



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

NOTAS DE AULAS

PRÁTICAS DE TOPOGRAFIA I

Elaboração:

Professora Juliana Reinert

Professora Rachel Gonçalves Braga

Professora Tais Lorena Pereira da Silva

Estagiária Bárbara Ribeiro Costa

Estagiária Paula Marinho Ferreira

Estagiária Brenda Borges Reis

Estagiário Rafael Mendes Leal

Estagiária Maria Luíza Barbosa dos Santos

Estagiária Maria Vitória dos Santos Fernandes

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	BÁRBARA	PAULA	BRENDA	LUÍZA/VITÓRIA					
APROVAÇÃO	JULIANA	RACHEL	RACHEL	TAÍS					



SUMÁRIO

1	ACESSÓRIOS DE MEDIÇÃO	5
1.1	BALIZA	5
1.2	MIRA FALANTE	5
1.3	NÍVEL DE CANTONEIRA	6
1.4	PRISMA REFLETOR	7
1.5	TRIPÉ	7
2	EQUIPAMENTOS DE MEDIÇÃO	8
2.1	ESTAÇÃO TOTAL.....	8
2.1.1	<i>Detalhamento do aparelho.....</i>	<i>8</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.....	13
2.2.1	<i>GPS GEODÉSICO.....</i>	<i>14</i>
2.2.2	<i>GPS DE NAVEGAÇÃO.....</i>	<i>15</i>
2.2.2.1	<i>Detalhamento do aparelho</i>	<i>15</i>
2.2.2.2	<i>Utilização.....</i>	<i>16</i>
2.2.2.3	<i>Configurações prévias.....</i>	<i>16</i>
2.2.2.4	<i>Cuidados a serem tomados.....</i>	<i>18</i>
2.3	NÍVEL	18
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	20
2.5	CABO AGRIMENSOR	21
2.5.1	<i>Utilização</i>	<i>21</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 ...	27
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	33
7	LEVANTAMENTO PLANIMÉTRICO POR IRRADIAÇÃO	37
7.1	PRÁTICA –LEVANTAMENTO PLANIMÉTRICO POR IRRADIAÇÃO COMO TEODOLITO 38	
7.2	PRÁTICA – LEVANTAMENTO PLANIMÉTRICO POR IRRADIAÇÃO COM O NÍVEL AUTOMÁTICO	40
7.3	PRÁTICA – LEVANTAMENTO PLANIMÉTRICO POR IRRADIAÇÃO COM A ESTAÇÃO TOTAL	43
8	LEVANTAMENTO PLANIMÉTRICO POR CAMINHAMENTO	45
8.1	CAMINHAMENTO PELOS ÂNGULOS HORÁRIOS.....	46
8.2	PRÁTICA –LEVANTAMENTO PLANIMÉTRICO POR CAMINHAMENTO COMO TEODOLITO.....	47
8.3	PRÁTICA – LEVANTAMENTO PLANIMÉTRICO POR CAMINHAMENTO COM O NÍVEL AUTOMÁTICO	51
8.4	PRÁTICA – LEVANTAMENTO PLANIMÉTRICO POR CAMINHAMENTO COM A ESTAÇÃO TOTAL.....	55
9	TRIANGULAÇÃO.....	60
9.1	PRÁTICA – TRIANGULAÇÃO	60
10	CÁLCULO DE ÁREAS.....	65
10.1	PROCESSO ANALÍTICO POR QUADRÍCULAS.....	65
10.1.1	<i>Prática – Cálculo de Áreas - Método das quadrículas</i>	<i>65</i>
10.2	PROCESSO ANALÍTICO POR FAIXAS	67
10.2.1	<i>Prática – Cálculo de Áreas - Método das faixas</i>	<i>67</i>
11	PRÁTICA – LEVANTAMENTO PLANIMÉTRICO POR IRRADIAÇÃO COM O TEODOLITO.....	71
12	PRÁTICA – LEVANTAMENTO PLANIMÉTRICO POR CAMINHAMENTO POLIGONAL ABERTA	72
13	PRÁTICA: ENCONTRANDO MEDIDAS DO CEFET-MG POR TRIANGULAÇÃO	75
	REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS	77

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	14
Figura 10 - GPS Garmin 78s.....	15
Figura 11 - Telas de funções.....	17
Figura 12 - Tela do formato das unidades.....	17
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	29
Figura 24 - Polígono retangular.....	30
Figura 25 - Representações do Prédio Escolar, Quadra e Portaria do CEFET- MG em planta- baixa.	35
Figura 26 - Levantamento por irradiação	37
Figura 27 - Caminhamento sentido horário	46
Figura 28 - Caminhamento no sentido anti-horário	47
Figura 29 - Triangulação	60
Figura 30 - Cálculo da área de um triângulo	62
Figura 31 - Área dividida em quadrículas	65
Figura 32 - Área dividida em faixas	67
Figura 33 - Poligonal aberta	73
Figura 34 - Planta Baixa CEFET-MG	75



Figura 35 - Lei do cosseno 76

LISTA DE TABELAS

Tabela 1 - Comandos da Estação Total 9
Tabela 2 - Comandos da Estação Total 11
Tabela 3 - Símbolos do display 11
Tabela 4 - Comandos do GPS 15
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. Os metros são indicados por pontos, números romanos ou algarismos arábicos.

