



MINISTÉRIO DA CIÊNCIA E TECNOLOGIA
INSTITUTO NACIONAL DE PESQUISAS ESPACIAIS

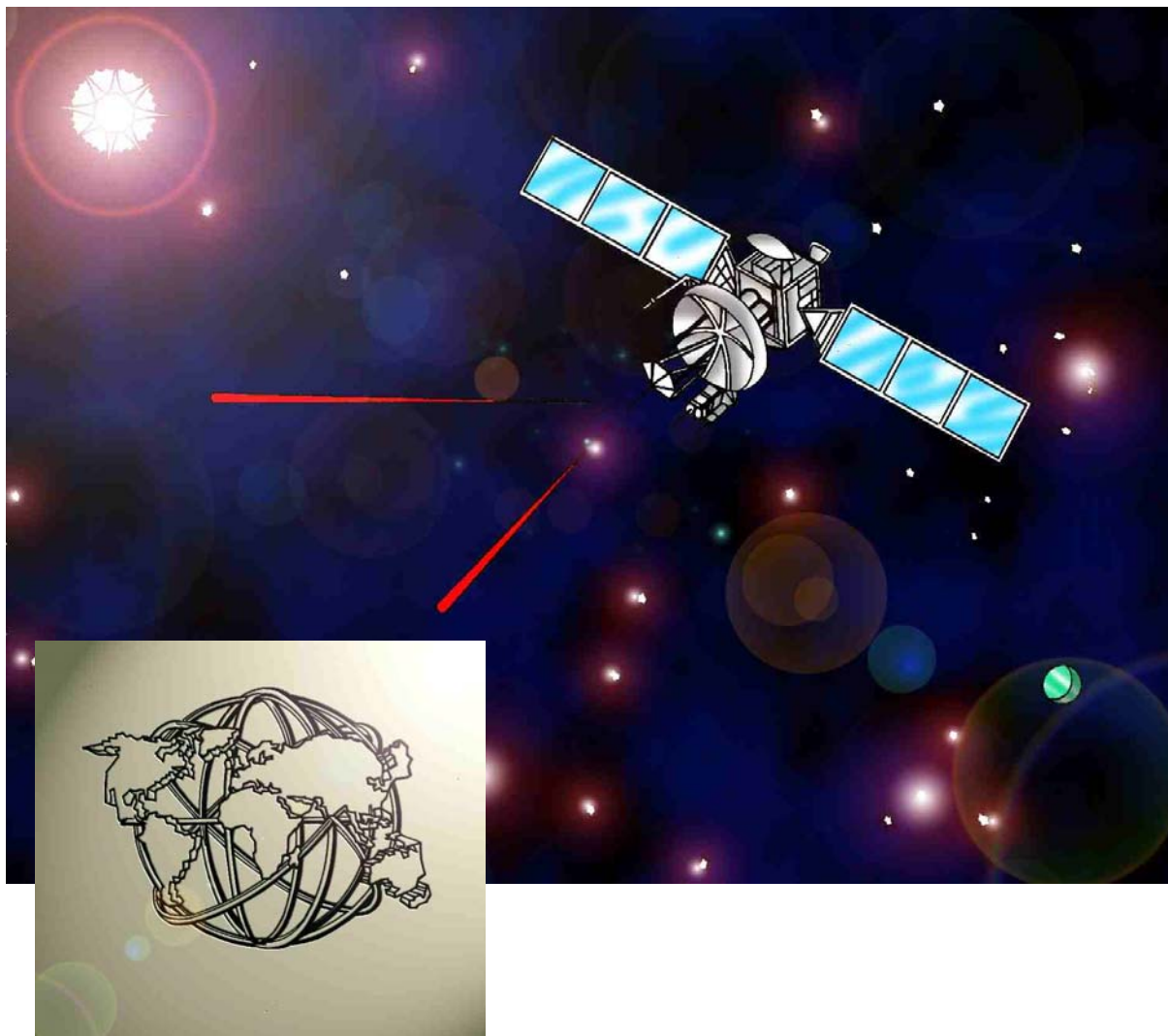
INPE-9897-PUD/128

**TRABALHANDO COM MEDIADAS E MEDIÇÕES EXPEDITAS
NO TERRENO E NO MAPA**

Paulo César Gurgel de Albuquerque

INPE
São José dos Campos
2003

TRABALHANDO COM MEDIDAS E MEDIÇÕES EXPEDITAS NO TERRENO E NO MAPA



SUMÁRIO

Lista de Figuras.....	iii
PREFÁCIO.....	iv
1 - Introdução.....	1
2 - Glossário Técnico.....	1
3 - Desenvolvimento do trabalho.....	2
4 - Material necessário.....	3
5 - Planimetria.....	4
5.1 Ajustando o passo.....	4
5.2 - Determinando uma direção.....	5
5.2.1-Determinando a direção com bússola.....	5
5.2.2- Determinando a direção com uma alidade.....	7
5.2.3- Determinando o Norte verdadeiro.....	9
5.2.4- Comparando as direções do Norte verdadeiro com o magnético.....	13
6 - Altimetria.....	13
6.1 - Com a alidade.....	13
7 - Trabalhando com mapas e imagens.....	15
7.1 - Calculando a escala.....	15
7.2 - Calculando o comprimento de uma linha.....	16
7.3 - Calculando a área de uma figura irregular no mapa.....	18
8 - Integrando os conhecimentos apresentados.....	19
9 – Bibliografia.....	23
Apêndice.....	25

LISTA DE FIGURAS

1: Calibrando o passo	4
2: Utilizando cabo marcado para medição de distâncias	5
4: Diferença angular obtida a partir de uma bússola	6
5: Apontando a bússola para o NM e o ponto desejado.....	6
6: Fixando o cano ao transferidor.....	7
7: Montagem do apontador da alidade.....	8
8: Ilustração da alidade	8
9: Fixação da alidade ao terreno.....	8
10: Alidade com suporte de mão.....	8
11: Pontaria de dois pontos a partir de uma alidade	9
13: Traçando o círculo tendo como o raio a sombra das 08:00h.....	10
14: Traçado dos círculos da 09:00h e 10:00h	10
15: Traçando as sombras do período da tarde.....	11
16: Materialização das sombras no período da tarde.....	11
17: Bissetriz dos ângulos formados pelas sombras da haste.....	12
18: Linha Norte Sul materializada no terreno	12
19: Vista da alidade colocada na posição vertical	13
20: Utilização da alidade para leitura de ângulos verticais	14
21: Clinômetro da bússola, pontaria e leitura do ângulo vertical.	14
22: Triângulo retângulo que ilustra o cálculo da altura.	15
23: Ilustração de um curvímetero determinando o comprimento de uma linha	16
24: Linha do mapa sendo sobreposta por um fio que fixa-se ao mapa por meio de alfinetes.	17
25: O fio é retirado do mapa para ser medido	17
26: O fio é retirado do mapa e medido seu comprimento com a régua.....	18
27: área de interesse a ser mapeada.....	19
28: Identificação do ponto de partida	20
29: Definição da direção de referência.....	20
30: Ocupação do segundo ponto medido.....	20
31: Visão analítica do problema	21
32: Determinação do azimute.....	22
32: Figura desenhada a partir de triângulos de várias dimensões e uma única base	23
33: Figura desenhada a partir de radiais, definidas a partir de um ponto central com várias direções e comprimentos	23

PREFÁCIO

Este trabalho propõe-se a apresentar de forma sucinta, alguns métodos para levantamentos expeditos que poderão ser utilizados nas unidades do ensino fundamental, em auxílio às disciplinas como geografia, história, meio ambiente ciências sociais e por que não citar educação física e artes, sem grandes investimentos para escola, professores e alunos.

O objetivo deste trabalho é mostrar que as escolas poderão utilizar-se dessas técnicas e a partir delas, dar início ao desenvolvimento de uma cultura cartográfica e estimular o aprendizado de outras disciplinas, tais como matemática, geometria e física.

Pretende-se ainda apresentar, em breve, módulos específicos para os diversos tipos de levantamentos, incluindo-se nesses trabalhos a construção de teodolitos, níveis e outros acessórios para levantamentos.

