Levantamento planimétrico por irradiação como teodolito

Local de realização da prática: CEFET-MG unidade Curvelo

- Gramado principal (2 grupos)
- Atrás do gramado principal (2 grupos)
- Atrás do restaurante (1 grupo)

Materiais necessários (por grupo):

- 01 teodolito;
- 01 tripé;
- 01 baliza;
- 01 mira falante;
- 06 piquetes;
- 06 estacas;
- 01 marreta;
- 01 caderneta de campo.

Resultados esperados pelo levantamento: desenho topográfico em escala conveniente da poligonal levantada e caderneta de campo devidamente preenchida.

Marcha

1. Materialize a poligonal topográfica de 05 lados.
2. Deixe cerca de 1 cm ou 2 cm do piquete para fora do solo. Coloque ao lado dos piquetes as estacas, para uma melhor localização dos pontos;



3. Coloque um piquete no centro da poligonal, ou em algum local cujo todos os vértices da poligonal serão visíveis por meio dele. Este local será chamado de estação A;
4. Estacione e nivele o teodolito neste ponto;
5. Em seguida, zere o limbo horizontal. Para isso solte o parafuso do movimento particular, ache o zero e trave-o em seguida.
6. Solte o parafuso do movimento geral do instrumento e com o auxílio da bússola topográfica vise o norte magnético;
7. Trave o parafuso do movimento geral quando o instrumento estiver na mesma direção do norte magnético;
8. Em seguida solte o parafuso do movimento particular e vise a baliza verticalizada no ponto um (P1);
9. Leia o ângulo no limbo horizontal do instrumento e anote-o na caderneta de campo;
10. Verticalize a mira falante no ponto um (P1) e leia os fios médios, superior e inferior, anotando os valores lidos na caderneta de campo;
11. Olhe o ângulo de inclinação da luneta e anote na caderneta de campo;
12. Repita as operações de (8) a (10) para os pontos dois (P2), três (P3), quatro (P4) e cinco (P5).
13. Após a medição guarde o aparelho com cuidado;
14. Calcule as distâncias reduzidas com uma precisão de três casas decimais.

Formulário

$$D.R = m g \cos^2\alpha$$



Onde:

D.R = distância reduzida (mm)

α = ângulo vertical

$g = 100$

$m = |FS - FI|$

CADERNETA DE CAMPO

LEVANTAMENTO POR IRRADIAÇÃO

PONTOS	Leitura dos fios			Distância Horizontal	Ângulo Horizontal	Ângulo Visado
	FS	FM	FI			

7.2 Prática – Levantamento planimétrico por irradiação com o nível automático

Local de realização da prática: CEFET-MG unidade Curvelo

- Gramado principal (2 grupos)
- Atrás do gramado principal (2 grupos)



- Atrás do restaurante (1 grupo)

Materiais necessários:

- 01 nível automático
- 01 tripé;
- 01 baliza;
- 01 mira falante;
- 06 piquetes;
- 06 estacas;
- 01 marreta;
- 01 caderneta de campo.

Resultados esperados pelo levantamento: desenho topográfico em escala conveniente da poligonal levantada e caderneta de campo devidamente preenchida.

Marcha

1. Materialize a poligonal topográfica de 06 lados. Deixe cerca de 1 cm ou 2 cm do piquete para fora do solo;
2. Coloque ao lado dos piquetes as estacas, para uma melhor localização dos pontos;
3. Procure estacionar o nível em um local onde todos os pontos que delimitam a poligonal serão visíveis a partir dele. Procure deixá-lo o mais equidistante possível destes pontos;
4. Nivele o instrumento com o auxílio do nível de bolha central;
5. Após nivelar o instrumento, utilize a mira grosseira para visar a baliza verticalizada no primeiro ponto (P1) e em seguida zere o limbo horizontal;



6. Verticalize a mira falante neste mesmo ponto e faça a leitura dos fios estadimétricos.
7. Anote os valores encontrados na caderneta de campo;
8. Gire o equipamento para visar o segundo ponto (P2) e faça a leitura dos fios estadimétricos e do ângulo interno;
9. Repita o procedimento anterior para os pontos P3, P4, P5, P6 e P1 novamente. Confira se o ângulo achado (quando se retorna ao ponto 1) foi de 360°. Faça a leitura dos fios estadimétricos novamente e veja se ela coincidiu com a leitura achada anteriormente;
10. Após a medição guarde o aparelho com cuidado;
11. Calcule as distâncias reduzidas com uma precisão de três decimais.

Formulário

$$D.R = m g \cos^2\alpha$$

Onde:

D.R = distância reduzida (mm)

α = ângulo vertical

$g = 100$

$m = |FS - FI|$



CADERNETA DE CAMPO

LEVANTAMENTO POR IRRADIAÇÃO

PONTOS	Leitura dos fios			Distância Horizontal	Ângulo Horizontal	Ângulo Visado
	FS	FM	FI			

7.3 Prática – Levantamento planimétrico por irradiação com a estação total

Local de realização da prática: CEFET-MG unidade Curvelo

- Gramado principal (2 grupos)
- Atrás do gramado principal (2 grupos)
- Atrás do restaurante (1 grupo)

Materiais necessários:

- 01 estação total;
- 06 piquetes;
- 06 estacas;
- 01 tripé;
- 01 suporte de prisma;
- 01 prisma refletor;
- 01 marreta;
- 01 caderneta de campo.



Resultados esperados pelo levantamento: desenho topográfico em escala conveniente da poligonal levantada e caderneta de campo devidamente preenchida.

Marcha:

1. Materialize a poligonal topográfica de 05 lados. Deixe cerca de 1 cm ou 2 cm do piquete para fora do solo;
2. Coloque ao lado dos piquetes as estacas, para uma melhor localização dos pontos;
3. Coloque um piquete no centro da poligonal, ou em algum local cujo todos os vértices da poligonal serão visíveis por meio dele. Este local será chamado de estação A;
4. Estacione a estação total sobre a estação A;
5. Nivele o instrumento com o auxílio do nível de bolha central;
6. Pressione o botão  e ligue o instrumento;
7. Certifique se o centro do aparelho coincide com o centro do piquete. Para isso ligue o prumo laser: pressione a tecla estrela e em seguida aperte [F3] para ajustar o prumo laser. Aperte [F1] para aumentar o nível do laser ou [F2] para diminuir. Pressione o botão [ANG] para retornar à tela principal;
8. Caso o prumo laser não esteja no centro do piquete, ajuste as pernas do tripé e deixe-o no centro;
9. Se necessário, nivele o instrumento novamente;
10. Meça a altura do instrumento com a trena e anote o valor encontrado na caderneta de campo;