	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	BÁRBARA	PAULA	BRENDA	LUÍZA/VITÓRIA					
APROVAÇÃO	JULIANA	RACHEL	RACHEL	TAÍS					

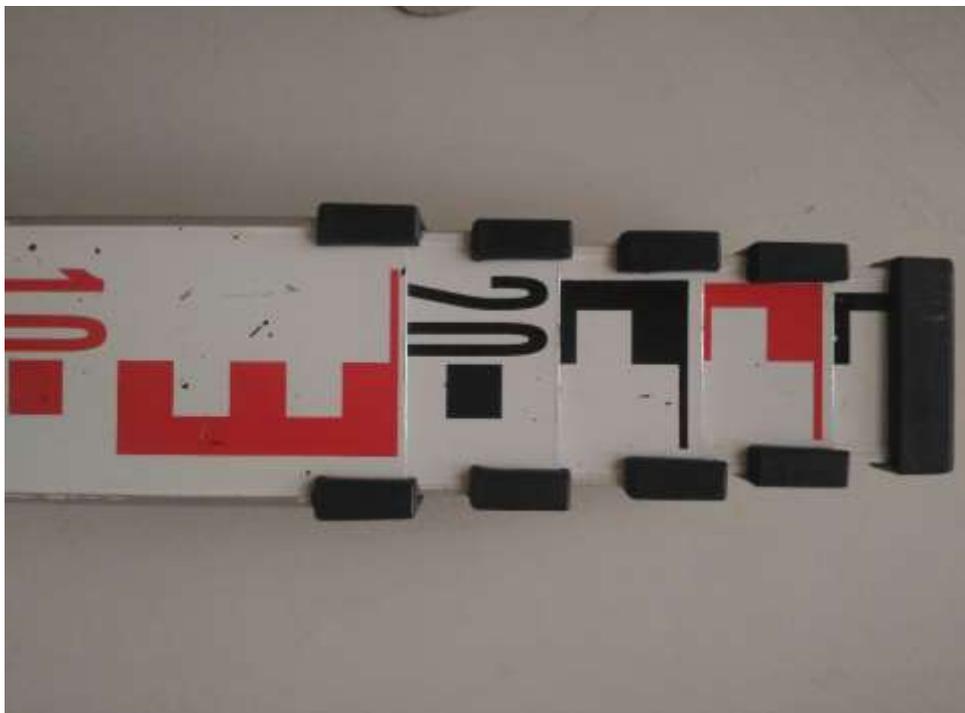


Figura 2 - Mira Falante



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

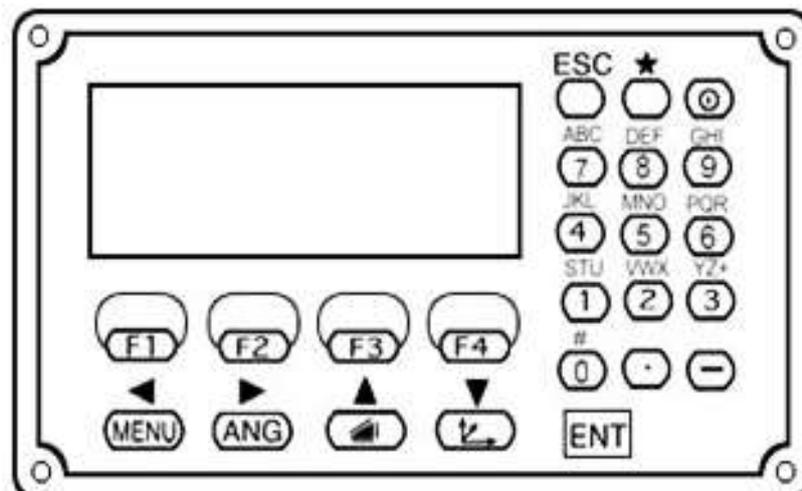


Figura 8 - Teclado Estação Total

