

**INSTITUTO FEDERAL DE
EDUCAÇÃO, CIÊNCIA E TECNOLOGIA**
MATO GROSSO
Campus Confresa

INSTITUTO FEDERAL DE MATO GROSSO - CAMPUS CONFRESA
Avenida Vilmar Fernandes, 300, Setor Santa Luzia, CEP: 78652-000, Confresa, Mato Grosso

CURSO: Técnico em Agropecuária

DISCIPLINA: Desenho Técnico e Topografia

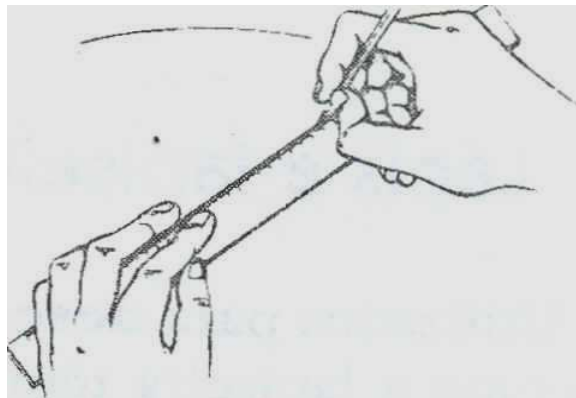
PROF.: César Antônio da Silva

Tecnólogo em Irrigação e Drenagem - IFGoiano

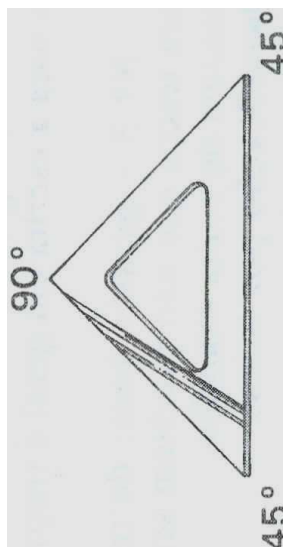
Mestre em Agronomia (Fitotecnia) - UFU

Dr. em Irrigação e Drenagem - ESALQ/USP

CARGA HORÁRIA: 80 horas aula



APOSTILA: DESENHO TÉCNICO E TOPOGRAFIA



1 - DESENHO TÉCNICO

1.1 INTRODUÇÃO

O Desenho Técnico constitui-se numa ferramenta usada pelos projetistas para representar as dimensões reais de um objeto, que deve ser utilizada da maneira mais clara possível. É um recurso utilizado pelo projetista para comunicar a forma do objeto. Daí a sua importância nas engenharias civil, agrônômica, mecânica, agrícola, ambiental, etc.

O Desenho Técnico estrutura-se a partir dos conceitos do Desenho Geométrico e da Geometria Descritiva, associados às Normas Técnicas e convenções estabelecidas pela Associação Brasileira de Normas Técnicas (ABNT). As seguintes normas se aplicam diretamente ao desenho técnico no Brasil:

- **NBR 10067: Princípios Gerais de Representação em Desenho Técnico**
- **NBR 10126: Cotagem em Desenho Técnico**

Tais normas são complementadas pelas seguintes Normas:

- **NBR 8402 – Execução de Caracteres para Escrita em Desenhos Técnicos**
- **NBR 8403 – Aplicação de Linhas em Desenho Técnico**

1.2 INSTRUMENTOS DE DESENHO

Antes de confeccionar um desenho técnico, é necessário que o projetista conheça o material de desenho. O projetista deve dar preferência a um material de resulte melhor qualidade do desenho: limpeza, ordem, atenção, capricho, exatidão e, sobretudo, perseverança.

Para registrar informações no papel são necessários vários instrumentos ou objetos:

- **Prancheta:** confeccionadas em madeira, são isentas de juntas e com as faces laterais lisas para o uso da régua T.
- **Régua T:** adaptada à prancheta, são utilizadas para traçar as linhas horizontais e para apoiar o esquadro no traçado de linhas verticais.



Régua T

- **Régua paralela:** tem a mesma função da régua T, mas é fixada à prancheta.

- **Esquadro:** os esquadros de 45 ° e 60° são em vários tamanhos, sendo utilizados ou não com a régua T ou paralela.
- **Escala:** são réguas graduadas para marcar as dimensões nos desenhos. São graduadas em milímetro.
- **Lápis ou lapiseira:** as durezas das grafites variam entre duro, médio e mole. Os médios são mais utilizados para desenho em esboços.
- **Compasso:** é um instrumento que realiza o traçado de arcos e circunferências.
- **Acessórios:** transferidor, borracha, fita adesiva.
- **Gabaritos específicos:** gabarito de círculos, curva francesa, etc.
- **Papel para desenho:** milimetrado, etc.

PAPEL

Podemos trabalhar com blocos, cadernos ou folhas avulsas, evitando-se desenhar em superfícies irregulares. O formato usado é o baseado na norma NBR 10068, denominado A0 (A-zero).

Trata-se de uma folha com 1,0 m², cujas proporções da altura e largura são de 1: $\sqrt{2}$. Todos os formatos seguintes são proporcionais: o formato A1 tem metade da área do formato A0. Obtém-se então os seguintes tamanhos:

Ref	Altura (mm)	Largura (mm)
A0	841	1189
A1	594	841
A2	420	594
A3	297	420
A4	210	297
A5	148	210

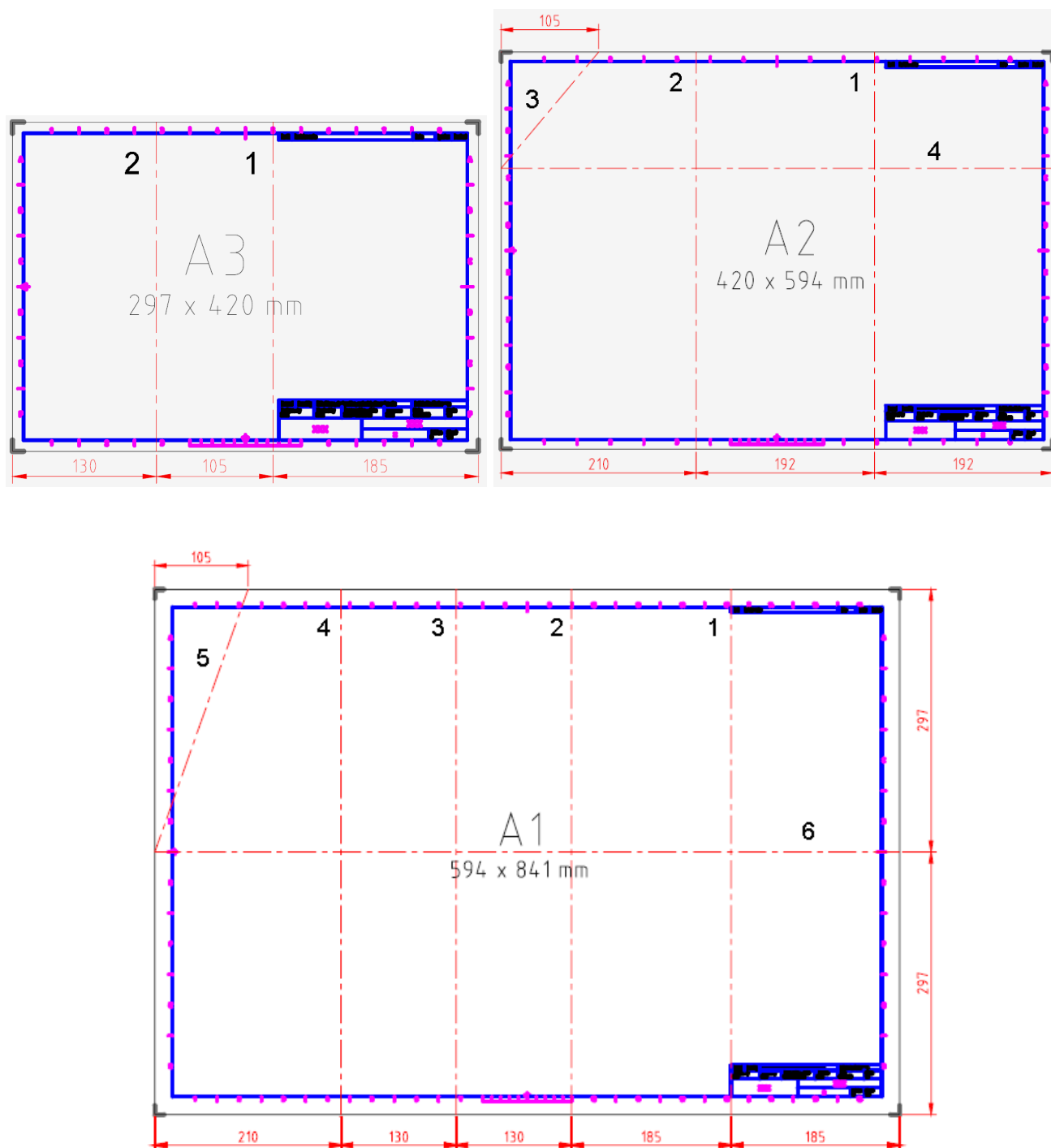
Cabe ao desenhista escolher o formato adequado, no qual o desenho será visto com clareza. Todos os formatos devem possuir margens: 25 mm no lado esquerdo, 10 mm nos outros lados (formatos A0 e A1) ou 7 mm (formatos A2, A3 e A4). Também costuma-se desenhar a legenda no canto inferior direito.

Dobragem do papel

Toda folha com formato acima do A4 possui uma forma recomendada de dobragem. Esta forma visa que o desenho seja armazenado em uma pasta, que possa ser consultada com facilidade sem necessidade de retirá-la da pasta, e que a legenda esteja visível com o desenho dobrado.

As ilustrações abaixo mostram a ordem das dobras. Primeiro dobra-se na horizontal (em “sanfona”), depois na vertical (para trás), terminando a dobra com a parte da legenda na frente. A

dobra no canto superior esquerdo é para evitar de furar a folha na dobra traseira, possibilitando desdobrar o desenho sem retirar do arquivo.



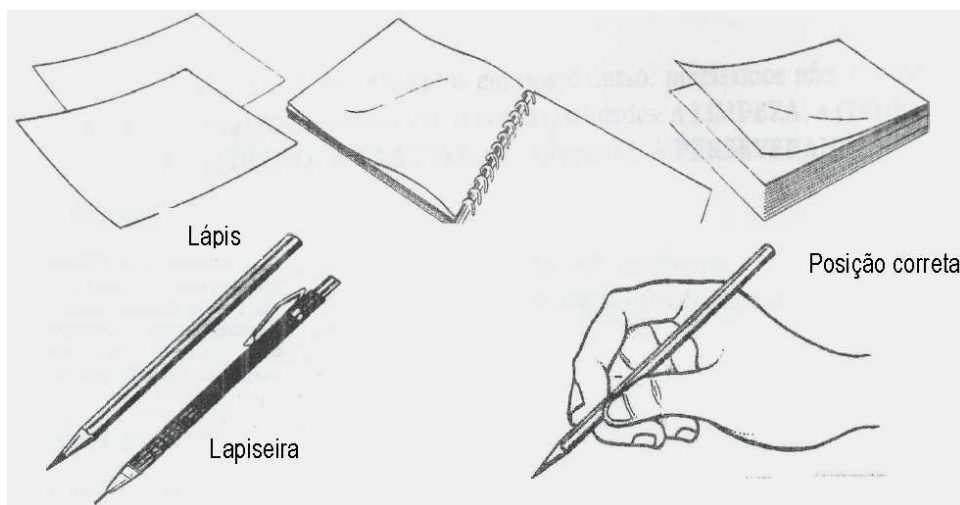
Dobragem de alguns formatos

LÁPIS E LAPISEIRA

O lápis e a lapiseira são utilizados para desenhar ou escrever. Possuem na sua parte interna um material denominado **grafite**, que apresenta grau de dureza variável.

Uma grafite mais dura permite pontas finas, mas traços muito claros. Uma grafite mais macia risca traços mais escuros, mas as pontas são mais grossas. Recomenda-se uma grafite HB, F ou H para traçar rascunhos e traços finos, e uma grafite HB ou B para traços fortes. O tipo de grafite dependerá

da preferência pessoal de cada um. Os lápis devem estar sempre apontados, de preferência com estilete. Para lapiseiras, recomenda-se usar grafites de diâmetro 0,5 ou 0,3 mm.

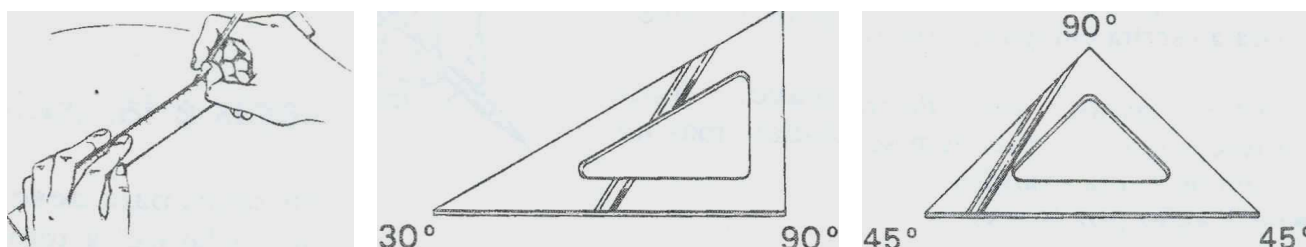


RÉGUA / PAR DE ESQUADROS

Régua: Instrumento usado para medir e executar traços retos. É aconselhável o uso de régua transparente, graduada em centímetros (cm) e milímetros (mm).

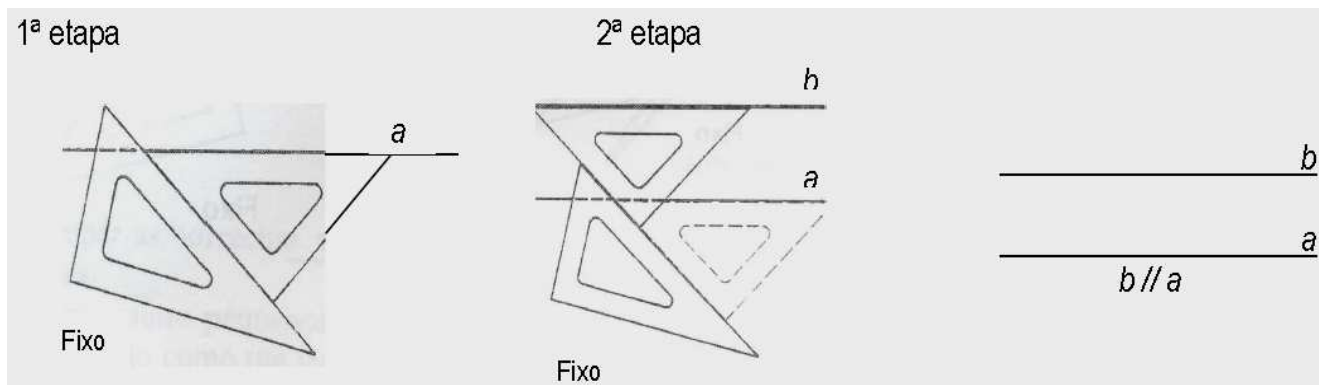
Par de Esquadros: É composto de dois instrumentos (um de 45° e outro de 30° ou 60°), que são utilizados para traçar ângulos e retas paralelas e perpendiculares. Deve-se dar preferência aos esquadros transparentes e sem graduação, pois a finalidade dos esquadros não é medir.

São usados em pares:



Utilização do par de esquadros:

a) Traçado de retas paralelas



b) Traçado de retas perpendiculares



Observação: Sempre se usa os dois instrumentos juntos: um é fixo e o outro se desloca sobre o primeiro, podendo também utilizar a régua e um dos esquadros.

