

The logo for RotaEad, featuring the brand name in white, bold, sans-serif font centered within a circular orange-to-red gradient. The background of the entire image is a stylized topographic map with green and brown contour lines, overlaid with a white grid and a large white circle. Two surveying instruments on tripods are positioned on the map, one on the left and one on the right.

**RotaEad**

**TOPOGRAFIA**

# Bem-vindo!

Seja muito **bem-vindo à nossa apostila de Topografia!** É com grande satisfação que apresento este material, desenvolvido para ser um guia completo e enriquecedor em sua jornada de aprendizado.

A **Topografia** é uma ciência essencial, que combina precisão, tecnologia e conhecimento técnico para descrever e mapear o mundo em que vivemos.

**Nesta apostila**, você encontrará informações detalhadas sobre conceitos fundamentais, técnicas avançadas e aplicações práticas.

Desde a medição de distâncias até o uso de tecnologias modernas como GPS e geotecnologias, nosso objetivo é proporcionar a você uma base sólida e confiável para sua formação.

A **RotaEAD Cursos à Distância** tem como compromisso oferecer materiais didáticos de alta qualidade, projetados para atender às necessidades de estudantes e profissionais.

Este curso foi cuidadosamente estruturado para ser estudado de forma flexível, adaptando-se ao seu ritmo e às suas condições, sem abrir mão da excelência no conteúdo.

Espero que este material seja uma **ferramenta útil e inspiradora**, acompanhando você em sua evolução acadêmica e profissional. Sinta-se à vontade para explorá-lo, anotar suas dúvidas e utilizá-lo em suas atividades práticas.

**Desejo um aprendizado produtivo e transformador!**

# Nota do Autor

É uma honra poder compartilhar este material com você. Meu nome é **Jailson Santos**, Instrutor da **RotaEAD Cursos à Distância**, e dedico minha carreira a ensinar e capacitar estudantes e profissionais na área de Desenho e Topografia.

**A Topografia** é muito mais do que uma técnica ou um conjunto de ferramentas. Ela é a base para grandes projetos que impactam o desenvolvimento urbano, a infraestrutura, a engenharia e o meio ambiente.

Este curso foi projetado para atender às demandas do mercado e para preparar você para enfrentar os desafios da profissão com confiança e competência.

Apostamos em uma abordagem **prática e didática**, com foco em resultados. **Esta apostila** é parte de nosso compromisso em oferecer o melhor conteúdo para você, nosso aluno. Caso tenha dúvidas ou precise de suporte, não hesite em entrar em contato comigo diretamente pelo **WhatsApp 22 99800-8931**.

**Agradeço por confiar na RotaEAD Cursos a Distância** para sua formação. Estou confiante de que, com dedicação e esforço, você poderá alcançar grandes conquistas em sua carreira.

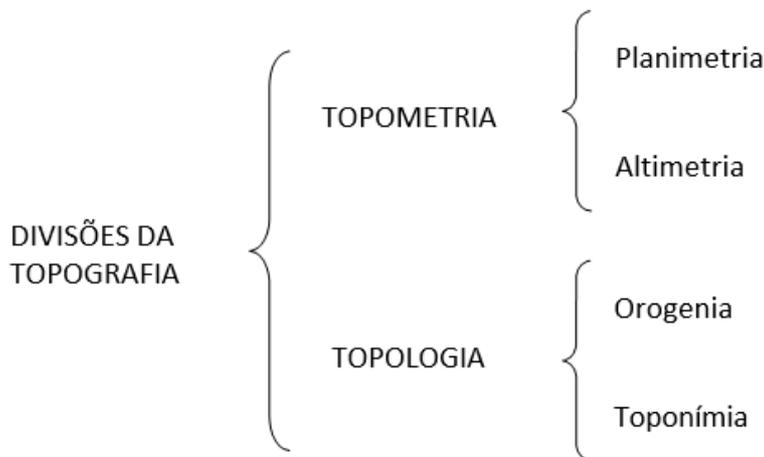
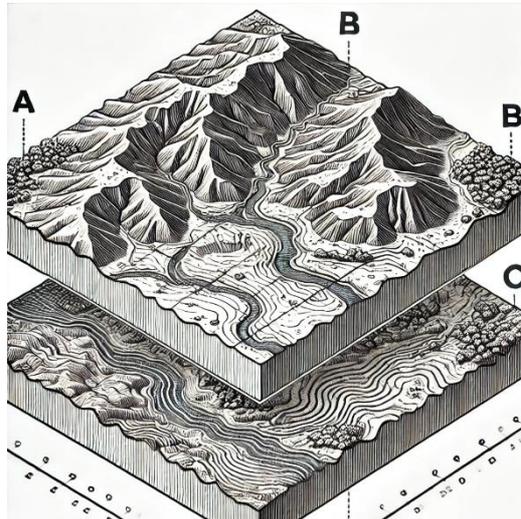
Bons estudos e sucesso em sua jornada!

# 1. Introdução

A palavra “topografia” deriva do grego, onde :

- TOPOS = lugar GRAFEM = descrição
- Portanto, etimologicamente, “TOPOGRAFIA” seria a Arte e/ou
- Ciência de descrever um lugar.
- Em termos práticos, a Topografia é hoje uma atividade técnica e econômica que visa fornecer subsídios confiáveis, onde todas as áreas da Engenharia possam elaborar e desenvolver seus projetos.
- Topografia é uma ciência aplicada, baseada na geometria e na trigonometria.
- A função da Topografia é representar, no papel, a configuração de uma porção de terreno, incluindo as benfeitorias sobre a superfície.
- Topografia se incumbe da representação, por uma projeção ortogonal cotada, de todos os detalhes da configuração do solo

PLANTA TOPOGRÁFICA é o nome dado a representação gráfica da configuração do relevo de uma região.