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

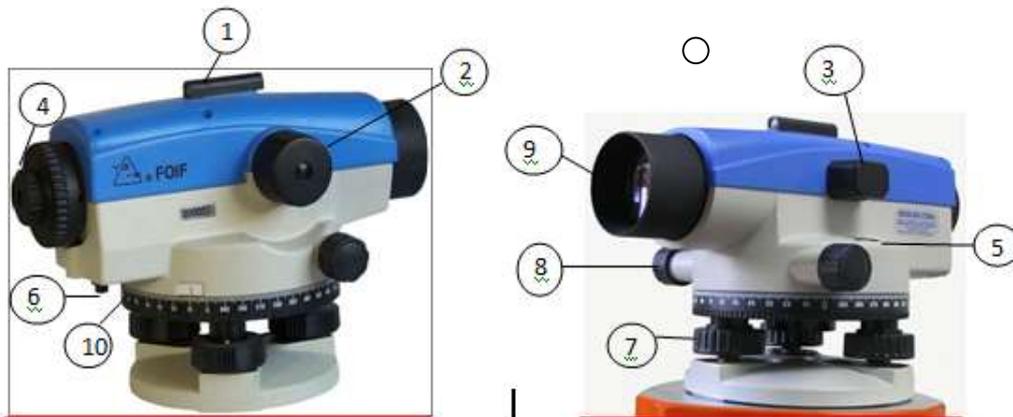


Figura 14 - Detalhamento Nível Óptico

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

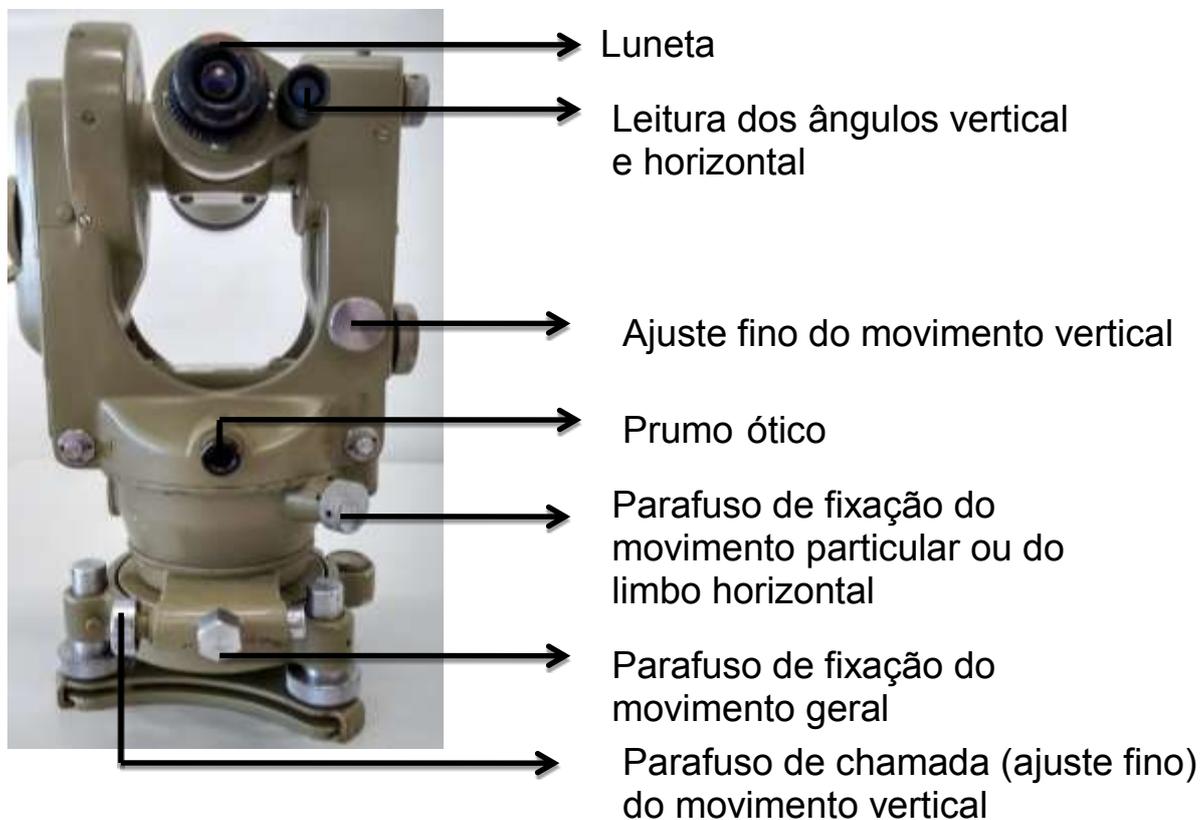


Figura 18 - Detalhamento do Teodolito

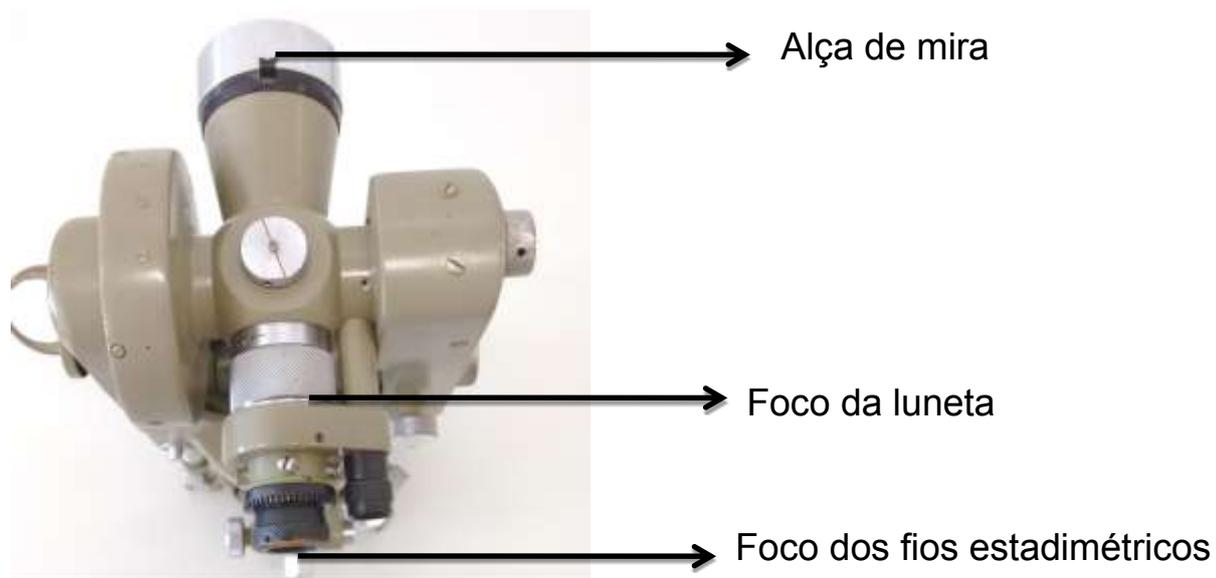


Figura 19 - Detalhamento do Teodolito