Agradeço a Dra. Tania Maria Sausen, pelo incentivo ao desenvolvimento deste trabalho, a Enga. Cláudia Cristina pelo apoio, diagramação e revisão dos textos e a Dra. Elisabete Caria Moraes, pelo apoio que vem dando a essas iniciativas.

São José dos Campos, agosto de 2003

1 - Introdução

Um dos grandes equívocos que ocorre quando se propõe ensinar cartografia para professores das áreas, geografia, história, matemática, dentre outros, é achar que esses profissionais possuem os conhecimentos básicos para a utilização de bússola, medida de distâncias, medida de direções, referências de orientação entre outros.

A experiência adquirida com os cursos ministrados, pelo Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais – INPE, a esses profissionais e a observação de colegas a respeito do assunto, apontou para a elaboração deste trabalho que aborda os conhecimentos citados e fornece ao professor todos os elementos, para ele construa seus mapas ou utilize-se da cartografia no desenvolvimento de seu trabalho.

Este trabalho é dirigido aos professores do ensino fundamental e médio, com o objetivo de apresentar alguns processos expeditos para o levantamento de posições, direções, coordenadas de pontos e o desenho em escala do terreno levantado. O trabalho apresenta ainda o uso de processos simples para aquisição de medidas em cartas e mapas, tais como cálculo da área de figuras irregulares, distâncias de linhas retas e curvas, rumos e direções de caminhos, trilhas ou estradas. Todos os processos apresentados neste trabalho utilizam-se de ferramentas simples, disponíveis nas escolas e residências.

2 - Glossário Técnico

Visando a compreensão dos assuntos que serão apresentados, incluiu-se inicialmente este glossário com os termos técnicos mais utilizados neste trabalho.

Alidade	Dispositivo destinado a medir ângulos, direções ou afastamentos, através da pontaria ótica.
Altimetria	Conjunto de formas utilizadas para representação do relevo do terreno.
Azimute	É o ângulo horizontal medido no sentido horário a partir da direção Norte.

Azimute da Quadrícula	Ângulo horizontal contado a partir da representação do meridiano no mapa e a linha que o intercepta, no sentido horário.
Azimute Geográfico	Azimute de uma direção a partir do Norte Geográfico, também no sentido horário. O azimute é também conhecido como Verdadeiro.
Azimute Magnético	Azimute de uma direção contada a partir do Norte Magnético.
Clinômetro	Instrumento utilizado para medir ângulos entre dois pontos que estejam em altitudes diferentes.
Fio de prumo	Linha com um peso preso a sua extremidade, utilizada para definição da vertical de um lugar. O fio de prumo define também a direção da gravidade.
Levantamentos expeditos	Levantamento realizado sem nenhum rigor ou controle geométrico e que não exige precisão.
Limbo	Escala graduada de um instrumento utilizado na medição de ângulos
Linha de fé	Traço que indica a referencia zero na escala do instrumento ou a linha de pontaria
Planimetria	Toda as ocorrências do terreno, tais como vias de acesso, cobertura vegetal, áreas edificadas etc, excetuando-se o relevo.

3 - Desenvolvimento do trabalho

A realização das etapas descritas a seguir contempla as seguintes atividades:

a - Levantamento da planimetria

Determinar uma distância e uma direção;

Ajustar o passo;

Definir a direção com a bússola;
Definir a direção de dois pontos com uma alidade.

b) Levantamento da altimetria

Determinar a altura de um ponto com uma alidade;
Determinar a altura com um clinômetro.

c) Determinando comprimentos de linhas curvas sobre mapas

Determinar a velocidade de um deslocamento.

d) Determinando a área de uma superfície no mapa

e) Desenhando o mapa

4 - Material necessário

Para a realização das etapas descritas anteriormente são necessários os seguintes materiais:

- 1) Bússola com limbo móvel preferencialmente;
- 2) Cronômetro;
- 3) Trena;
- 4) Régua e Esquadro;
- 5) Transferidor de 180°;
- 6) Caixa de alfinetes;
- 7) Giz;
- 8) Linha de tricô e ou barbante;
- 9) Papel milimetrado transparente;
- 10) Toco de madeira de 3cm de lado;
- 11) Cano com aproximadamente 15cm de comprimento por 1cm de diâmetro e
- 12) Tampinha plástica de refrigerante, por exemplo, cola plástica e linha de nylon escura.

5 - Planimetria

5.1 Ajustando o passo

- Uma das maneiras utilizadas para determinar a distância entre dois pontos, é pelo número de passos dado por alguém. Por exemplo: do ponto A ao ponto B são 35 passos dados por uma pessoa. Quando deseja-se utilizar a unidade métrica para expressar essa distância, deve-se converter os passos nessa unidade. Assim sendo, faz-se necessário conhecer o comprimento que mede um passo dado pela pessoa que fez a medida.
- Para conhecer a dimensão do passo de uma pessoa proceda da seguinte maneira:
 - a) Trace no terreno uma linha reta, preferencialmente com 50m de comprimento e marque o meio dessa linha (25m);
 - b) Peça a pessoa que vai calibrar o passo para tomar posição no início da linha e caminhar em linha reta até o outro extremo. Quando estiver passando no ponto do meio anote o número de passos dados até esse ponto a exemplo do que será feito no final do percurso;
 - c) Para obter um bom resultado proceda a uma série de 3 medidas. Calcule a média e faça o seguinte cálculo:

$$C_p = \frac{n_p}{c_l}$$

onde C_p é o comprimento do passo;

n_p é o número de passos dados e

c_l é o comprimento da linha

A utilização do passo duplo simplifica e dá um pouco mais de precisão ao método. Neste caso dois passos completos determinam o passo duplo resultando o comprimento final mais ou menos 2 vezes o passo simples. A figura 1 ilustra os passos, duplo e simples.

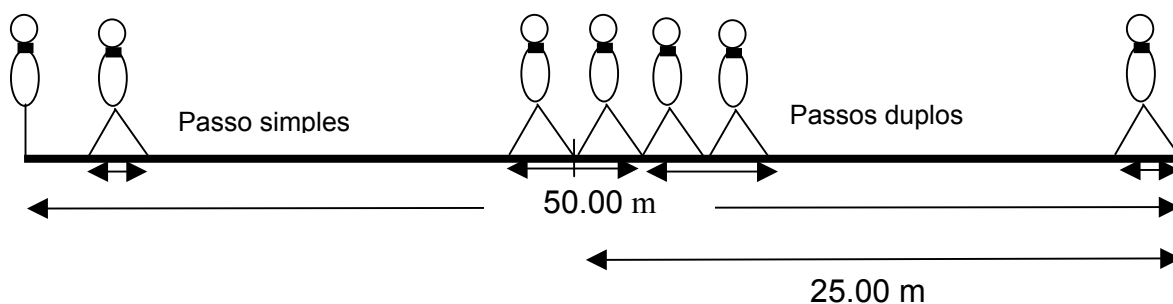


FIGURA 1: Calibrando o passo.

OBS: O passo pode ser calibrado com a pessoa caminhando normalmente ou correndo

Outra forma para conseguir obter uma distância é usando trenas ou cordas previamente sinalizadas com dimensões de 5.m, 10.m ou 20.m, por exemplo. O cabo ou a trena são estendidos e esticados sobre a linha que deseja-se medir. Neste caso, o cabo pode ser usado para medir linhas curvas, melhor do que usando passos. A figura 2 mostra como utilizar a trena para medir linhas curvas. Para medir essas linhas, garanta que o cabo esteja preso ao percurso a ser mensurado, com cola, goma de mascar ou pedras conforme desenho acima.