A combinação de ambos permite obter vários ângulos comuns nos desenhos, bem como traçar retas paralelas e perpendiculares. Para traçar retas paralelas, segure um dos esquadros, guiando o segundo esquadro através do papel. Caso o segundo esquadro chegue na ponta do primeiro, segure o segundo esquadro e ajuste o primeiro para continuar o traçado.

ESCALÍMETRO

Conjunto de réguas com várias escalas usadas em engenharia. Seu uso elimina o uso de cálculos para converter medidas, reduzindo o tempo de execução do projeto.

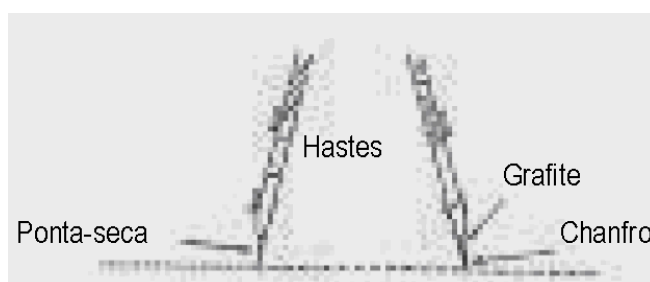
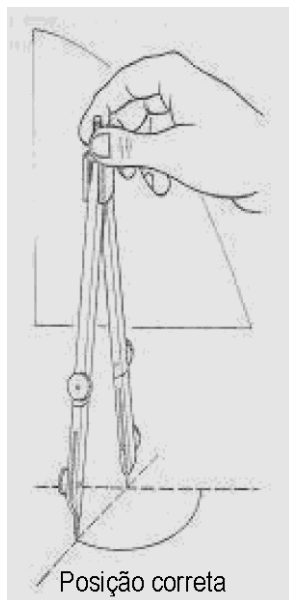
O tipo de escalímetro mais usado é o triangular, com escalas típicas de arquitetura: 1:20, 1:25, 1:50, 1:75, 1:100, 1:125. A escala 1:100 corresponde a $1 \text{ m} = 1 \text{ cm}$, e pode ser usado como uma régua comum (1:1). O uso de escalas será explicado mais adiante.

BORRACHA

Utilizada para apagar erros. Existem diversas marcas e tipos no mercado, mas as borrachas sintéticas ou bem macias são mais apropriadas para este uso.

COMPASSO

Instrumento utilizado para traçar circunferências, arcos de circunferência e transportar medidas. Possui uma ponta-seca (de metal) e uma ponta de grafite, que devem estar no mesmo nível; a grafite deve ser lixada obliquamente (em bisel) e a parte lixada (chanfro) deve ficar para o lado de fora, como mostra a figura.

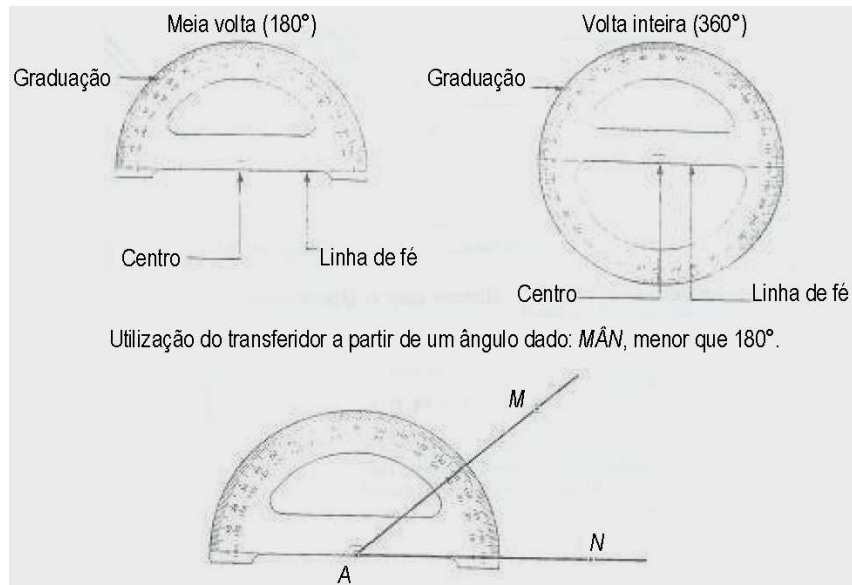


Em um compasso ideal, suas pontas se tocam quando se fecha o compasso, caso contrário o instrumento está descalibrado.

Além dos compassos de pernas fixas, existem modelos específicos, como o de pernas articuladas (usado para traçar grandes circunferências), o de pontas secas (usado somente para transportar medidas), compassos de mola (para pequenas circunferências), compasso bomba (para circunferências minúsculas) e compasso de redução (usado para converter escalas).

TRANSFERIDOR

É o instrumento utilizado para medir e traçar ângulos. Os mais indicados são os transferidores transparentes, de plástico ou acrílico. Existem dois modelos: o de meia volta (180°) e o de volta inteira (360°). Veja a figura seguinte:



1.3 Desenho digital

Atualmente, o uso de ferramentas de CAD (Computed Aided Design – desenho auxiliado por computador) tornou obsoleto o uso de pranchetas e salas de desenhos nas empresas. Um dos programas mais conhecidos é o AutoCAD, criado pela empresa Autodesk, bastante difundido no mercado.

1.4 Conceitos e convenções básicas

1.4.1 Caracteres

Assim como o resto do desenho técnico, as letras e algarismos também seguem uma forma definida por norma. Até pouco tempo atrás as letras eram desenhadas individualmente com o auxílio de normógrafos e máquinas de datilografia. Hoje, tem-se a facilidade de um editor de texto para descrever o desenho.

Exemplos de caracteres usados (fonte ISOCP.TTF que acompanha o AutoCAD):

ABCDEFGHIJKLMNOPQRSTUVWXYZ

abcdefghijklmnopqrstuvwxyz

1234567890

ABCDEFGHIJKLMNOPQRSTUVWXYZ

abcdefghijklmnopqrstuvwxyz

1234567890

Também é comum usar a fonte Simplex no AutoCAD, em versões anteriores:

A B C D E F G H I J K L M N O P Q R S T U V W X Y Z

a b c d e f g h i j k l m n o p q r s t u v w x y z

1 2 3 4 5 6 7 8 9 0

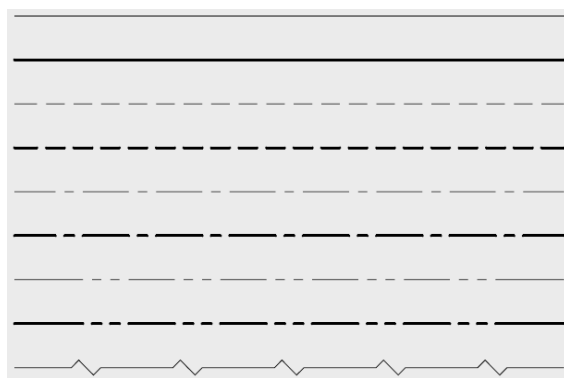
1.4.2 Cores

Desenhos técnicos, em geral, são representados em cor preta. Com as atuais facilidades de impressão, tornou-se mais fácil usar cores nos desenhos, mas não se deve exagerar.

Cada cor utilizada deve ser mencionada em legenda. Pode-se usar cores para indicar peças diferentes, ou indicar o estado atual de uma peça (a retirar, a construir, a demolir, etc).

1.4.3 Linhas

O tipo e espessura de linha indicam sua função no desenho.



Exemplos de tipos de linhas

Contínua larga: arestas e contornos visíveis de peças, caracteres, indicação de corte ou vista.

Contínua estreita: hachuras, cotas

Contínua a mão livre estreita (ou contínua e “zig-zag”, estreita): linha de ruptura

Tracejada larga: lados invisíveis

Traço e ponto larga: planos de corte (extremidades e mudança de plano)

Traço e ponto estreita: eixos, planos de corte

Traço e dois pontos estreita: peças adjacentes

1.4.4 Legenda

A legenda não informa somente detalhes do desenho, mas também o nome da empresa, dos projetistas, data, logomarca, arquivo, dentre outros. É na legenda que o projetista assina seu projeto. Em folhas grandes, quando se dobra o desenho, a legenda sempre deve estar visível, para facilitar a procura em arquivo sem necessidade de desdobrá-lo.

Projeto de fim de curso - perspectiva - peças "A" e "B"				
Desenhado por ALUNO	Aprovado por PROFESSOR	Arquivo ARQUIVO.DWG	Data 01/04/2004	Folha 01 de 03
Universidade Candido Mendes			Escala 1:50	Nota

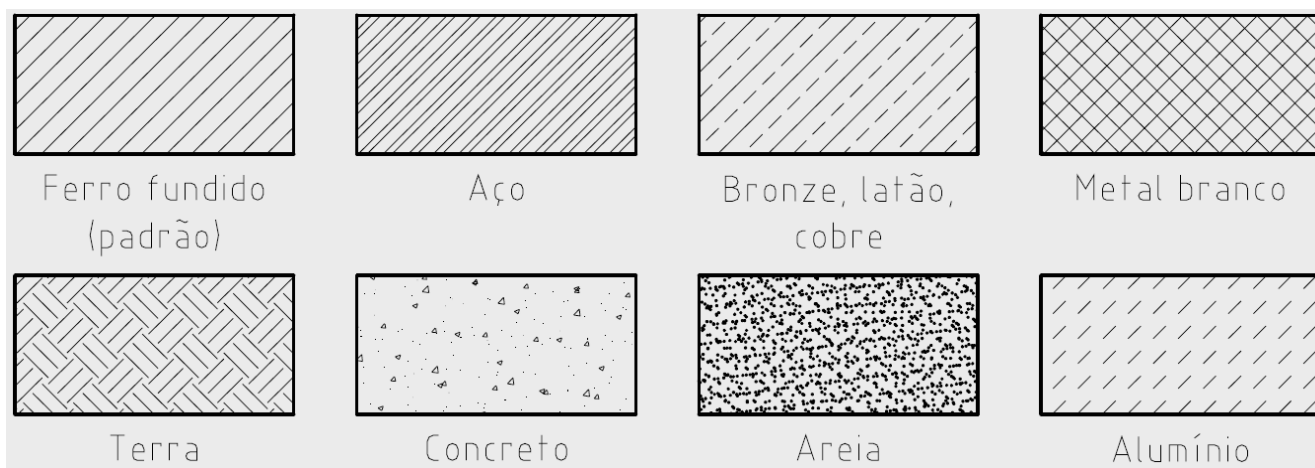
Exemplo de legenda

1.5 Representações Convencionais

1.5.1 Hachuras

São usadas para representar cortes de peças. A hachura básica consiste em um traço estreito diagonal (em 45°), com um espaçamento constante.

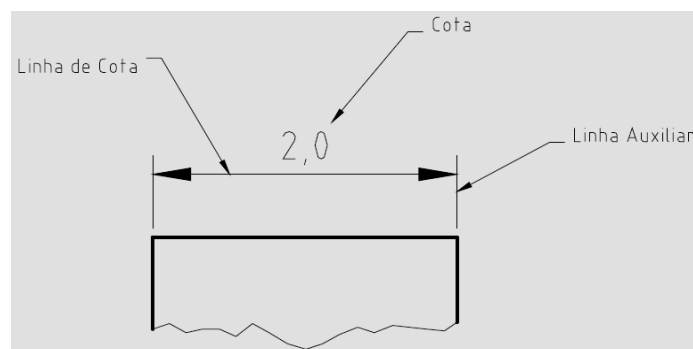
Em desenhos mais complexos, pode-se ter vários tipos de hachuras, mais elaborados. Isto tornou-se mais prático com o uso do CAD. A figura abaixo ilustra algumas convenções de hachuras, porém estas representações variam muito, dependendo da área, empresa, etc.



O Comando HATCH no AutoCAD desenha hachuras. Ao executá-lo, é apresentada uma janela com os padrões disponíveis. Para inserir a hachura, basta usar o botão “Pick Points” na própria janela de hachuras e selecionar um ponto interno da peça. Pode acontecer do programa recusar o ponto. Isso acontece porque o ponto tem que estar totalmente cercado por linhas, arcos, etc; não podendo desta forma “vazar” por algum buraco para fora da peça.

1.5.2 Cotagem

Cotas são medidas de um objeto, imprescindível para o projetista indicar a verdadeira grandeza. Em muitas ocasiões, a pessoa que está lendo o desenho não dispõe de uma régua para medir, e mesmo se tivesse uma cota já adianta o trabalho, fornecendo imediatamente a informação.



Desenho de uma cota

O que uma cota pode indicar:

- Comprimentos, larguras, alturas, profundidades;
- Raios e diâmetros;
- Ângulos;
- Coordenadas;
- Forma (circular, quadrada, esférica), caso a vista não mostre claramente;
- Quantidade (por exemplo, número de furos);
- Código/ referência do produto;
- Ordem de montagem;
- Detalhes construtivos, observações.

O menu “*Dimension*” agrupa todos os tipos de cotas disponíveis no AutoCAD.

a) Desenho da cota

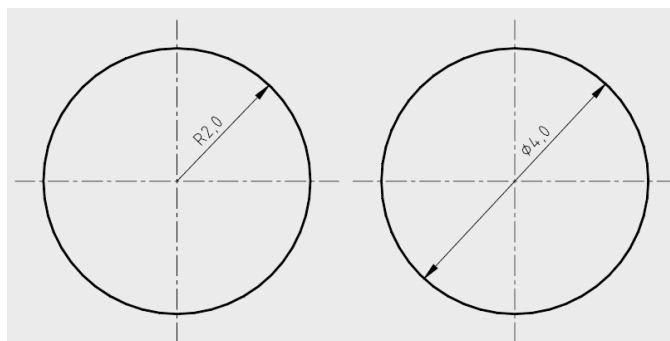
A cota deve ser realizada da seguinte forma:

- Acima e paralelamente às suas linhas de cota, preferivelmente no centro.
 - Quando a linha de cota é vertical, colocar a cota preferencialmente no lado esquerdo.
 - Quando estiver cotando uma meia-vista, colocar a cota no centro da peça (acima ou abaixo da linha de simetria).
 - Para melhorar a interpretação da medida, usa-se os seguintes símbolos:
1. $\varnothing$ - Diâmetro
 2. R – Raio
 3. $\square$ - Quadrado
 4. $\varnothing$ ESF – Diâmetro esférico
 5. R ESF – Raio esférico
- Os símbolos de diâmetro e quadrado podem ser omitidos quando a forma for claramente indicada.

O símbolo “ $\varnothing$ ” pode ser escrito no AutoCAD digitando “%%c”.

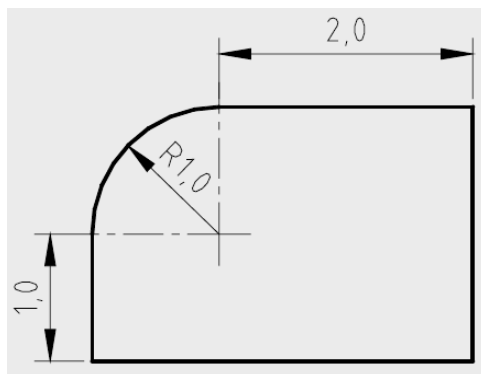
b) Aplicando uma cota

O projetista pode escolher em cotar uma circunferência pelo raio ou pelo diâmetro, o que for mais conveniente.