11. Pressione o botão estrela e em seguida aperte [MENU] até que o símbolo  apareça, isto indicará que as medições serão feitas com o prisma refletor. Pressione o botão [ANG] para retornar à tela principal,
12. Pressione o botão [ANG] para retornar à tela principal;
13. Utilize a mira grosseira para visar a baliza verticalizada no primeiro ponto (P1);
14. Trave o movimento horizontal do instrumento e zere o ângulo horizontal. Para isso pressione [F1] (zera) e em seguida [F3] (sim);
15. Mire a ocular no centro do prisma;
16. Em seguida, pressione o botão  para iniciar a medição de distâncias. Pressione o botão novamente para a medição da distância horizontal;
17. Pressione o botão [F1] para que a distância seja medida;
18. Aperte [ANG] para retornar à tela principal;
19. Mire a baliza verticalizada no segundo ponto (P2) e repita os procedimentos (15) a (18). Para este ponto (P2) e para os pontos três (P3), quatro (P4) e cinco (P5);
20. Após a medição, desligue o aparelho e guarde-o com cuidado.

CADERNETA DE CAMPO
LEVANTAMENTO PLANIMÉTRICO POR IRRADIAÇÃO

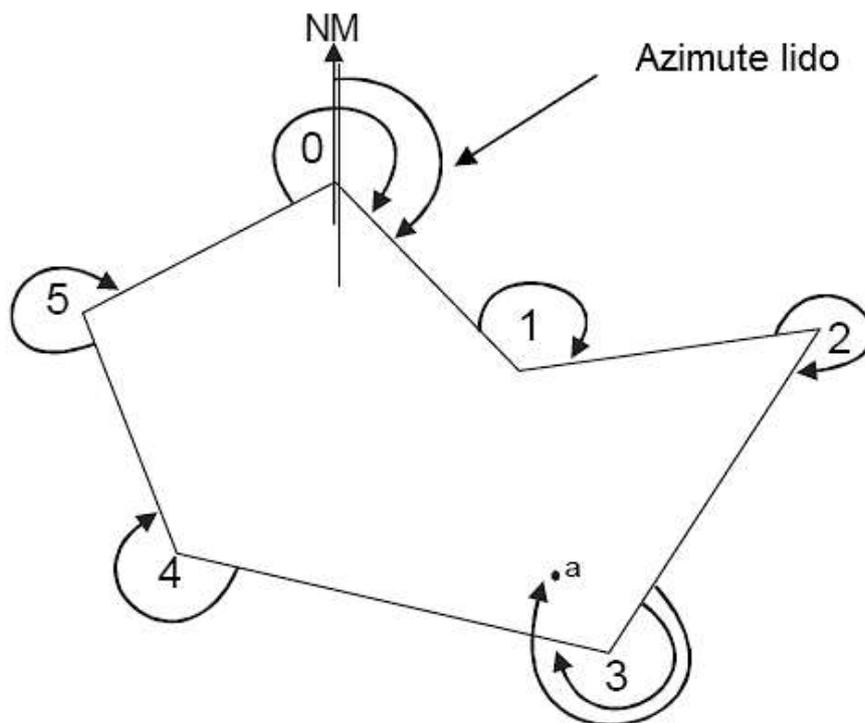


Figura 27 - Caminhamento sentido horário

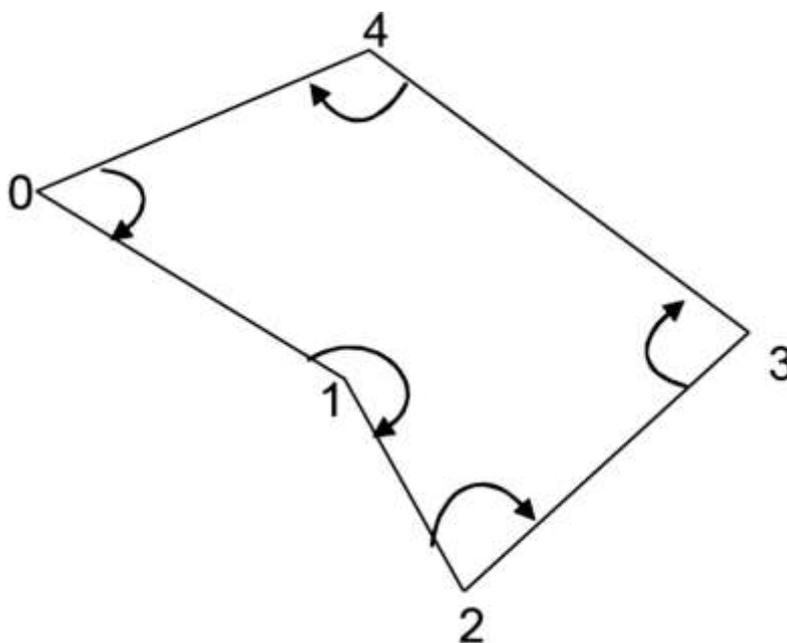


Figura 28 - Caminhamento no sentido anti-horário



8.2 Prática – Levantamento planimétrico por caminhamento como teodolito

Local de realização da prática: CEFET-MG unidade Curvelo

- Gramado principal (2 grupos)
- Atrás do gramado principal (2 grupos)
- Atrás do restaurante (1 grupo)

Materiais necessários:

- 01 teodolito
- 01 tripé;
- 01 baliza;
- 01 mira falante;
- 04 piquetes;
- 04 estacas;
- 01 marreta;
- caderneta de campo.

Resultados esperados pelo levantamento: Cálculo da verificação do erro angular de fechamento, compensação do erro, cálculo da área da poligonal levantada e caderneta de campo preenchida.