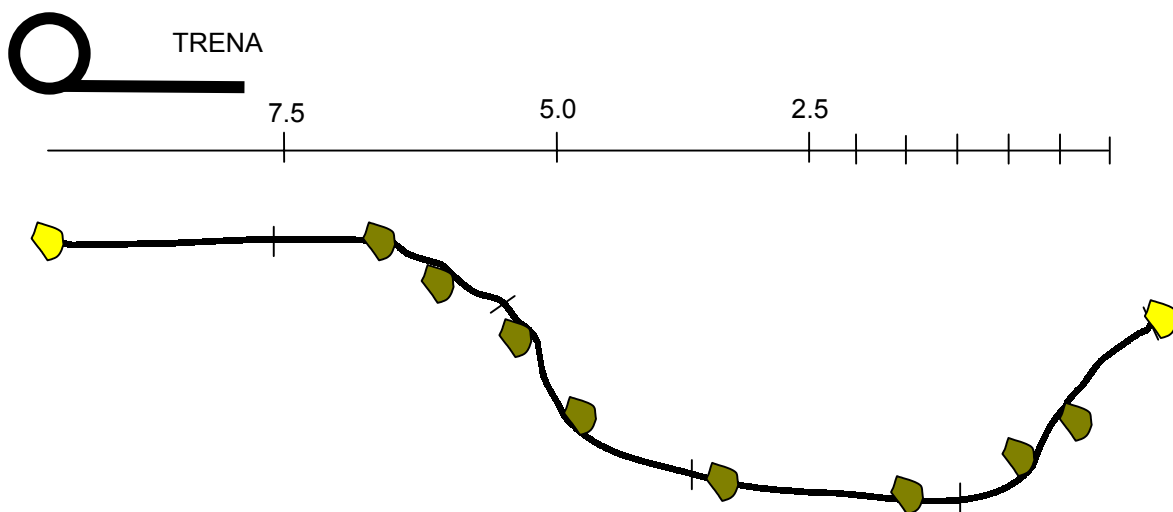
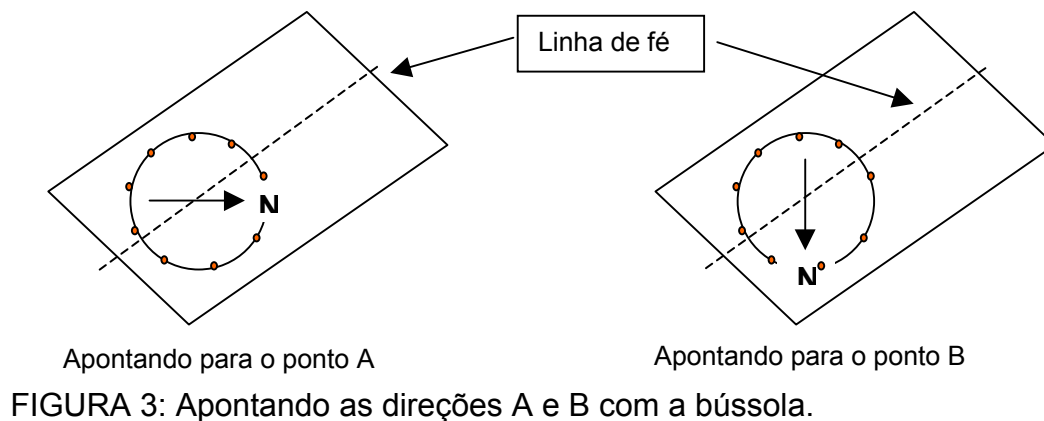


FIGURA 2: Utilizando cabo marcado para medição de distâncias.

5.2 - Determinando uma direção

5.2.1-Determinando a direção com bússola

- Um dado importante para fazer mapas são as direções entre os pontos a serem levantados. Para realização desta tarefa o interessado pode utilizar os seguintes recursos:
 - Aponte a bússola para a direção do Norte Magnético (NM), a seguir para o ponto desejado e leia o ângulo indicado pela agulha. Aponte a bússola para o próximo ponto e leia o ângulo dessa direção. Subtraia esse ângulo do anterior e você terá a diferença de rumo ou azimuth entre esses pontos, conforme figura 3.



A figura 4 é a resultante dessa operação

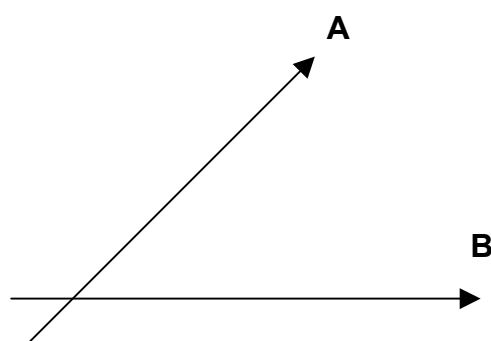
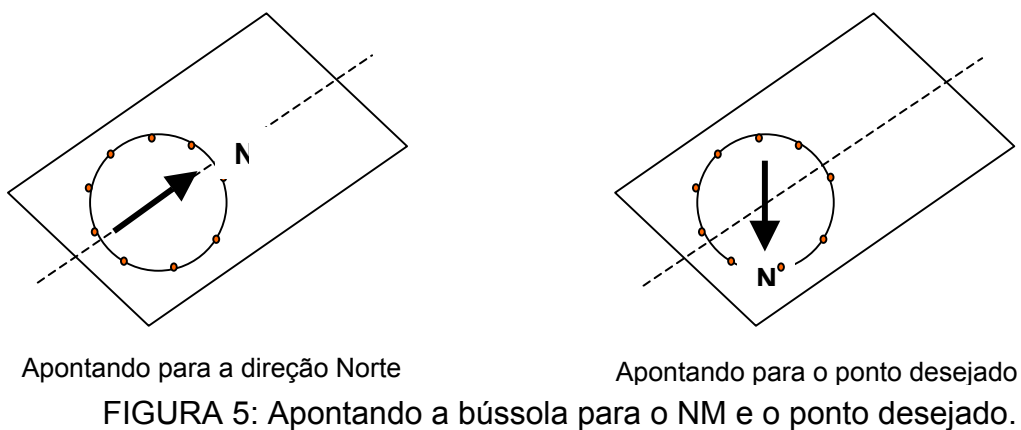


FIGURA.4: Diferença angular obtida a partir de uma bússola.

Para medir somente o azimute ou rumo de uma direção, tome a bússola e aponte a linha de fé para o Norte magnético, antes coincida a linha de fé com a agulha magnética. Agora gire o limbo da bússola para que a marca de 360° ou 0° também coincida com a linha de fé e a agulha. Aponte a bússola para o ponto desejado, a agulha permanecerá apontada para o Norte, sendo a direção medida o ângulo indicado no limbo pela agulha. O azimute magnético dessa direção é a diferença entre 360° e o ângulo medido, a figura 5 apresenta esta diferença.



Caso haja interesse em determinar a direção de 2 linhas ou mais, a partir de um único ponto, proceda também dessa forma. Este processo é interessante para realização de mapeamento de quadras, ruas, cruzamentos de avenidas, praças, cursos d'água etc. É importante lembrar que o Azimute magnético da direção desejada é calculado subtraindo-se o ângulo lido de 360° . Bússolas com limbo móvel, gire o limbo até coincidir com a direção da agulha.

5.2.2- Determinando a direção com uma alidade

- Para realizar esta atividade precisa-se construir uma alidade.

- a) Tome o transferidor, com cuidado faça um furo no centro desse instrumento e passe um parafuso fino e comprido. Fixando o cano, de 10cm aproximadamente, alguns centímetros de uma de suas extremidades, mas deixando-o girar sobre o transferidor.
- b) Fixe o cano de tal forma que ele fique afastado alguns milímetros da escala do transferidor, para permitir que a leitura dos ângulos possa ser feita (figura 6).

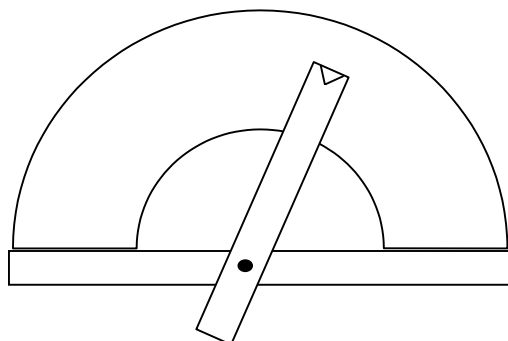


FIGURA 6: Fixando o cano ao transferidor.