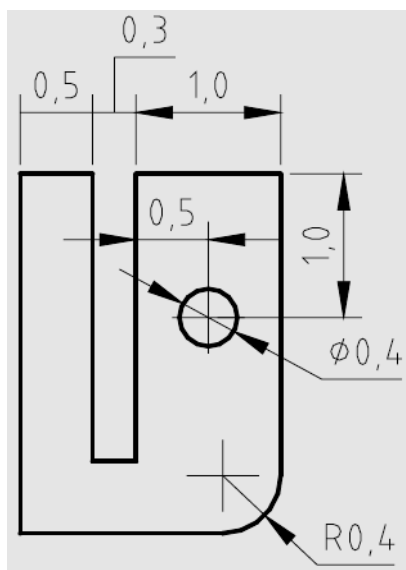
Cotagem de circunferências

Ao cotar uma curva ou circunferência, deve-se localizar o centro do raio:

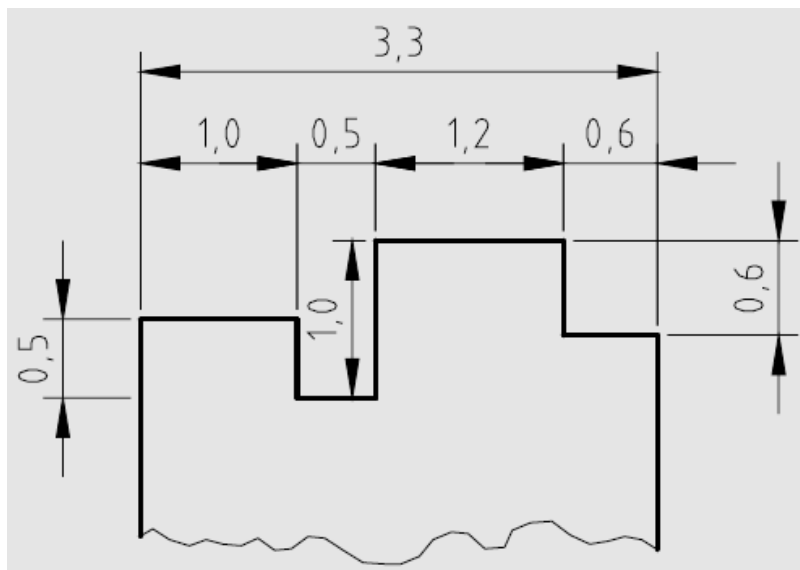


Exemplo de cotação de uma curva (concordância)

Freqüentemente é necessário fazer cotação em espaços estreitos. Para isso, pode recorrer em simplificar o desenho da cota, omitindo as setas; ou então “puxar” a medida da cota para fora. Recomenda-se alinhar as cotas em sequência (no qual pode-se aproveitar setas de cotas adjacentes para cotar espaços estreitos), a exemplo das figuras abaixo. Também usa-se cotar as dimensões totais da peça, não deixando para quem for ler o desenho, calcular as dimensões.



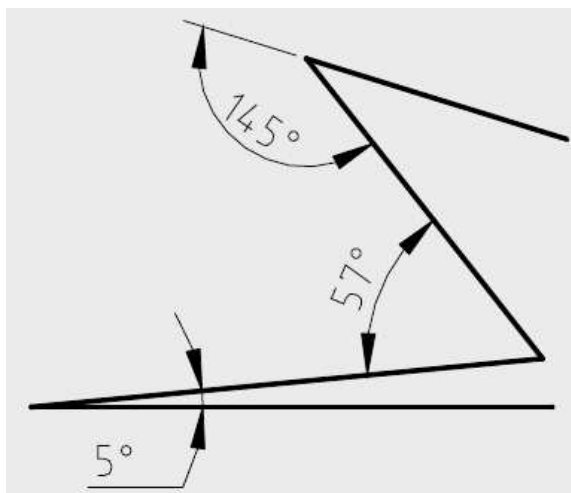
(a)



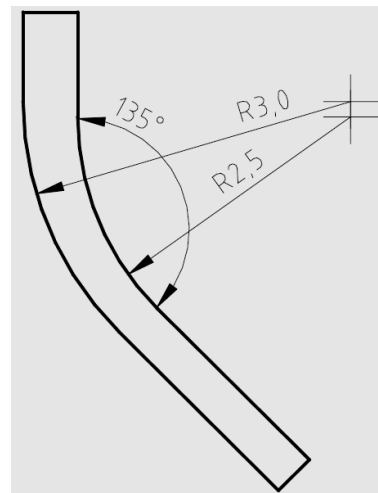
(b)

Cotação em espaços estreitos (a) e exemplo de cotas em sequência (b)

A cotação de ângulos segue as mesmas convenções: cota preferencialmente centrada, alinhada com a linha de cota, o mais próximo da vertical. Também pode-se “puxar” a cota para fora.



(a)



(b)

Cotagem de ângulos (a) e de curvas no qual o centro encontra-se fora da peça (b)

Hábitos a serem evitados:

- Não repetir cotas, salvo em casos especiais;
- Não usar qualquer linha do desenho como linha de cota;
- Evitar que uma linha de cota corte uma linha auxiliar;
- Não esperar de quem for ler o desenho que faça somas e subtrações: cotar todas as medidas e as dimensões totais;
- Evitar cotar linhas ocultas;
- Evitar cotas dentro de hachuras.

1.5.3 Escala em desenho técnico

A norma NBR 8196 da ABNT recomenda, para o Desenho Técnico, a utilização das seguintes escalas:

<i>Categoria</i>	<i>Escalas recomendadas</i>		
<i>Escala de Redução</i>	<i>1 : 2</i>	<i>1 : 5</i>	<i>1 : 10</i>
	<i>1 : 20</i>	<i>1 : 50</i>	<i>1 : 100</i>
	<i>1 : 200</i>	<i>1 : 500</i>	<i>1 : 1000</i>
	<i>1 : 2000</i>	<i>1 : 5000</i>	<i>1 : 10000</i>
<i>Escala de Ampliação</i>	<i>2 : 1</i>	<i>5 : 1</i>	<i>10 : 1</i>
	<i>20 : 1</i>	<i>50 : 1</i>	

Escala é a relação que existe entre as dimensões dos objetos reais e as de sua representação. A escala pode ser classificada em:

- **Escala natural:** se o desenho tem as mesmas dimensões que o objeto real. A escala 1:1 significa que 1,0 cm normal do desenho é igual a 1,0 cm do objeto.

- **Escala de redução:** se o desenho é representado graficamente numa dimensão menor que a do objeto, a escala é denominada escala de redução. A escala 1:2 significa que 1,0 cm normal do desenho equivale a 2,0 cm do objeto.

- **Escala de ampliação:** se o desenho possui dimensões maiores eu a do objeto. Por questões de ordem prática, prefere-se usar sempre para denominador a unidade e para numerador um valor inteiro.

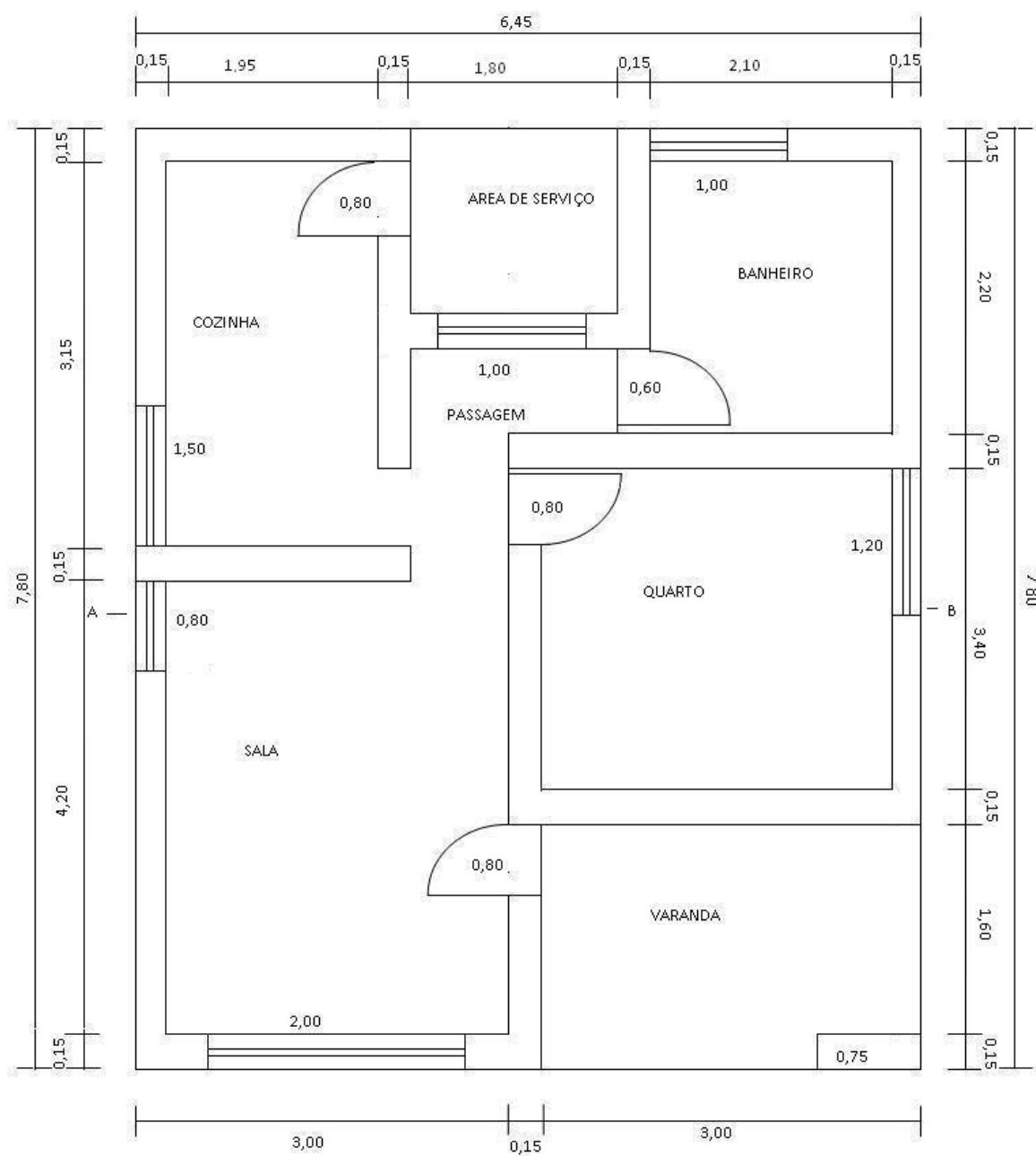
Exemplo: 2:1, 5:1, 10:1, 20:1, 50:1, 100:1.

Exercícios:

- 1) Uma janela que numa escala 1:25 mede 0,04 m de largura, que dimensão terá na realidade?
- 2) Um terreno mede 200 m e está representado no papel por 0,4 m, em que escala está representado?
- 3) A distância gráfica entre A e B é 8 cm, e a distância real é de 84 km. Qual é a escala utilizada?
- 4) Deseja-se representar um retângulo com as dimensões de 10 m x 15 m, na escala 1:150. Quais as dimensões gráficas?
- 5) A distância gráfica entre duas cidades A e B é 6 cm e a distância real é de 15 km , então qual a escala utilizada no mapa?
- 6) Uma escultura foi representada em um desenho com 84 mm de altura, na escala 1:200. Qual a dimensão real desta escultura? E se ela fosse representada na escala de 1:50 quanto mediria?
- 7) Utilizando o conhecimento de escala complete a tabela abaixo:

DIMENSÃO DO DESENHO	ESCALA	DIMENSÃO REAL
23 mm	1:2	mm
125 mm		25 mm
	2:1	6 mm
30 mm	1:5	mm
40 mm		8 mm
320 mm	5:1	mm

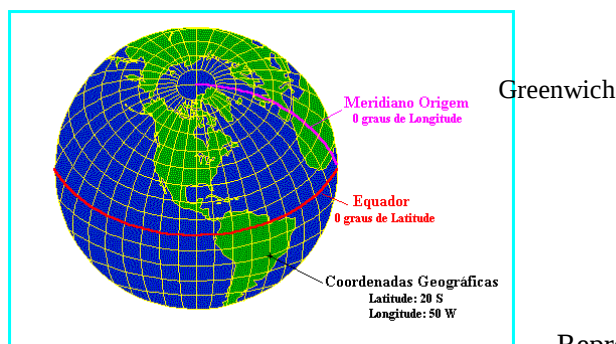
8) Desenhar a planta baixa da figura abaixo na escala de 1:50. As dimensões são representadas em metros.



2 - TOPOGRAFIA

A palavra Topografia é de origem grega (*topos*: lugar e *graphein*: descrição ou desenho), e significa “descrição de um lugar”. **Topografia** é a ciência que estuda a representação detalhada de um trecho da superfície da Terra (área, perímetro, acidentes geográficos, desnível), assim como, representa no papel, as benfeitorias de uma porção de terreno (cercas, construções, estradas, limites entre terrenos - pastagens, lavouras e propriedades). A Topografia não considera a esfericidade da Terra, o que limita sua área de abrangência a um raio máximo de 50 km.

- **Topografia:** este termo se aplica a áreas relativamente pequenas (plantas, cartas topográficas).
- **Agrimensura:** é a técnica de medição das terras.
- **Geodésia:** ciência que estuda a forma da Terra, considerando sua curvatura. É um termo que se aplica à representação de áreas maiores (mapas), com raio acima de 50 km, que utiliza a geografia matemática em seus trabalhos (hoje auxiliados e desenvolvidos pela informática).



Representação da curvatura da Terra.

Coordenadas Geográficas:

- **Latitude:** é a distância em graus de um ponto qualquer na superfície terrestre à Linha do Equador. A latitude pode ser norte ou sul, e varia de 0° (no Equador) a 90° (nos pólos). É indicada pelas linhas horizontais (paralelos). Os principais paralelos são a Linha do Equador, o Trópico de Capricórnio e Trópico de Câncer.
- **Longitude:** é a distância em graus de um ponto qualquer na superfície terrestre ao Meridiano de Greenwich. A longitude pode ser leste ou oeste, e varia de 0° a 180°. É indicada pelas linhas verticais (meridianos). Os principais meridianos são o de Greenwich e a Linha Internacional de Mudança de Data.
- **Altitude:** é a distância vertical entre um ponto qualquer e o nível médio do mar.
- **Cota:** é a distância vertical de um ponto qualquer a uma superfície de referência.

2.1 IMPORTÂNCIA DA TOPOGRAFIA

É uma ciência de grande aplicação prática. É a base de diversas profissões (Técnicos em Agropecuária, Técnicos em Agrimensura, Técnicos em Estradas, Engenheiros Agrícolas, Agrônomos, Civil, Florestais e Agrimensores). Dentre suas aplicações, destacam-se:

- Conhecimentos de uma determinada área (tamanho, contornos, relevo, acidentes naturais e artificiais, detalhes, posição relativa, etc.) com a retratação da mesma através de plantas próprias;

- Medição de propriedades agrárias, subdivisão de glebas;
- Georeferenciamento de imóveis rurais;
- Locação de obras de engenharia civil, sanitária e outras afins, inclusive construção de obras de Hidráulica;
- Instalação de redes de comunicação e transmissão de energia;
- Locação de estradas e ferrovias;
- Sistematização de terreno (corte e aterro)
- Conservação de solo, locação de terraços (em nível e em gradiente), canais para condução de água, etc.

2.2 UNIDADES DE MEDIDAS

As unidades de medida mais usadas na topografia são as de comprimento, ângulo e área. A unidade de comprimento do Sistema Internacional (SI) mais usada é o metro (m), seus múltiplos e submúltiplos.