Marcha:

1. Materializar a poligonal topográfica no campo;
2. Estacione, centre e nivele o teodolito no ponto um (P1);
3. Meça a altura do instrumento com a trena e anote o valor encontrado na caderneta de campo;
4. Trave o movimento geral do equipamento;



5. Solte o parafuso de fixação do movimento particular e zere o limbo horizontal;
6. Trave o parafuso de fixação do movimento particular quando encontrar o zero;
7. Com o auxílio da bússola topográfica vise o norte magnético;
8. Solte o parafuso de fixação do movimento geral e trave-o quando o instrumento estiver na mesma direção do norte magnético;
9. Em seguida, solte o parafuso de fixação do movimento particular e vise a baliza verticalizada no ponto topográfico dois (P2) (visada de vante). Leia o ângulo horizontal e anote na caderneta de campo (azimute lido);
10. Zere novamente o limbo horizontal. Para isso solte o parafuso de fixação do movimento particular e encontre o zero. Em seguida, trave o parafuso de fixação do movimento particular;
11. Solte o parafuso de fixação do movimento geral e vise o ponto quatro (P4) (visada e ré);
12. Trave o parafuso de fixação do movimento geral neste ponto;
13. Solte o parafuso de fixação do movimento particular e vise a baliza verticalizada no ponto dois (P2) (vante);
14. Anote o valor do ângulo horizontal lido na caderneta de campo. Observe se o ângulo é interno ou externo;
15. Coloque a mira falante no ponto dois (P2). Deixe-a o mais nivelado possível. Observe o nível de bolha preso a ela;
16. Faça a leitura dos fios superior, médio e inferior e anote na caderneta de campo;



17. Estacione e nivele o instrumento no ponto dois (P2);
18. Com o movimento geral travado, solte o parafuso de fixação do movimento particular e zere o limbo horizontal;
19. Trave o parafuso de fixação do movimento particular quando encontrar o zero;
20. Solte o movimento geral e mire a baliza verticalizada no ponto um (P1);
21. Trave o movimento geral;
22. Solte o movimento particular e mire a baliza verticalizada no ponto três (P3);
23. Faça a leitura do ângulo horizontal e anote na caderneta de campo;
24. Coloque a mira falante no ponto três (P3) e faça as leituras dos fios superior, médio e inferior, anotando-as na caderneta de campo;
25. Repita os procedimentos (17) a (24) para os pontos três (P3) e quatro (P4);
26. Preencha a caderneta de campo com todos os dados obtidos durante o levantamento e faça os cálculos necessários;
27. Faça a compensação do erro angular de fechamento;
28. Efetue o cálculo da área da poligonal;
29. Efetue o desenho topográfico.

Formulário

$$D.R = m g \cos^2\alpha$$

**Onde:**

D.R = distância reduzida

α = ângulo vertical

$g = 100$

$m = |FS - FI|$

Cálculo do Azimute

Azimute calculado = azimute anterior + ângulo horário

Se o azimute calculador for:

- Menor que $180^\circ \rightarrow$ some $180^\circ (+180^\circ)$
- Maior que 180° e menor que $540^\circ \rightarrow$ diminua $180^\circ (-180^\circ)$
- Maior que $540^\circ \rightarrow$ diminua $540^\circ (-540^\circ)$

Verificação do erro angular de fechamento:

Σ ângulos internos = $180^\circ (n - 2)$

Σ ângulos externos = $180^\circ (n + 2)$

Onde n = número de lados da poligonal

Tolerância do erro angular

$T = \pm 5' \sqrt{n}$



Resultados esperados pelo levantamento: Cálculo da verificação do erro angular de fechamento, compensação do erro, cálculo da área da poligonal levantada e caderneta de campo preenchida.

Marcha:

1. Materializar a poligonal topográfica no campo;
2. Coloque ao lado de cada piquete uma estaca para tornar o ponto topográfico visível;
3. Estacione, centre e nivele o nível no ponto um (P1);
4. Meça a altura do instrumento com a trena e anote o valor encontrado na caderneta de campo;
5. Com o auxílio da bússola topográfica vise o norte magnético;
6. Coloque o instrumento na mesma direção do norte magnético e zere o limbo horizontal;
7. Gire o instrumento e vise a baliza verticalizada no ponto topográfico dois (P2) (visada de vante). Leia o ângulo horizontal e anote na caderneta de campo (azimute lido);
8. Gire o instrumento e mire a baliza verticalizada no ponto quatro (P4) (visada de ré);
9. Zere novamente o limbo horizontal;
10. Em seguida, vise a baliza verticalizada no ponto dois (P2) (vante);
11. Anote o valor do ângulo horizontal lido na caderneta de campo. Observe se o ângulo é interno ou externo;
12. Coloque a mira falante no ponto dois (P2). Deixe-a o mais nivelado possível, para isso observe o nível de bolha preso a ela;



13. Faça a leitura dos fios superior, médio e inferior e anote na caderneta de campo;
14. Estacione e nivele o instrumento no ponto dois (P2);
15. Vise a baliza verticalizada no ponto um (P1) e zere o limbo horizontal;
16. Em seguida, vise a baliza verticalizada no ponto três (P3);
17. Faça a leitura do ângulo horizontal e anote na caderneta de campo;
18. Coloque a mira falante no ponto três (P3) e faça as leituras dos fios superior, médio e inferior, anotando-as na caderneta de campo;
19. Repita os procedimentos (14) a (18) para os pontos três (P3) e quatro (P4);
20. Preencha a caderneta de campo com todos os dados obtidos durante o levantamento e faça os cálculos necessários;
21. Faça a compensação do erro angular de fechamento;
22. Efetue o cálculo da área da poligonal;
23. Efetue o desenho topográfico.

Formulário

$$D.R = m g \cos^2 \alpha$$

Onde:

D.R = distância reduzida

α = ângulo vertical

$g = 100$



8.4 Prática – Levantamento planimétrico por caminhamento com a estação total

Local de realização da prática: CEFET-MG unidade Curvelo

- Gramado principal (2 grupos)
- Atrás do gramado principal (2 grupos)
- Atrás do restaurante (1 grupo)

Materiais necessários:

- 01 estação total
- 04 piquetes;
- 04 estacas;
- 01 tripé;
- 01 suporte de prisma;
- 01 prisma refletor;
- 01 marreta;
- 01 caderneta de campo.

Resultados esperados pelo levantamento: Cálculo da verificação do erro angular de fechamento, compensação do erro, cálculo da área da poligonal levantada e caderneta de campo preenchida.

Marcha

1. Materializar a poligonal topográfica no campo;
2. Coloque ao lado de cada piquete uma estaca para tornar o ponto topográfico visível;
3. Estacione, centre e nivele a estação total no ponto um (P1);
4. Certifique se o centro do aparelho coincide com o centro do piquete. Para isso ligue o prumo laser: pressione a tecla estrela e em seguida



- aperte [F3] para ajustar o prumo laser. Aperte [F1] para aumentar o nível do laser ou [F2] para diminuir. Pressione o botão [ANG] para retornar à tela principal;
5. Caso o prumo laser não esteja no centro do piquete, ajuste as pernas do tripé e deixe-o no centro;
 6. Se necessário, nivele o instrumento novamente;
 7. Meça a altura do instrumento com a trena e anote o valor encontrado na caderneta de campo;
 8. Com o auxílio da bússola topográfica vise o norte magnético;
 9. Solte o parafuso de trava do movimento horizontal e coloque o instrumento na mesma direção do norte magnético. Em seguida, trave o movimento horizontal;
 10. Zere o ângulo horizontal. Para isso pressione [F1] (zera) e em seguida [F3] (sim);
 11. Libere o movimento horizontal do instrumento e vise a baliza verticalizada no ponto topográfico dois (P2) (visada de vante). Trave o movimento horizontal e leia o ângulo horizontal no display. Anote o ângulo lido na caderneta de campo (azimute lido);
 12. Libere o movimento horizontal da estação total e mire a baliza verticalizada no ponto quatro (P4) (visada de ré). Trave o movimento horizontal do instrumento;
 13. Zere novamente o ângulo horizontal pressionando [F1] (zera) e em seguida [F3] (sim);
 14. Vise a baliza verticalizada no ponto dois (P2) (vante);