- c) Antes de fixar o cano corte um pequeno V na outra extremidade, marca que será usada para leitura do ângulo. Ainda desse lado faça um pequeno furo e introduza um alfinete ou algo semelhante para compor o sistema de pontaria da alidade.
- d) Fixe a tampinha plástica ao cano na extremidade oposta. Antes de fixá-la faça um furo de 3mm de diâmetro no centro da tampa de onde o observador fará a pontaria (figura 7).

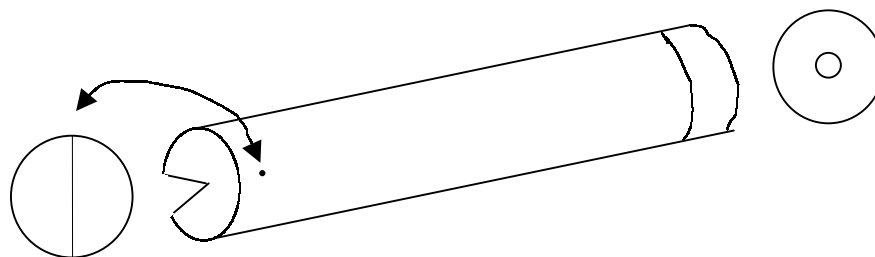


FIGURA 7: Montagem do apontador da alidade.

A) Criando um suporte para a alidade

A alidade pode ser fixada por meio de uma haste de madeira ao terreno ou segura com uma das mãos. Recomenda-se, que ela seja fixada ao terreno, pois assim tem-se maior estabilidade na leitura e evita imperfeição na pontaria, conforme pode ser visto nas figuras 8, 9 e 10.

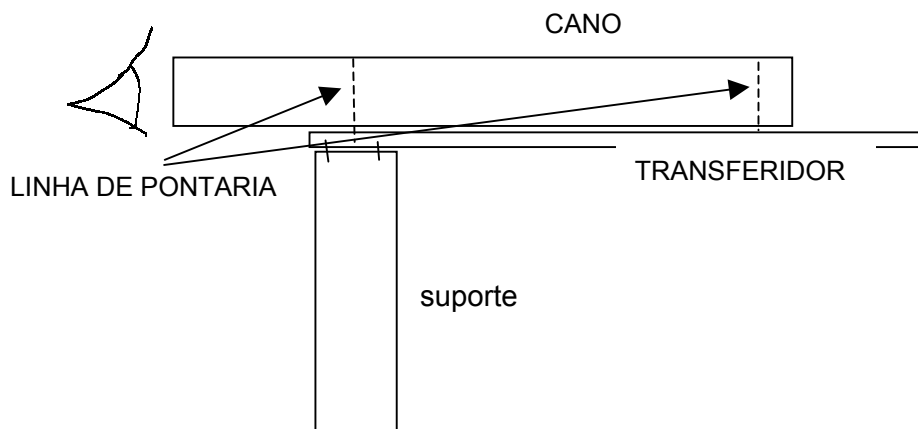


FIGURA 8: Ilustração da alidade.

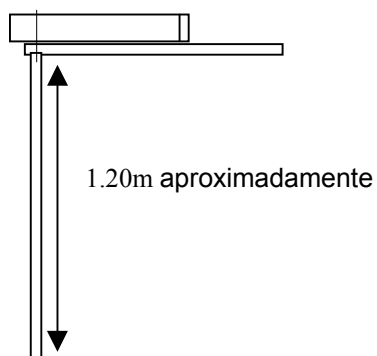


FIGURA 9: Fixação da alidade ao terreno.

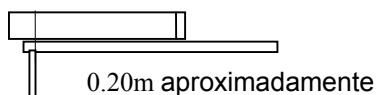


FIGURA 10: Alidade com suporte de mão.

Aponte a alidade para um determinado ponto, leia o ângulo, mantendo essa pontaria gire o cano e aponte para a outra direção e leia o segundo ângulo, subtraia um do outro e obterá a diferença de direção entre os pontos visados. A figura 11 mostra o ângulo que se determina entre dois pontos a partir da leitura de ângulos feita com a alidade.

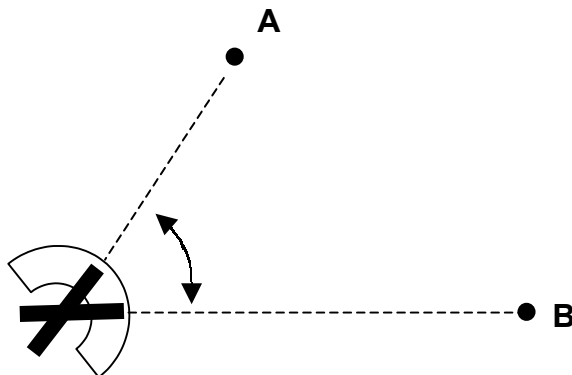


FIGURA 11: Pontaria de dois pontos a partir de uma alidade.

Com a alidade não é possível obter diretamente o rumo magnético. Neste caso é necessário que se conheça uma direção que materialize o NM ou o Azimute Magnético de alguma direção conhecida.

5.2.3- Determinando o Norte verdadeiro

- O Norte verdadeiro ou geográfico é definido pelo ponto onde os círculos máximos que definem os meridianos interceptam-se com o eixo de rotação da Terra. A forma mais usual para definir esta direção é por meio da astronomia de posição, utilizando-se da observação das estrelas, em especial do sol.

Para determinar essa direção proceda de seguinte forma:

- a) Ocupe um terreno plano e sem obstáculos no entorno, fixe uma haste de aproximadamente uns 2m tomando o cuidado para que ela fique “o mais vertical possível” (figura12).

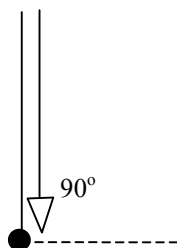


FIGURA 12: Uso do fio de prumo para verticalização da haste.

- b) Pela manhã, aproximadamente às 08:00 horas risque a sombra que a haste projeta no terreno. A seguir pegue um barbante com o mesmo comprimento da sombra e amarre ao pé da haste traçando um círculo (figura 13).

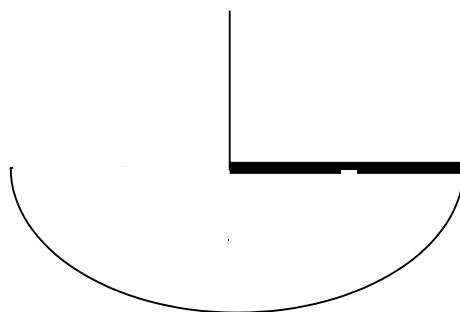


FIGURA 13: Traçando o círculo tendo como o raio a sombra das 08:00h.

- c - Proceda o mesmo trabalho às 09:00 h e 10:00 h (figura 14).

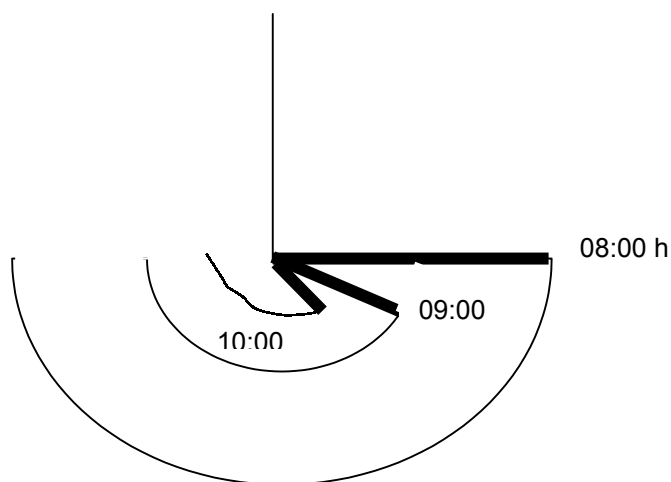


FIGURA 14: Traçado dos círculos da 09:00h e 10:00h.

- d - No período da tarde verifique quando a sombra interceptar o círculo traçado a partir da sombra das 10:00h. Neste momento risque a projeção da sombra e aguarde (figura 15).