Múltiplos	Símbolo	Submúltiplos	Símbolo
decâmetro = 10^1 m	dam	decímetro (0,1 m)	dm
hectômetro = 10^2 m	hm	centímetro (0,01 m)	cm
quilômetro = 10^3 m	km	milímetro (0,001 m)	mm

Para converter unidades de comprimento, basta preencher o quadro abaixo, deslocando a vírgula para a direita ou esquerda:

Ex: a) Converter 580 m para km

b) 45,2 m para cm

km	hm	dam	m	dm	cm	mm
	5	8	0,			
0,	5	8	0			

km	hm	dam	m	dm	cm	mm
		4	5,	2		
		4	5	2	0,	

Outras unidades:

polegada = 2,54 cm

légua = 6600 m

vara = 2,96 m (Império Romano)

milha = 1609 m

pé = 30,48 cm

braça = 2,20 m

vara = 1,10 m (Brasil e Portugal)

jarda = 0,9144 m

1,0 pé = 12 polegadas

A unidade de área mais usada é o metro quadrado (m^2). Existem outras medidas utilizadas no dia-a-dia pelos agricultores, como o hectare (ha).

1 litro = $605 m^2$ (medida empírica, senso comum): área de terreno em que se faz a semeadura de um litro de sementes de milho na proporção de $1,0 m^2$ para cada cinco ou seis grãos, cobrindo uma área de $605 m^2$.

1 quarta = 20 litros = $12100 m^2$ = 1,21 ha

1 are = $100 m^2$

1 centiare (ca) = $1 m^2$

1,0 ha = $10.000 m^2$ = 100 are

1,0 alqueire goiano ou mato grossense = $48400 m^2$ = 4,84 ha = 80 litros

1,0 alqueire paulista = $24200 m^2$ = 2,42 ha

1,0 alqueire mineiro = $36900 m^2$ = 3,69 ha

A conversão de m^2 para seus múltiplos e submúltiplos é feita da seguinte forma:

Ex: a) Converter $1,0 m^2$ para cm^2

b) $48400 m^2$ para hm^2

km^2	hm^2	dam^2	m^2	dm^2	cm^2	mm^2
			1,	0		
			1	0	0	0

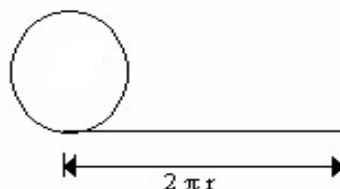
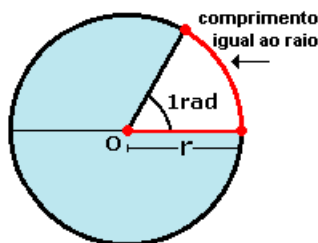
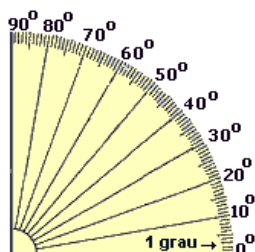
km^2	hm^2	dam^2	m^2
	4	8	4
	4,	8	4

As unidades de ângulo mais usadas são: grau ($^\circ$), minuto ($'$) e segundo ($''$). Há ainda o radiano (rad) e o grado (grad). $1^\circ = 60' = 3600''$

Grau: Medida de um arco que corresponde a $1/360$ da circunferência.

Grado: É a medida de um arco igual a $1/400$ da circunferência.

Radiano: Medida de um arco que tem o mesmo comprimento do raio da circunferência.



Perímetro ou comprimento do círculo: $C = 2\pi.r$

Para transformar de uma unidade para outra, basta fazer uma regra de três simples.

$$360^\circ = 400 \text{ grados} = 2\pi \text{ rad}$$

Onde: $\pi = 3,141592$ (constante)

2.3 AZIMUTE E RUMO

- **Azimute:** é o ângulo formado entre o norte magnético ou verdadeiro e o alinhamento considerado. É medido no sentido horário e varia de 0° a 360° . O azimute é magnético porque é medido a partir do norte magnético (N) e indicado por meio de bússola.

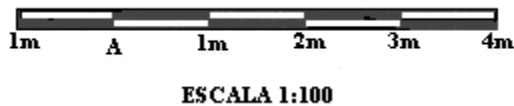
- **Rumo:** é o ângulo formado entre o alinhamento considerado e o meridiano magnético (alinhamento Norte-Sul), em relação ao quadrante que se encontra. O cruzamento das linhas norte-sul e leste-oeste determina quatro quadrantes (1° , 2° , 3° e 4° quadrante). **O rumo varia de 0° a 90° e é calculado a partir do alinhamento Norte-Sul.** O rumo pode ter direção nordeste (NE), sudeste (SE), noroeste (NO) e sudoeste (SO), quando se encontra em um dos quatro quadrantes.

2.4 ESCALA

Escala é a relação entre a dimensão linear de um objeto representado no papel e a dimensão real desse objeto, sendo que este objeto deve ser representado na íntegra e a escala devendo ser indicada obrigatoriamente, na legenda.

2.4.1 Tipos de escala

Gráfica: mais fácil de ser compreendida, informando com mais eficiência a razão de proporção.



Numérica: é o tipo de escala mais usado em desenho técnico e topografia. Expressam a razão de proporção através de frações, onde o módulo de escala é usualmente múltiplo de 10.

Ex: 1:100, 1:100.000, 1:5000.000, 1/500, 1/25000.

É importante perceber que, dependendo da escala, a denominação da representação muda para *planta*, *carta* ou *mapa*.

Aplicação	Escala
Detalhes de uma horta caseira	1:50 ou 1:100
Planta da moradia, galpão, reservatório de água	1:100 ou 1:200
Planta de uma pequena chácara ou quintal	1:500 ou 1:1.000
Planta de propriedades rurais	1:1.000, 1:2.000 ou 1:5.000
Planta de grandes propriedades rurais	1:5.000, 1:10.000 ou 1:25.000
Cartas de municípios	1:50.000 ou 1:100.000
Mapas de estados, países, continentes etc.	1:200.000 ou 1:10.000.000

Fórmula para cálculo da escala:

$$\frac{1}{E} = \frac{d}{D} \text{ ou}$$

$$E = \frac{D}{d}$$

Onde:

D: é a distância real

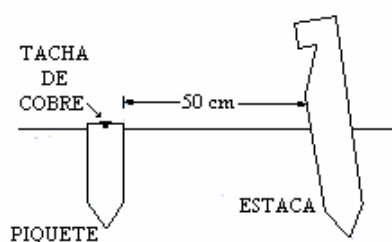
E: é a escala

d: é a distância no mapa

2.5 EQUIPAMENTOS TOPOGRÁFICOS

Piquetes: são pedaços de madeira de aproximadamente 20 cm de comprimento, de seção roliça ou quadrada (2,5 cm x 2,5 cm), que são cravados no terreno para demarcação de pontos ou estações de levantamento. Sobre o piquete é feita uma marca, um X, uma cruz (+) ou mesmo um ponto (●) com tacha de cobre ou pincel, onde durante o levantamento, é colocada a baliza ou mira, para registro de leituras de distâncias e ângulos.

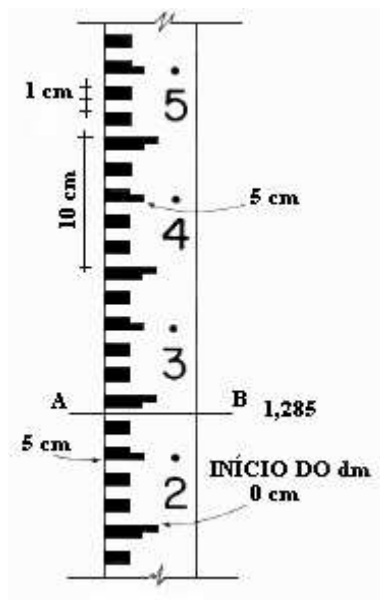
Estacas: são pedaços de madeira, de 30 a 50 cm de comprimento, com numeração das estações de levantamento. As estacas são cravadas próximo aos piquetes, principalmente em locais de vegetação alta, possibilitando fácil identificação dos pontos no campo. Elas são consideradas verdadeiras testemunhas dos pontos da poligonal, caso a marcação do piquete desapareça.



Baliza: consiste numa haste de ferro de 2 m de comprimento, dividida em seções de 0,5 m, geralmente rosqueáveis, e pintadas de vermelho e branco ou vermelho e amarelo, em cores alternadas. A baliza deverá ser retilínea, não permitindo defeitos que possam diminuir a precisão da leitura de ângulos horizontais. Toda visada deverá ser feita na parte inferior da baliza, para maior precisão. A baliza deverá ser obrigatoriamente colocada sobre o piquete, na marca nele existente, onde foi ou será ponto de referência para aprumar o aparelho. A baliza pode ter como acessório um nível de bolha, preso à haste, com o objetivo de mantê-la na posição vertical.



Mira Falante ou Estádio: é uma régua dividida em metros e centímetros, com destaque para as marcações de metros e de 10 em 10 cm, de cor preta e fundo branco ou amarelo claro. Geralmente apresenta 4,0 m de comprimento. A mira pode apresentar dobras ou encaixes, o que protege as numerações e as divisões pintadas, facilitando também o transporte, em se tratando do comprimento deste instrumento.



Prumo: o fio de prumo é um instrumento que determina a vertical do lugar.

A sua aplicação na topografia está ligada principalmente à medição de distâncias e no estacionamento de aparelhos. O prumo é basicamente composto por um peso (geralmente em formato de pião) preso a um cordel, o que permite suspê-lo ou abaixá-lo sobre o lugar (ponto) onde se pretende obter a vertical. O cordel (fio de prumo), quando tensionado pelo peso, indica a direção da vertical do lugar.

Bússola: equipamento que possui agulha imantada, e indica o norte magnético. É utilizada na medição de azimutes (ângulo entre o norte magnético ou verdadeiro e o alinhamento considerado, variando de 0 a 360°). Em levantamentos topográficos planimétricos, deve-se indicar no desenho (planta ou mapa), o norte magnético.

Caderneta de campo: é uma planilha onde são feitas todas as anotações de campo, em levantamentos planimétricos e altimétricos. Também é importante fazer na caderneta, o croqui da área, para facilitar o entendimento em escritório.

Exemplo:

Caderneta 1 - Para levantamento topográfico planimétrico, por caminhamento e irradiação.

Estaca	FI	FM	FS	Ang. Horiz (AH)	Ang. Vertical (AV)			Diferença de 90°	Av em radianos	Distância	OBS.
					Grau	Min	Seg				

Nível de mangueira: Consiste numa mangueira transparente cheia de água (sem bolhas de ar), a qual tem suas extremidades fixadas sobre fita métrica, em ripas de madeira, que permite, em função do nível da água nas extremidades, medir a diferença de nível (DN) e a distância horizontal (DH) entre dois pontos.

O nível de mangueira é um equipamento de boa precisão. É utilizado no dia-a-dia de pequenos agricultores, pedreiros e técnicos em agropecuária, na medição de desnível de terrenos e locação de terraços, geralmente em pequenas áreas.



A leitura no nível de mangueira equivale à altura da água em seu interior.

Material necessário:

- 2 ripas retilíneas de 2 m de comprimento;
- 14 metros de mangueira transparente, de ½” de diâmetro;
- 2 fitas métricas de 150 cm;
- 6 presilhas ou braçadeiras para prender a mangueira às ripas;
- 12 parafusos rosqueáveis, curtos e finos;

Modo de fazer: Passe uma plaina nas ripas, eliminando as fendas e as quinas da madeira para não causar acidentes; prenda as fitas às ripas usando os parafusos; prenda a mangueira nas ripas de modo que ela fique ao lado da fita métrica para facilitar a leitura. Assim, estará pronto o nível de mangueira a um baixo custo.

Nível de precisão: equipamento utilizado em trabalhos topográficos de determinação de cotas como: nivelamentos geométricos, locação de canais e terraços. Pode ser utilizado em medição de áreas, mas com pouca aplicabilidade (não medem os ângulos verticais), por isto não é possível visar grandes distâncias. O nível de precisão só tem movimento horizontal, o que limita sua utilização nos dias atuais.

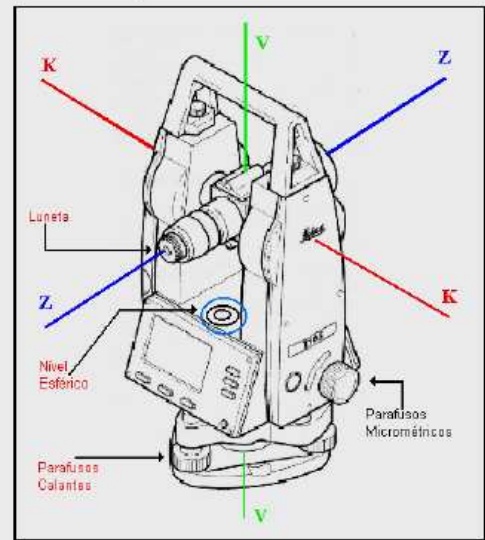
Teodolito: equipamento topográfico destinado à medição de ângulos horizontais e verticais, e cálculos de distâncias horizontais e verticais. É um aparelho de luneta com movimento basculante completo (com giro de 360°). Apresenta círculo vertical (limbo vertical) para a medida de ângulos de inclinação (ângulo vertical). Existem diversos modelos e marcas de teodolitos no mercado, com excelentes precisões e aplicabilidade nas ciências agrárias. Este aparelho não está sendo usado com tanta frequência, está perdendo espaço para os GPS - *Global Positioning System* (Sistema de Posição Global), devido à praticidade e principalmente à precisão quando utilizamos o GPS geodésico. Com o passar do tempo, o GPS poderá substituir completamente o teodolito, em medições que exijam precisão e georreferenciamento (coordenadas geográficas), o que está previsto em lei. Entretanto, o teodolito terá sempre o seu papel em medições de pequenas áreas e desníveis.



VV : Eixo vertical, principal ou de rotação do teodolito;

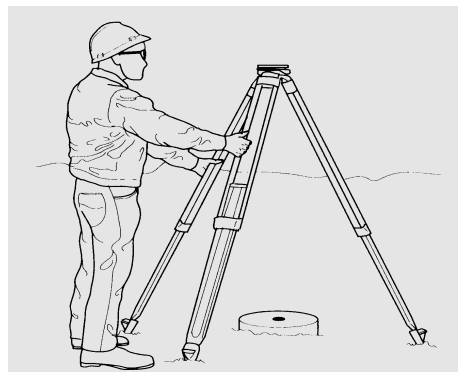
ZZ : Eixo de colimação ou linha de visada;

KK : Eixo secundário ou de rotação da luneta.



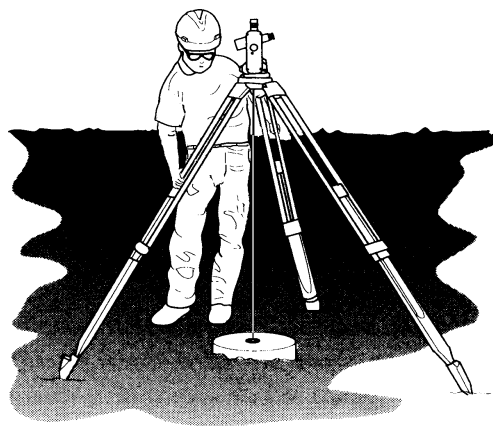
Como instalar um Teodolito

Passo 1: Coloque o tripé sobre o ponto desejado, ajustando-o à altura do observador que irá fazer as leituras na luneta. Duas pernas do tripé devem ficar do lado do observador.