15. Anote o valor do ângulo horizontal lido na caderneta de campo. Observe se o ângulo é interno ou externo;
16. Com a baliza com o prisma refletor no ponto dois (P2), faça a leitura da distância. Antes de fazer a leitura, pressione o botão estrela e em seguida aperte [MENU] até que o símbolo  apareça, isto indicará que as medições serão feitas com o prisma refletor. Pressione o botão [ANG] para retornar à tela principal;
17. Mire a ocular no centro do prisma e logo em seguida, pressione o botão  para iniciar a medição de distâncias. Pressione o botão novamente para a medição da distância horizontal;
18. Pressione o botão [F1] para que a distância seja medida;
19. Aperte [ANG] para retornar à tela principal;
20. Estacione e nivele o instrumento no ponto dois (P2);
21. Libere o movimento horizontal da estação total e vise a baliza verticalizada no ponto um (P1). Trave o movimento e zere o ângulo horizontal;
22. Em seguida, solte o movimento horizontal do instrumento e vise a baliza verticalizada no ponto três (P3);
23. Faça a leitura do ângulo horizontal e anote na caderneta de campo;
24. Com a baliza com o prisma refletor no ponto dois (P2), faça a leitura da distância;
25. Repita os procedimentos (20) a (24) para os pontos três (P3) e quatro (P4);



CENTRO FEDERAL DE EDUCAÇÃO TECNOLÓGICA DE MINAS GERAIS
UNIDADE CURVELO
CURSO TÉCNICO EM EDIFICAÇÕES
TOPOGRAFIA

9 TRIANGULAÇÃO

É um método que consiste na decomposição do polígono, em uma rede de triângulos, medindo cada lado dos triângulos formados com a finalidade de se encontrar a área dos triângulos e a partir da soma deles a área aproximada do polígono. Geralmente o levantamento é realizado levando em conta a presença de algum obstáculo na área do polígono.

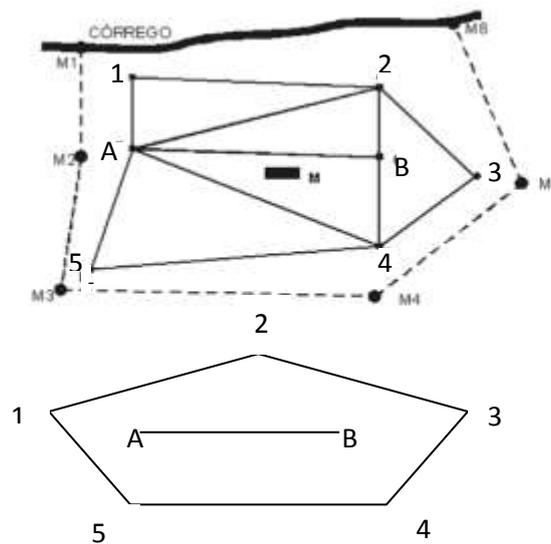


Figura 29 - Triangulação

9.1 Prática – Triangulação

Local de realização da prática: CEFET-MG Unidade Curvelo

- 1 grupo no gramado principal (nível)
- 1 grupo ao fundo do gramado principal (nível)
- 1 grupo ao fundo do restaurante (estação total)
- 2 grupo ao fundo do gramado principal (teodolito e teodolito)

Materiais necessários:

- 01 nível automático, teodolito ou estação total;
- 01 tripé;
- 02 balizas;



- 07 piquetes;
- 01 caderneta de campo

Marcha

1. Faça a marcação de um polígono de cinco vértices com o uso de piquetes (P1, P2, P3, P4, P5);
2. Marque dois pontos no interior da poligonal para estacionar o equipamento (alinhamento A-B);
3. Faça as amarrações entre os pontos A e B e os pontos da poligonal de forma que obtenha triângulos;
4. Posicione o equipamento na estação A e vise o norte magnético com o auxílio de uma bússola. Zere o equipamento.
5. Vise o ponto 1, anote o azimute e a leitura dos fios estadimétricos ou distâncias obtidas;
6. Vise o ponto 2, 3, B e 1 novamente. Lembre-se de obter o ângulo interno formado entre um ponto e outro e fazer a leitura dos fios.
7. Após fechar a poligonal, leve o equipamento para a estação B e repita o mesmo procedimento de leitura para os pontos A, 3, 4, 5 e A novamente.

Resultados esperados: croqui detalhado, perímetro, área dos triângulos e área do polígono, erro de fechamento, cálculo da tolerância, correção do erro, cálculo de todos os outros azimutes e o desmembramento do terreno.

Observações:

1. Com o equipamento nas estações A e B faz-se uma irradiação considerando os pontos mais próximos.
2. A partir da leitura dos fios estadimétricos obtêm-se as distâncias horizontais e no caso da estação total não é necessário calcular, pois têm-se todas as informações dadas no display.

3. Por meio dos ângulos entre os pontos e as distâncias horizontais, é possível calcular os demais lados dos triângulos e assim encontrar a área de cada triângulo bem como a área total da poligonal.

Formulário:

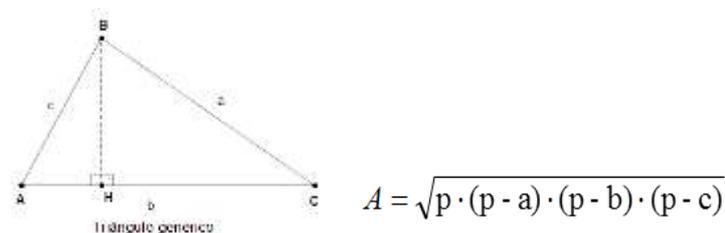


Figura 30 - Cálculo da área de um triângulo

Onde:

A é a área de um triângulo qualquer;

$$p = \frac{a + b + c}{2} \text{ é o semi-perímetro}$$

a, b e c são os lados de um perímetro qualquer.