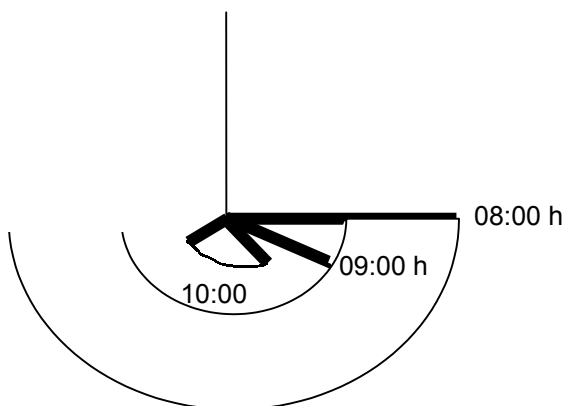


FIGURA 15: Traçando as sombras do período da tarde.

e - Repita esse passo para os círculos das 09:00 h e 08:00 h respectivamente não esquecendo de materializar, através do traço no terreno, as sombras projetadas pela haste (figura 16).

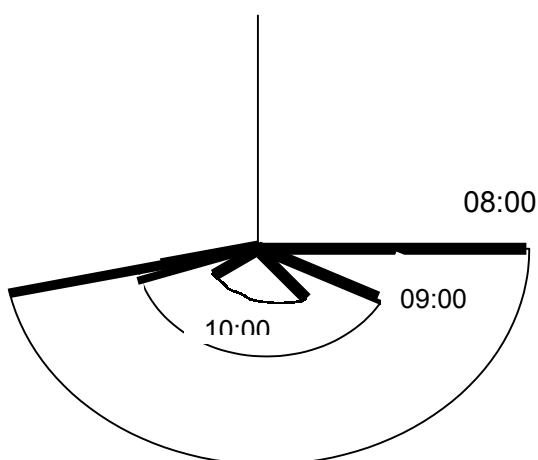


FIGURA 16: Materialização das sombras no período da tarde.

f) Determine as bissetrizes dos ângulos formados pelas projeções das sombras da manhã e tarde e materialize os pontos para traçado dessa bissetriz (figura 17).

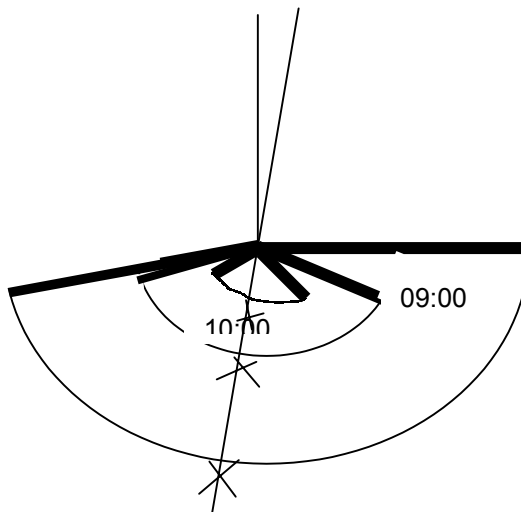


FIGURA 17: Bissetriz dos ângulos formados pelas sombras da haste.

g) Agora risque no terreno a linha que intercepta os pontos que identificam as bissetrizes e a haste. Essa linha é a direção Norte (Figura 18).

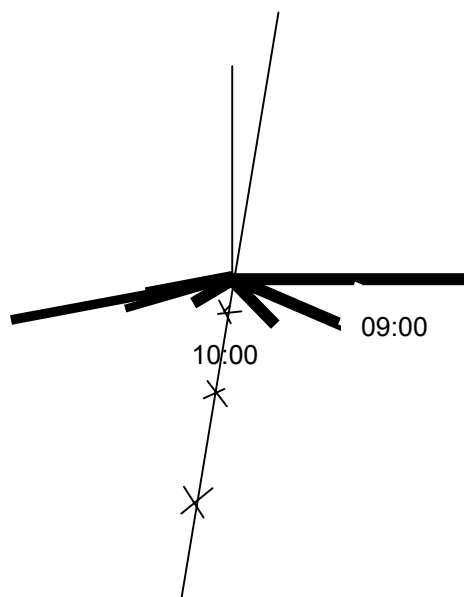


FIGURA 18: Linha Norte Sul materializada no terreno.

A partir desta direção, definir-se-á as direções Leste-Oeste (L-O), traçando-se uma linha perpendicular a essa direção.

5.2.4- Comparando as direções do Norte verdadeiro com o magnético

- Sobre o ponto que intercepta as direções Norte-Sul (N-S) e L-O coloque a bússola e com cuidado trace a linha N-S magnética, agora meça a diferença angular entre essa direções. Esse ângulo é conhecido como declinação magnética.

OBS: A precisão melhora quando os pontos que definem essas direções estão bem distantes.

6 - Altimetria

6.1 - Com a alidade

- A determinação da diferença de altura entre pontos é possível ser obtida utilizando-se a alidade. Nesse caso trabalhe com a alidade na posição vertical, para ler ângulos verticais. Gire o suporte que a alidade está fixada 90° prenda o suporte e faça as leituras dos ângulos conforme mostrado na figura 19.

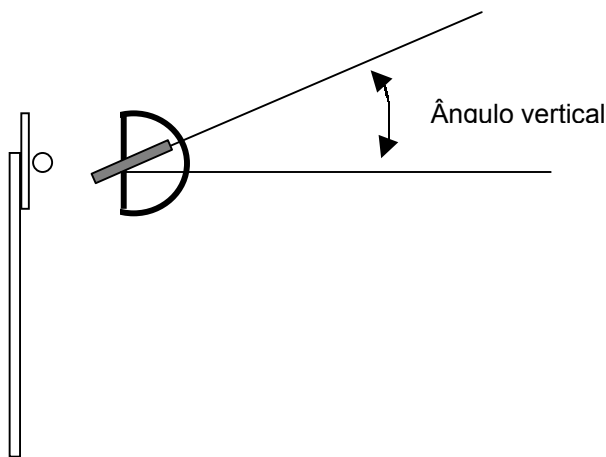


FIGURA 19: Vista da alidade colocada na posição vertical.

A leitura do ângulo vertical deve ser feita com a haste perfeitamente na posição vertical. Leia os ângulos obtidos na pontaria e subtraia esses valores. A diferença é o ângulo de interesse. Se o ângulo exigido for aquele definido a partir do plano horizontal, coloque a leitura de 0° apontada para o plano horizontal, plano paralelo ao terreno, e a seguir leia o ângulo superior. Esse valor é o ângulo desejado (figura 20).

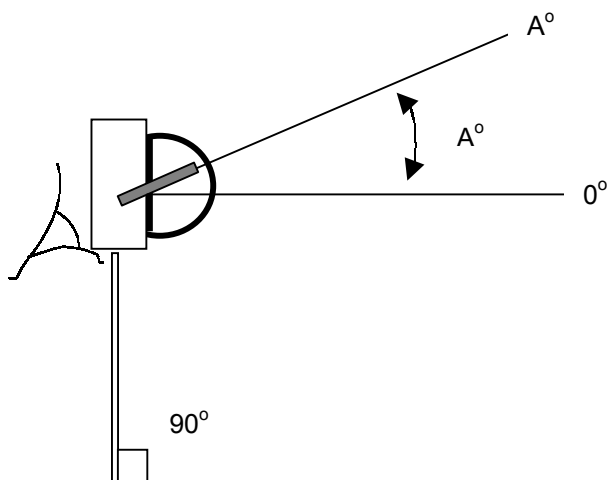


FIGURA 20: Utilização da alidade para leitura de ângulos verticais.

OBS: Algumas bússolas possuem um clinômetro que pode substituir a alidade.

Quando a medida for executada com o clinômetro de uma bússola, segure a bússola com a mão, conforme mostrado na figura 21. Não é necessário orientar para o plano do horizonte, há um pêndulo que leva o clinômetro para a posição de 0° , aponte a bússola para o ponto desejado e proceda a leitura do ângulo. Veja anexo fotografias de algumas bússolas.