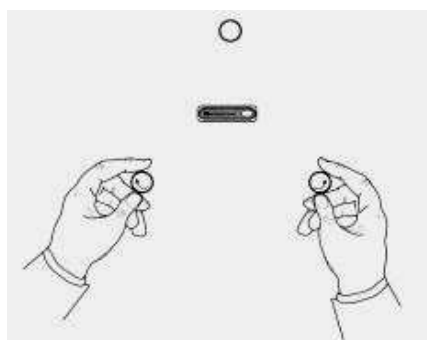
Passo 2: Coloque o equipamento (teodolito ou nível óptico) sobre o tripé, aperte o parafuso da base, ligue o prumo a laser, ou coloque o prumo manual e movimente o tripé até que o raio laser ou a ponta do prumo esteja sobre o ponto no piquete.

Passo 3: Faça o nivelamento do equipamento. Em seguida, certifique através do prumo se o aparelho continua exatamente sobre a marcação no piquete.

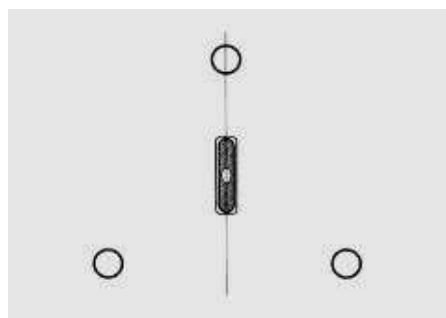


No caso do instrumento não possuir nível eletrônico, proceda da seguinte maneira:

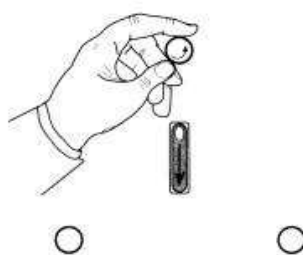
- a) Alinhe a base do instrumento de maneira que os parafusos calantes fiquem alinhados com a base do aparelho;
- b) Observe a localização da bolha e gire simultaneamente dois parafusos calantes para movimentar a bolha para o centro do nível. Gire no sentido horário para erguer e no sentido anti-horário para abaixar qualquer um dos três lados. Primeiramente, nivele o equipamento através do nível de bolha circular e, por último, através do nível tubular. Em teodolitos de duplo display, o nível tubular deve ficar do lado do observador



- c) Gire o equipamento até que a bolha fique alinhada com o terceiro parafuso calante.

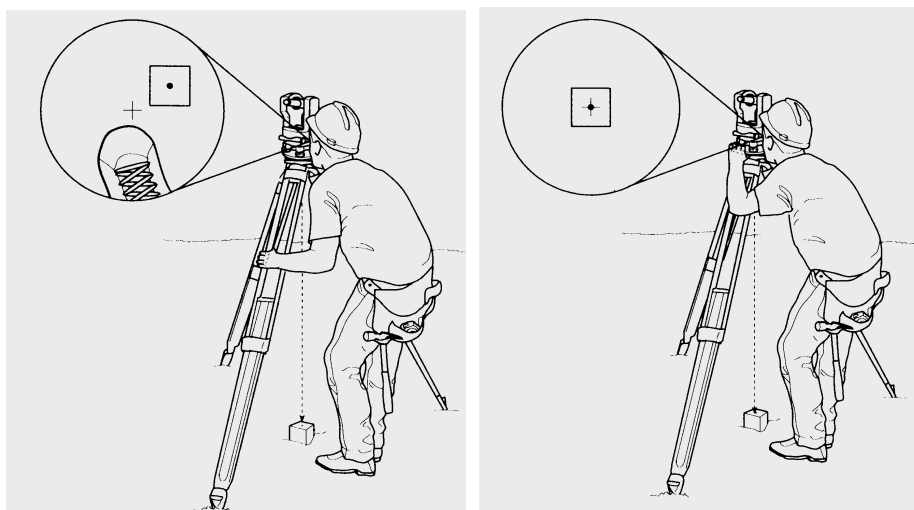


- d) Gire o terceiro parafuso calante para movimentar a bolha até que ela esteja localizada no centro do nível.



e) Com esse procedimento o instrumento deverá estar centrado sobre o ponto no piquete e nivelado. Isso, infelizmente nem sempre ocorre na primeira tentativa. Quando o equipamento estiver nivelado, o raio laser ou prumo poderá ter saído do ponto sobre o piquete. Se a distância entre o raio laser ou prumo e o ponto no piquete for relativamente grande, movimente o tripé e repita os passos anteriores. Se a distância for pequena, solte o parafuso de fixação e movimente o equipamento até que o raio laser ou prumo estejam novamente sobre o ponto no piquete.

É importante salientar que os procedimentos de instalação e regulação são muitos parecidos em se tratando de um teodolito com prumo manual, a laser ou prumo óptico. A única diferença é que na instalação de um aparelho com prumo óptico, você terá que olhar numa luneta para verificar a posição do aparelho em relação ao piquete.



2.6. PLANIMETRIA

Planimetria é a parte da topografia encarregada das medições de áreas, fazendo sua projeção num plano horizontal de referência.

A medição de uma área é dividida em duas etapas: uma no campo, onde são mensurados todos os dados (ângulos e leituras nos fios estadimétricos), e outra no escritório, onde, a partir dos dados levantados no campo, são feitos os cálculos de distância e área, o desenho da planta topográfica e a confecção de documentos descritivos da área.

2.6.1 Levantamentos topográficos Planimétricos

Chama-se levantamento topográfico o conjunto de operações no campo e no escritório, por meio de métodos e instrumentos próprios destinados à obtenção dos elementos necessários a representação geométrica de certa extensão de terreno, denominada superfície topográfica. Nos trabalhos de campo, os pontos do terreno, definidos pela medição de ângulos e alinhamentos, constituem os elementos básicos para a representação geométrica da área. No escritório, são feitos os cálculos necessários (de ângulos e distâncias), numericamente determinados no campo. Finalmente, executa-se o desenho (projeção horizontal da área mapeada), que pode ser em papel milimetrado, ou em programas computacionais (Auto Cad e Excel).

O levantamento topográfico consta de 4 fases:

- **Reconhecimento:** consiste em percorrer a região que será trabalhada, selecionando o ponto de partida e os principais vértices da poligonal básica do levantamento e providenciar os materiais necessários (piquetes e estacas).
- **Determinação do azimute:** consiste em determinar o norte, ou seja, é o ângulo entre o norte e o primeiro alinhamento da poligonal.
- **Levantamento da poligonal básica:** é a fase de campo propriamente dita, quando são registrados os dados numéricos em caderneta apropriada, denominada caderneta de campo, e faz-se um croqui do caminhar, anotando-se os detalhes.
- **Levantamento dos detalhes:** é realizado após o fechamento da poligonal básica. Consiste em obter uma série de poligonais abertas no interior da área levantada, partindo de vértices escolhidos no perímetro para obter dados que esclareçam os detalhes que se deseja representar na planta (casa, benfeitorias, estradas, córregos, árvores, rede elétrica, etc).

OBS: durante o levantamento topográfico, é importante ao anotar os dados e percorrer a área, fazer também um croqui da área. Isto facilita o trabalho de escritório, na elaboração do desenho, e auxilia em caso de erro(s) de leitura.

Podemos utilizar no levantamento topográfico três métodos de medida de distância:

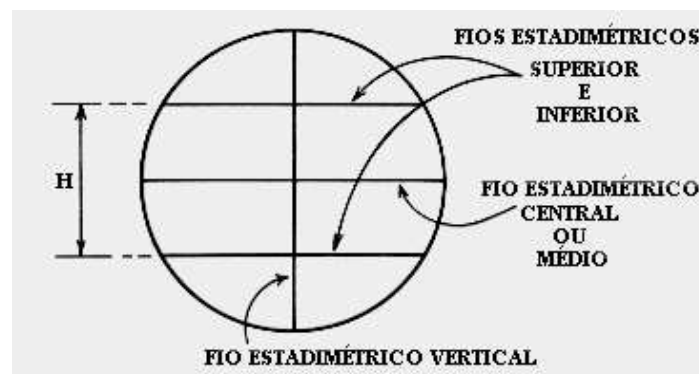
Medida direta de distância: quando o instrumento de medida utilizado é aplicado diretamente sobre o terreno (**Ex:** trena ou diastímetro).

- **Trena:** pode ser de aço, fibra de vidro, plástico ou tecido. Contudo, deve ser construída de material resistente e enrolada em caixa especial, denominada estojo. A fita é dividida em cm e possui marcas especiais a cada intervalo de 1,0 m. Geralmente, as trenas possuem de 10 a 100 m.

Precisão em medidas utilizando trenas:

Diastímetro	Precisão
Fita e trena de aço	1cm/100m
Trena plástica	5cm/100m
Trena de lona	25cm/100m

Medida indireta de distâncias: quando estas distâncias são calculadas em função da medida de outras grandezas, não havendo, portanto, necessidade de percorrê-las para compará-las com a grandeza padrão. **Ex:** Estadimetria ou Taqueometria (teodolito e nível óptico).



Para calcular a distância horizontal, utiliza-se a seguinte equação:

$$DH = 100.(FS - FI).(\cos \alpha)^2$$

Onde:

DH: distância horizontal (m)

FS: fio superior (m)

FI: fio inferior (m)

α : diferença de 90° do ângulo vertical (em módulo), sendo este ângulo considerado em radiano no programa Excel.

Medida eletrônica de distância: não pode ser considerado um método de medida direta, pois não necessita percorrer o alinhamento para obter a distância. Também não deve ser considerado um tipo de medida indireta, pois não envolve a leitura de réguas e cálculos posteriores para a obtenção das distâncias. Na verdade, durante uma medição eletrônica, o operador intervém muito pouco na obtenção das medidas, pois todas são obtidas automaticamente através de um simples pressionar de botão.

Há vários métodos e equipamentos de levantamento topográfico. A decisão ou escolha de um deles é função das dimensões da área e relevo da propriedade rural, ou ainda função da precisão exigida para o levantamento. Para levantamentos planimétricos é possível utilizar uma série de instrumentos, como: Trenas,

GPS, Níveis de Precisão, Estações Totais e o mais utilizado em nosso meio, o Teodolito, que apresenta vários modelos, desenvolvidos por fabricantes no mercado.

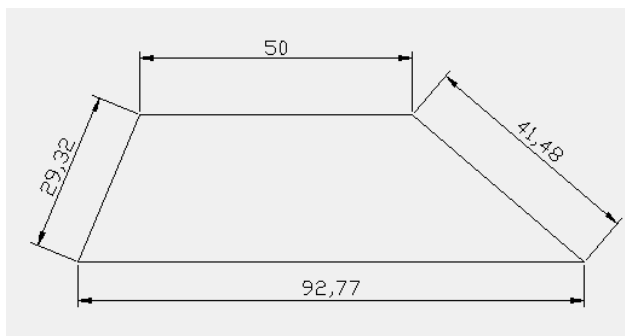
Para executar o levantamento topográfico de um terreno, é necessário utilizar métodos e instrumentos apropriados para que a forma e os detalhes planimétricos e altimétricos possam ser representados com maior precisão. Os pontos que representarão relevo e os que definirão no desenho, a planimetria do terreno, deverão ter a posição determinada no campo. A escolha e a quantidade desses pontos dependem não somente das condições topográficas do terreno, como também da escala adotada na planta topográfica.

2.6.1.1 Levantamento planimétrico utilizando Trena

Em pequenas áreas, é possível realizar medições planimétricas utilizando a trena. Não é um procedimento de alta precisão, mas para determinadas situações pode ser utilizado, como: medição de pequenas áreas, divisão de piquetes e de área de hortaliças.

No levantamento de área com trena, devemos adotar uma série de procedimentos em campo. É necessário estaquear os vértices, aos percorrer a área medindo as distâncias dos alinhamentos.

Imagine uma área neste formato:



Para fazer o desenho e posterior cálculo de área de uma área com este formato, é necessário buscar mecanismos para calcular os quatro ângulos da figura, pois somente assim, será possível elaborarmos a planta topográfica ou desenho.

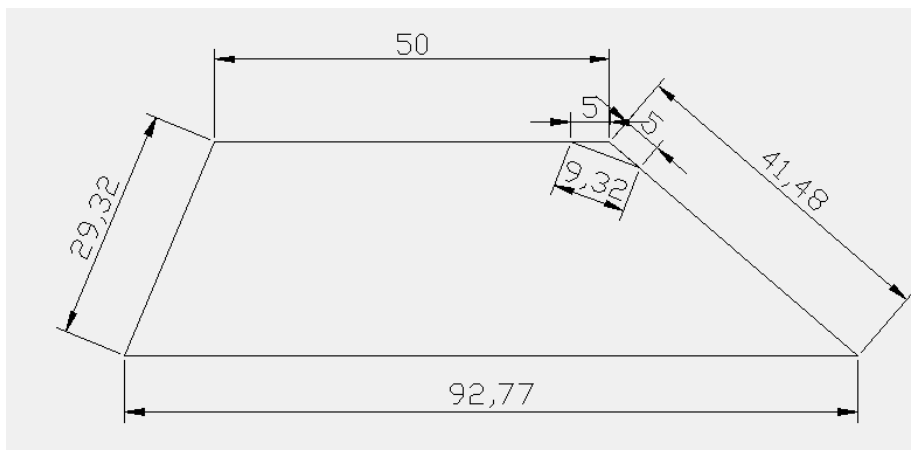
A determinação dos ângulos horizontais é feita através da Lei dos cossenos:

$$a^2 = b^2 + c^2 - 2bc \cos A$$

$$b^2 = a^2 + c^2 - 2ac \cos B$$

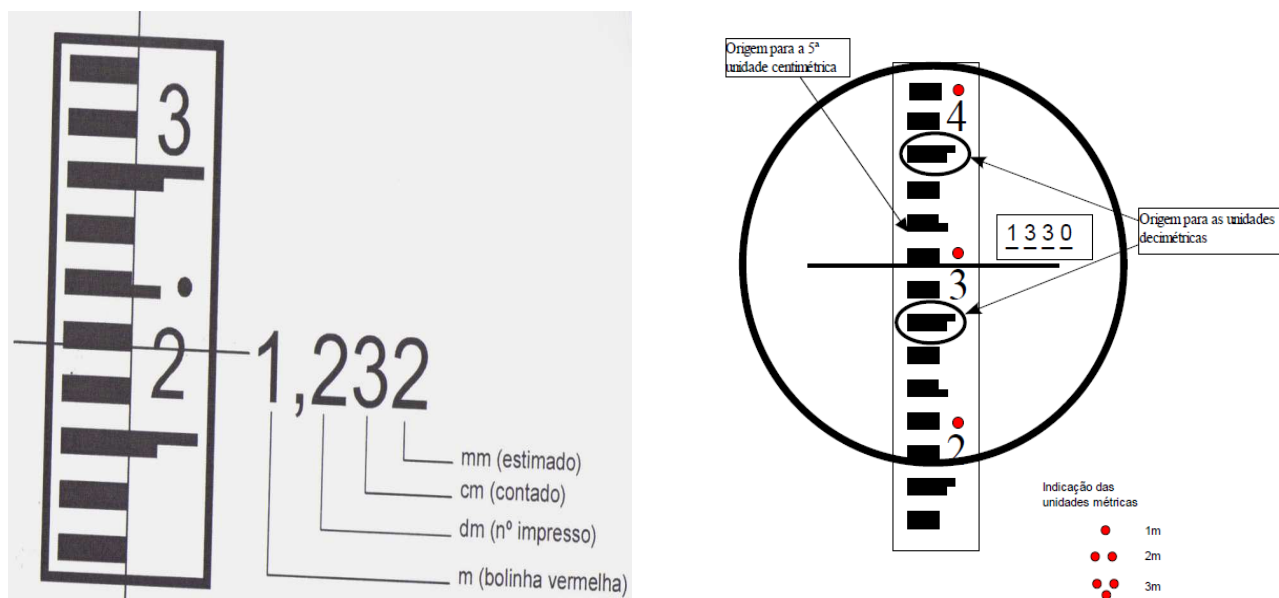
$$c^2 = a^2 + b^2 - 2ab \cos C$$

Para cada vértice da área deve-se calcular o ângulo equivalente. Devemos proceder da seguinte forma: em cada vértice, marque com uma estaca, em ambos os alinhamentos, uma distância de 5 metros ou mais; em seguida, faça a medida da distância entre as estacas cravadas; por último, determine os ângulos nos vértices, através da Lei dos cossenos.