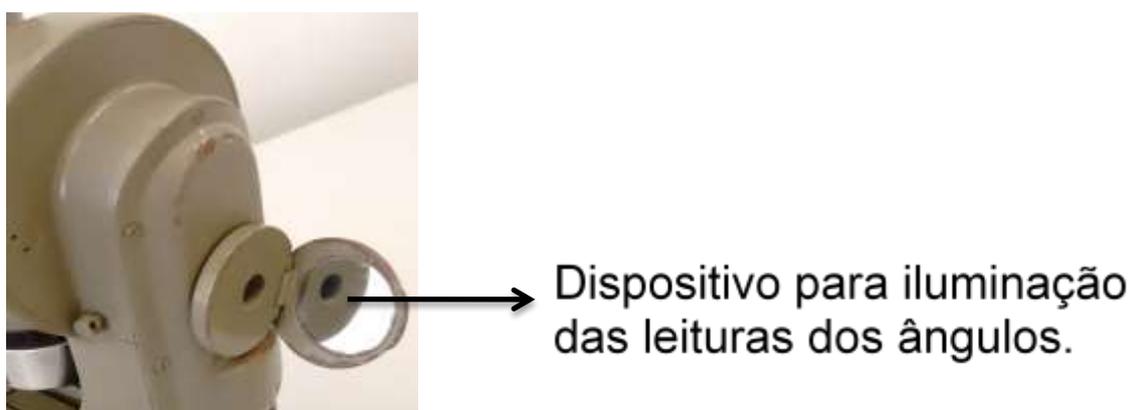


Figura 20 - Detalhamento do Teodolito

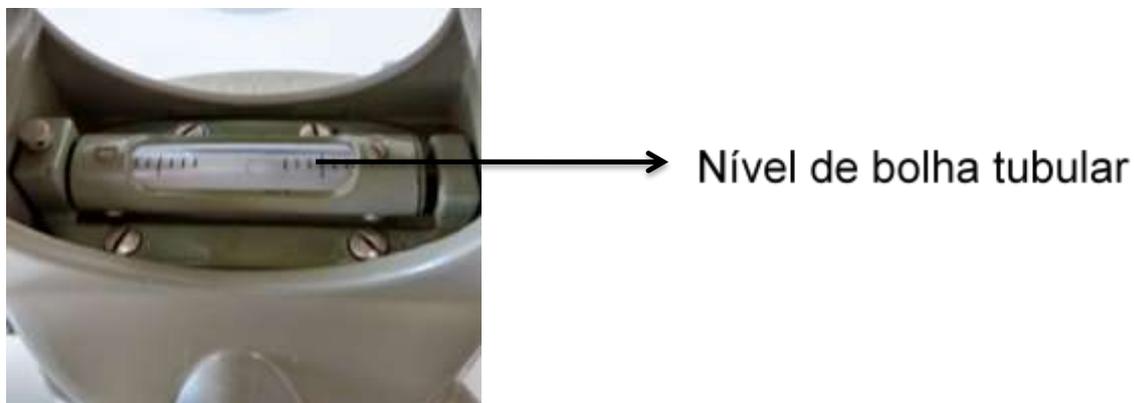


Figura 21 - Detalhamento do Teodolito

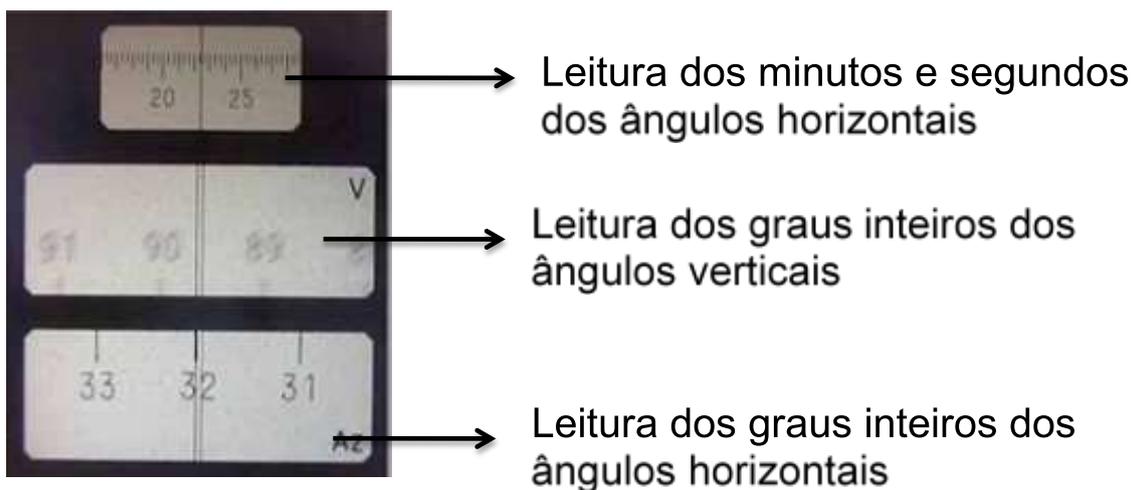


Figura 22- Detalhamento do Teodolito

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;
- 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.