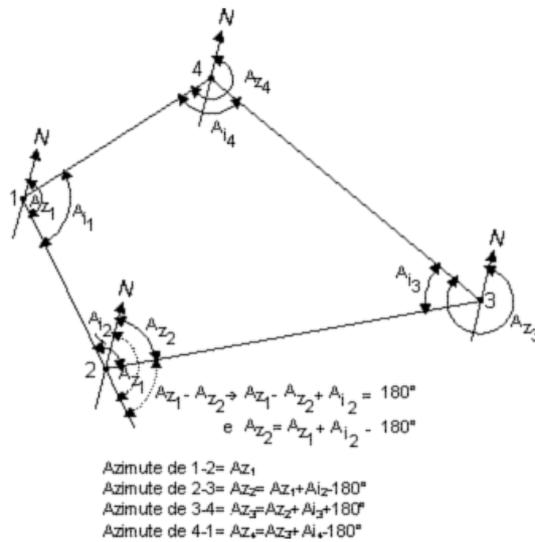
A Topologia, que significa o estudo da superfície física da Terra, também propicia uma subdivisão em OROGENIA e TOPOMINIA.

A OROGENIA estuda o conjunto dos fenômenos que no ciclo geológico, levam a formação de montanhas, seus deslocamentos, suas causas e seus efeitos sobre a Superfície Física da Terra.

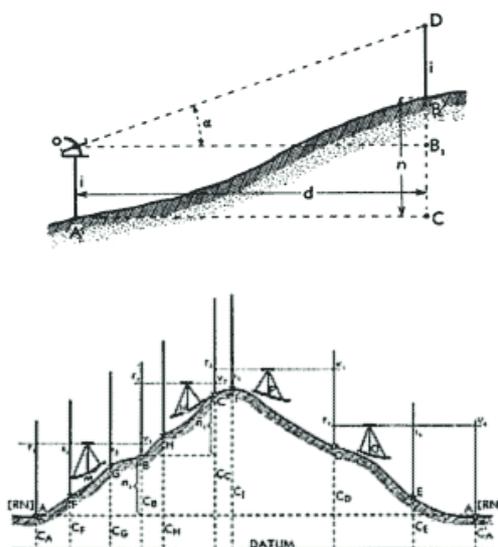
A TOPOMÍNIA pesquisa os nomes próprios dos acidentes (montanhas, rios, vales, etc...) representados em planta. Tal pesquisa, se dá sobre plantas anteriores ou junto aos habitantes da região representada na planta, e de preferência são consultados os habitantes mais antigos.

Aos métodos empregados para coleta de dados necessários ao traçado de uma planta dá-se o nome de Topometria, que se subdivide em Planimetria e Altimetria ou Nivelamento. A PLANIMETRIA é a representação, em projeção horizontal, dos detalhes existentes na superfície.

### PLANIMETRIA



### ALTIMETRIA

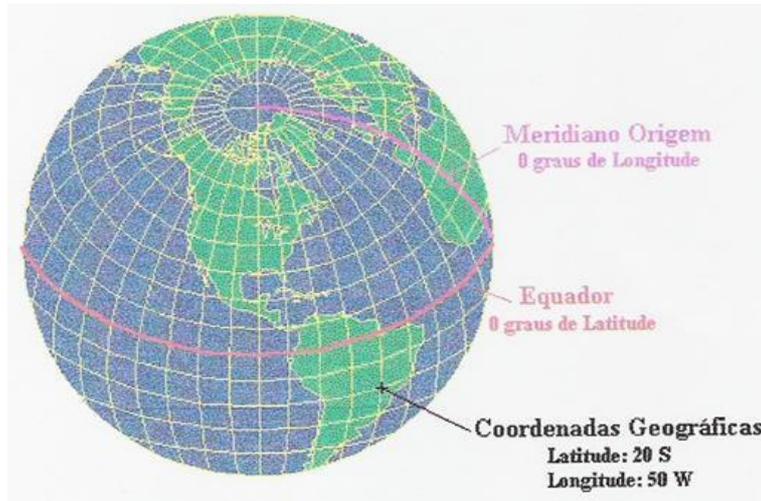


A ALTIMETRIA determina as cotas ou distâncias verticais de certos pontos referidos ao plano horizontal de projeção.

## 2. Sistema de Coordenadas

A compreensão da reprodução da geometria da superfície terrestre feita através da Topografia nos obriga a lembrar conceitos da Geografia.

Existem diversas maneiras de representar a superfície terrestre, para isso lança-se mão dos modelos terrestres – uma reprodução do globo terrestre. O Elipsóide de Revolução é o modelo que mais se assemelha à figura da Terra e é importante conhecer os seus elementos básicos.



Coordenadas Geográficas: é o nome dado aos valores de latitude e longitude que definem a posição de um ponto na superfície terrestre. Estes valores dependem do elipsóide de referência utilizado para a projeção do ponto em questão.

As cartas normalmente utilizadas por engenheiros em diversos projetos ou obras apresentam, além do sistema que expressa as coordenadas geográficas referidas anteriormente, um outro sistema de projeção conhecido por UTM - Universal Transversa de Mercator.

Coordenadas UTM (E,N): é o nome dado aos valores de abscissa (E) e ordenada (N) de um ponto sobre a superfície da Terra, quando este é projetado sobre um cilindro tangente ao elipsóide de referência. O cilindro tangencia o Equador, assim dividido em 60 arcos de  $6^\circ$  ( $60 \times 6^\circ = 360^\circ$ ). Cada arco representa um fuso UTM e um sistema de coordenadas com origem no meridiano central ao fuso, que para o hemisfério sul, constitui-se dos valores de 500.000m para (E) e 10.000.000m para (N).