2.6.1.2 Principais métodos de levantamento topográfico usando teodolitos

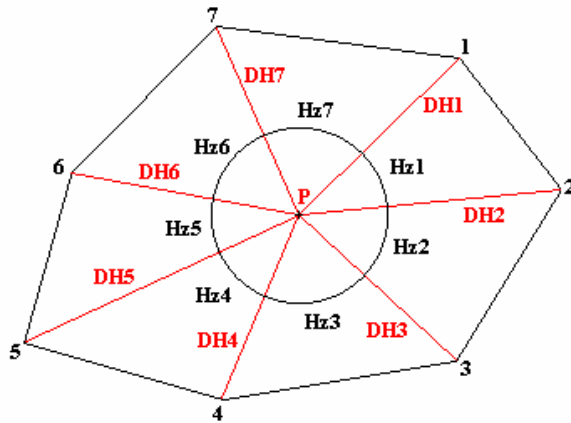
Uma importante etapa dos levantamentos topográficos é a leitura na mira, onde pode ocasionar erros de leitura. Veja o esquema:



Levantamento por irradiação: neste levantamento, os pontos dos vértices da poligonal são determinados a partir de um ponto. Este método é utilizado para levantamento de áreas pequenas, de maneira que, de um ponto escolhido no interior da área, possamos visar todos os pontos que compõem o perímetro e também os pontos característicos definidores da planimetria e altimetria do terreno. Assim, escolhido o ponto no interior da área, que servirá de sede da irradiação, instalamos nele o instrumento e, em seguida, escolhemos e piquetamos os demais pontos a serem levantados.

O processo de irradiação, somente em casos especiais de levantamento topográfico constitui por si só, um método de levantamento. Deve ser utilizado como um método auxiliar do caminhamento, para levantamento de detalhes, tais como: rios sinuosos, caminhos, estradas, árvores, casas, rede elétrica.

Este método de levantamento funciona relativamente bem para pequenas áreas, mas tem o inconveniente de não se poder calcular o erro que ocorreu no levantamento.



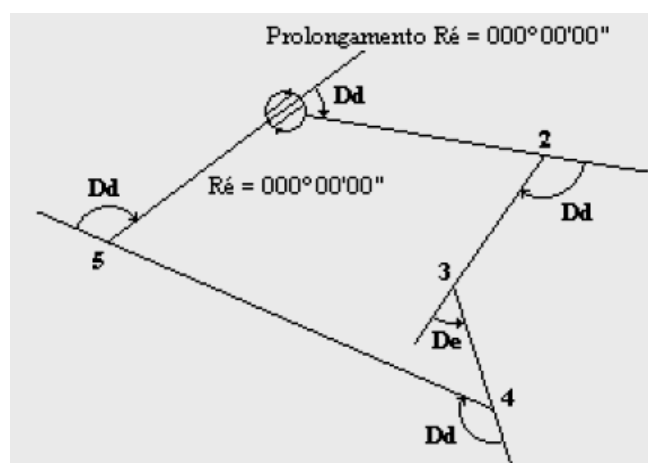
Levantamento por caminhamento: consiste em percorrer uma série de alinhamentos, cujos comprimentos são medidos, ligados por ângulos que também são determinados. O levantamento de uma área de terreno é feito pelo caminhamento de uma poligonal fechada, constituindo-se na poligonal básica do levantamento. Os vértices e os lados da poligonal são utilizados para levantamento dos acidentes topográficos que existem em suas imediações, através de métodos auxiliares de irradiação, interseção e coordenadas.

Ao proceder-se o levantamento de uma poligonal, podemos medir, conforme a natureza dos instrumentos, os azimutes, rumos, ângulos de deflexão e ângulos internos ou externos da poligonal. Os alinhamentos poderão ser determinados por processos de medição direta¹ ou indireta² das distâncias.

O método de levantamento por caminhamento é caracterizado pela natureza do ângulo que se mede.

- **Caminhamento pelos ângulos de deflexões**

A *deflexão* é o ângulo horizontal que o alinhamento à vante forma com o prolongamento do alinhamento à ré, para um aparelho estacionado, nivelado e centrado com perfeição, em um determinado ponto de uma poligonal. Este ângulo varia de 0° a 180° . Pode ser *positivo*, ou *à direita*, se o sentido de giro for *horário*; *negativo*, ou *à esquerda*, se o sentido de giro for *anti-horário*.

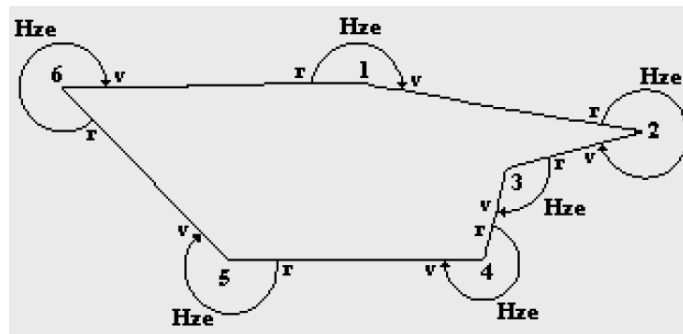


- **Caminhamento pelos ângulos externos**

¹ Medidas diretas: quando na medição do alinhamento, a área é percorrida e o resultado é obtido de forma direta, sem a realização de cálculos. Ex: trena, passos, fita métrica, nível de mangueira.

² Medidas indiretas: quando não há necessidade de percorrer o alinhamento para determinar sua distância. Ex: teodolito, nível de precisão.

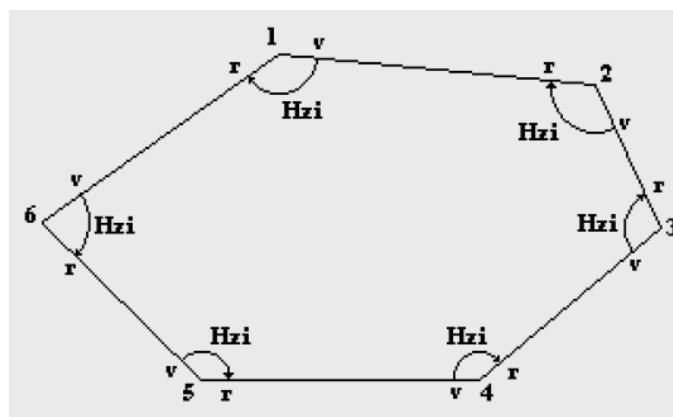
Para a medida de um *ângulo horizontal externo* a dois alinhamentos consecutivos de uma poligonal fechada, o aparelho deve ser estacionado, nivelado e centrado com perfeição, sobre um dos pontos que a definem (o prolongamento do eixo principal do aparelho deve coincidir com a marcação sobre o piquete).



- **Caminhamento pelos ângulos internos (o mais utilizado)**

Consiste em fazer o levantamento planimétrico da área, marcando os ângulos internos da poligonal entre dois alinhamentos.

Para a medida de um *ângulo horizontal interno* a dois alinhamentos consecutivos de uma poligonal fechada, o aparelho deve ser estacionado, nivelado e centrado com perfeição, sobre um dos pontos que a definem (o prolongamento do eixo principal do aparelho deve coincidir com a marcação sobre o piquete).



Podemos também fazer o caminhamento na área no sentido anti-horário e fazer as visadas de ré e vante, ao contrário do que apresenta a figura.

OBS.: para fazer levantamento topográfico de áreas maiores, utiliza-se principalmente o levantamento por caminhamento, marcando-se os ângulos internos no sentido horário. A área pode ser percorrida tanto no sentido horário ou anti-horário, complementando os trabalhos com levantamentos por irradiação dos detalhes.

Cálculos das distâncias horizontais (DH) através dos dados da caderneta de campo: para fazer este cálculo, utiliza-se uma forma básica, que é utilizada para calcular distâncias de forma indireta, tanto em teodolitos como níveis de precisão.

Fórmula para calcular o comprimento dos alinhamentos:

$$DH = 100.(FS - FI).(\cos \alpha)^2$$

Onde:

DH: distância horizontal (m)

FS: fio superior (m)

FI: fio inferior (m)

α – Diferença de 90° do ângulo vertical (em módulo), sendo este ângulo considerado em radiando.

OBS.:

- Para transformar de graus para radiano, basta multiplicar graus vezes π dividido por 180. Ex $180^\circ = \pi$ radianos ou $120^\circ \times \pi/180 = 2,09$ radianos.
- O grau é dividido em seus submúltiplos, minuto (') e segundos ("). Os teodolitos marcam o grau acompanhado dos minutos e segundos. No escritório, deve-se transformar os minutos e segundos para graus. Para isto, basta dividir os minutos por 60 e os segundos por 3600.

Ex: $84^\circ 10' 20'' = 84 + 10/60 + 20/3600 = 84,172222^\circ$

2.6.3 Erro máximo permitido

Normalmente, em levantamentos topográficos ocorrem erros. Estes se manifestam quando o somatório dos ângulos internos da poligonal da planta topográfica é diferente da somatório (S_i), calculado pela equação:

$$S_i = 180 \cdot (n - 2)$$

Em que: n é o número de lados da poligonal.

Quando o somatório dos ângulos obtidos com o equipamento de medição (teodolito), é diferente de S_i , significa que ocorreu algum erro no levantamento (**no escritório ou em campo**). Os erros maiores ocorrem na marcação dos ângulos entre um alinhamento e outro. Consequentemente, no fechamento do desenho da poligonal, o último ângulo fica maior ou menor do que o necessário e a poligonal não fecha, o que caracteriza o erro.

O erro máximo permitido (e) é calculado em função do número de lados da poligonal. Ou seja, para cada planta topográfica, há um erro máximo permitido. Primeiramente, calcula-se o somatório dos ângulos internos da poligonal (S_i), somam-se os ângulos obtidos no campo (S) com o teodolito. A diferença $S_i - S$ é o erro obtido (veja o esquema).

Agora faça a diferença para saber o erro que ocorreu (erro obtido):

$$E = S_i - S$$

$$E = ?$$

Após calculado o erro de campo (S), calcula-se o erro máximo permitido para o seu desenho.

Erro máximo permitido:

$$e = 3 \cdot \sqrt{n}$$

n - É o número de lados da poligonal

- Se o erro obtido no campo for maior do que o erro máximo permitido para o levantamento, deve-se fazer um novo levantamento, ou seja, uma nova poligonal.
- Se o erro obtido no campo for menor que o erro permitido para o levantamento, o topógrafo deve fazer a distribuição deste erro para todos os ângulos internos da poligonal.

OBS.: Vejam todos estes detalhes na caderneta de campo 1

Caderneta de campo 1 - Levantamento topográfico planimétrico, por caminhamento e irradiação.

					Ângulo Vertical (AV)						
Estaca	FI	FM	FS	Ang. Horiz (AH)	Grau	Min	Seg	Diferença de 90°	AV em radianos	Distância	OBS.

2.6.4 Erros nas medidas indiretas de distâncias

Leitura na régua ou mira falante:

- Pela distância entre o teodolito e a régua;
- Pela falta de capacidade de aproximação da luneta;
- Pela espessura dos traços do retículo;
- Pelo meio ambiente (refração atmosférica, ventos, má iluminação);
- Pela maneira de como a régua esta dividida e pela variação do seu comprimento;
- Pela falta de experiência do operador.
- Leitura incorreta dos ângulos

Leitura de ângulos:

- Verticalidade da baliza e da mira
- Erro linear de centragem do teodolito
- Erro de calagem ou nivelamento do teodolito

ERROS EM LEVANTAMENTOS TOPOGRÁFICOS

Na execução de levantamentos topográficos, estamos sempre sujeitos a cometermos diversos tipos de erros, qualquer que seja o método de medição adotado, tanto das distâncias como dos ângulos. Oficialmente, existem valores pré-definidos de tolerância de erros (dentro das quais podemos compensar os erros verificados). Apesar dos instrumentos atuais serem extremamente sofisticados, verifica-se variações nos resultados obtidos (mínimas, milimétricas, mas apresentam).

Assim, a preocupação do topógrafo ou agrimensor não será eliminar por completo a probabilidade de erro, mas trabalhar com cuidado para se manter dentro da margem de erro aceitável. Para tanto, conheceremos primeiramente os principais tipos de erros, para nos precavermos quanto aos mais comprometedores.

Os tipos mais comuns de erros são:

a) Acidentais: erros decorrentes de condições atmosféricas adversas excesso de insolação e calor, ventos, refração do ar, neblina, má visibilidade, etc) ou mesmo imperícia do executante. São caracterizados por uma variação não constante (às vezes resultados a mais, outras vezes, a menos do que o real) e não são pré-determináveis, isto é, não podemos saber antecipadamente a extensão do erro e, portanto, não é possível criarmos uma constante de correção deste tipo de erro.

b) Grosseiros: erros de fonte pessoal, normalmente ocasionados por distração ou falta de domínio do operador, caracterizados pela grande discrepância entre o resultado de um trabalho bem conduzido e o trabalho onde os mesmos ocorreram.

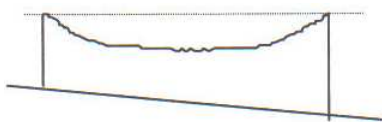
c) Sistemáticos: Erros decorrentes de imperfeições dos instrumentos usados (empenamentos, desregulagens, descentralização do retículo, trenas dilatadas, etc). São caracterizados pela repetição sistemática (ou seja, constante e idêntica) ainda que se repita várias vezes a mesma operação.

Vamos estudar mais detalhadamente alguns destes erros:

Erros acidentais mais comuns

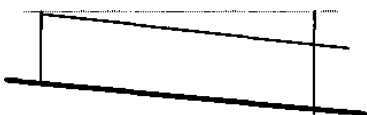
Tensão : Erro sujeito a ocorrer com trenas flexíveis, quando aplicamos sobre elas força demasiada ("puxamos demais"), provocando um esticamento nestas, acarretando uma diminuição do valor medido, em relação ao seu tamanho real.

Catenária : Erro que também ocorre com os diastímetros. Ao contrário da tensão, caracteriza-se pela aplicação de força insuficiente para manter a horizontalidade do diastímetro, provocando a formação de um "colo" ou "barriga" ao longo do mesmo, acarretando um aumento da distância medida, em relação ao valor real desta. Esta variação é proporcional ao comprimento usado do diastímetro.



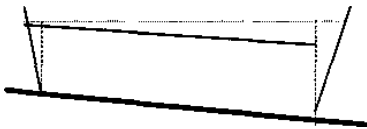
Desvio no sentido horizontal:

Erro decorrente da falta de horizontalidade do diastímetro. Também aumenta o valor das medidas.



Desvio no sentido vertical:

Pode ocorrer com a mira-falante ou com as balizas, as quais, ao invés de operarem apumadas, ficam inclinadas, provocando diferenças nas medições.



Erro de alinhamento:

Desvios laterais ocorridos no traçado de alinhamentos, quando o "alizador sai dos mesmos.

Segundo o CREA (Conselho Regional de Engenharia, Agronomia e arquitetura), os limites toleráveis de erro são:

1 m/Km - para terrenos planos

2 m/Km - para terrenos semi-planos

3 m/Km - para terrenos acidentados

Erros grosseiros mais comuns:

Os erros grosseiros são mais perigosos, pois como já dissemos, nos trabalhos onde os mesmos se verificam, normalmente há uma discrepância muito grande de valores.