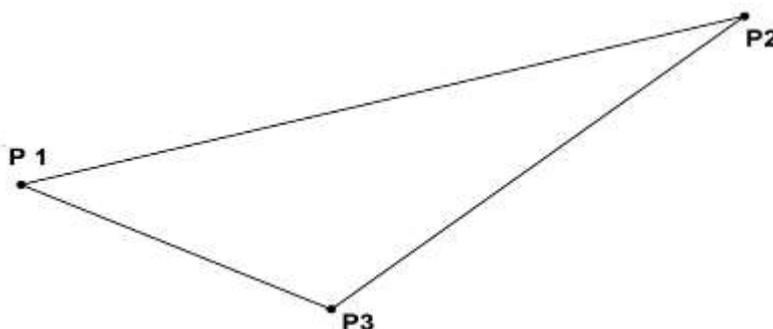


Figura 23 - Polígono triangular

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

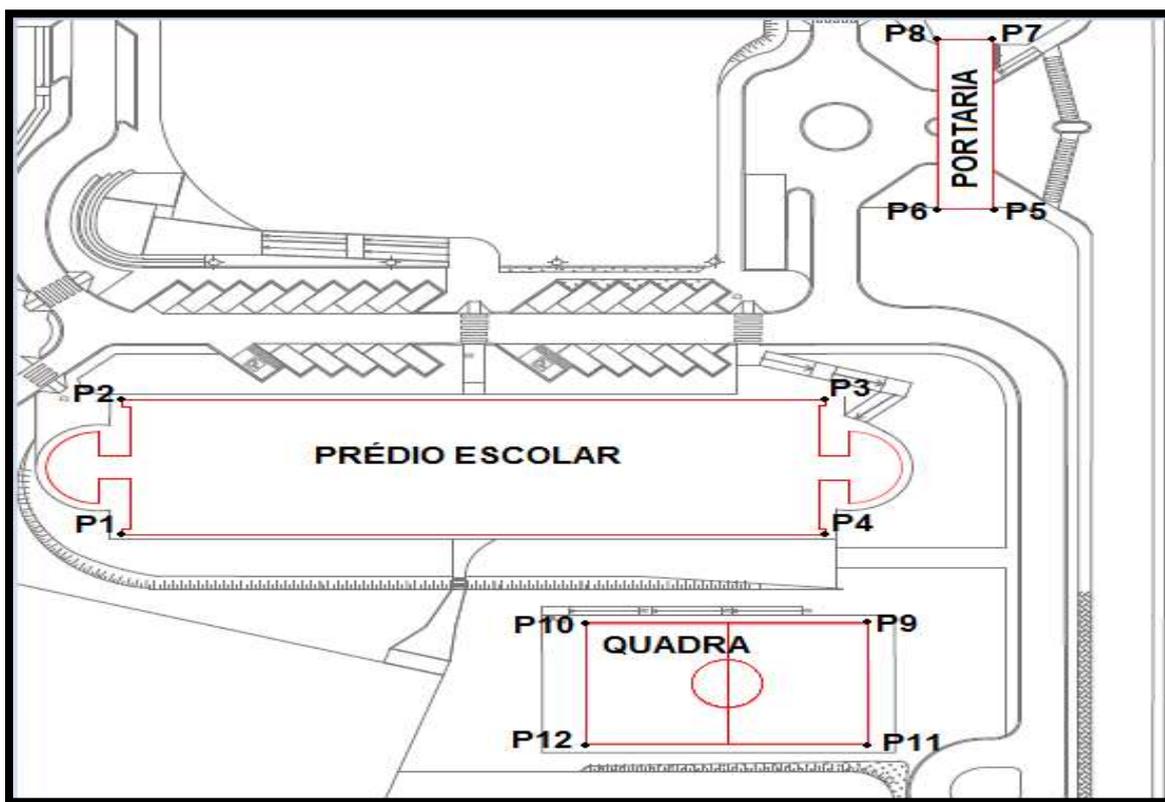
Resultados esperados pelo levantamento: preenchimento da caderneta de campo com os dados obtidos (elevação, longitude e latitude, área e perímetro), croqui, cálculo das áreas e perímetros e localização das edificações em fotos satélites.

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:

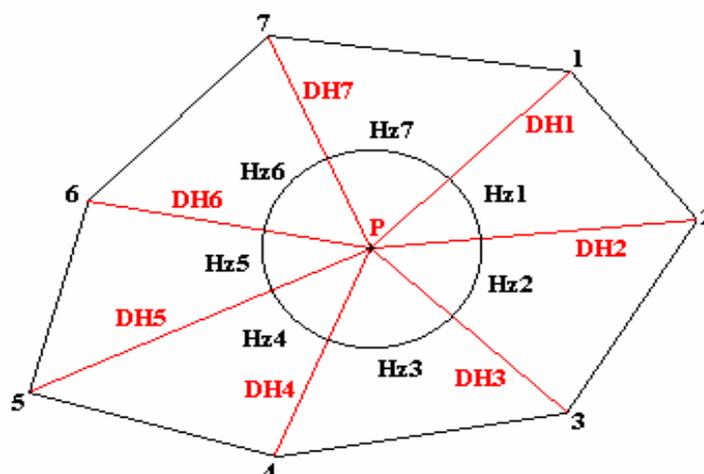


Figura 26 - Levantamento por irradiação



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 stadimétricos.
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 stadimétricos 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;

8.1 Caminhamento pelos ângulos horários

Os ângulos horários são ângulos horizontais medidos no sentido horário. Dependendo do sentido do caminhamento, os ângulos medidos podem ser internos ou externos. Quando o caminhamento é feito no sentido horário, os ângulos horizontais medidos são externos, já quando o caminhamento é feito no sentido anti-horário os ângulos horizontais medidos são os ângulos internos.