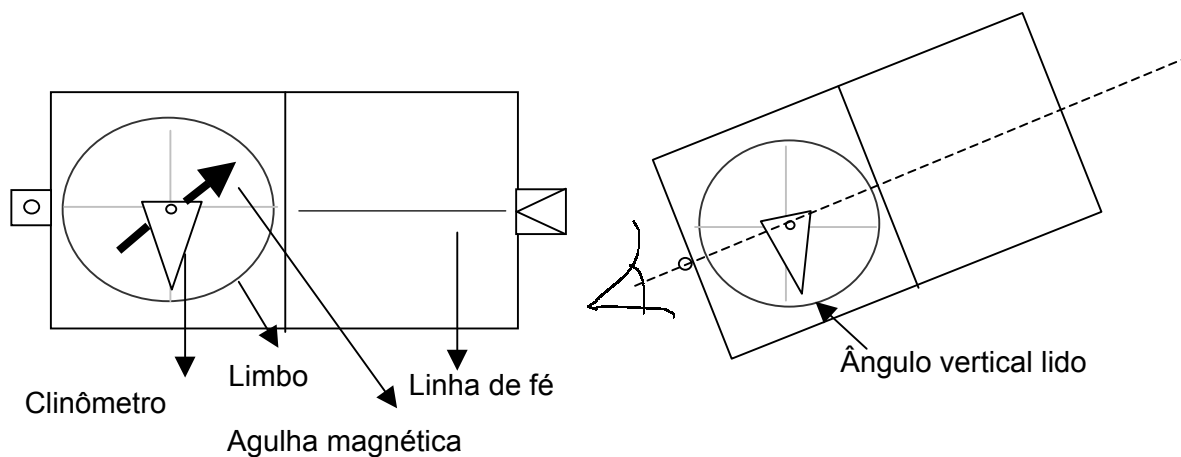


FIGURA 21: Clinômetro da bússola, pontaria e leitura do ângulo vertical.

O cálculo da diferença de alturas será obtida a partir da solução do seguinte problema (figura 22).

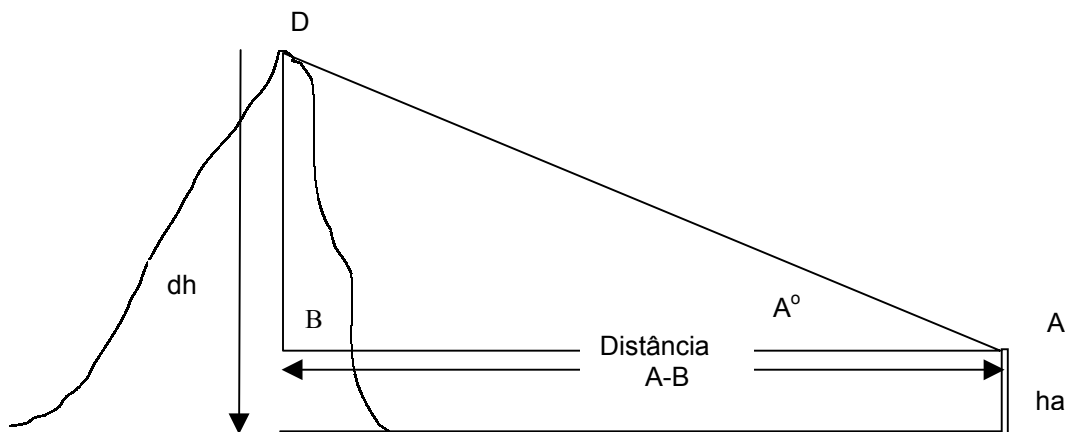


FIGURA 22: Triângulo retângulo que ilustra o cálculo da altura.

Utiliza a fórmula dada a seguir, para calcular o desnível entre os pontos A e D

$$DH_{(A \text{ e } D)} = (\text{Dist. (AB)} \times \text{tang. A}) + ha$$

onde DH: diferença de alturas;

Dist: distância horizontal entre os pontos e

ha: altura observada.

7 - Trabalhando com mapas e imagens

Muitas vezes temos uma imagem de satélite, fotografia aérea ou um mapa que desejamos determinar a escala, outras vezes temos a escala e desejamos determinar as dimensões de uma linha curva, por exemplo, o comprimento de um rio, de uma trilha etc. que está identificada em uma imagem ou mapa.

7.1 - Calculando a escala

- Inicialmente identifique na imagem ou mapa no mínimo dois pontos, sendo desejável que sejam identificados mais que 3 pontos e determine as coordenadas desses pontos. Essas coordenadas devem ser obtidas no terreno ou de um outro mapa que a escala é conhecida, e a seguir a distância entre eles.

Por exemplo, foram identificados os pontos A, B, C e D

- a) determine as distâncias de AB; AC; AD; BC; BD e CD;
- b) no mapa ou imagem meça as distâncias entre esses pontos utilizando – se de uma régua. Divida a distância que foi obtida no terreno pela distância obtida no mapa ou imagem. O quociente dessa divisão é o denominado da escala a qual será representada pela notação “1/E”.
- c) Tome essas frações e calcule a média para encontrar o valor da escala desejada.

As coordenadas dos pontos de terreno podem ser obtidas também utilizando-se um receptor GPS.

Utilizando um receptor GPS determine as coordenadas de 4 pontos que estejam bem espaçados e distribuídos ao longo das direções N-S e L-O, calcule a distância entre eles e a seguir divida esse comprimento pela distância extraída do mapa ou da imagem, a exemplo do que é apresentado no item anterior.

7.2 - Calculando o comprimento de uma linha

- Quando a distância a ser calculada compreende somente dois pontos é fácil determiná-la. Basta identificar os pontos, na imagem ou mapa, e medir a distância entre eles utilizando-se de uma régua. Quando a linha é curva utiliza-se o curvímeter (figura 23), ou qualquer meio que permita materilizá-la para determinação de seu comprimento.

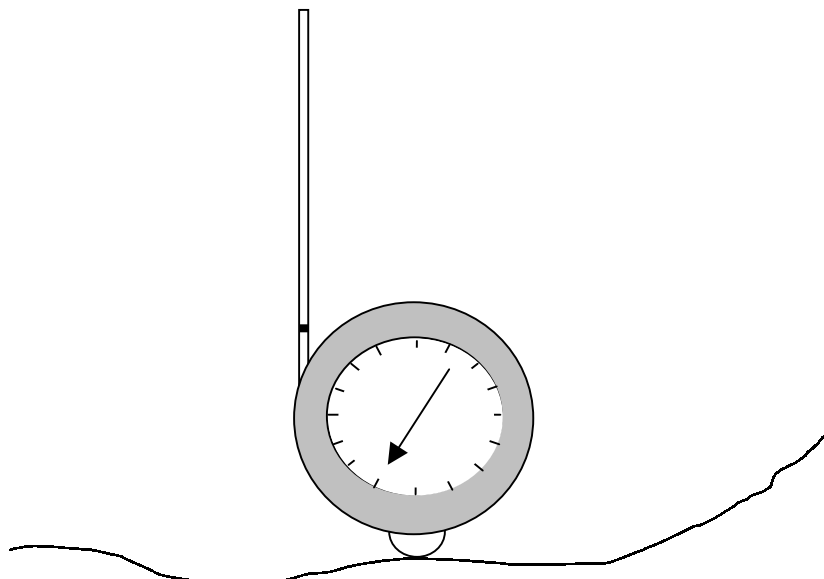


FIGURA 23: Ilustração de um curvímeter determinando o comprimento de uma linha.

Caso não possua-se o curvímeter é possível determinar o comprimento da linha utilizando-se de alguns recursos domésticos:

- a) Tome uma linha ou barbante de comprimento aproximado do traço a ser medido;
- b) vá acomodando-essa linha ao traço a ser medido, fixando-a com alfinetes ou fita adesiva, conforme mostrado na figura 24

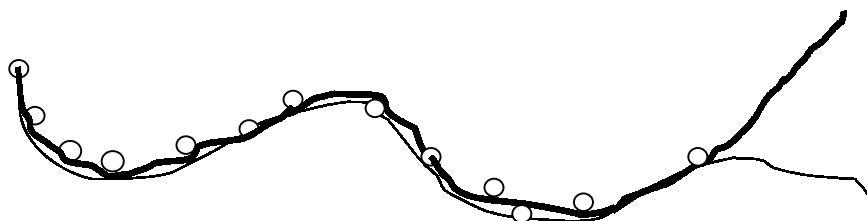


FIGURA 24: Linha do mapa sendo sobreposta por um fio que fixa-se ao mapa por meio de alfinetes.