## 3. Erros da Topografia

Naturais: são aqueles ocasionados por fatores ambientais, ou seja, temperatura, vento, refração e pressão atmosféricas, ação da gravidade, etc.. Alguns destes erros são classificados como erros sistemáticos e dificilmente podem ser evitados. São passíveis de correção desde que sejam tomadas as devidas precauções durante a medição.

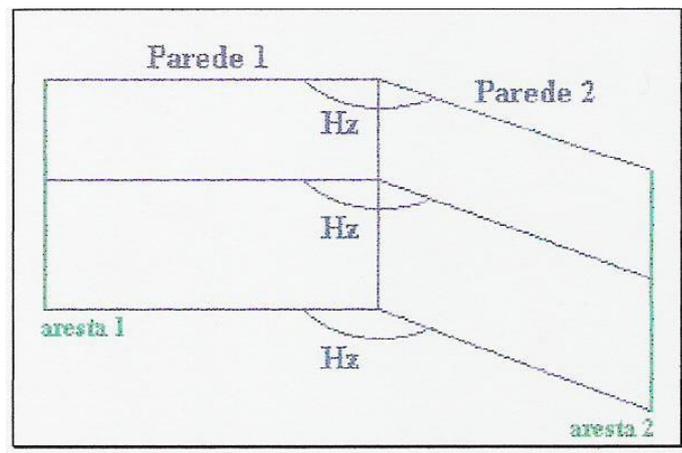
Instrumentais: são aqueles ocasionados por defeitos ou imperfeições dos instrumentos ou aparelhos utilizados nas medições. Alguns destes erros são classificados como erros acidentais e ocorrem ocasionalmente, podendo ser evitados e/ou corrigidos com a aferição e calibragem constante dos aparelhos.

Pessoais: são aqueles ocasionados pela falta de cuidado do operador. Os mais comuns são: erro na leitura dos ângulos, erro na leitura da régua graduada, na contagem do número de trenadas, ponto visado errado, aparelho fora de prumo, aparelho fora de nível, etc.. São classificados como erros grosseiros e não devem ocorrer jamais pois não são passíveis de correção.

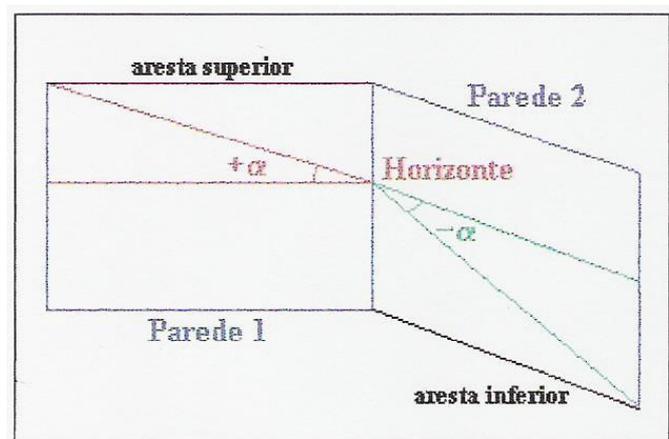
## 4. Grandezas medidas em um Levantamento

As grandezas medidas em um levantamento topográfico podem ser de dois tipos: angulares e lineares.

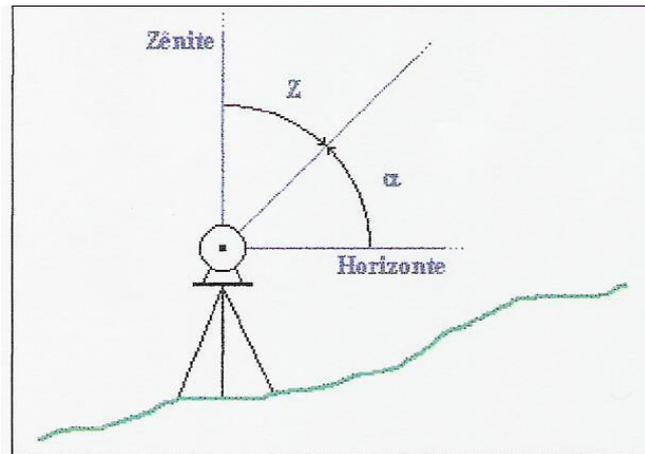
Ângulo Horizontal (Hz): é medido entre as projeções de dois: alinhamentos do terreno, no plano horizontal



Ângulo Vertical: é medido entre um alinhamento do terreno e o plano do horizonte. Pode ser ascendente (+) ou descendente (-), conforme se encontre acima (aclive ou abaixo (declive) deste plano.



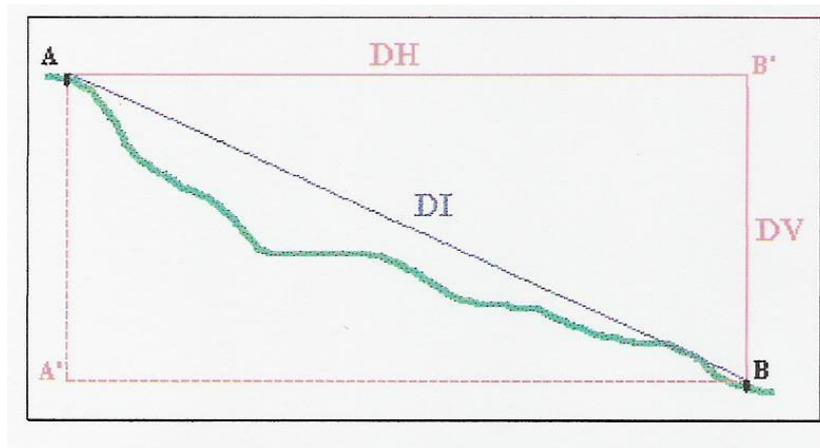
O ângulo vertical, nos equipamentos topográficos modernos (teodolito (estação total), pode também ser medido a partir da vertical do lugar (com origem no Zênite ou Nadir), daí o ângulo denominar-se Ângulo Zenital (Vou Z) ou Nadiral (V' ou Z').