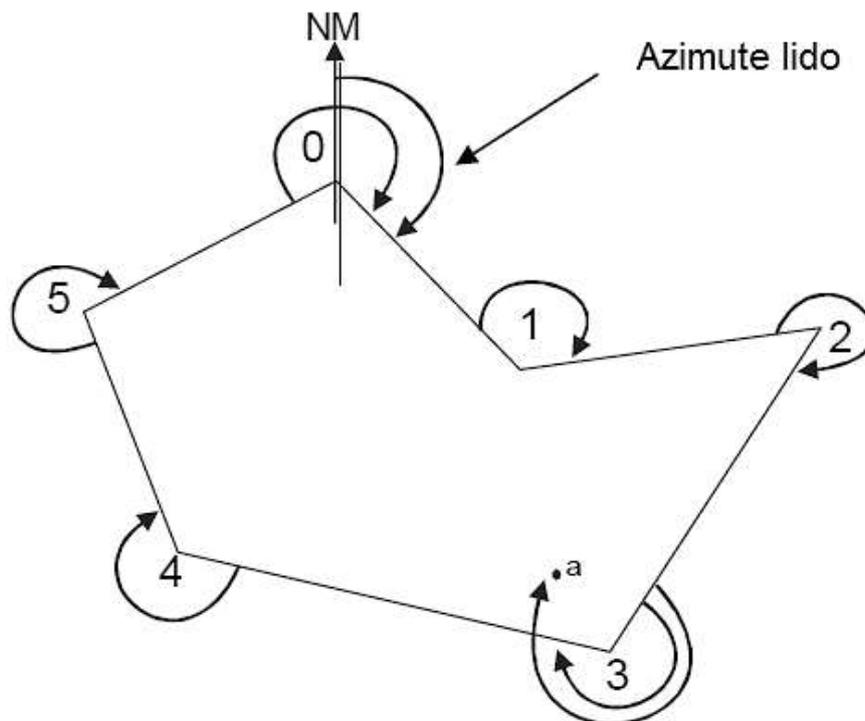


Figura 27 - Caminhamento sentido horário

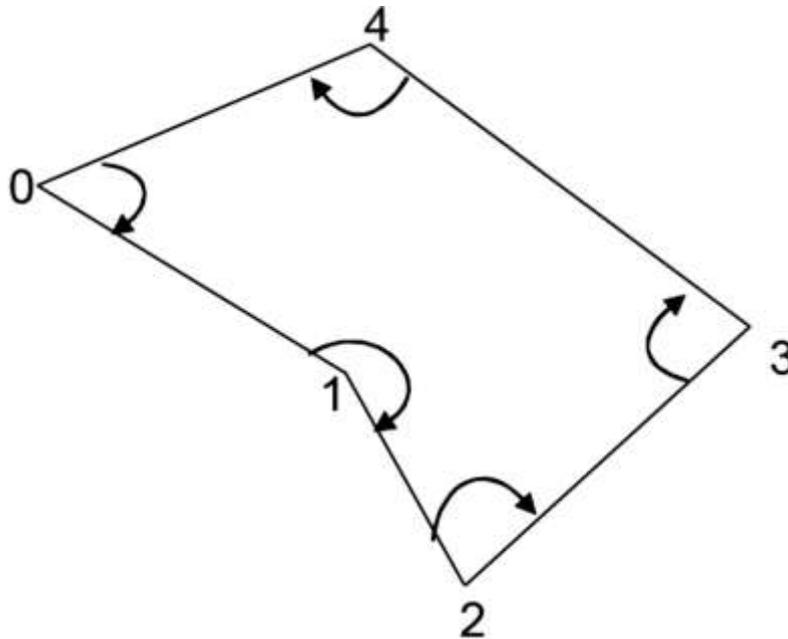


Figura 28 - Caminhamento no sentido anti-horário

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

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

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:

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

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

Onde n = número de lados da poligonal



- 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. 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

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

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° ($+180^\circ$)
- 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

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

CADERNETA DE CAMPO LEVANTAMENTO PLANIMÉTRICO POR CAMINHAMENTO

Estação	Fios Estadimétricos			Ângulo vertical	Ângulo horizontal
	FI	FM	FS		



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);
26. Preencha a caderneta de campo com todos os dados obtidos durante o levantamento e faça os cálculos necessários;
27. Após a medição, desligue o aparelho e guarde-o com cuidado.



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

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.

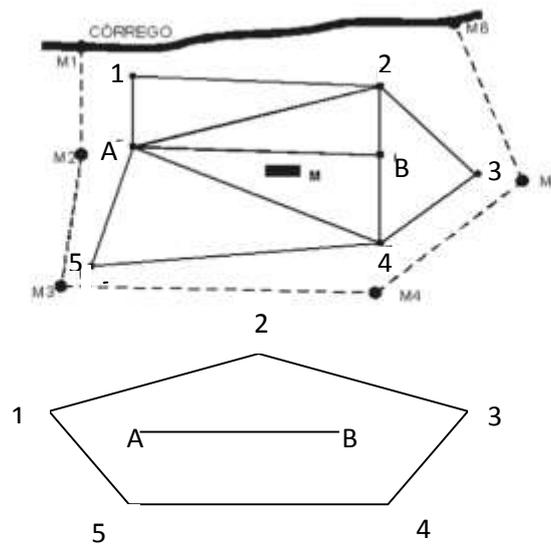


Figura 29 - Triangulação

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:

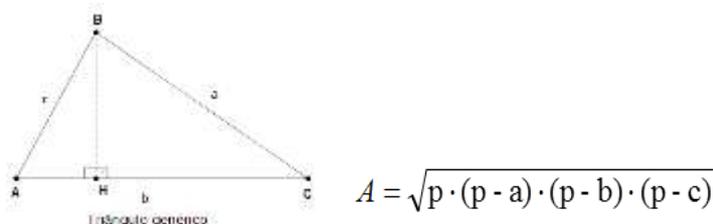


Figura 30 - Cálculo da área de um triângulo

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°)
- 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