É um tipo de erro muito frequente e os principais são:

Erro de estacionamento - Ocorre quando o instrumento não é centrado, isto é não se situa exatamente sobre o ponto topográfico, ficando deslocado para um lado.

Cuidado necessário: Ao se instalar o instrumento, centrá-lo imediatamente, deixá-lo calado e pronto para operar.

Erro de calagem - Ocorre quando, por um motivo qualquer, o instrumento sai do nível.

Cuidado necessário : Nunca fazer a visada de ré sem verificar se o instrumento está perfeitamente centrado, nivelado e zerado (zero do limbo horizontal na origem). Fazer imediatamente a visada a vante.

Erro de visada - Muitas vezes o balizeiro apuma a baliza fora do ponto topográfico (às vezes até fora do piquete), fazendo com que a visada fique fora do ponto.

Cuidado necessário: Empregar somente trabalhadores de confiança, de preferência, treinar uma equipe.

Erro de ajustagem do zero do limbo horizontal - Às vezes, por fadiga, distração ou más condições de trabalho, quando vamos zerar o instrumento, podemos colocar na origem não o zero, mas o 1° ou o 10° , por exemplo. É um tipo de erro muito sutil e frequente. Provoca grande variação no fechamento angular.

Cuidado necessário : Nunca fazer a visada de ré sem verificar se o zero está perfeitamente na origem.

Erro de leitura de ângulos - Pelas mesmas causas anteriormente citadas, o operador pode ler errado o ângulo medido.

Cuidado necessário : Depois de ler o ângulo e anotá-lo relê-lo a fim de confirmar se a leitura foi correta. A leitura do azimuth magnético pode ajudar no controle deste erro, entretanto, a bússola sofre perturbações decorrente da proximidade de metais, podendo haver discrepâncias entre os valores angulares.

Erro grosseiro na medida de ângulos - Como já foi dito, a leitura dos azimuths pode ajudar no controle de erros angulares, entretanto, esta leitura é trabalhosa. Porém, às vezes o operador fez tudo aparentemente certo, refez a leitura e mesmo assim houve erro. Motivo: pode ocorrer casos em que, distraidamente, o operador, intentando

mover o parafuso tangencial do alidade, move o tangencial do limbo (ou vice-versa, dependendo, do caso), alterando todos os valores.

Cuidado necessário : trabalhar com atenção total, sobretudo quando se lidar com instrumentos em que estes parafusos se localizam muito próximos.

Erro de leitura de mira - Como já dissemos, a leitura da mira é um processo muito delicado e se "ao aplicarmos os cuidados que são recomendados, tornar-se-á um pouco difícil detectarmos este erro, no qual é muito susceptível de se incorrer, sobretudo quando principiamos a trabalhar com topografia de campo. Neste caso, recomenda-se inclusive a trabalhar fazendo para um mesmo alinhamento duas leituras: uma a vante e outra a ré ou então a fazer sempre duas leituras visando pontos diferentes na mira (a maioria dos topógrafos coloca sempre um dos fios num valor inteiro da mira, agilizando assim as leituras).

Nunca se deve usar a mira sem o nível de cantoneira afixado em local próprio, nem é recomendável fazer visadas a uma distância superior a 150 metros, embora teoricamente seja possível se fazer visadas de até 300 ou 400 metros, conforme a mira utilizada. Usar artifícios para fazer visadas maiores do que a capacidade da mira é totalmente condenável.

É também recomendável efetuar-se as visadas a uma distância de pelo menos 0,80m (acima) do nível do solo, para minimizar os efeitos da refração atmosférica e da paralaxe, que é muito maior mais próxima do solo.

A leitura de mira exige realmente muito cuidado, a fim de que não sejam levados valores errados para o escritório. De imediato, para evitar isto, é necessário saber uma fórmula que possibilita a conferência simples da leitura dos fios estadimétricos:

$$FM = \frac{FS + FI}{2}$$

A diferença entre o FM lido e o FM calculado não pode ser superior a 1 mm para cada 100 metros de distância.

Erro na sequência de numeração dos piquetes - Outro fator capaz de gerar muita confusão é o topógrafo errar na numeração dos piquetes, o que às vezes acontece, principalmente quando se *fixa* para fazer a numeração diretamente, no campo.

Cuidado necessário: Preparar e numerar previamente as testemunhas estacas) e fincá-las ao lado dos piquetes, conferindo a ordem.

Erros sistemáticos mais comuns - Não nos distenderemos no estudo destes erros, por se tratar de problemas instrumentais de difícil ocorrência nos instrumentos mais modernos e exigirem a atuação de oficinas especializadas.

Recomenda-se levar periodicamente os instrumentos para eventuais regulagens e retificações, num programa de regular de manutenção.

Chamamos apenas a atenção para o caso de diastímetros dilatados ou mesmo menores do que os tamanhos reais que deveriam ter que acarretam erros sistemáticos acumulativos e exigem a correção do erro, normalmente nas medições de alta precisão, onde se necessita aferir o diastímetro, somar a diferença verificada, se o mesmo for maior que deveria ser (ex.: ao invés de 30,00 tiver 30,06 metros) ou subtrair a diferença, se o mesmo for menor que deveria ser.

Esta operação pode ser feita através de regra de três simples. Ex.:

Comprimento do diastímetro: 30,06m

Comprimento que deveria ser: 30,00m

Diferença: 0,06 m (a mais - será somada)

Distância medida (com o diastímetro dilatado): 290,70 m

0,06 ————— 30,00 m

x ————— 290,70 m

$x = 0,58$ m (esta é a diferença a ser somada)

Logo, a distância real é: $290,70 \text{ m} + 0,58 \text{ m} = 291,28 \text{ m}$.

2.6.5 Cálculos da Área

Quando a área é desenhada por um programa específico de computador (AutoCAD), ele nos indica o levantamento. Quando a planta topográfica (mapa) é feita manualmente, utiliza-se um instrumento chamado planímetro, para calcular a área.

Caso tenha dois lados dos triângulos e um ângulo (no caso de levantamento por irradiação), o lado oposto ao ângulo é calculado pela Lei dos cossenos:

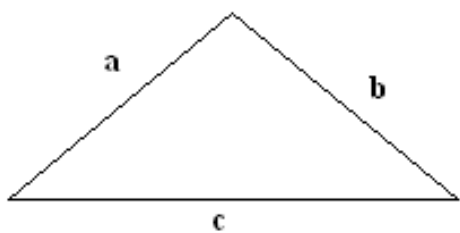
$$a^2 = b^2 + c^2 - 2bc \cos \hat{A}$$

$$b^2 = a^2 + c^2 - 2ac \cos B$$

$$c^2 = a^2 + b^2 - 2ab \cos C$$

Caso não tenha este instrumento, calcula-se a área do levantamento, dividindo-se ela em um menor número de triângulos possíveis. A área da gleba será a soma da área de cada triângulo. Para calcularmos a área de um triângulo qualquer (escaleno), usamos a seguinte equação:

$$A = \sqrt{p \cdot (p - a) \cdot (p - b) \cdot (p - c)}, \text{ onde: } p = \frac{a + b + c}{2}$$



Onde:

p: é o semiperímetro

a,b,c: são os lados do triângulo (m)

Após calcular a área em metros quadrados, para transformar em hectares, basta dividir por 10000, pois 1,0 ha equivale 10000 m^2 .

2.7 - ALTIMETRIA OU HIPSOMETRIA

Tem por finalidade a medida da diferença de nível entre dois ou mais pontos no terreno. Através da altimetria, pode-se, portanto, estudar o relevo do terreno. Chama-se nivelamento a operação realizada para determinar essas diferenças de nível (DN). Para determinar DN, utiliza-se uma série de instrumentos de campo, como: nível de mangueira, nível de forquilha, teodolitos, Estações totais e níveis ópticos de precisão.

Referência de nível: qualquer medida realizada deve ser referenciada a uma superfície de comparação, no caso, denominada referência de nível (RN). Esta referência pode ser a cota de uma superfície qualquer ou o nível médio do mar.

Altitudes e cotas: quando a diferença de nível é referida a uma superfície qualquer, recebe o nome de cota. Quando a superfície média do mar é a referência, a diferença de nível recebe o nome de altitude.

Nível aparente e nível real: quando a referência de nível é uma superfície qualquer, diz-se que o nível é aparente. O nível é dito verdadeiro quando o nível médio do mar é a referência (altitude).

2.7.1 Principais métodos de nivelamento

Nivelamento com o nível de mangueira: a determinação do desnível utilizando um nível de mangueira é uma operação bastante simples. Basta percorrer a área ou seção anotando as diferenças de altura entre as pontas da mangueira, e no final somar estas diferenças. O resultado da soma das diferenças equivale ao desnível da seção considerada.

A declividade (percentagem de rampa) é a relação entre as distâncias vertical e horizontal:

$$D = \frac{DN}{DH} \cdot 100$$

Onde:

D - Declividade (%)

DN – Diferença de nível (desnível)

DH - Distância horizontal

Caderneta de campo 2 - Desnível com nível de mangueira

Medida 1	Medida 2	Diferença
Diferença de Nível (DN):		

Nivelamento utilizando níveis ópticos de precisão: são instrumentos de alta precisão e fáceis de serem utilizados a benefício da agricultura. Para obter o desnível de um determinado lugar, deve-se operar por meio de visadas horizontais. Para uma precisão elevada pode-se adaptar um nível circular na mira, para garantir uma perfeita verticalização. O nivelamento pode ser simples ou composto. É o nivelamento realizado com o nível ótico de precisão é denominado nivelamento geométrico

Nivelamento simples: a diferença de nível entre dois ou mais pontos é obtida colocando-se o aparelho numa posição tal, que seja possível visar a mira colocada sobre eles. Neste caso o aparelho é instalado numa única posição, não sendo necessária sua mudança de posição. Normalmente as diferenças de nível nos nivelamentos simples são obtidas por diferenças de leituras na mira, embora possam ser medidas por diferenças de cotas (ver caderneta de campo 2).

Caderneta de campo 3 - Nivelamento simples utilizando cotas.

Estaca	Ré	AI	Vante	Cotas
1	1,20	11,20	-	10,0
2	-	-	0,9	10,30
3	-	-	0,7	10,50
4	-	-	0,3	10,90
5	-	-	0,1	11,10
6	-	-	1,8	9,40
-	-	-	-	-

Obs.: os números em destaque foram calculados, os restantes foram obtidos em campo. A cota inicial é estipulada pelo topógrafo.

Fórmulas para cálculo destes dados:

$$AI = COTA + RÉ$$

$$COTA = AI - VANTE$$

Onde: AI - altura do instrumento.

No caso anterior, temos uma diferença de nível (DN) = 10 – 9,40 = 0,6 m.

Nivelamento composto: quando o desnível é superior à altura da mira (4,0 m) haverá necessidade de mudança do aparelho, numa sucessão de nivelamentos geométricos simples. A diferença de nível é calculada por diferenças de cotas (caderneta de campo 4).

Caderneta de campo 4 - Nivelamento composto utilizando cotas.

Estaca	RE	AI	PI	PM	COTA
0	2,00	12,00	-	-	10,00
1	3,50	15,00	-	0,50	11,50
2	-	-	1,50	-	13,50
3	2,00	16,00	-	1,00	14,00
4	-	-	0,30	-	15,70

Vante

Obs.: os números em destaque foram calculados, o restante foi obtido em campo. A cota inicial é estipulada pelo topógrafo.

Fórmulas para cálculo destes dados:

$$AI = COTA + RE$$

$$COTA = AI - VANTE$$

Onde:

AI - altura do instrumento

PI - ponto intermediário (VANTE)

PM - ponto de mudança

No caso anterior temos uma diferença de nível (DN) = $15,7 - 10 = 5,7$ m

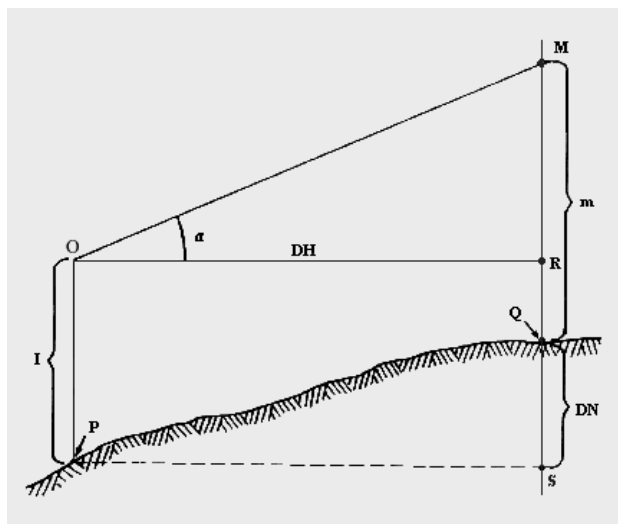
Os teodolitos são utilizados para este mesmo tipo de trabalho. Basta travar seu ângulo vertical em 90° , o restante dos procedimentos é o mesmo.

OBS.: São anotadas na caderneta, apenas as visadas de ré e de vante do fio médio (FM) do aparelho (níveis ou teodolitos).

Diferença de nível com teodolitos: o cálculo da DN utilizando um teodolito em sua maneira convencional é um pouco mais complicado. Mas, muitas vezes, é bastante conveniente, pois junto ao levantamento planimétrico pode-se fazer o levantamento altimétrico, além de ser um método bastante rápido se comparado aos outros. Para isto, devemos fazer uma caderneta de campo como a Caderneta de campo 5. O nivelamento feito com o teodolito é denominado nivelamento trigonométrico, feito através da medição da distância entre dois pontos (DH - Distância Horizontal ou DI - Distância Inclínada) e do ângulo de inclinação do terreno.

Equações usadas no cálculo de diferença de nível (DN) com teodolitos:

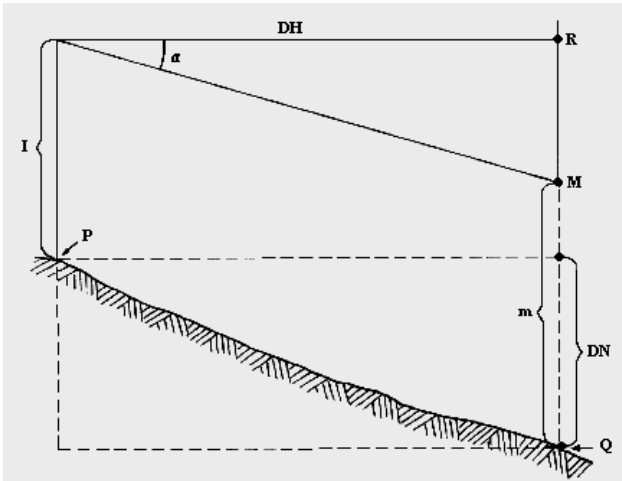
- **VISADA ASCENDENTE (subida):** é quando o ângulo vertical (zenital) é menor que 90° .



$$DN = 50 \cdot (FS - FI) \cdot \sin(2 \text{ difer. } 90^\circ) - FM + AI$$

AI: é a altura do instrumento (I)

- **VISADA DESCENDENTE (descida):** é quando o ângulo vertical (zenital) é maior que 90° .



$$DN = 50.(FS - FI).sen(2 \text{ difer. } 90^\circ) + FM - AI$$

Caderneta de campo 5 - Levantamento altimétrico com teodolitos.