Distância Horizontal (DH): é a distância medida entre dois pontos, no plano horizontal.

Distância Vertical ou Diferença de Nível (DV ou DN): é a distância medida entre dois pontos, num plano vertical que é perpendicular ao plano horizontal. Este plano vertical pode passar por qualquer um dos pontos AIA' ou BIB' já mencionados.

Distância Inclinada (DI): é a distância medida entre dois pontos, em planos que seguem a inclinação da superfície do terreno.



É importante lembrar que as grandezas representadas pela planimetria são: distância e ângulo horizontais (planta); enquanto as grandezas representadas pela altimetria são: distância e ângulo verticais, representados em planta através das curvas de nível, ou, através de um perfil.

## 5. Escala

$$E = \frac{1}{M} = \frac{l}{L}$$

- "L" representa qualquer comprimento linear real, medido sobre o terreno.
- "e" representa um comprimento linear gráfico qualquer, medido sobre o papel, e que correspondente ao comprimento medido sobre o terreno.
- "M" é denominado Título ou Módulo da escala e representa o inverso de (1 | L).

Aplicação	Escala
Detalhes de terrenos urbanos	1:50
Planta de pequenos lotes e edifícios	1: 1 00 e 1:200
Planta de armamentos e loteamentos urbanos	1:500 1:1.000
Planta de propriedades rurais	1:1.000 1:2.000 1:5.000
Planta cadastral de cidades e grandes propriedades rurais ou industriais	1:5.000 1:10.000 1:25.000
Cartas de municípios	1:50.000 1:100.000
Mapas de estados, países, continentes, etc.	1:200.000 a 1:10.000.000

## 6. Medidas diretas de distância

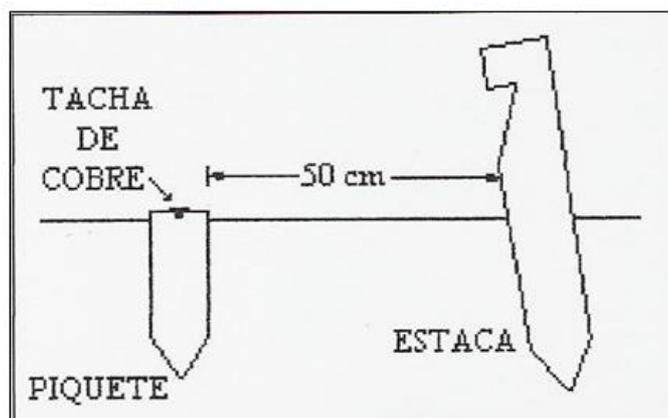
Os principais dispositivos utilizados na medida direta de distâncias, também conhecidos por DIASTÍMETROS, são os seguintes:

### TRENAS:

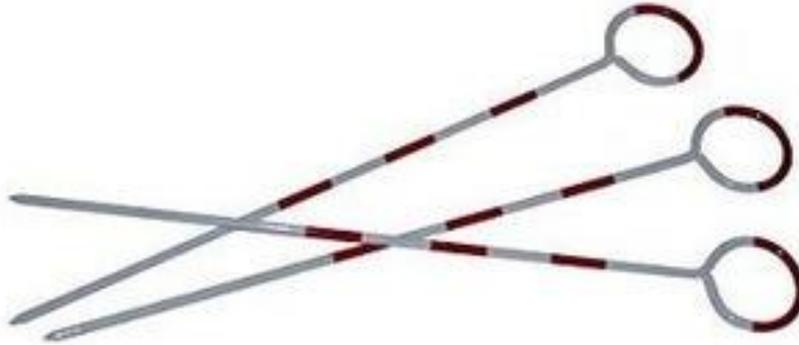


**PIQUETES:** são necessários para marcar, convenientemente, os extremos do alinhamento a ser medido; principal função é a materialização de um ponto topográfico no terreno.

**ESTACAS:** utilizadas como testemunha, da posição do piquete;



**FICHAS:** são utilizadas na marcação dos lances efetuados com o diastímetro quando a distância a ser medida é superior ao comprimento deste;



**BALIZAS:** são utilizadas para manter o alinhamento, na medição entre pontos quando há necessidade de se executar vários lances com o diastímetro;



**NÍVEL DE CANTONEIRA:** aparelho em forma de cantoneira e dotado de bolha circular que permite à pessoa que segura a baliza posicioná-la corretamente (verticalmente) sobre o piquete ou sobre o alinhamento a medir.