- c) Concluída a sobreposição e fixação do fio com a linha do mapa, marca-se os extremos do pedaço utilizado, retirando-o do mapa a seguir;
- d) toma-se o pedaço utilizado e mede-se seu comprimento, multiplicando-se este valor pela escala, do mapa ou imagem utilizada.

A resposta deste produto é a distância desejada. As Figuras 25 e 26 apresentam essa operação

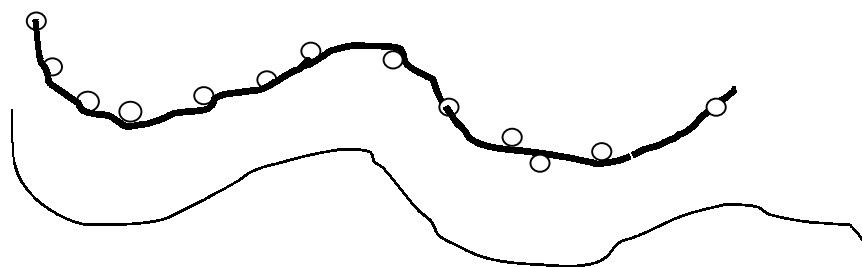


FIGURA 25: O fio é retirado do mapa para ser medido.

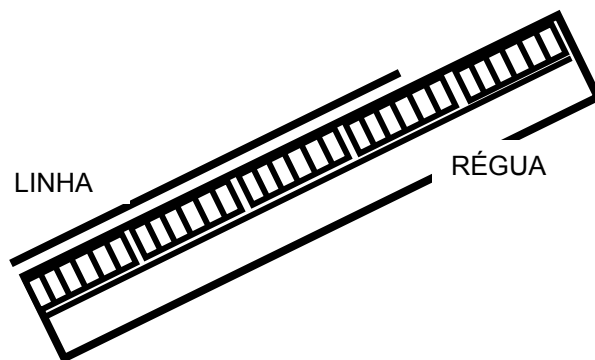


FIGURA 26: O fio é retirado do mapa e medido seu comprimento com a régua.

Finalmente multiplica-se este valor pelo denominador da escala, traduzindo assim comprimento em tamanho real, do rio, da rodovia, da trilha etc.

Com o comprimento da linha é possível calcular a velocidade que deve ser aplicado a um móvel (carro, embarcação, carroça) para que o deslocamento ocorra em um tempo desejado. Para isso utilize o cronômetro para controlar a o tempo durante o deslocamento.

7.3 - Calculando a área de uma figura irregular no mapa

- A área de uma figura pode ser facilmente calculada da seguinte maneira:

- a) tome uma folha de papel milimetrada que cubra totalmente a figura cuja área deseja-se calcular;
- b) conte quantos quadrados de 1cm x 1cm existente e guarde esse resultado;
- c) conte a seguir os quadrados de 0.5cm x 0,5cm e guarde também esse resultado;
- d) finalmente conte os quadrados de 1mm, remanescentes, que estão nas vizinhanças da figura. Conforme tabela 1.

TABELA 1: Calculo da área de uma figura qualquer.

Quadrados de 1cm x 1cm	No. total de quadrados de 1cm x 100	T1
Quadrados de 5mm x 5 mm	No. total de quadrados de 5mm x5mm x 25	T2
Quadrados de 1 mm x 1mm	No. total de quadrados de 1mm x 1mm	T3
TOTAL	Total de quadrados de 1mm x1mm	T1+T2+T3

e) multiplique o “Total” pelo denominador da escala do mapa elevado ao quadrado para encontrar a área da figura.

$$S = T \times E^2$$

onde S = Área;

T = Total de quadrados de 1x 1mm e

E = Denominador de escala.

A área de figuras regulares pode ser calculada pela fórmula recomendada pela geometria. Pegue o valor calculado e multiplique-o pela escala do mapa elevada ao quadrado.

8 - Integrando os conhecimentos apresentados

A partir dessas ferramentas é possível a realização de um mapeamento expedito, isto é, sem rigor de precisão ou escala mas com razoável definição de formas dos alvos e mapeamento das ocorrências encontradas no terreno

Seja a área de interesse a mostrada na figura 27

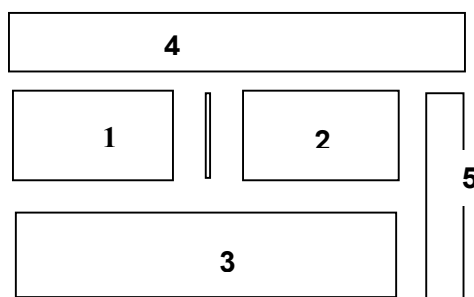


FIGURA 27: área de interesse a ser mapeada.

Utilizando os procedimentos transmitidos, será realizado o mapeamento dessa área. Inicialmente considerar-se-á como origem dos levantamentos o ponto identificado na quina da quadra 1, conforme mostra a figura 28.

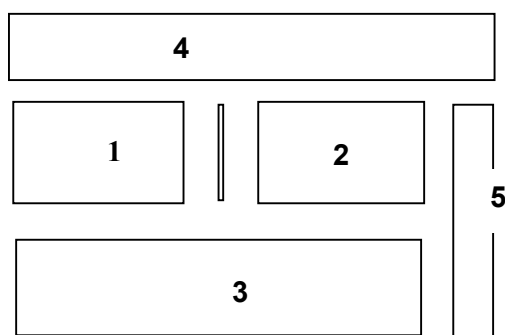


FIGURA 28: Identificação do ponto de partida.

- Agora identifique um ponto distante que sirva de direção de referência inicial para o levantamento a ser realizado. Veja Figura 29

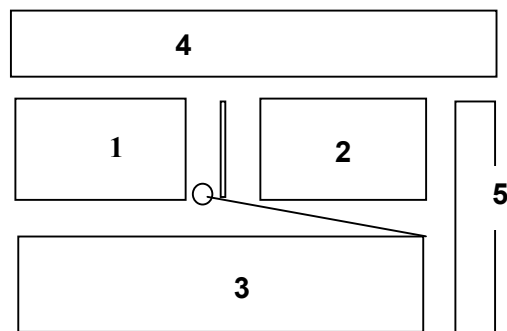


FIGURA 29: Definição da direção de referência.

Caso seja utilizado a bússola a direção de referência é a própria direção do NM. Neste exemplo será utilizado a alidade, assim sendo, posicione a alidade sobre o ponto assinalado, aponte para direção de referência e gire o apontador da alidade “sempre no sentido horário” para o próximo ponto (Figura 30).

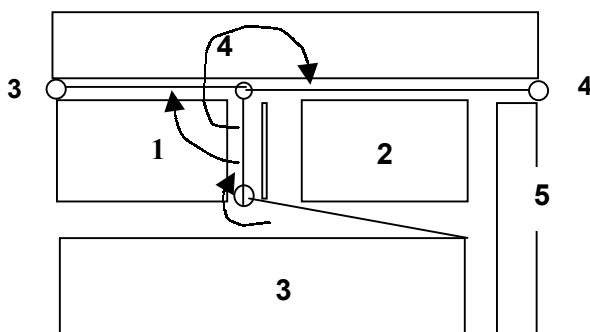


FIGURA 30: Ocupação do segundo ponto medido.

Leia o ângulo horizontal e calcule a distância entre os pontos, por meio do número de passos que existe entre eles. Identifique o próximo ponto a ser medido. Leve a alidade para o segundo ponto apontando-a para o ponto anterior e a seguir para o terceiro e quarto pontos. Leia os ângulos horizontais das direções (1-2-3) e (1-2-4) sempre no sentido horário e depois a distância dos pontos (2-3) e (2-4). Faça esse procedimento até que haja pontos suficientes para que se possa traçar a figura desejada.

Não é necessário realizar cálculos para determinar a posição dos pontos que serão utilizados para formar a figura. O transporte das informações, tomadas no campo com alidade e a medição de distâncias, lançadas sobre um plano definido a partir de uma escala já é suficiente para realizar essa atividade.