					Ângulo Vertical (AV)								
Estação	Ponto visado	FI	FM	FS	Grau	Min.	Seg.	Diferença de 90°	Ângulo Horizontal	AI	DN	Cota	Observação

- VISADA ASCENDENTE:

$$DN = 50.(FS - FI).sen(2 \text{ difer. } 90^\circ) - FM + AI$$

VISADA DESCENDENTE:

$$DN = 50.(FS - FI).sen(2 \text{ difer. } 90^\circ) + FM - AI$$

2.7.2 Medição de desnível com nível de mangueira

A medição de desnível com nível de mangueira é feita por meio de leitura do nível da água na fita métrica em cada uma das extremidades da mangueira.

Exemplo: Determinar a diferença de nível (DN) entre uma caixa d'água e um poço artesiano, passando por um viveiro de mudas (trajeto de ida):

Trajeto de ida	Leitura maior (m)	Leitura menor (m)	DN (m)	Distância horizontal (m)
Caixa d'água/ viveiro de mudas	1,26	0,83	0,43	10,0
	1,22	0,88	0,34	10,0
	1,26	0,81	0,45	10,0
	1,19	0,88	0,31	10,0
	1,31	0,77	0,54	10,0
	1,28	0,81	0,47	10,0
	1,17	0,92	0,25	10,0
	Total =		2,79	70,0
Viveiro de mudas/ poço artesiano	1,26	0,84	0,42	10,0
	1,25	0,87	0,38	10,0
	1,29	0,81	0,48	10,0
	1,23	0,88	0,35	10,0
	1,23	0,86	0,37	10,0
	1,27	0,86	0,41	10,0
	1,21	0,92	0,29	10,0
	1,44	0,69	0,75	10,0
	1,35	0,76	0,59	10,0
	1,29	0,81	0,48	10,0
	1,41	0,70	0,71	10,0
	1,39	0,72	0,67	10,0
	1,09	1,02	0,07	10,0
	Total =		5,97	130

DN total = 2,79 + 5,97 = 8,76 m

No manuseio do nível de mangueira, são necessários alguns cuidados:

- Evitar que a mangueira dobre ao meio, pois impedirá o fluxo de água;
- Usar mangueira transparente para fazer as leituras;
- Guardar o nível de mangueira sempre cheio de água, pois reduz o ressecamento da mangueira;
- Tampar ou vedar as duas extremidades da mangueira, evitando a entrada de insetos (barata, aranha, mosquito da dengue, formigas);
- Para facilitar os cálculos de declividade no campo, usar mangueira de 10 metros de comprimento.

Exercício:

Determinar a diferença de nível (DN) entre o poço artesiano e a caixa d'água (no trajeto de retorno) e comparar o resultado com o do exemplo anterior. Determinar o erro na medição do DN.

Leitura maior (m)	Leitura menor (m)	DN (m)	Distância horizontal (m)
1,21	0,54		10,0
1,26	0,50		10,0
1,13	0,63		10,0
1,06	0,70		10,0
1,52	0,57		10,0
1,25	0,84		10,0
1,25	0,83		10,0
1,36	0,74		10,0
1,24	0,84		10,0
1,24	0,86		10,0
1,28	0,81		10,0
1,25	0,84		10,0
1,19	0,90		10,0
1,29	0,79		10,0
1,20	0,88		10,0
1,30	0,79		10,0
1,19	0,89		10,0
1,29	0,80		10,0
1,07	1,03		10,0
Total =			

2.7.3 Locação de Terraços

Pode ser usado o nível de mangueira, o teodolito ou nível de precisão. A locação de terraços em campo consiste basicamente nas seguintes etapas:

- Determinar a declividade da área em três alinhamentos, entre os pontos mais baixo e mais alto da área;
- Fazer a média aritmética da declividade;
- Verificar qual deve ser o **espaçamento vertical (EV)** e **horizontal (EH)** entre terraços, em função do tipo de cultura (anual ou perene), tipo de terraço (em nível ou em gradiente) e textura do solo (argilosa, média ou arenosa);
- Iniciar a locação de terraços na parte mais elevada do terreno, adotando como medida de segurança, a metade do espaçamento entre terraços;
- Estaquear os pontos da locação para facilitar o trabalho do operador de máquinas;
- Fixar marcações a cada 10 metros de distância, para não se perder;
- Observar o declive do terreno para determinar o sentido do escoamento das águas.

Quanto maior a declividade, menor é o EH entre terraços, pois a força da água das enxurradas é maior, podendo causar rompimento de terraços.

Em áreas planas, recomenda-se a utilização de terraços em nível, de base larga, denominados de terraços de infiltração. Por outro lado, em áreas de maior declividade, recomenda-se o uso de terraços em gradiente (em pequeno desnível), de base estreita. Estes devem apresentar declividade que promova o escoamento das águas pluviais, não causando erosão dos solos agrícolas.

LOCAÇÃO DE TERRAÇOS EM NÍVEL

Exemplo:

Declividade: 3%

Cultura: milho

Solo: textura argilosa

EV = 0,80 m; EH = 26,60 m



LOCAÇÃO DE TERRAÇOS EM GRADIENTE

Exemplo:

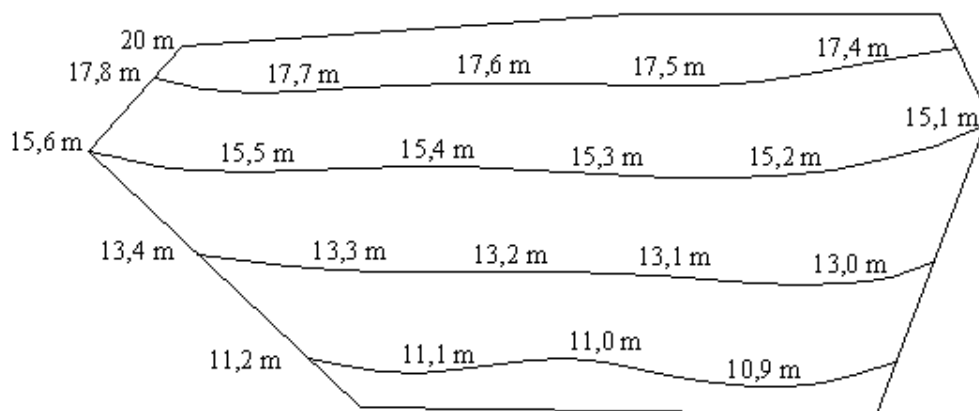
Declividade: 8%

Cultura: laranja

Solo: textura argilosa

EV = 2,20 m; EH = 27,50 m

Terraço em gradiente de 1%: para cada 10 m de DH, diminui-se 10 cm ou 0,1 m.



Para utilizar o teodolito na locação de terraços, deve-se travar seu ângulo vertical em 90°. O restante do procedimento é semelhante ao nível de precisão.

ANEXO 1: LOCAÇÃO DE TERRAÇOS

TABELA - Espaçamento vertical (EV) e horizontal (EH), em metros, para **terraços em nível** e em **gradiente**, em função da textura da declividade, textura do solo e cultura (anual e permanente).

Declividade (%)	CULTURA																							
	-----ANUAL-----												-----PERMANENTE-----											
	Terraços em Nível						Terraços em Gradiente						Terraços em Nível						Terraços em Gradiente					
	Textura argilosa		Textura média		Textura arenosa		Textura argilosa		Textura média		Textura arenosa		Textura argilosa		Textura média		Textura arenosa		Textura argilosa		Textura média		Textura arenosa	
	EV	EH	EV	EH	EV	EH	EV	EH	EV	EH	EV	EH	EV	EH	EV	EH	EV	EH	EV	EH	EV	EH	EV	EH
1	0,27	26,6	0,26	26,0	0,25	25,4	0,58	28,5	0,27	27,5	0,27	26,6	0,32	32,0	0,30	30,0	0,28	28,5	0,40	40,0	0,35	35,0	0,32	32,0
2	0,53	26,6	0,58	26,0	0,51	25,4	0,28	28,5	0,55	27,5	0,52	26,6	0,64	32,0	0,60	30,0	0,57	28,5	0,80	40,0	0,70	35,0	0,64	32,0
3	0,80	26,6	0,72	26,0	0,76	25,4	0,85	28,5	0,82	27,5	0,80	26,6	0,96	32,0	0,90	30,0	0,85	28,5	1,20	40,0	1,05	35,0	0,96	32,0
4	0,86	21,6	0,84	21,0	0,82	20,4	0,94	23,0	0,90	22,5	0,86	21,6	1,08	27,0	1,00	25,0	0,94	23,6	1,40	34,0	1,20	30,0	1,08	27,0
5	0,93	18,7	0,90	18,0	0,87	17,4	1,03	20,5	0,97	19,5	0,93	18,7	1,20	24,0	1,09	22,0	1,03	20,5	1,60	32,0	1,35	27,0	1,20	24,0
6	1,00	16,6	0,96	16,0	0,93	15,4	1,11	18,6	1,05	17,5	1,00	16,6	1,32	22,0	1,20	20,0	1,11	18,6	1,80	30,0	1,50	25,0	1,32	22,0
7	1,13	15,2	1,02	14,6	0,98	14,0	1,20	17,2	1,12	16,1	1,06	15,2	1,44	20,6	1,30	18,6	1,20	17,1	2,00	28,5	1,65	23,6	1,44	20,6
8	1,20	14,1	1,08	13,5	1,03	12,9	1,28	16,0	1,20	15,0	1,13	14,1	1,56	19,5	1,40	17,5	1,28	16,0	2,20	27,5	1,80	22,5	1,56	19,5
9	1,27	13,3	1,14	12,7	1,09	12,1	1,37	15,2	1,27	14,2	1,20	13,3	1,68	18,7	1,70	16,7	1,37	15,2	2,40	26,7	1,95	21,7	1,68	18,7
10	1,30	12,7	1,20	12,0	1,14	11,4	1,45	14,6	1,35	13,5	1,27	12,7	1,80	18,0	1,60	16,0	1,45	14,6	2,60	26,0	2,10	21,0	1,80	18,0
11	1,33	12,1	1,26	11,4	1,20	10,9	1,54	14,0	1,42	12,9	1,33	12,1	1,92	17,4	1,70	15,4	1,54	14,0	2,80	25,4	2,25	20,4	1,92	17,4
12	1,40	11,6	1,32	11,0	1,25	10,4	1,63	13,6	1,50	12,1	1,40	11,6	2,04	17,0	1,80	15,0	1,63	13,6	3,00	25,0	2,40	20,0	2,04	17,0
13	1,46	11,3	1,38	10,6	1,31	10,0	1,71	13,2	1,57	12,5	1,46	11,3	2,16	16,0	1,90	14,6	1,71	12,2	3,20	24,6	2,55	19,6	2,16	16,0
14	1,53	10,9	1,44	10,3	1,36	9,70	1,80	12,8	1,65	11,8	1,53	10,9	2,28	16,3	2,00	14,3	1,80	12,8	3,40	24,3	2,70	19,3	2,28	16,3
15	1,60	10,7	1,50	10,0	1,42	9,40	1,88	12,6	1,72	11,5	1,60	10,7	2,40	16,0	2,10	14,0	1,88	12,6	3,60	24,0	2,85	19,0	2,40	16,0
16	1,66	10,4	1,56	9,70	1,47	9,20	1,97	12,3	1,80	11,2	1,66	10,4	2,52	15,7	2,20	13,7	1,97	12,3	3,80	23,7	3,00	18,7	2,52	15,7
17	1,72	10,2	1,62	9,50	1,53	9,00	2,05	12,1	1,87	11,0	1,73	10,2	2,64	15,5	2,30	13,5	2,05	12,1	4,00	23,5	3,15	18,5	2,64	15,5
18	1,80	10,0	1,68	9,30	1,58	8,80	2,14	11,9	1,95	10,8	1,80	10,0	2,76	15,3	2,40	13,3	2,14	11,9	4,20	23,3	3,30	18,3	2,76	15,3
19	1,87	9,80	1,74	9,10	1,63	8,60	2,23	11,7	2,02	10,6	1,87	9,80	2,88	15,2	2,50	13,2	2,23	11,7	4,40	23,1	3,45	18,2	2,88	15,2
20	1,93	9,70	1,80	9,00	1,69	8,40	2,31	11,6	2,10	10,5	1,93	9,70	3,00	15,0	2,60	13,0	2,31	11,6	4,60	23,0	3,60	18,0	3,00	15,0
21	2,00	9,50	1,86	8,80	1,74	8,30	2,40	11,4	2,17	10,3	2,00	9,50	3,12	14,8	2,70	12,8	2,40	11,4	4,80	22,8	3,75	17,8	3,12	14,8
22	2,06	9,40	1,92	8,70	1,80	8,20	2,48	11,3	2,25	10,2	2,06	9,40	3,24	14,7	2,80	12,7	2,48	11,3	5,00	22,7	3,90	17,7	3,24	14,7
23	2,13	9,30	1,98	8,60	1,85	8,10	2,57	11,2	2,32	10,1	2,13	9,30	3,36	14,6	2,90	12,6	2,57	11,2	5,20	22,6	4,05	17,6	3,36	14,6
24	2,20	9,20	2,04	8,50	1,91	8,00	2,65	11,1	2,40	10,0	2,20	9,20	3,48	14,5	3,00	12,5	2,65	11,1	5,40	22,5	4,20	17,5	3,48	14,5
25	2,06	9,10	2,10	8,30	1,96	7,90	2,74	11,0	2,47	9,90	2,26	9,10	3,60	14,4	3,10	12,4	2,74	11,0	5,60	22,4	4,35	17,4	3,60	14,4
26	2,26	9,00	2,16	8,30	2,02	7,80	2,83	10,9	2,55	9,80	2,33	9,00	3,72	14,3	3,20	12,3	2,83	10,9	5,80	22,3	4,50	17,3	3,72	14,3
27	2,33	8,90	2,22	8,20	2,07	7,70	2,91	10,8	2,62	9,70	2,40	8,90	3,84	14,2	3,30	12,2	2,91	10,8	6,00	22,2	4,65	17,2	3,84	14,2
28	2,40	8,80	2,28	8,15	2,13	7,60	3,00	10,7	2,70	9,60	2,47	8,80	3,96	14,1	3,40	12,1	3,00	10,7	6,20	22,1	4,80	17,1	3,96	14,1
29	2,47	8,70	2,34	8,10	2,18	7,50	3,08	10,6	2,77	9,55	2,53	8,70	4,08	14,0	3,50	12,0	3,08	10,6	6,40	22,0	4,95	17,1	4,08	14,0
30	2,60	8,60	2,40	8,00	2,23	7,40	3,17	10,5	2,85	9,50	2,60	8,60	4,00	14,0	3,60	12,0	3,17	10,5	6,60	22,0	5,10	17,0	4,00	14,0

Fonte: Adaptado de N. D. AMARAL (Livro: Noções de conservação do solo).

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ARRUDA, C. K. da C. **Apostila de desenho técnico básico**. Niterói, RJ: Universidade Cândido Mendes, 2004, 55 p.

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

CASACA, J.M.; MATOS, J.L. de; DIAS, J.M.B. **Topografia geral**. Tradução de SILVA, L.F.C.F. da.; CORRÊA, D.C.. 4 ed., Rio de Janeiro: LTC, 2007. 208p.

COMASTRI, J. A.; GRIPP JUNIOR, J. **Topografia aplicada: medição, divisão e demarcação**. Viçosa: UFV, Impr. Univ., 1990. 203 p.

COMASTRI, J. A.; TULER, J. C. **Topografia: altimetria**. 3. ed. Viçosa: Imprensa Universitária, 2005. 200 p.

GARCIA, G. J.; PIEDADE, G. C. R. **Topografia aplicada às ciências agrárias**. Livraria Nobel S.A., São Paulo. 1987, 256 p.

GODOY, R. **Topografia básica**. Piracicaba, Ed. Luiz de Queiroz, 1988, 349 p.

McCORMAC, J.C. **Topografia**. 5 ed. Rio de Janeiro: LTC, 2007. 391p.