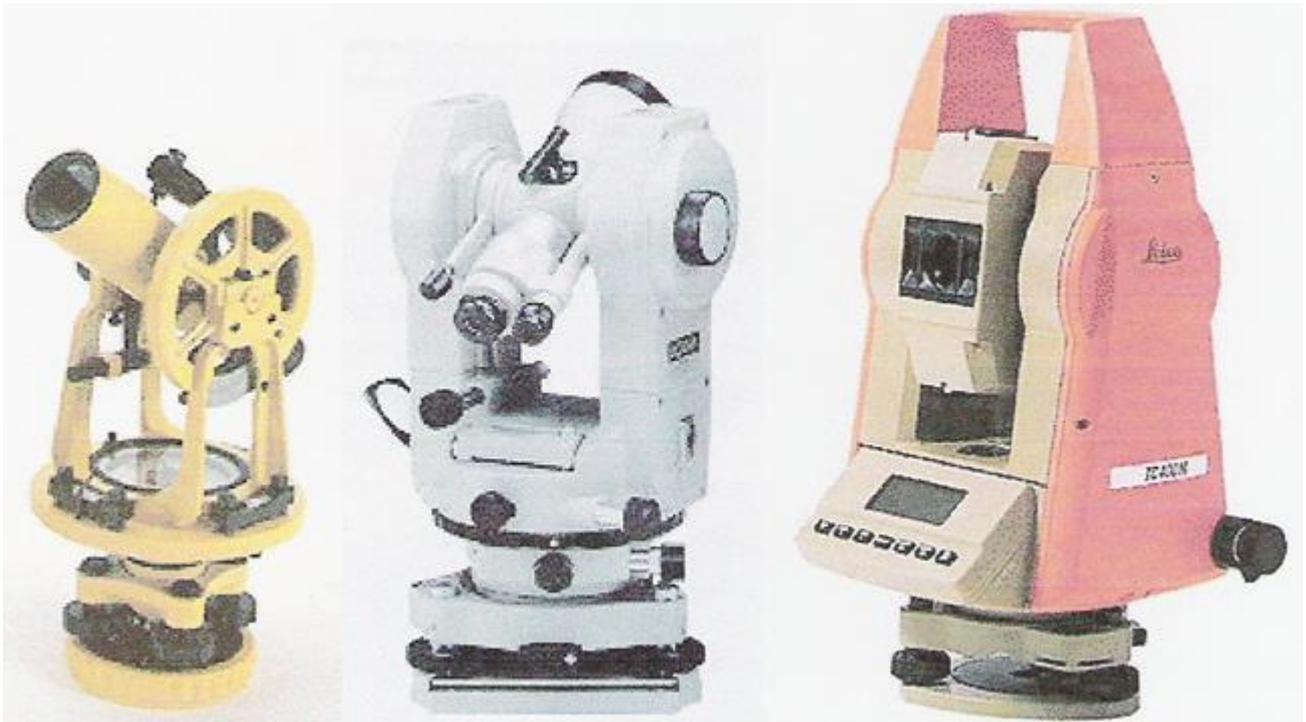
**BARÔMETRO DE BOLSO:** aparelho que se destina à medição da pressão atmosférica (em mb = milibares) para fins de correção dos valores obtidos no levantamento.

Atualmente estes aparelhos são digitais e, além de fornecerem valores de pressão, fornecem valores de altitude com precisão de 0,10m.