Caso deseje-se calcular matematicamente as coordenadas dos pontos ocupados isto também poderá ser feito utilizando-se dos conhecimentos da trigonometria plana, solução de triângulos e um pouco de geometria analítica. Veja a figura 17.

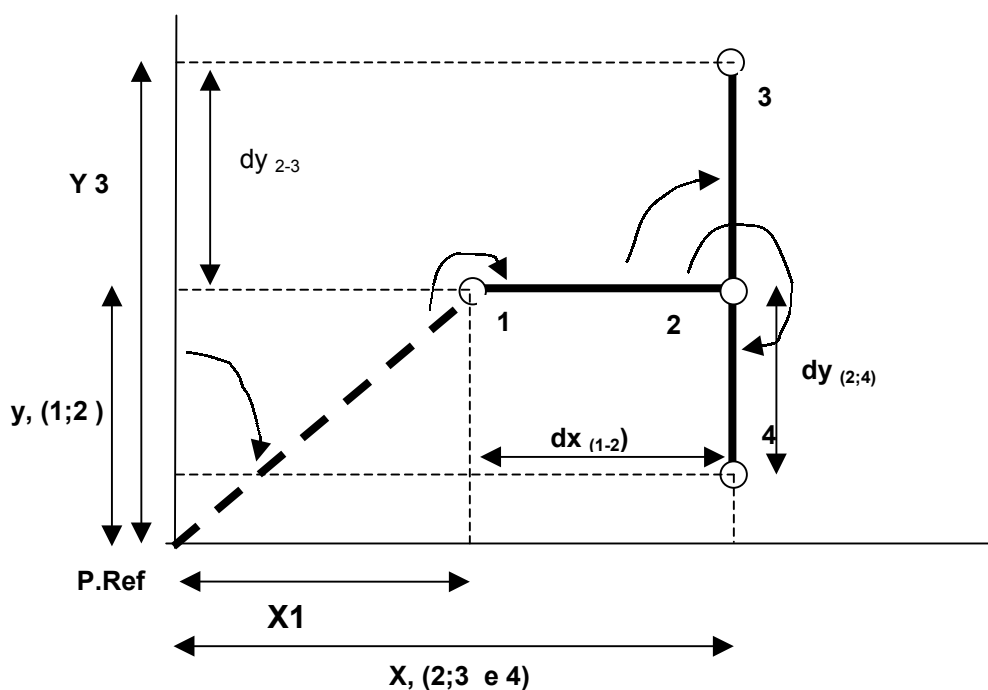


FIGURA 31: Visão analítica do problema.

Assim sendo:

$$X_2 = x_1 + dx_{(1-2)}$$

$$X_3 \text{ ou } X_4 = x_2 + dx, \text{ neste caso } dx = 0$$

$$Y2 = Y1 + dy, \text{ neste caso } dy = 0$$

$$Y3 = Y2 + dy_{(2-3)}$$

$$Y4 = Y3 + dy_{(3-4)}$$

$$dx \text{ (distância entre os pontos)} = x \text{ sen } AZ_{(i, i+1)}$$

$$dy \text{ (distância entre os pontos)} = x \text{ cos } AZ_{(i, i+1)}$$

AZ de uma direção = $Az_{(inicial)} + 180^\circ + A$ (ângulo com formado pelos pontos observados). Caso a soma ultrapassar 360° subtraia 360° do total obtido. Conforme Figura 32.

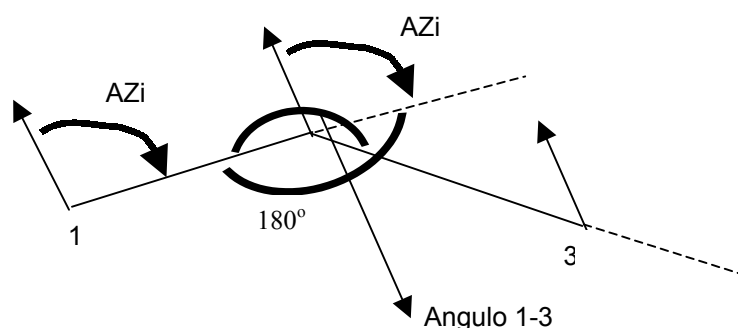


FIGURA 32: Determinação do azimute.

OBS O ângulo de azimute é contado no sentido horário, por tanto atenção ao calcular a coordenada de um ponto, já que o círculo trigonométrico, círculo de raio unitário que tem como centro o sistema cartesiano ortogonal e origem da contagem angular na abscissa que crescem no sentido oposto aos ângulos azimutais.

A origem do círculo trigonométrico é defasado de 90° do círculo topográfico, círculo horizontal que desenvolve-se no sentido horário e tem como origem de contagem angular a direção Norte.

Outros modelos podem ser utilizados para definição da figura dos alvos do terreno que serão desenhados.

a) Triângulos; radiações e interseções (figuras 32 e 33).

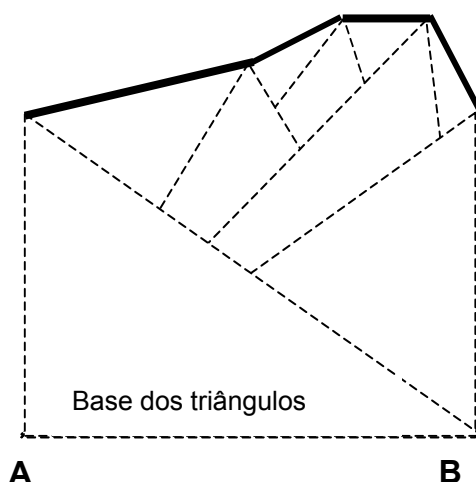


FIGURA 32: Figura desenhada a partir de triângulos de várias dimensões e uma única base.

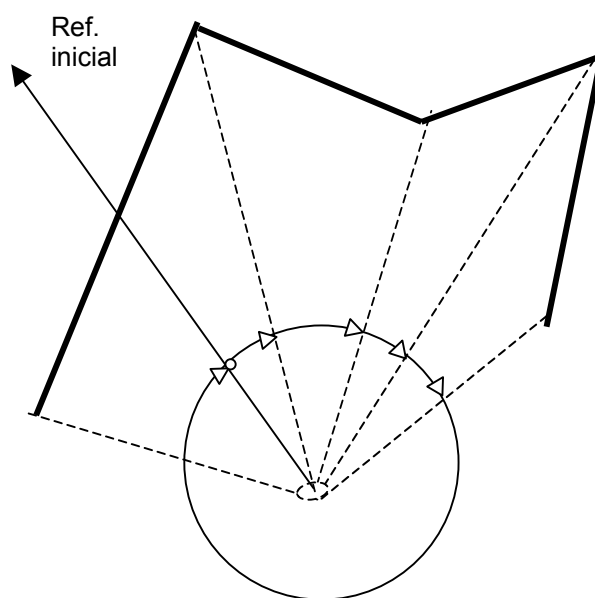


FIGURA 33: Figura desenhada a partir de radiais, definidas a partir de um ponto central com várias direções e comprimentos.

9 – Bibliografia

AYRES JR, F. **Trigonometria plana e esférica, ao livro técnico S.A.** Rio de Janeiro: 1962.

OLIVEIRA, C. **Dicionário cartográfico**, 4 ed., Rio de Janeiro RJ: IBGE.1993.

MOURA FILHO, J. **As três dimensões da cartografia**, , Belém PA: Grafisa ,1999.

JORDAN, W. **Tratado general de topografia**. 9 ed. Barcelona: Editorial Gustavo Gilli, 1961.

OLIVEIRA, C. **Cartografia moderna**, 2 ed. Rio de Janeiro RJ: IBGE, ,1993.

APÊNDICE

Apresenta-se a fotografia da bússola Silva, modelo Elite, com limbo móvel e clinômetro fotografia 1 e a fotografia de alguns modelos utilizados fotografia 2.



FIGURA 34: Fotografia da Bússola Silva modelo Elite com clinômetro.



Tipo simples;



Tipo militar



Cartográfica



Geológica

FIGURA 35 Tipos de bússolas encontradas no mercado.