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

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

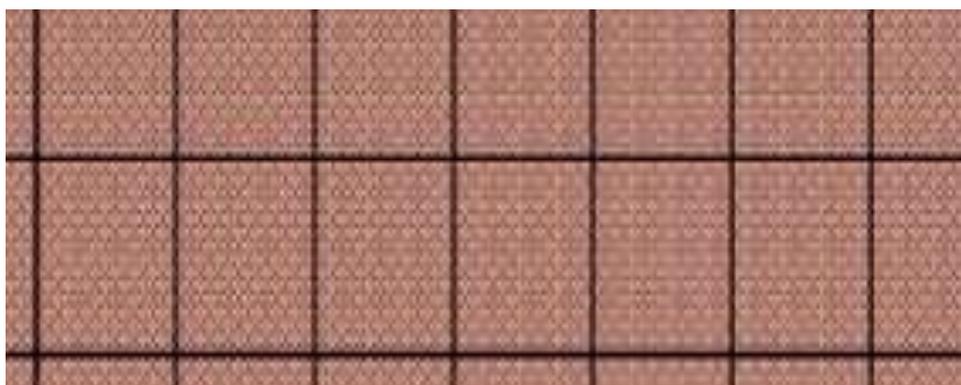


Figura 31 - Área dividida em quadrículas

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):

Revisão: 2

- 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

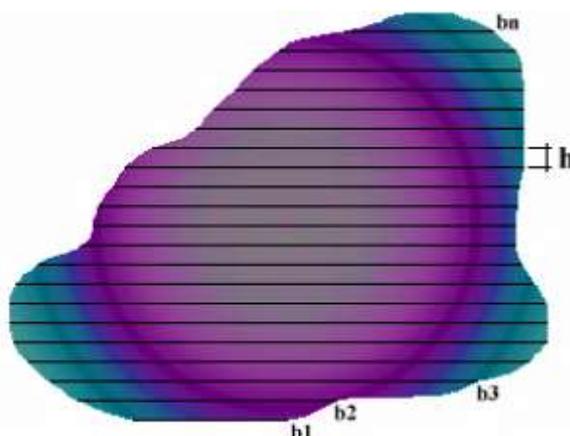


Figura 32 - Área dividida em faixas

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

$$S = h_i \sum b_i$$

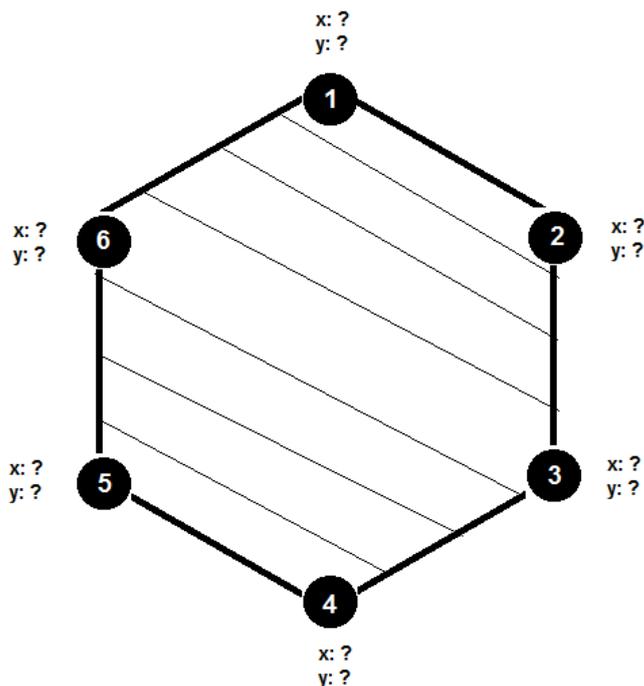
Onde:

h_i = espaçamento das linhas

b_i = comprimento das linhas

10.3 Cálculo de áreas: Método de coordenadas

É um método que consiste na decomposição de polígono em coordenadas e a organização dessas coordenadas de tal forma que seja possível encontrar a área do polígono.



Prática – Cálculo de áreas: Método de coordenadas

A partir da decomposição de alguns bairros de Ouro Preto em coordenadas, os alunos deverão organizar os dados de tal forma que seja possível encontrar a área total do bairro em metros quadrados. O procedimento pode ser realizado tanto no Excel quanto em Autocad, ou em outros métodos alternativos.

Marcha:

1. Com as coordenadas dadas na tabela anexada, organizá-los de tal forma que seja possível calcular a área do polígono formado por eles, e preferencialmente mostrar um gráfico que represente o polígono

Formulário

Método da Determinante

$$\text{Fórmula: } 2A = \sum(X_n \times Y_{n+1}) - \sum(Y_n \times X_{n+1})$$

DETERMINANTE		
CÁLCULO DE ÁREA		
PONTOS	X	Y
1	4110.938	1912.626
2	4210.838	1908.166
3	4214.013	1788.208
4	4009.691	1801.951
1	4110.938	1912.626
TOTAL	17.987,209m ²	

Método de Gauss

$$\text{Fórmula: } 2A = \sum Y_n \times (X_{n-1} - X_{n+1})$$

GAUSS		
CÁLCULO DE ÁREA		
PONTOS	X	Y
4	4009,891	1801,951
1	4110,938	1912,826
2	4210,838	1908,166
3	4214,013	1788,208
4	4009,891	1801,951
1	4110,938	1912,826
TOTAL	17.987,209m ²	

11 PRÁTICA – LEVANTAMENTO PLANIMÉTRICO POR IRRADIAÇÃO COM O TEODOLITO

Local de realização da prática: CEFET-MG unidade Curvelo

Materiais necessários (por grupo):

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

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

Marcha:

15. Materialize a poligonal topográfica de 08 lados.

16. Faça o levantamento por caminhamento para todos os 8 pontos.

17. Coloque 3 pontos irradiados para cada vértice da poligonal, sendo que estes podem estar fora ou dentro da poligonal, mas não podem ser pertencentes à ela.
18. Com o auxílio da bússola topográfica vise o norte magnético.
19. Em seguida estacione o equipamento no ponto (P1) faça a leitura dos fios médios, superior e inferior dos três pontos, anotando também os ângulos entre eles.
20. Repita as operações de (5) para todos os vértices do polígono.