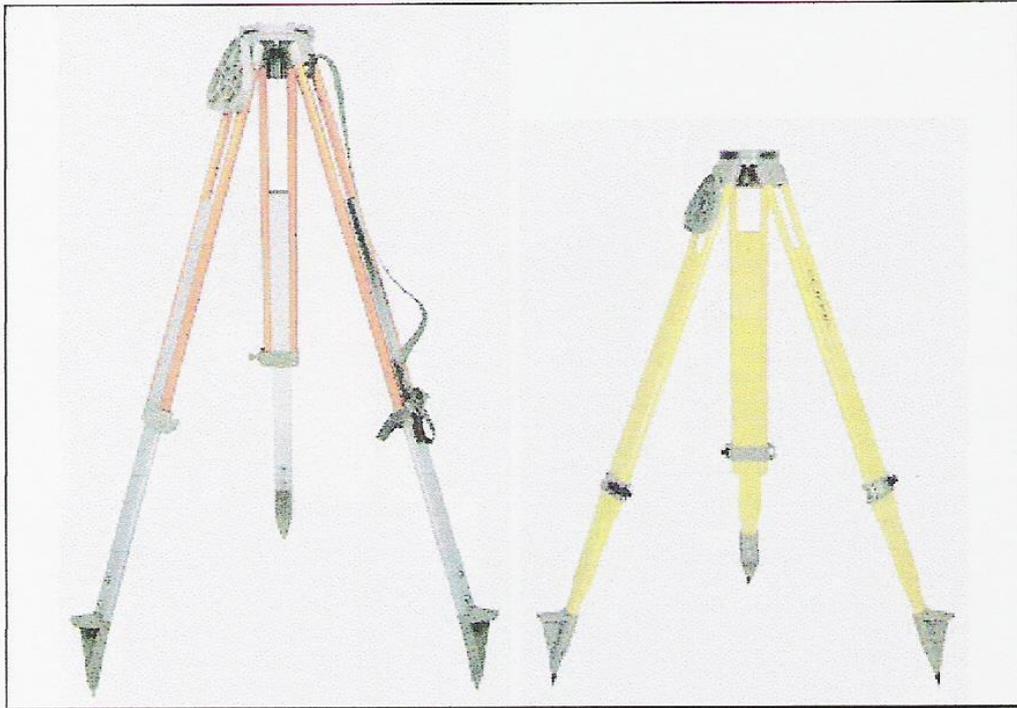


## 7. Medidas indiretas de distância

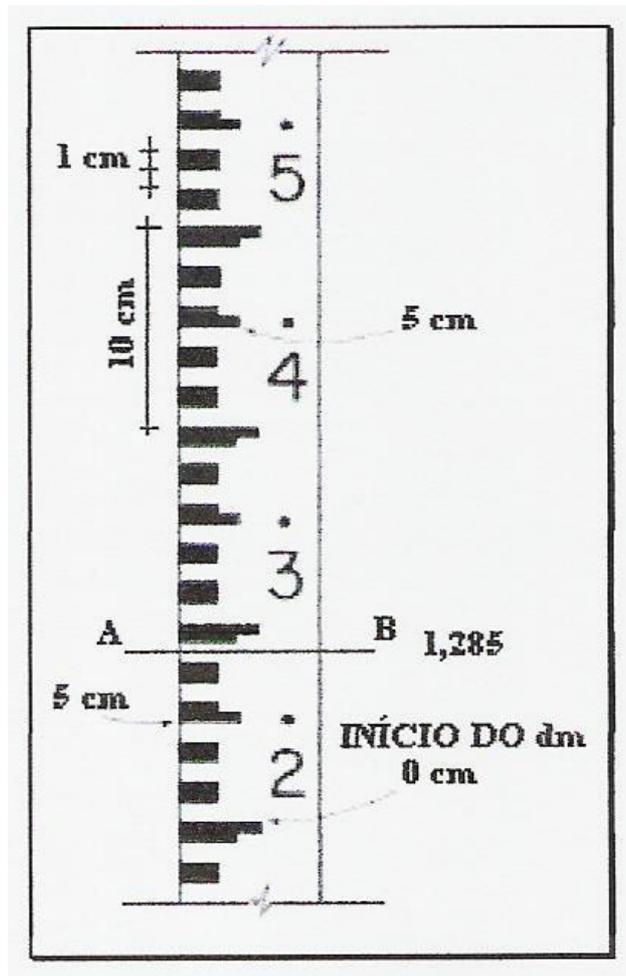
TEODOLITO e NÍVEL: o teodolito é utilizado na leitura de ângulos horizontais e verticais e da régua graduada; o nível é utilizado somente para a leitura da régua.



TRIPÉ



MIRA OU RÉGUA GRADUADA



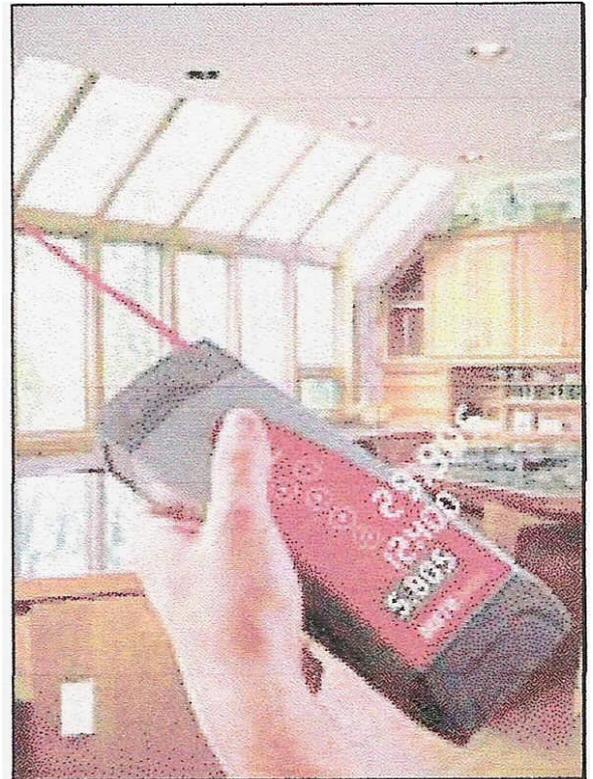
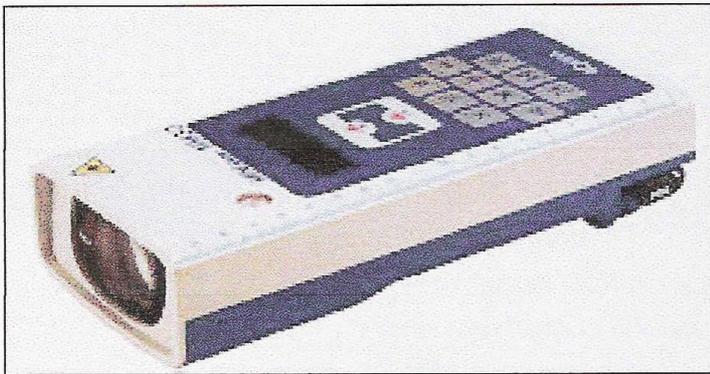
## 8. Medidas eletrônicas de distância

A medida eletrônica de distâncias não pode ser considerada um tipo de medida direta pois não necessita percorrer o alinhamento a medir para obter o seu comprimento.

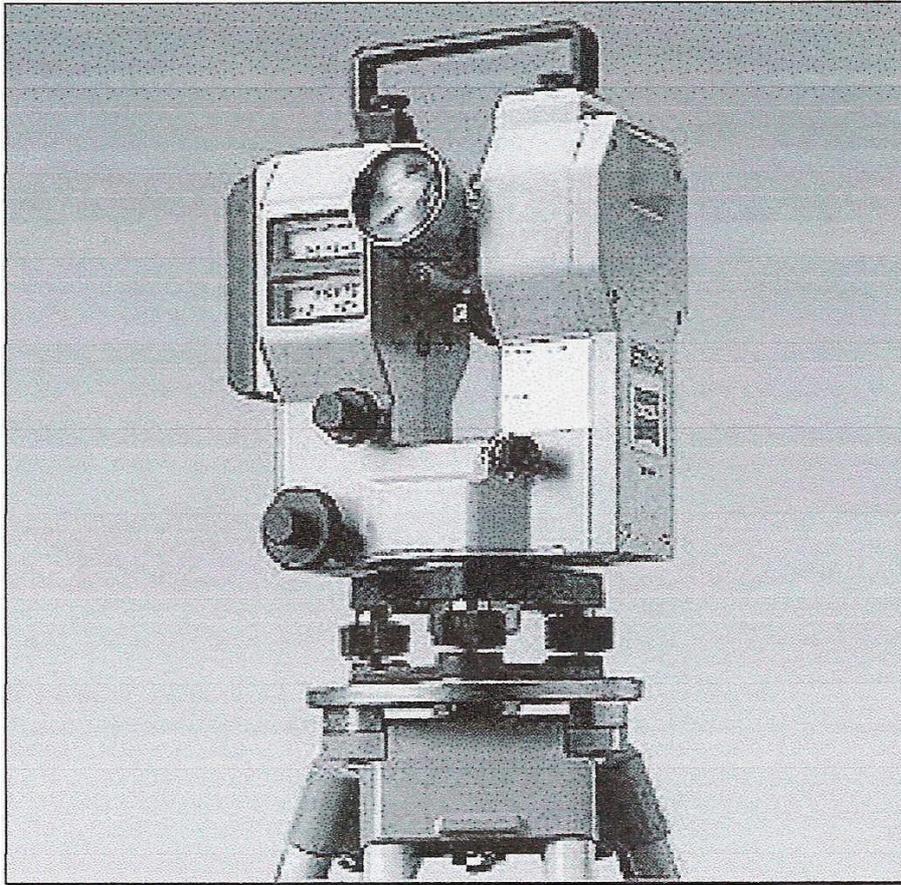
Nem por isso deve ser considerada um tipo de medida indireta, pois não envolve a leitura de réguas e cálculos posteriores para a obtenção das distâncias.