Locais

Cálculo do Azimute

Azimute calculado = azimute anterior + ângulo horário

Se o azimute calculador for:

- Menor que $180^\circ \rightarrow$ some 180° ($+180^\circ$)
- Maior que 180° e menor que $540^\circ \rightarrow$ diminua 180° (-180°)
- Maior que $540^\circ \rightarrow$ diminua 540° (-540°)

Verificação do erro angular de fechamento:

$$\Sigma \text{ ângulos internos} = 180^\circ (n - 2)$$

$$\Sigma \text{ ângulos externos} = 180^\circ (n + 2)$$



Onde n = número de lados da poligonal

Tolerância do erro angular

$$T = \pm B' \sqrt{n}$$



CENTRO FEDERAL DE EDUCAÇÃO TECNOLÓGICA DE MINAS GERAIS

UNIDADE CURVELO

CURSO TÉCNICO EM EDIFICAÇÕES

TOPOGRAFIA

10 CÁLCULO DE ÁREAS

A estimativa da área de um terreno pode ser determinada através de medições realizadas diretamente no terreno ou por meio de medições gráficas sobre uma planta topográfica.

A área de um terreno pode ser estimada por vários processos um deles é o processo analítico por quadrículas e por faixas.

10.1 Processo analítico por quadrículas

Consiste em sobrepor uma quadrícula de dimensões conhecidas sobre a figura da poligonal que se deseja determinar área. Deve-se contar o número de quadrados inscritos nesta e multiplicar pelo número de quadrículas preenchidas.

Assim a área total da poligonal pode ser calculada pela seguinte fórmula:

$$S = s_q \cdot Q_n$$

Onde

s_q = Área da Quadrícula Padrão

Q_n = Quantidade de Quadrículas



Figura 31 - Área dividida em quadrículas



10.1.1 Prática – Cálculo de Áreas - Método das quadrículas

Local de realização da prática: CEFET-MG unidade Curvelo

Laboratório de desenho

Materiais necessários (individual):

- Lápis;
- Borracha;
- Régua;
- Calculadora;
- Planta de um terreno;
- 01 folha de papel vegetal ou manteiga (formato A3).

Resultados esperados pelo levantamento: cálculo da área da poligonal oferecida.

Marcha:

1. Faça uma cópia da planta topográfica fornecida em um papel vegetal ou papel manteiga;
2. Construa uma malha de quadrículas (espaçadas em 1 cm) ao redor de toda a planta; É de grande ajuda usar como molde uma folha de papel quadriculado, poupando tempo, e tornando os cálculos mais precisos.
3. Conte quantas quadrículas inteiras estão dentro da planta em questão;
4. Tente estimar o valor da área das quadrículas não preenchidas totalmente e anote este valor para entrar na contagem total;
5. Com base na escala do desenho calcule o valor real da área de uma quadrícula;
6. Multiplique o valor da área de uma quadrícula pela quantidade total de quadrados, some este valor encontrado com a soma da área das quadrículas não preenchidas totalmente;
7. Fique atento às unidades de medida.

Formulário:

$$S = s_q \cdot Q_n$$

Onde:

s_q = Área da quadrícula

Q_n = Quantidade de quadrículas

10.2 Processo analítico por faixas

Neste processo a poligonal cuja área será estimada, deve ser sobreposta a faixas de comprimento conhecido e espaçadas a uma altura também conhecida. Deve-se fazer o somatório do comprimento de cada linha sobre a poligonal e multiplicar pelo valor do espaçamento entre as linhas.

A área total da poligonal pode ser calculada pela seguinte fórmula:

$$S = h_i \sum b_i$$

Onde:

h_i = espaçamento das linhas

b_i = comprimento das linhas

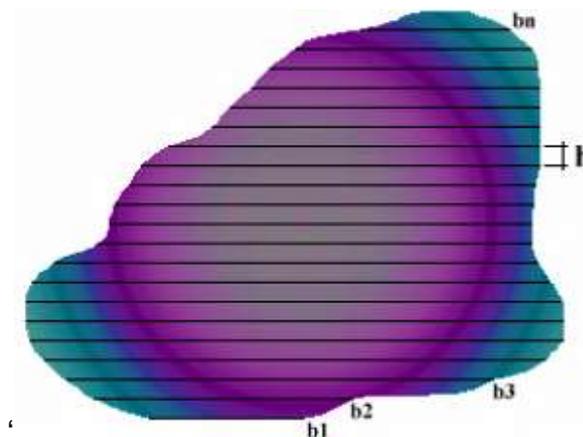


Figura 32 - Área dividida em faixas

10.2.1 Prática – Cálculo de Áreas - Método das faixas

Local de realização da prática: CEFET-MG unidade Curvelo



Laboratório de desenho

Materiais necessários (individual):

- Lápis;
- Borracha;
- Régua;
- Calculadora;
- Planta de um terreno;
- 01 folha de papel vegetal ou manteiga (formato A3).

Resultados esperados pelo levantamento: cálculo da área da poligonal oferecida.

Marcha:

1. Faça uma cópia da planta topográfica fornecida em um papel vegetal ou papel manteiga;
2. Construa uma malha de faixas ao redor de toda a planta. O espaçamento entre as faixas deve ser de 1 cm;
3. Determine o comprimento de cada faixa dentro do objeto de avaliação;
4. Some todos estes valores dos comprimentos das faixas obtidos e multiplique este somatório pelo espaçamento entre as faixas;
5. Fique atento às unidades de medida;
6. Transforme a área do desenho em real, conforme a escala da planta;
7. Fique atento às unidades de medida.

Formulário

$$S = h_i \sum b_i$$

Onde:

h_i = espaçamento das linhas

b_i = comprimento das linhas



11 LOCAÇÃO DE OBRA

Locar ou marcar a obra é uma das etapas de maior importância na construção. Esta consiste em medir e assinalar no terreno a posição dos furos ou valas de fundações, paredes, colunas e outros detalhes, tudo de acordo com o projeto.

É importante ficar atento às medidas definidas por projeto, esquadro e alinhamentos, pois caso seja feita de forma errada pode acarretar em prejuízos, como o aumento de materiais empregados e do tempo gasto para construir novamente, ou seja, refazer o que já foi construído.

11.1 Prática – Locação de obra em sala/Confecção de maquete

Local de realização da prática: CEFET-MG unidade Curvelo

Materiais necessários:

- Placa de isopor
- Tesoura
- Cola
- Tinta
- Palito de fósforo
- Palito de picolé
- Alfinete para mapa
- Escalímetro
- Linha
- Materiais necessários para confecção de um equipamento topográfico funcional (nível, estação total ou teodolito)

Observação: Outros materiais também podem ser utilizados, use sua criatividade.

Resultados esperados pela prática: Confecção de uma maquete em escala baseada na planta baixa dada e memorial dos cálculos.