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° ($+180^\circ$)
- 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

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

12 PRÁTICA – LEVANTAMENTO PLANIMÉTRICO POR CAMINHAMENTO POLIGONAL ABERTA

Local de realização da prática: CEFET-MG unidade Curvelo

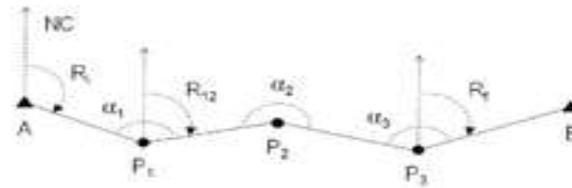


Figura 33 - Poligonal aberta

Materiais necessários (grupo):

- 01 nível automático, Estação Total ou Teodolito.
- 01 prisma e 01 suporte de Prisma(para Estação Total)
- 01 tripé;
- 01 baliza;
- 01 mira falante;
- 07 piquetes;
- 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:

24. Materializar a poligonal topográfica com 7 pontos no campo;
25. Estacione, centre e nivele o nível ou estação no ponto um (P1);
26. Meça a altura do instrumento com a trena e anote o valor encontrado na caderneta de campo;
27. Zere o instrumento na mesma direção do norte magnético;
28. 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);
29. Estacione o equipamento no P2, zere, e anote o ângulo entre as visadas ré e vante (P1 e P3). Anote também a leitura dos fios ou a distância (Estação Total).

30. Em seguida repita o procedimento (6) para os pontos P3, P4, P5.
31. Estacione o equipamento no P7, zere, e anote o ângulo entre o norte e P6. Anote também a leitura dos fios ou a distância (Estação Total).
32. Preencha a caderneta de campo com todos os dados obtidos durante o levantamento e faça os cálculos necessários;
33. Faça a compensação do erro angular;
34. 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° ($+180^\circ$)
- Maior que 180° e menor que $540^\circ \rightarrow$ diminua 180° (-180°)
- Maior que $540^\circ \rightarrow$ diminua 540° (-540°)

Erro angular para Poligonal aberta:

$\text{Erro} = \text{Azimute Calculado} - \text{Azimute conhecido}$

13 PRÁTICA: ENCONTRANDO MEDIDAS DO CEFET-MG POR TRIANGULAÇÃO

Elaboração: Marias

Localização da Prática: Muro frontal do CEFET-MG Curvelo

Premiação para cada integrante do grupo:

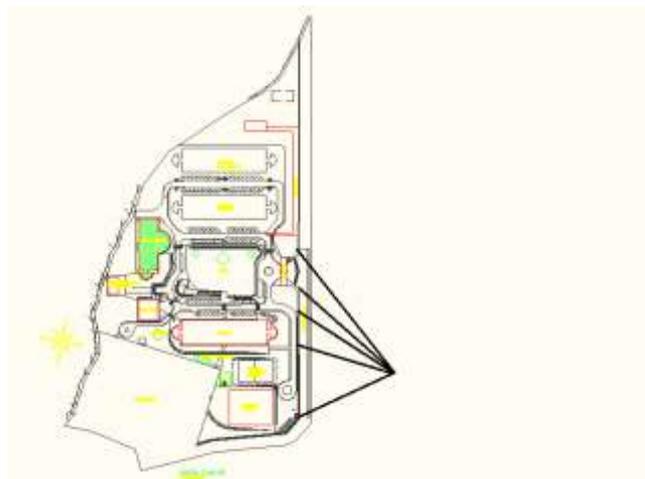
1º lugar – 1 pontos

2º lugar- 0.5 pontos

Materiais necessários:

- 01 Teodolito ou Nível;

-01



tripé;

-01 baliza;

- 01 mira falante;

-01 caderneta de campo.

Figura 34 - Planta Baixa CEFET-MG

Resultados esperados pelo levantamento: Relatório contendo memorial de cálculo, croqui e resultados obtidos.

Marcha:

- 1- Escolha um lugar para colocar o equipamento.
- 2- Centre e nivele o nível ou teodolito.
- 3- Mire o nível ou teodolito no primeiro ponto do muro (P1), faça leitura dos fios estadimétricos e mire no ponto (P2), fazendo também a leitura dos fios e o ângulo entre P1 e P2.
- 4- Ainda no ponto P2, mire para o ponto P3, anote o ângulo entre P2 e P3 e os fios estadimétricos.
- 5- Repita o mesmo procedimento até chegar ao último ponto.

Obs: Zere o ângulo apenas no ponto P1, ou seja, para encontrar os demais ângulos basta subtrair o ângulo anterior do último ângulo. EX : $(P2-3) = (P1-3 - P1-2)$

Obs: o relatório será entregue no final da aula.

Fórmula:

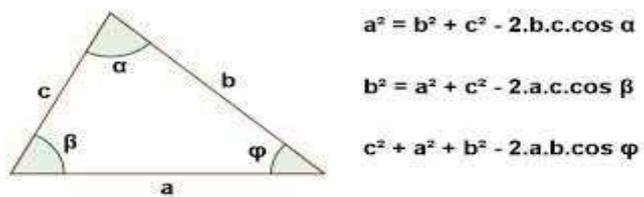


Figura 35 - Lei do cosseno

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=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=calculo-de-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. **Poligonação – 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.
Revisão: 2

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

PONTIFÍCIA UNIVERSIDADE CATÓLICA DE GOIÁS. **Apostila Básica de Topografia**. Disponível em: <http://professor.pucgoias.edu.br/SiteDocente/admin/arquivosUpload/17410/material/TOPOGRAFIA%20BASICA_VNF.pdf > acesso em 09 jun. 2017