A medida eletrônica de distâncias baseia-se na emissão/recepção de sinais luminosos (visíveis ou não) ou de micro-ondas que atingem um anteparo ou refletor. A distância entre o emissor/receptor e o anteparo ou refletor é calculada eletronicamente e, segundo KAVANAGH e BIRD (1996), baseia-se no comprimento de onda, na frequência e velocidade de propagação do sinal.

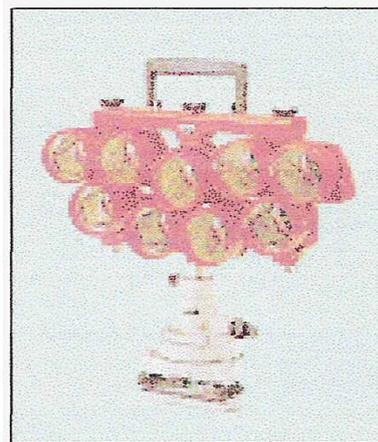
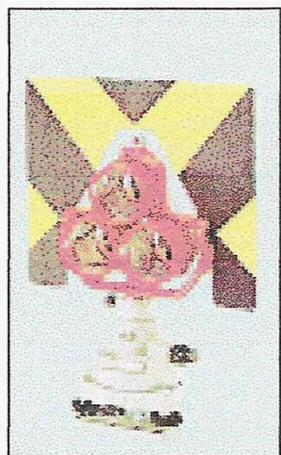
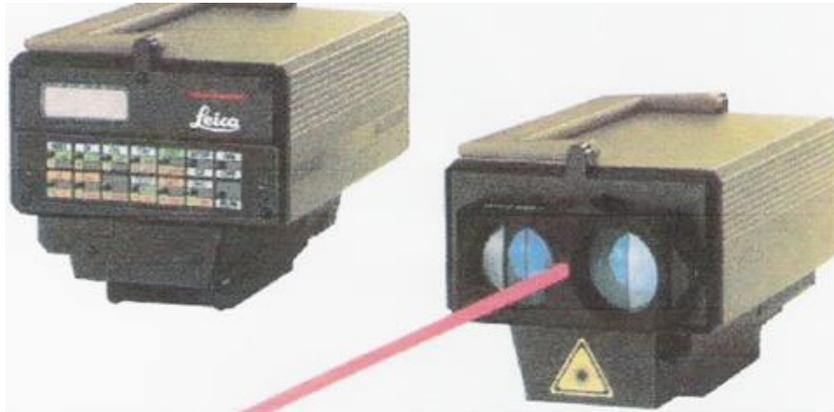
**TRENA ELETRÔNICA:** dispositivo eletrônico composto de um emissor/receptor de sinais que podem ser pulsações ultrassônicas ou feixe de luz infravermelho.



### TEODOLITO ELETRÔNICO

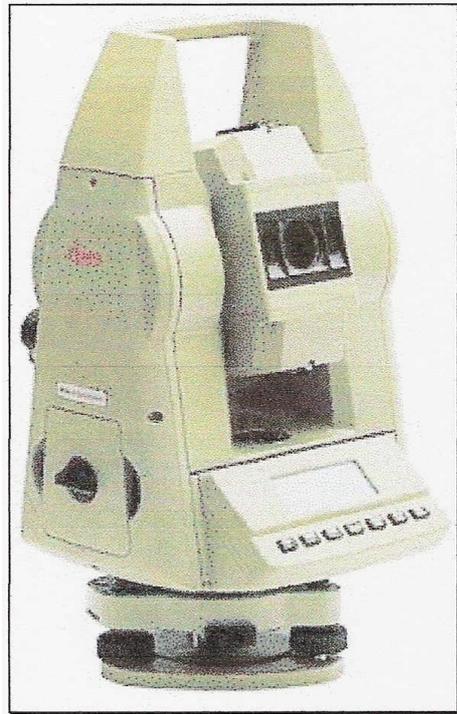
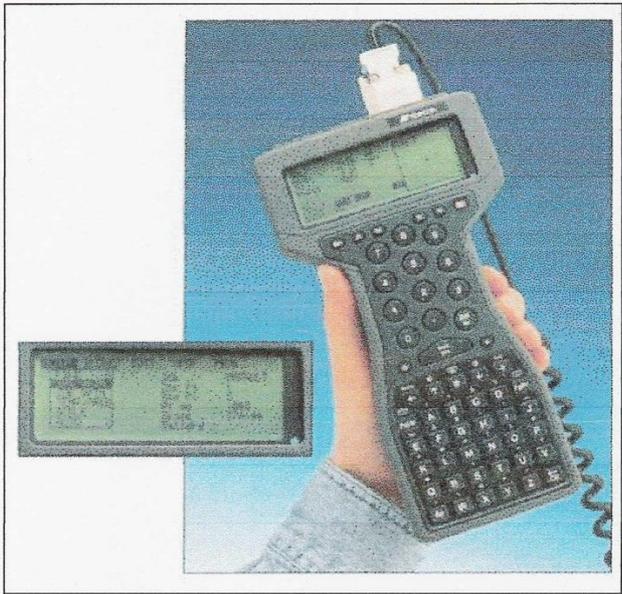