Marcha:

1. Primeiramente, será dado um projeto molde com área em torno de 80 m²
2. A partir do projeto, executar uma maquete de locação de obra em escala demarcando os muros da edificação em relação ao lote e as alvenarias externas e internas da área construída sempre estando atento ao esquadro para garantir o alinhamento correto.

Observações:

1. O equipamento topográfico da maquete deve ser funcional. Para isso represente na maquete um transferidor de modo que ao girar o equipamento seja possível verificar a angulação.
2. As paredes devem estar alinhadas conforme o esquadro.



Figura 33 - Exemplo de maquete confeccionada por alunos da graduação

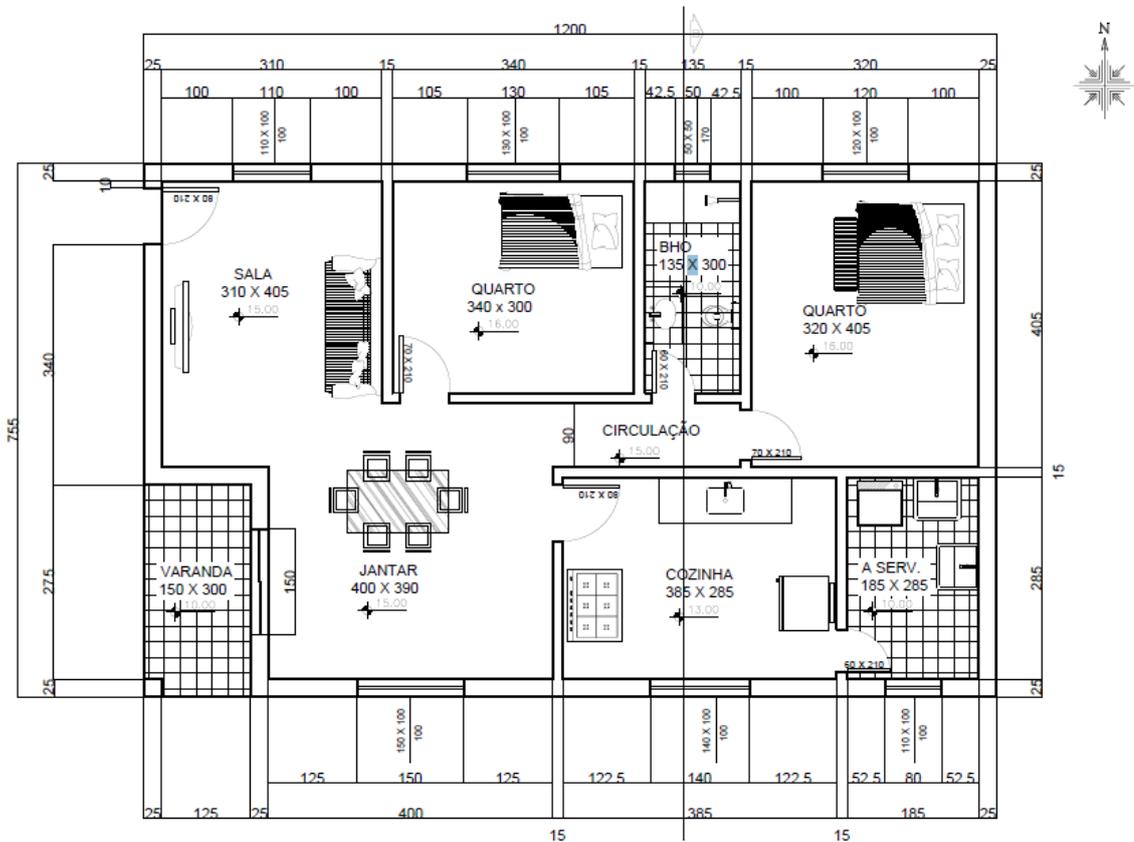


Figura 34 Planta Molde para prática de locação em sala

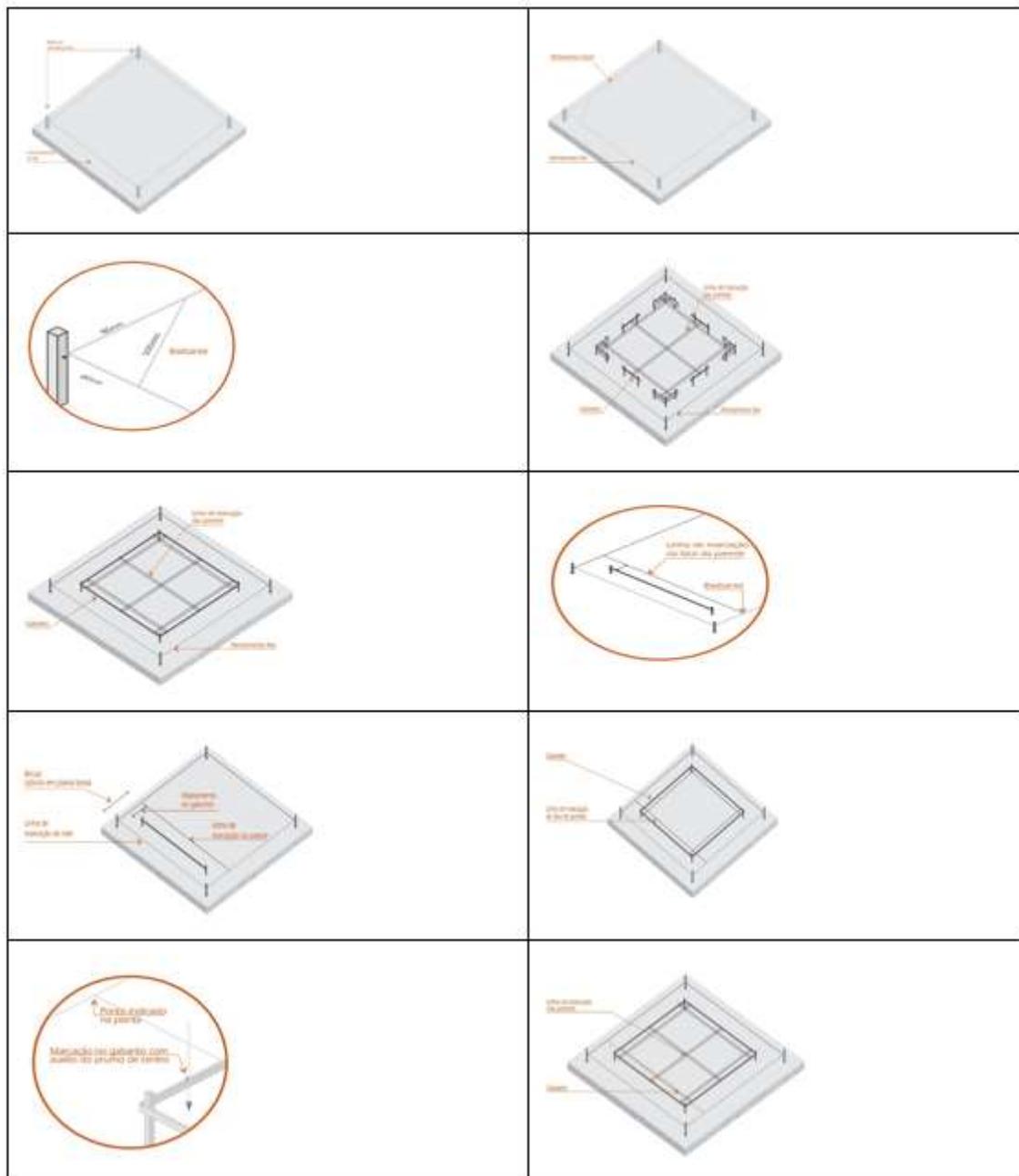


Figura 35 Locação de obra

12 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.

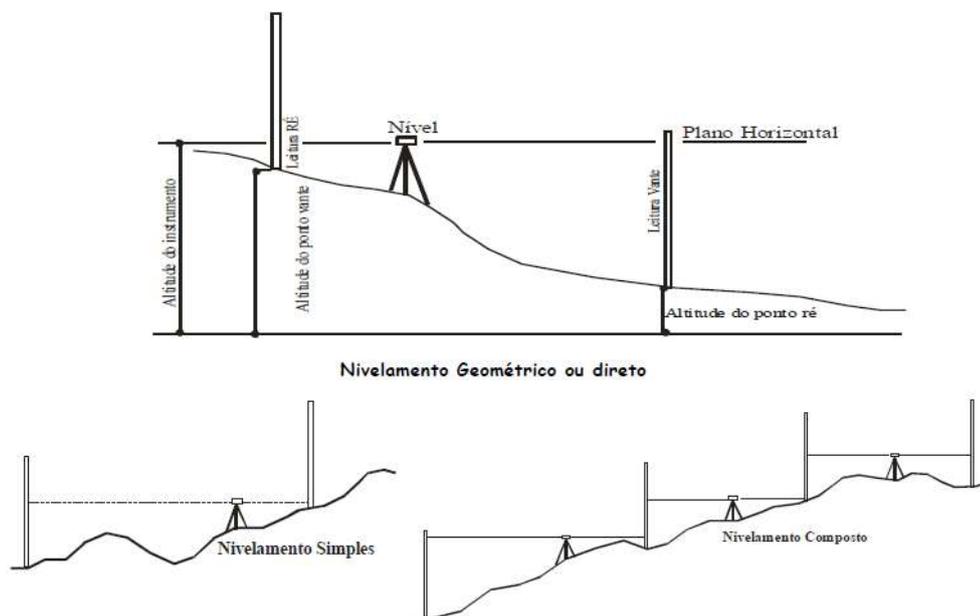


Figura 36- Nivelamento Geométrico

12.1 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:

$$\mathbf{DN = FM_{ré} - FM_{vante}}$$

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 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.



12.2 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 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

13 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.

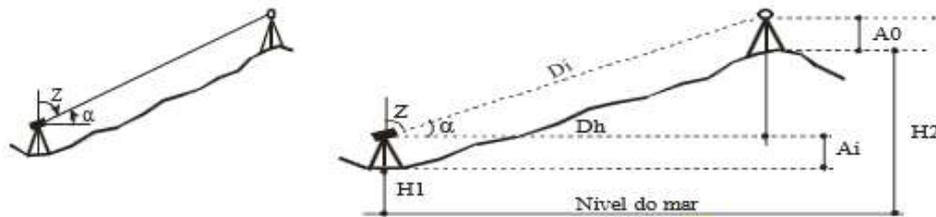


Figura 37 - Levantamento Trigonométrico

13.1 NIVELAMENTO TRIGONOMÉTRICO COM TEODOLITO

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;
- 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.



CENTRO FEDERAL DE EDUCAÇÃO TECNOLÓGICA DE MINAS GERAIS
UNIDADE CURVELO
CURSO TÉCNICO EM EDIFICAÇÕES
TOPOGRAFIA

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. 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.
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



13.2 NIVELAMENTO TRIGONOMÉTRICO COM ESTAÇÃO TOTAL

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

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

Marcha:

7. Posicione o tripé em um local onde consiga visualizar o ponto inacessível e nivele o equipamento;
8. Meça a altura do instrumento e anote;
9. Obtenha através da Estação Total todos os dados: ângulo vertical e horizontal, distância horizontal e inclinada.
10. Repita o mesmo procedimento para os demais pontos inacessíveis.
11. Faça o croqui e os cálculos.

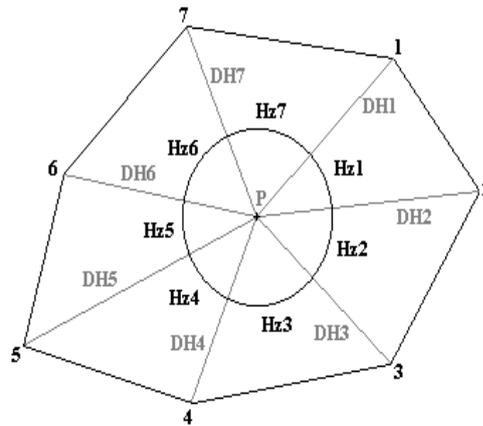
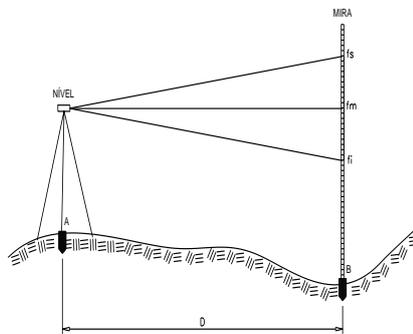


Figura 38 – Levantamento estadiométrico

Figura 39- Poligonal Fechada por irradiação

Local de realização da prática: CEFET-MG Unidade Curvelo

Materiais Necessários:

- 01 teodolito ou estação total
- 01 tripé
- 01 trena
- 01 marreta
- 01 caderneta de campo
- 04 piquetes

Resultados esperados pelo levantamento: croqui, cálculo das distâncias horizontais e verticais, desnível e ângulos horizontais entre os vértices da poligonal, e caso exista erros cite-os.