### DISTANCIÔMETRO ELETRÔNICO



## ESTAÇÃO TOTAL

Uma estação total é o conjunto definido por um teodolito eletrônico, um distanciômetro a ele incorporado e um microprocessador que automaticamente monitora o estado de operação do instrumento



## NÍVEL DIGITAL

É um nível para medição eletrônica e registro automático de distâncias horizontais e verticais ou diferenças de nível, portanto, não mede ângulos;



## 9. Posicionamento por satélites

O posicionamento por satélites se dá através da utilização de um equipamento denominado GPS - Global Positioning System.

O GPS não é um equipamento utilizado na medida de ângulos e/ou de distâncias, porém, é muito empregado atualmente em serviços de Topografia e Geodésia pois possibilita a localização espacial de um ponto no terreno em tempo real.

Esta localização espacial do ponto inclui a sua determinação através de coordenadas planas UTM (E, N) ou através de coordenadas Geográficas ( $\lambda$ ,  $\phi$ ), além da altura ou altitude (h).

O sistema GPS foi originalmente idealizado pelo Departamento de Defesa (DOD) dos Estados Unidos da América e, embora esteja sendo utilizado por milhares de civis em todo o mundo, é operado exclusivamente pelos militares americanos.

### **SISTEMA ESPACIAL**

É composto de 24 satélites artificiais (21 operacionais e 3 reservas) que orbitam ao redor da Terra distribuídos em 6 planos orbitais (4 satélites por plano) espaçados de 60° e inclinados, em relação ao plano do Equador, de 55°.

Cada satélite completa uma órbita ao redor da Terra em aproximadamente 12 horas, a uma altitude de 20.200 km.

Esta distribuição e cobertura permite que um observador localizado em qualquer ponto da superfície terrestre tenha sempre disponível entre 5 a 8 satélites visíveis para a determinação da sua posição.

### **SISTEMA DO USUÁRIO**

Consiste dos receptores GPS e da comunidade de usuários.

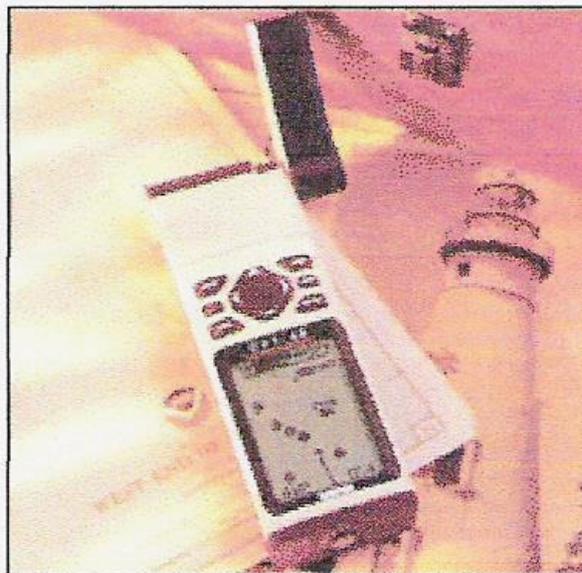
Cada satélite emite uma mensagem que, a grosso modo, significa: "Eu sou o satélite X, minha posição atual é Y e esta mensagem foi enviada no tempo Z".

Os receptores GPS estacionados sobre a superfície terrestre recebem estas mensagens e, em função da diferença de tempo entre a emissão e a recepção das mesmas, calculam as distâncias de cada satélite em relação aos receptores.

Desta forma, é possível determinar, com um mínimo de três satélites, a posição 2D (E,N ou  $\lambda$ , $\phi$ ) dos receptores GPS. Com quatro ou mais satélites, também é possível determinar a altitude (h), ou seja, a sua posição 3D.

Se a atualização da posição dos receptores GPS é contínua, é possível determinar a sua velocidade de deslocamento e sua direção.

### **SISTEMA DO USUÁRIO**



## 10. Geotecnologias

Também conhecidas como "geoprocessamento", as geotecnologias são o conjunto de tecnologias para coleta, processamento, análise e disponibilização de informação com referência geográfica. As geotecnologias são compostas por soluções em hardware, software e peopleware que juntos se constituem em poderosas ferramentas para tomada de decisão.

Dentre as geotecnologias estão os GIS - Sistemas de Informação Geográfica, Cartografia Digital, Sensoriamento Remoto por Satélites, Sistema de Posicionamento Global (ex. GPS), Aerofotogrametria, Geodésia e Topografia Clássica, dentre outros.

Com a evolução da tecnologia de geoprocessamento e de softwares gráficos vários termos surgiram para as várias especialidades. O nome Sistemas de Informação Geográfica (ou Geographic Information System - GIS) é muito utilizado e em muitos casos é confundido com geoprocessamento.

O geoprocessamento é o conceito mais abrangente e representa qualquer tipo de processamento de dados georeferenciados, enquanto um SIG processa dados gráficos e não gráficos (alfanuméricos) com ênfase a análises espaciais e modelagens de superfícies

Durante todo e qualquer levantamento topográfico ou geodésico os cuidados com o equipamento e com o pessoal envolvido são fundamentais para o bom andamento dos serviços.

## 11. Equipamentos de Segurança

Durante todo e qualquer levantamento topográfico ou geodésico os cuidados com o equipamento e com o pessoal envolvido são fundamentais para o bom andamento dos serviços.