Marcha:

1. Dirigir-se ao local demarcado pelas estagiárias.
2. Posicione o tripé em um local onde consiga visualizar todos os 4 vértices da poligonal (pontos inacessíveis) e nivele o equipamento;
3. Zere o equipamento no norte magnético;
4. Meça a altura do instrumento e anote;



CENTRO FEDERAL DE EDUCAÇÃO TECNOLÓGICA DE MINAS GERAIS
UNIDADE CURVELO
CURSO TÉCNICO EM EDIFICAÇÕES
TOPOGRAFIA

5. Verifique o ângulo vertical obtido entre o equipamento e o primeiro ponto visado no teodolito, tendo como referência o ângulo zenital.
Obs: A estação total fornece todos os dados: ângulo vertical e horizontal, distância horizontal e inclinada;
6. Faça a leitura dos fios stadimétricos;
7. Repita o mesmo procedimento para os demais pontos inacessíveis;
8. Com auxílio da baliza, faça a leitura dos ângulos horizontais entre os pontos;
9. Faça o croqui e os cálculos

Formulário:

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

$$DI = DN / \operatorname{sen} \alpha$$

15 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.

15.1 PRÁTICA – PONTOS COTADO COM GPS

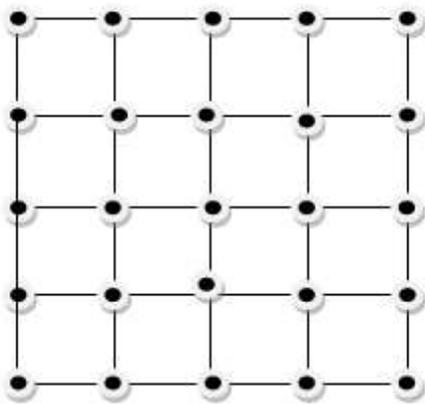


Figura 40- Demarcação do Terreno por quadriculação

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 preenchimento da caderneta de campo, croqui da prática, traçado das curvas de nível.

Marcha

1. Marque os quatro pontos do quadrado principal de dimensão 20x20m 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 16 quadrados secundários e 25 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 25 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.

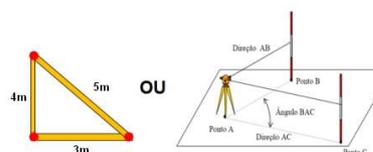


Figura 41- Verificação do alinhamento

15.2 PRÁTICA – PONTOS COTADOS COM NÍVEL

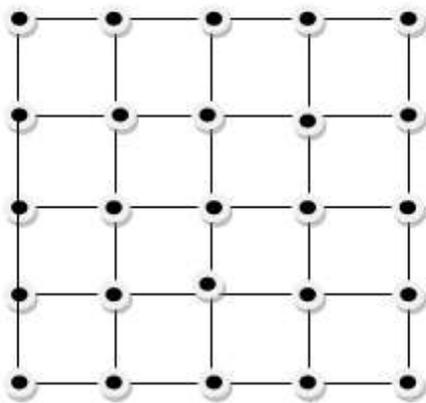


Figura 42-Demarcção do Terreno por quadriculação

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

Resultados esperados pelo levantamento: relatório contendo 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 20x20m 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 16 quadrados secundários e 25 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 25 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 25 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.

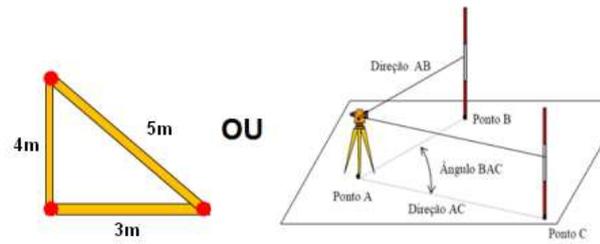


Figura 43-Verificação do alinhamento

15.3 PRÁTICA – PONTOS COTADOS COM TEODOLITO

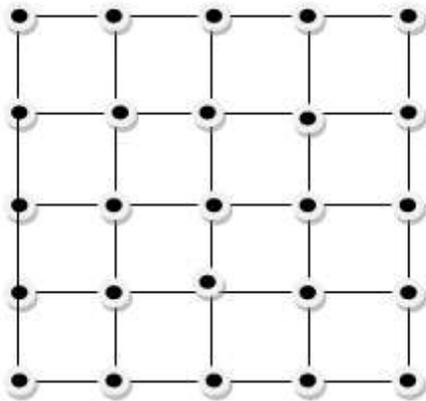


Figura 44 -Demarcação do Terreno por quadriculação

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

Resultados esperados pelo levantamento: relatório contendo 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 20x20m 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 16 quadrados secundários e 25 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 25 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 25 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.

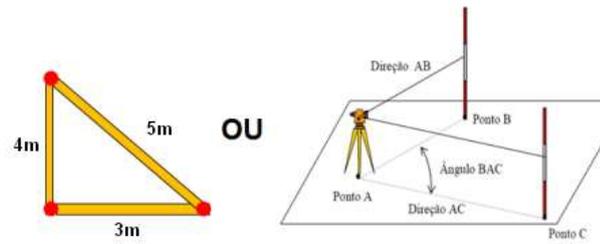


Figura 45-Verificação do alinhamento



16 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.



16.1 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.

16.2 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:

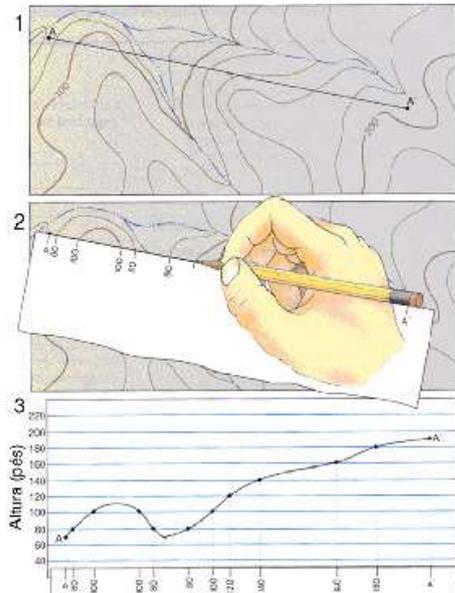


Figura 46- Elaboração das curvas de nível

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.

16.3 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

16.4 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;



17 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, Profª 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=AFQjCNHXjvxAXOKQiTodqIJZlzu5w6sBKg&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/multimedia_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



CENTRO FEDERAL DE EDUCAÇÃO TECNOLÓGICA DE MINAS GERAIS
UNIDADE CURVELO
CURSO TÉCNICO EM EDIFICAÇÕES
TOPOGRAFIA

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